

553.3  
0051

# ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ БАЗА РОССИИ



МОСКВА  
1999

214023

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



*К 300-летию горно-геологической службы России*

# ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ БАЗА РОССИИ

*Главный редактор*  
**В.П.Орлов**

*Заместители главного редактора:*  
**М.И.Веригин, Н.И.Голивкин**

*Редакционная коллегия:*

*Б.М.Алешин, **Н.В.Глухоедов**, В.А.Евстрахин, Э.Г.Кассандров,  
В.Л.Колибаба, А.П.Литвиненко, А.А.Новиков, Л.В.Оганесян,  
А.А.Першуков, Л.П.Тигунов, Б.Д.Щербаков, Е.Н.Ярхо*

**ЗАО "Геоинформмарк"**

**Москва 1998**



553.3  
Ж51  
УДК 553.31(47+57)

Железорудная база России / Под ред. В.П.Орлова, М.И.Веригина, Н.И.Голивкина. - М.: ЗАО "Геоинформмарк", 1998. - 842 с. - ISBN 5-900357-07-4

Монография по насыщенности и полноте содержащегося в ней фактического материала является уникальным научным и справочным трудом, обобщающим работы и достижения не только авторов, но и многочисленных научных и производственных коллективов за последние четыре десятилетия, прошедших после издания в 1957 г. под редакцией акад. И.П.Бардина первой сводной работы по железорудной базе СССР. Книга представляет интерес для широкого круга ученых, специалистов, руководителей, преподавателей, занимающихся проблемами геологии железорудной базы, разработки месторождений, металлургического передела железных руд, экономики минерального сырья, прогнозирования и планирования развития производительных сил страны, регионов и территорий субъектов Российской Федерации. Монография может быть использована в качестве учебного пособия для вузов.

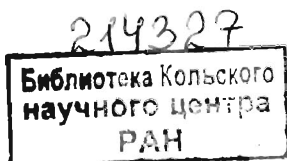
Монография состоит из двух частей.

Первая часть отражает развитие и состояние черной металлургии СССР и России с 1956 по 1994 г. на фоне достижений в этой области других стран Мирового сообщества.

Вторая часть посвящена детальной характеристике современной железорудной базы России, перспективам ее развития и промышленного освоения.

#### **Авторский коллектив**

*Л.К.Антоненко, Г.И.Архипов, И.А.Бергман, М.И.Веригин, Н.И.Голивкин,  
Н.А.Дмитриев, В.А.Евстрахин, Д.М.Ефремов, Л.И.Каныгин,  
Э.Г.Кассандров, В.А.Колибаба, Ю.А.Малютин, С.Я.Медведовский,  
А.А.Новиков, В.П.Орлов, А.А.Першуков, Л.П.Тигунов, В.С.Чечеткин,  
Н.М.Чистякова, Л.И.Шабалин, Н.Ю.Шапошникова, И.А.Шевырев,  
М.Л.Шерман, Е.Н.Ярхо, В.Д.Яшин*



ISBN 5-900357-07-4

© ЗАО "Геоинформмарк", 1998

© В.П.Орлов, М.И.Веригин, Н.И.Голивкин

## ВВЕДЕНИЕ

*В Советском Союзе к 1991 г. была создана надежная минерально-сырьевая база, обеспечивавшая страну практически всеми необходимыми видами полезных ископаемых и являвшаяся важным элементом ее экономического могущества, большим национальным достоянием.*

*В современном мире минерально-сырьевые проблемы из национальных и региональных превратились в глобальные. Экономика каждой отрасли отдельно взятой страны, в том числе и черная металлургия, развивается в зависимости от состояния и тенденций мирового хозяйства. Поэтому, разрабатывая стратегию развития сырьевой базы черной металлургии России на перспективу, важно учитывать динамику, тенденции, современное состояние и перспективы развития железорудных баз не только в нашей стране, но и в зарубежных странах - главных производителях и основных потребителях железорудного сырья и продуктов его переработки в целом, знать современную конъюнктуру на мировом рынке и прогноз развития на перспективу.*

*Сложившиеся к 1991 г. политическая (распад СССР на 15 независимых государств) и экономическая (переход экономики России на рыночные условия) ситуации требуют тщательного анализа происшедших за 1956-1990 гг. изменений:*

*в состоянии железорудной базы мирового сообщества и доли в ней бывшего СССР и отдельных республик;*

*в объемах добычи сырья и производства товарной железной руды;*

*в технологии добычи и подготовки руды к металлургическому переделу;*

*в объемах и технологии металлургического передела железных руд.*

*Наиболее полный анализ состояния железорудной базы СССР, в том числе и России, был выполнен коллективом специалистов под руководством академика И.П.Бардина в вышедшей в 1957 г. монографии [51], в которой освещены общие вопросы геологии железорудных месторождений, дана характеристика отдельных месторождений и районов, изложены перспективы развития и освоения железорудной базы черной металлургии СССР.*

*Дальнейшее развитие черной металлургии и ее железорудной базы получено благодаря усилиям больших коллективов геологов, технологов, горняков, металлургов промышленных предприятий и научно-исследовательских институтов Министерства геологии СССР, Министерства черной металлургии СССР и Академии наук СССР.*

*Изучению геологии и закономерностям размещения железорудных месторождений на территории СССР и отдельных регионов посвящено большое количество научных трудов, авторами наиболее крупных из которых являются: Я.Н.Белевцев и др. [25], Н.А.Елисеев, Н.П.Николевский, В.Т.Куцев [46], Н.П.Семенов [47,77], Я.Н.Белевцев, Ю.М.Епатко, М.И.Веригин, Ю.С.Лебедев, Е.И.Малютин [54], М.И.Веригин, Ю.М.Епатко, В.П.Орлов, Н.И.Голикин, Н.А.Корнилов, Ю.С.Лебедев, В.П.Мальцев [120], Г.С.Момджи, Н.Г.Шмидт [21], Н.И.Шабалин [150], В.А.Кузнецов, А.С.Калугин, Т.С.Калугина [53], А.Л.Янин [56], Н.И.Голикин, Е.И.Дунай, Б.П.Епифанов [34], И.Н.Леоненко, И.А.Русинович, С.И.Чайкин [80], П.М.Горяинов [37], Я.Н.Белевцев, В.С.Домарев, Е.А.Кулиш и др. [88].*

Научно-исследовательские работы по обогащению железистых кварцитов создали благоприятные условия к переходу преимущественно на открытый способ их обработки путем создания крупных горно-обогатительных комбинатов.

Результаты исследований по обогащению железистых кварцитов и развитию искусства ведения работ открытым способом изложены в монографиях ГИ Юденича [158], В.А. Кулибина [79], В.И. Кармазина [66,67], Б.И. Пирогова [Ш], Ю.Г. Гершойга [30], П.Е. Остапенко [106], М.И. Агошкова [2,3], Н.В. Мельникова [87], В.В. Ржевского [122] и других.

Значительный вклад в развитие металлургии внесен крупными монографическими работами С.В. Базилевича, Е.Ф. Вегмана [9], В.Г. Воскобойникова, В.А. Кудрина, А.М. Якушева [18], А.И. Гиммельфарба, А.М. Неменова, Б.Е. Тарасова [31], Л.Л. Зусмана [58], В.Ф. Князева, А.И. Гиммельфарба, А.М. Неменова [71], П.А. Ширяева, Е.Н. Ярхо [154], П.А. Ширяева, Е.Н. Ярхо, Ю.М. Борца [155] и других.

В результате выполнения большого объема поисковых и геологоразведочных работ на территории СССР количество разведанных запасов по категориям  $A+B+C_1$  возросло в 3,1 раза (с 30,0 до 93,3 млрд т), запасов категории  $C_2$  - в 1,9 раза (с 27,8 до 54,2 млрд т).

Значительные изменения произошли в географическом размещении разведанных запасов не только в пределах союзных республик СССР, но и в отдельных районах Российской Федерации. Если в 1955 г. по Российской Федерации удельный вес запасов категорий  $A+B+C_1$  составлял 44,3% (13,3 млрд т) от запасов СССР, то в 1990 г. он достиг 59,6% (55,6 млрд т) главным образом за счет разведки богатых гематит-сидерит-мартитовых руд и железистых кварцитов Курской магнитной аномалии (КМА), а также выявления и разведки новых железорудных районов в Западной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. В разведанных запасах железных руд снизилась роль Украины с 35,3 до 30,4% при абсолютном росте их с 10,6 до 28,3 млрд т и Казахстана с 20,1 до 9,4% при абсолютном росте с 6,0 до 8,8 млрд т.

Кардинальные изменения произошли в структуре разведанных запасов по промышленным типам руд. Достижения науки и техники в обогащении бедных по содержанию железа руд, главным образом железистых кварцитов, практически совершили техническую революцию в горно-рудном производстве черной металлургии, тем самым были созданы условия к значительному увеличению разведанных запасов. Так, запасы железистых кварцитов, разведанные по категориям  $A+B+C_1$ , возросли с 10,5 млрд т на конец 1955 г. до 55,2 млрд т на конец 1990 г., а их добыча увеличилась соответственно с 6,2 до 34,45 млн т, или с 7,0 до 63,3% (без учета потерь и разубоживания). Содержание железа в добытой железной руде в целом понизилось за это время с 48 до 32,9%, в то время как качество товарных руд возросло с 54,2 до 60,9%.

Основными особенностями созданной железорудной базы СССР являлись:

большие запасы сильномагнитных руд - магнетитовых кварцитов, скарно-магнетитовых и титаномагнетитовых руд (100,3 млрд т категорий  $A+B+C_1+C_2$ ), из которых в результате глубокого магнитного обогащения производят концентраты с содержанием железа 62-68%;

наличие большого числа (54) крупных месторождений с запасами руд более 500 млн т и содержанием извлекаемого железа более 200 млн т, в которых сосредоточено 124,9 млрд т (84,7%) всех балансовых запасов железных руд СССР, что определило возможность применения высокоэффективной техники горных работ и концентрацию горно-рудной промышленности;

пригодность около 100 млрд т, или около 70% всех балансовых запасов, для разработки открытым способом;

значительное количество разведанных запасов (руды КМА) находится в сложных гидрогеологических и горно-геологических условиях (в отличие от расположенных вблизи поверхности земли месторождений богатых руд Бразилии, Австралии, Индии, Венесуэлы, Либерии и других стран), что обуславливает повышенные издержки производства.

Все это предопределило и предопределяет направление развития горно-рудной промышленности в стране. Результаты геологоразведочных работ и созданная сырь-



евая база позволили за период с 1955 по 1990 г. построить и ввести в эксплуатацию 15 крупнейших горно-обогатительных комбинатов (на Кольском п-ове, в Карелии, на КМА, Украине, Урале, в Восточной Сибири и Казахстане), которые обеспечили совместно с подземными рудниками Украины, Урала и Сибири добычу сырой железной руды в 1990 г. в количестве 535 млн т и производство товарной руды - 243,5 млн т.

Созданная сырьевая база железных руд СССР, достижения в технологии их добычи и глубокой подготовки руд к металлургическому переделу обеспечили модернизацию действовавших, строительство и ввод в эксплуатацию новых металлургических заводов и комбинатов, таких как Череповецкий, НовOLIпецкий, Руставский, Орско-Халиловский, Карагандинский, Криворожский, Азовсталь и другие. Все это обеспечило стабильный рост выплавки чугуна с 19 млн т в 1950 г. до 110 млн т в 1990 г. и стали соответственно с 27 до 154 млн т, что позволило СССР уже с середины 70-х годов опередить США и Японию. В 1990 г. каждая пятая тонна общемирового производства чугуна и стали выплавлялась в СССР. В России в 1990 г. производство чугуна достигло 59,3 млн т, стали - 89,6 млн т, что соответствует 11 и 11,7% от мирового уровня и 54 и 58% от общесоюзного.

В то же время черная металлургия и ее сырьевая база имели существенные недостатки. Ряд крупных металлургических предприятий снабжались дальнепривозной товарной рудой. Так, Западно-Сибирский металлургический комбинат, расположенный в Кемеровской области, работает на рудах Коришуновского месторождения в Иркутской области за 1850 км, Соколовско-Сарбайского месторождения в Казахстане (1915 км) и даже месторождений КМА (4250 км). Не обеспечены собственной сырьевой базой металлургические заводы юга Урала. Дефицит в руде покрывается за счет поставки ее из Казахстана (500 км) и КМА (2000-2600 км).

Недостаточное внимание уделялось выпуску специальных легированных сталей, позволяющих сократить массу и металлоемкость изделий машиностроения, транспортных средств, строительных конструкций при повышении их прочности, коррозионной стойкости, износоустойчивости и удлинении сроков эксплуатации. Показатели технологического уровня производства (выплавка электро- и кислородно-конверторной стали, применение метода непрерывной разливки стали, производство проката и др.) в СССР, в том числе в РСФСР, были в 1,5-2,0 раза ниже, чем в передовых промышленно развитых странах.

Однако распад СССР нарушил экономические связи между бывшими союзными республиками, создал принципиально новую обстановку в их экономике, в том числе в отраслях добывающих, перерабатывающих и потребляющих минеральное сырье и продукты его переработки. По отдельным видам полезных ископаемых они попали в зависимость не только друг от друга, но и от стран так называемого "дальнего зарубежья". Теперь ни одно из государств СНГ, в том числе и Россия, не располагает всеми необходимыми для жизнеобеспечения и экономического развития полезными ископаемыми.

По заданию Комитета Российской Федерации по геологии и использованию недр (ныне Министертво природных ресурсов) осуществлен всесторонний анализ современного состояния сырьевой железорудной базы черной металлургии России, ее положительных сторон и подлежащих устранению недостатков, оценены перспективы дальнейшего совершенствования и расширения производства продукции черной металлургии с учетом передового мирового и отечественного опыта, внедрения достижений научно-технического прогресса.

Результатом этой работы явилась монография, состоящая из двух частей. В первой части рассмотрены вопросы развития черной металлургии стран мирового сообщества и СССР за 1956-1990 гг., динамики производства товарных железных руд, технологии обогащения и металлургического передела. Во второй части отражено состояние железорудной базы черной металлургии в условиях переходного периода и структурной перестройки экономики Российской Федерации в 1991-1994 гг. и перспективы развития до 2000 г.

В последние годы ухудшилось состояние сырьевой базы металлургии. В 1994 г. по сравнению с 1990 г. производство товарной железной руды снизилось на 31,5%, мощности по добыче железной руды за 1992-1994 гг. сократились на 19%.

При существующем уровне подготовки и поддержания объектов сырьевой базы металлургии производственные мощности горно-рудных предприятий существенно сократятся, и к 2000 г. производство товарной руды составит около 61 млн т, что обеспечит выплавку 28,5 млн т чугуна при потребности 42,5 млн т.

Объемы геологоразведочных работ с 1991 по 1994 г. по сравнению с 1990 г. сокращены более чем на 50%, в результате чего снизилась обеспеченность ряда действующих горно-добывающих предприятий разведанными запасами железных руд, которая по отдельным шахтам и карьерам в проектных контурах отработки составляет менее десяти лет. Относительная стабилизация геологоразведочных работ достигнута лишь в 1996-1997 гг.

В книге проанализировано состояние железорудной базы России, отдельных ее районов и субъектов, даны описания геологического строения и рудоносности 144 месторождений, гидрогеологических и горно-геологических условий, их размещения, приведены технико-экономические показатели отработки в ценовых показателях на год составления ТЭО или ТЭС, а также основные технико-экономические показатели действующих предприятий за 1991-1994 гг.

Предложена возможная оптимальная схема обеспечения металлургических предприятий железорудным сырьем, позволяющая в значительной мере сократить дальние перевозки его и транспортные расходы за счет освоения близрасположенных резервных разведанных месторождений. Высказаны соображения по развитию местной железорудной базы действующих металлургических предприятий путем выполнения геологоразведочных работ, технологических исследований и геолого-экономической переоценки показателей освоения как резервных разведанных, так и разведываемых месторождений в новых экономических условиях.

В книге впервые за последние 40 лет наиболее полно обобщены и проанализированы новые данные практически по всем известным месторождениям различных формационных и геолого-промышленных типов, составляющих основу действующей и перспективной сырьевой базы черной металлургии России.

В подготовке монографии принимали участие научные сотрудники и специалисты Комитета Российской Федерации по геологии и использованию недр, Комитета Российской Федерации по металлургии, Российской горно-геологической компании "Роснедра", научно-исследовательских институтов (ВИМС, ВИЭС, СНИИГГиМС) и производственных геологических организаций.

*Часть первая*

**Черная металлургия  
СССР и России  
в 1956-1994 годах**



de quibusdam  
rebus et  
de his

et de  
rebus  
et de  
rebus

et  
de  
rebus  
et de  
rebus  
et de  
rebus

# Глава 1

## ЖЕЛЕЗО И ЕГО РОЛЬ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОГРЕССЕ

Железо - химический элемент VIII группы периодической системы Д.И.Менделеева с атомным номером 26 и атомной массой 55,847. Это блестящий серебристо-белый металл, который в чистом виде практически не используется (в быту "железными" часто называют стальные и чугунные изделия). Железо образует полиморфные модификации. При обычной температуре устойчиво только  $\alpha$ -Fe с плотностью 7,874 г/см<sup>3</sup>. Эта модификация железа вплоть до температуры 769°C (точка Кюри) ферромагнитна и плавится при температуре 1539°C, на воздухе легко окисляется и покрывается рыхлой ржавчиной.

По распространенности элементов в земной коре железо находится на четвертом месте после кислорода, кремния и алюминия, оно входит в состав более 300 минералов, его масса оценивается в 755 трлн т. Хотя только незначительная часть железа сконцентрирована в железных рудах, используемых человеком во все возрастающем количестве в течение многих веков со времени так называемого "железного века" (1-2 тыс. лет до нашей эры), масштаб их запасов огромен: в начале 90-х годов текущего столетия они составляли более 450 млрд т, в том числе разведанных по промышленным категориям - 229 млрд т.

Без железа человек не мог бы существовать не только в социальном и экономическом, но и в биологическом плане. Оно является главнейшей составляющей частью человеческого и других живых организмов, входит в состав важнейшего компонента крови - гемоглобина. Содержание железа в организме человека не превышает 4,5 г, но стоит понизить его на доли процента, как человек испытывает усталость, головные боли и другие дискомфортные ощущения. Железо необходимо и растительному миру. Только в обмене веществ планктона оно ежегодно участвует в количестве не менее 500 млн т.

В последние десятилетия произошли значительные изменения в структуре использования полезных ископаемых. Новые отрасли производства - атомная энергетика, аэрокосмическая, электронная, химическая промышленность и другие - обусловили резкое увеличение спроса на атомное сырье, алюминий, редкие металлы и редкоземельные элементы. Но и на сегодняшний день на долю железа приходится более 80% общего потребления металлов.

Обычно железо используется в виде чугуна и стали - сплавов его с углеродом и некоторыми другими элементами (легирующими добавками).

Чугун - сплав железа с углеродом при содержании последнего 2-4%, как правило, хрупок, содержит постоянно примеси кремния, марганца, серы, фосфора, а иногда легирующих элементов - хрома, никеля, ванадия, алюминия и других; получают его из железных руд в доменных печах. Основная масса чугуна (свыше 85%) перерабатывается в сталь (передельный чугун), остальная часть применяется для изготовления фасованного литья (литейный чугун).

По микроструктуре различают серый чугун, содержащий углерод в виде пластинчатого или шаровидного графита, белый чугун, в котором углерод в виде цемента или карбида железа, и ковкий чугун, получаемый отжигом белого чугуна и содержащий хлопьевидный графит.

Сталь - ковкий сплав железа с углеродом (до 2%) и другими элементами. По-лучают сталь главным образом из смеси чугуна со стальным ломом в кислородных конверторах, мартеновских печах или электропечах. По химическому составу сталь подразделяется на углеродистую и легированную, а по назначению - на конструкционную и инструментальную. Производится также сталь с особыми физическими и химическими свойствами: нержавеющая, жаропрочная, электротехническая и другие. По характеру застывания металла в изложнице различают спокойную, полуспокойную и кипящую сталь.

Особая роль стали как важнейшего конструкционного материала определяется рядом ценных присущих ей качеств - высокой прочностью, вязкостью, способностью приобретать нужные свойства в зависимости от химического состава и способа термической обработки, легко изменять форму при горячей и холодной обработке давлением, приобретать жаропрочность, сопротивление истиранию, коррозионную стойкость и др. Все перечисленные механические и физико-химические свойства стали сочетаются с относительно низкой стоимостью ее получения в крупных масштабах по сравнению с другими металлами.

В СССР доля чугуна и стали в общем потреблении конструкционных материалов составляла около 95%. В других промышленно развитых странах производство и потребление альтернативных конструкционных металлов - заменителей чугуна и стали (пластмасс, алюминия, других цветных и композитных материалов) - растет более интенсивно. Так, в США доля чугуна и стали составляет около 80-82% всех применяемых конструкционных материалов. Однако по данным ЮНЕСКО до 2000 г. удельный вес черных металлов и их сплавов как основных конструкционных материалов сохранится в мире на уровне 93% [97].

Материальная база мирового общественного производства к началу 90-х годов составляла более 7 млрд т черных металлов, которые используются в виде машин, сооружений, транспортных средств и других предметов труда, образующих металлургический фонд. Объем этого фонда в СССР составлял около 1,6 млрд т (для сравнения в США - 1,8 млрд т).

Продукция черной металлургии используется практически всеми отраслями производства. Это предопределяет многообразие видов готовой продукции, насчитывающей около 6000 марок и профилеразмеров проката, тысячи других видов стальных и чугунных изделий. Основной ее продукцией являются:

прокат, в том числе готовый, горячекатанный и холоднокатанный, трубы из слитков, поковки из слитков, рельсы;

изделия дальнейшего передела: белая жечь, биметалл, оцинкованный лист, листы с пластмассовыми и другими покрытиями, гнутые профили, рельсовые скрепления, сортовая калиброванная сталь и др.;

метизы промышленного назначения: проволока и изделия из нее, крепеж, холоднокатанная лента;

стальные трубы, включая холоднокатанные, сварные, баллоны и т.д.;  
чугунные трубы;

стальное литье;

чугунное литье, включая изложницы, валки и фитинги.

Потребителями черных металлов являются практически все отрасли производства. Вместе с тем следует отметить высокую концентрацию потребления черных металлов в отдельных отраслях народного хозяйства, специализированных в основном на создании средств производства. Так, в



машиностроении и металлообработке потребляется около 35% проката, в капитальном строительстве - 20% и в собственно черной металлургии - 35%, т.е. в этих отраслях расходуется около 90% всего потребляемого в народном хозяйстве готового проката.

Следует отметить, что структура прокатной продукции в СССР, в том числе и в РСФСР, уступала аналогичной структуре передовых в промышленном отношении стран:

доля листа (в %) в общем объеме производства готового проката составляла в СССР 41-42, в РСФСР - 44-45 (США - 65-67; Японии - 57-58);

доля холоднокатанного листа в листовом прокате в РСФСР - 26-27% (в США и Японии - 50-60%);

доля жести и листа с покрытиями в листовом прокате в РСФСР - 5-6% (в США и Японии - 25-28%).

Это, наряду с недостаточным использованием заменителей черных металлов (пластмасс, алюминия, композиционных материалов и др.), а также нередко нерациональное применение металла в потребляющих отраслях, обусловили высокий уровень металлоемкости значительной части отечественных машин, транспортных средств, строительных конструкций и т.п. и валового национального продукта в целом. Последний по металлоемкости превышает аналогичный показатель США в 2,5 раза [170].

Улучшение качества выпускаемых металлов является одной из важнейших задач черной металлургии, так как оно равносильно увеличению объема производства, поскольку использование металла с лучшими качественными характеристиками обеспечивает уменьшение массы машин и конструкций, повышает их прочность и долговечность, способствует снижению отходов при их производстве [58].

В качественном улучшении металлургии в будущем важную роль будет играть космос. Как известно, качество металла в значительной степени зависит от его чистоты. На Земле при его производстве невозможно избежать ряда вредных примесей, но это достижимо в условиях невесомости и космического вакуума. К тому же в невесомости можно получать сплавы, которые нельзя изготовить на Земле. К ним относятся, например, соединение гелия и стали - легкая пенистая сталь. В перспективе "орбитальная металлургия" будет, несомненно, развиваться.

Черная металлургия не только обеспечивает прокатом металлопотребляющие отрасли, но и получает от них различные средства производства, пользуется транспортными услугами и т.д. Она тесно связана с топливными и энергетическими отраслями промышленности. Отличаясь большой масштабностью производства, материалоемкостью и энергоемкостью, черная металлургия потребляла около 25% всего добываемого в СССР угля, 15% промышленной электроэнергии, 10% природного газа, на нее приходилось 20% грузооборота железнодорожного транспорта.

Металлический фонд, накапливаемый в каждой стране, уровень производства и потребления стали в целом и на душу населения являются важнейшими показателями технико-экономического и промышленного развития страны, ее экономической самостоятельности. От систематического увеличения выпуска чугуна и особенно стали, улучшения их качества зависят расширение производства, выпуск станков, машин, механизмов, повышение производительности общественного труда.

## Глава 2

### МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ, ПРОИЗВОДСТВО ТОВАРНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД, ЧУГУНА, СТАЛИ И ГОТОВОГО ПРОКАТА

Черная металлургия - одна из старейших горнодобывающих отраслей промышленности, во второй половине XX в. изменялась не только количественно, но и качественно. С 1950 по 1990 г. мировое производство товарных железных руд увеличилось в 3,5 раза, чугуна и стали - в 4 раза (табл. 1). Вместе с тем бурное развитие новых отраслей промышленности и военной техники потребовало создания многих новых сортов конструкционных и специальных сталей, обладающих разнообразными специфическими свойствами. Это привело к существенному изменению технологии переработки железных руд, способов выплавки сталей, быстрому росту высококачественной металлургии, широкому использованию в производстве стали и чугуна легирующих металлов - марганца, хрома, титана, никеля, кобальта, вольфрама, молибдена, ванадия, а также ниобия, тантала, циркония и бора.

Увеличение производства товарных железных руд и продуктов их переработки обусловило необходимость соответствующего увеличения разведанных запасов железных руд как в известных горно-промышленных районах, так и за счет выявления и вовлечения в промышленное освоение новых месторождений и железорудных районов. С начала 50-х до начала 90-х годов, несмотря на большие и все увеличивающиеся объемы добычи железных руд, количество их разведанных\* запасов в СССР возросло в

Таблица 1  
Динамика развития черной металлургии в мире во второй половине XX в.  
[38,93,95,97,133]

Показатели	1950 г.	1970 г.	1990 г.	1970/1950	1990/1970	1990/1950
Производство, млн т:						
товарных железных руд	251	754	909,4	3,0	1,21	3,5
чугуна	132	429	534,7	3,2	1,25	4,0
стали	192	598	763,0	3,1	1,27	4,0
Разведанные запасы железных руд, млрд т/%	37/100,0	135/100,0	229,2/100,0	3,6	1,7	6,2
В том числе:						
страны с плановой и переходной экономикой	12,0/32,4	70,6/52,3	110,3/48,1	5,9	1,6	9,2
из них СССР	8,85/23,9	62,5/46,3	93,3/40,7	7,1	1,5	10,5
развитые капиталистические страны	12,0/32,4	34,7/25,7	57,9/25,3	2,9	1,7	4,8
развивающиеся капиталистические страны	13,0/35,2	29,7/22,0	61,0/26,6	2,3	2,1	4,7

\* К общим запасам в СССР, СНГ и государствах Восточной Европы - бывших членах СЭВ - относятся запасы категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в развитых капиталистических и развивающихся странах - сумма подтвержденных (demonstrated) и предполагаемых (inferred) запасов по классификации Горного бюро и Геологической службы США, к разведанным - соответственно запасы категории А+В+С<sub>1</sub> и подтвержденные.

10,5 раза (с 8,85 до 93,3 млрд т), в развитых капиталистических странах - в 4,8 раза (с 12 до 57,9 млрд т), в развивающихся странах - в 4,7 раза (с 13 до 61 млрд т).

## 2.1. Основные геолого-промышленные типы железных руд

В настоящее время имеется несколько классификаций геолого-промышленных типов железных руд. Для удобства анализа состояния и сопоставления запасов железных руд СССР и отдельных республик с мировыми запасами, в настоящей работе приводится классификация, принятая в Государственном балансе полезных ископаемых (железные руды) как наиболее соответствующая классификация мировых запасов [38,87]. Вместе с тем эта классификация отражает лишь минеральный и элементный состав руд, но не несет формационной, генетической нагрузки и собственно промышленной, в связи с чем она несколько видоизменена и расширена - выделен самостоятельный широко распространенный и используемый промышленностью в больших масштабах в СССР тип метаморфизованных руд - железистых кварцитов (табл. 2).

В истории развития черной металлургии происходило изменение значимости отдельных типов руд, повышение или снижение удельного веса их в разведанных запасах и добыче. В частности, в мировых запасах и добыче заметно снизилась доля скарново-магнетитовых руд, а также бурых железняков и сидеритов в осадочных породах. В то же время значительно повысилась роль железистых кварцитов и связанных с ними пространственно и генетически богатых гематито- и сидерито-мартитовых, мартито-магнетитовых руд, образовавшихся в результате воздействия на железистые кварциты гипергенных и эндогенных процессов; на долю двух последних из названных геолого-промышленных типов руд в настоящее время приходится более 70% мировых разведанных запасов и добычи железных руд.

Ниже приводится краткая характеристика основных типов железных руд, расположенных в порядке их промышленного значения.

**Метаморфизованные железистые кварциты** широко распространены на древних щитах и платформах и на некоторых срединных массивах фанерозойских складчатых областей. Большинство их имеет раннепротерозойский и архейский возраст; значительно меньше распространены позднепротерозойские и раннепалеозойские месторождения (месторождения Малохинганского района на Буреинском массиве и др.).

В формировании их выделяются две стадии: 1) накопления преимущественно кремнистых осадков с повышенным содержанием железа; 2) интенсивного регионального (на отдельных участках контактового и дислокационного) метаморфизма, в процессе которого происходило частичное перераспределение и концентрация железа в отдельных слоях и прослойках.

Рудные залежи на месторождениях железистых кварцитов обычно имеют крупные размеры: километры по простиранию, десятки и многие метры по мощности. Руды представляют тонкое переслаивание прослоев, сложенных магнетитом и (или) гематитом, с прослоями, сложенными кварцем, хлоритом, серицитом, амфиболами с примесью рудных минералов.

Запасы руд этого типа часто составляют сотни миллионов тонн и нередко достигают миллиардов тонн. В частности, по состоянию на 01.01.1991 г. запасы категорий А+В+С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> на месторождениях Курской магнитной аномалии составляют (в млрд т): Михайловском - 14, Лебединском - 6,1,



**Состояние разведанных (подтвержденных) запасов и производства товарных**

Геолого-промышленные типы руд	Мир в целом		СССР			
	Разведанные (подтвержденные) запасы, млрд т/%	Произ- водство товар- ных руд, млн т/%	Запасы категорий А+В+С <sub>1</sub> , млрд т/%	Производство товарных руд, млн т/%		
Всего	229,2 100,0	901,1 100,0	93,3 100,0			
Метаморфизованные желе- зистые кварциты	162,5 70,9	676,5 74,4	55,2 59,2	64,0 68,6	126,5 53,7	166,4 71,7
Полигенные богатые гема- тит-мартитовые, мартито- вые, сидерит-мартитовые (по железистым кварцитам)			8,8 9,4		39,9 16,4	
Скарново-магнетитовые (ме- таморфизованные вулкано- генно-осадочные, контакто- во-метасоматические и гид- ротермально-метасоматиче- ские)	21,8 9,5	75,6 8,3	14,3 15,3		41,6 17,1	
Титаномагнетитовые и апа- тит-магнетитовые, связан- ные со сложнодифференци- рованными основными и ультраосновными породами	15,1 6,6	50,7 5,6	7,6 8,2		14,1 5,8	
Бурые железняки оолитовые гидрогетитовые, лептохлорит- гидрогетитовые и лептохлорит- сидеритовые; сидериты и гематитовые руды в осадоч- ных породах	24,3 10,6	81,0 8,9	6,8 7,3		11,8 4,9	
Прочие гипергенные:	5,5 2,4	17,3 2,0	0,6 0,6		1,3 0,5	
бурые железняки в корях выветривания сидеритов			0,4 0,4		1,2 0,5	
железо-хром-никелевые в корях выветривания ос- новных и ультраосновных пород			0,2 0,2		0,1 0,04	

Стойло-Лебединском - около 3, подтвержденные запасы месторождения Месаби-Рэндж в США - 6,4 млрд т. Содержание железа в рудах колеблется в пределах 25-35%, в среднем составляет 30%.

В России основные месторождения железистых кварцитов расположены в пределах Воронежского кристаллического массива (район Курской магнитной аномалии), Балтийского (Оленегорское на Кольском п-ове, Костомукшское в Карелии), Алданского (Чаро-Токкинский р-н и др.) щитов. На Украинском щите месторождения Криворожского бассейна, Кременчугского и Белозерского железорудных районов образуют район Большого Кривого Рога.

Таблица 2

железных руд различных промышленных типов на 01.01.1991 г. [38, 93]

В том числе						Зарубежные страны	
РСФСР		Украина		Казахстан		Запасы подтвержденные, млрд т/%	Производство товарных руд, млн т/%
Запасы категорий А+В+С <sub>1</sub> , млрд т/%	Производство товарных руд, млн т/%	Запасы категорий А+В+С <sub>1</sub> , млрд т/%	Производство товарных руд, млн т/%	Запасы категорий А+В+С <sub>1</sub> , млрд т/%	Производство товарных руд, млн т/%		
55,6 100,0	107,0 100,0	28,3 100,0	104,2 100,0	8,8 100,0	23,8 100,0	135,9 100,0	665,9 100,0
30,1 54,1	50,9 47,6	25,1 88,7	76,5 74,8	-	-	98,5 72,5	510,1 76,6
37,1 66,7	63,1 59,0	26,9 95,0	111,6 99,5	-	-		
7,0 12,6	12,2 11,4	1,8 6,3	27,1 24,7	-	-		
8,8 15,8	25,8 24,1	-	-	4,9 55,7	15,3 64,3	7,5 5,5	34,0 5,1
7,6 13,7	14,1 13,2	-	-	-	-	7,5 5,5	36,6 5,5
1,5 2,7	2,7 2,5	1,4 5,0	0,6 0,5	3,9 44,3	8,5 35,7	17,5 12,9	69,2 10,4
0,6 1,1	1,3 1,2	-	-	-	-	4,9 3,6	16,0 2,4
0,4 0,7	1,2 1,1	-	-	-	-		
0,2 0,4	0,1 0,1	-	-	-	-		

Крупные месторождения железистых кварцитов широко распространены и в большинстве основных добывающих железные руды зарубежных стран - в Австралии (бассейн Хамерсли), Бразилии (р-н Каражас и "Железного четырехугольника"), США (р-н оз.Верхнего), Канаде (Лабрадорский прогиб), Китае (Аньшань-Бенси), Индии, Либерии, Гвинеи и других.

Крупные и уникальные по запасам месторождения, легкая обогатимость руд, возможность разработки открытым способом большими карьерами с применением мощной горнодобывающей техники позволяют считать их благоприятными объектами добычи железных руд.

В СССР эксплуатация месторождений железистых кварцитов началась в 1953 г., а в 1990 г. за счет их разработки производилось 53,7%, в том числе в РСФСР - 47,6%, на Украине - 74,8% от общего количества товарных железных руд (см. табл. 2). Особую проблему представляет использование труднообогатимых окисленных железистых кварцитов, составляющих, в частности на Украине, 15,4% (4,4 млрд т) разведанных запасов и свыше 9% (22,1 млн т) добычи.

**Месторождения полигенных богатых гематит- и сидерит-магнетитовых, мартит-магнетитовых руд** формируются при преобразовании железистых кварцитов в результате гипергенных и эндогенных процессов. В соответствии с этим в своем распространении они связаны с районами и площадями развития последних, приурочены к развивающимся по ним площадным и линейным корам выветривания. В частности, рассматриваемые "богатые руды" локализованы в площадных корях выветривания железистых кварцитов в России на месторождениях КМА, в железорудных районах Австралии, Бразилии, Индии, ряда стран Африки. Связанные с линейными корами выветривания руды этого типа приурочены к поверхностям тектонических нарушений, шарнирам складок, иногда к контактам с интрузиями; они известны на месторождениях Украины в Криворожском бассейне, США (район Верхнего озера), в Бразилии (район "Железного четырехугольника").

Руды рассматриваемого типа образуются в течение длительных периодов континентального выветривания (например, в районе КМА - главным образом в девон-каменноугольную эпоху латеритообразования). В странах с тропическим климатом (Бразилия, Венесуэла, ряд стран Африки) процессы формирования богатых железных руд за счет развития кор выветривания железистых кварцитов продолжают и в современную эпоху.

В результате проявления гипергенных и эндогенных процессов происходит естественное обогащение руды железом за счет выноса кремнезема и других веществ и преобразования железистых кварцитов в богатые гематит-мартитовые, мартитовые, мартит-гидрогематитовые, сидерит-мартитовые и мартит-магнетитовые руды с содержанием железа 55-62%. В РСФСР на долю рассматриваемых богатых руд в 1990 г. приходилось 12,6% разведанных запасов и 11,4% добычи, на Украине - соответственно 6,3 и 24,7% (см. табл. 2).

Во многих зарубежных странах (Австралии, Бразилии, Венесуэле, Индии, Либерии и др.) в районах совместного развития железистых кварцитов и образовавшихся по ним богатых руд за счет преимущественной разведки и разработки последних достигаются высокие средние содержания железа в разведанных запасах и добываемой руде.

**Месторождения скарново-магнетитовых руд** включают две группы: 1) с рудными телами главным образом пластовой формы, залегающими преимущественно согласно с вмещающими породами (иногда на этих месторождениях отмечается сочетание "стратиформных" и секущих залежей); 2) с рудными телами сложной формы, дискордантной по отношению к вмещающим породам.

По составу силикатной составляющей руд выделяются месторождения известковых скарнов (преобладают), магнезиальных скарнов и гидросиликатного типа.

Промышленное значение имеют сплошные и вкрапленные руды. Главным рудным минералом является магнетит, реже гематит. Содержание железа обычно составляет от 25 до 45%.

Как правило, в рудах содержится значительное количество примесей сульфидов, повышенное содержание серы, фосфора, меди, цинка, золота и других элементов, а сами руды относятся к комплексным.

В зарубежных странах на долю месторождений этого типа приходится 5,5% разведанных запасов и 5,1% производства товарных руд. Месторождения характеризуются средними, мелкими, редко - крупными масштабами. Наиболее значительными из них являются: Маркона в Перу, месторождения Чилийского железорудного пояса, Чогарт и Чадор-Малю в Иране, Маншань в Китае.

В России и Казахстане месторождения этого типа играют более значительную роль, чем в зарубежных странах, представлены не только средними и мелкими по масштабу, но и крупными объектами. В Казахстане к их числу относятся Качарское, Соколовское и Сарбайское месторождения. В России месторождения этого типа распространены главным образом на Урале (Магнитогорское, г.Благодать, г.Высокая и др.), на юге Западной и Восточной Сибири (Таштагольское, Шерегешевское и другие).

Руды скарно-магнетитовых месторождений в разведанных запасах и их добыче составляют соответственно в России 15,8 и 24,1%, в Казахстане - 55,7 и 64,3%.

**Бурые железняки (гидрогетитовые, лептохлорит-гидрогетитовые, гидрогетит-шамозит-сидеритовые, лептохлорит-сидеритовые) оолитового строения**, а также сидериты приурочены к фанерозойским, главным образом мезокайнозойским осадочным отложениям. К этому типу относятся, в частности, мезозойские месторождения бурых железняков Лотарингского железорудного бассейна (на территории Франции, Бельгии, Люксембурга), Великобритании и ФРГ, нижнепалеозойские месторождения на северо-востоке Канадского щита в провинции Ньюфаундленд и Бирмингемского района в США.

Месторождения железных руд этого типа известны в России, на Украине и в Казахстане. Наиболее значительными из них являются Лисаковское и Аятское месторождения бурых железняков в Казахстане; первое интенсивно разрабатывается, второе не эксплуатируется из-за сложной технологии переработки руд. На Украине к этому геолого-промышленному типу относятся месторождения Керченского железорудного бассейна, а в России - ряд месторождений сидеритовых руд Урала (Бакальская группа месторождений), Березовское месторождение в Читинской области и гематитовые руды Ангаро-Питского железорудного бассейна Красноярского края. Содержание железа в рудах этого типа - от 30 до 43-44%, реже больше. Руды некоторых месторождений могут использоваться промышленностью без обогащения.

**Месторождения сплошных и вкрапленных магматогенных титаномагнетитовых и апатит-магнетитовых руд** приурочены к сложнодифференцированным основным и ультраосновным интрузиям в пределах Южно-Африканского, Канадского, Балтийского и других щитов, а также в Уральской складчатой области.

К первому подтипу относятся титаномагнетитовые руды месторождения Бушвельдского комплекса в ЮАР, ряд месторождений Швеции (Роугивара, Таберг), Канады (Лак-Тио, Аллард-Лейк и др.), США, Бразилии, Индии.

На Урале представителем этого типа являются крупнейшие Гусевогорское, Собственно Качканарское, а также ряд других месторождений.

Рудные тела титаномагнетитовых месторождений имеют пласто- и линзообразную форму, иногда представляют вкрапленные зоны или скопления жил титаномагнетита в габбро, пироксенитах, анортозитах, диабазях. Основным рудным минералом является титаномагнетит, на некоторых месторождениях также магнетит и ильменит. Содержание железа в рудах - от 14-15 до 40%, но на крупных месторождениях обычно невысокое (Гусевогорском и Собственно Качканарском - около 16%). Характерной примесью титаномагнетитовых руд является ванадий, наличие которого значительно увеличивает их ценность; отмечаются также повышенные содержания меди, кобальта, скандия, золота, платины и других полезных компонентов.

Месторождения второго подтипа (апатит-магнетитовых руд) связаны с щелочными ультраосновными интрузиями (Ковдор на Балтийском щите, Палабора на Южно-Африканском щите и др.), с вулканогенными толщами и ассоциирующими с ними гипабиссальными интрузиями (Кирунавара и другие в Швеции).

Рудные тела имеют штокверковую и жильную форму. В состав руд входит магнетит, а также апатит, перовскит, пирохлор, бадделит и другие минералы. Размеры месторождений - средние и крупные.

На долю титаномагнетитовых и апатит-магнетитовых руд приходится 6,6% мировых разведанных запасов. В России они составляют 13,7% в запасах и 13,2% в добыче железных руд, в зарубежных странах - соответственно 5,5 и 5,5%.

К прочим **гипергенным железным рудам относятся бурые железняки**, связанные с корами выветривания сидеритов, а также основных и ультраосновных пород. На их долю в разведанных мировых запасах приходится 2,4%, а в добыче - 2,0%. В России к этому типу относятся бурые железняки, связанные с корами выветривания сидеритов, развитые на Урале (Бакальская и Зигазино-Комаровская группы месторождений) и в Читинской области (Березовское месторождение). Содержание железа в рудах этого типа от 37 до 51,9%. На их долю в запасах России приходится 0,7%, в добыче - 1,1%.

Бурые железняки, связанные с корами выветривания ультраосновных пород, имеют относительно небольшое развитие: латеритные руды Кубы, Филиппин, Индонезии, Гвинеи, Мали, на Урале (Серовское, месторождения Орско-Халиловского района). Такие руды, как правило, легированы никелем и кобальтом. Доля железо-хром-никелевых руд в запасах России составляет 0,4%, добычи - 0,1%.

## 2.2. Запасы и ресурсы железных руд

Несмотря на большие объемы добычи и потребления железных руд, темпы прироста их запасов значительно превышали рост добычи. Выше (см. табл. 1) было показано, что с 1950 по 1990 г. мировое производство товарных железных руд возросло в 3,5 раза, а разведанных запасов за тот же период - в 6,2 раза.

По состоянию на 01.01.1991 г. (табл. 3) мировые общие запасы железных руд составляют 452,5 млрд т, из них разведанные - 229,2 млрд т. Основу их составляют месторождения железистых кварцитов и образовавшихся за счет их "богатых руд", на долю которых суммарно приходится свыше 70% мировых разведанных запасов, а в отдельных странах и регионах значительно больше, например, на Украине - 95% (см. табл. 2).

Таблица 3

## Общие и разведанные мировые запасы железных руд [38,93]

Группа стран, страна	Общие запасы на 01.01.1991 г., млрд т/%	Разведанные запасы на 01.01.1991 г., млрд т/%	Среднее содержание железа, %
Мир в целом	452,5/100,0	229,2/100,0	
Страны с плановой и переходной экономикой	186,0/41,1	110,3/48,1	
В том числе:			
СССР	147,5/32,6	93,3/40,7	36
Китай	24,6/5,4	8,9/3,9	32
КНДР	3,3/0,7	1,0/0,5	39
Польша	2,3/0,5	1,7/0,7	30
Куба	3,0/0,7	2,6/1,1	42
Югославия	1,75/0,5	0,6/0,3	38
Развитые капиталистические страны	102,8/22,7	57,9/25,3	
В том числе:			
США	24,4/5,4	16,1/7,0	26
Канада	24,7/5,4	11,9/5,2	35
Страны ЕЭС	13,0/2,9	6,1/2,7	
Швеция	4,5/1,0	2,8/1,2	60
ЮАР	9,3/2,1	4,0/1,7	60
Австралия	23,5/5,2	16,0/7,0	62
Развивающиеся страны	163,7/36,2	61,0/26,6	
В том числе:			
Бразилия	50,2/11,1	17,9/7,8	58
Венесуэла	13,7/3,0	3,3/1,4	63
Мексика	0,7/0,15	0,5/0,2	46
Чили	1,8/0,4	0,5/0,2	53
Перу	3,1/0,7	1,4/0,6	54
Индия	21,9/4,8	13,2/5,8	61
Иран	3,4/0,75	1,5/0,6	56
Габон	1,9/0,4	1,4/0,6	64
Гвинея	4,5/1,0	2,1/0,9	57
Мавритания	4,0/0,9	0,6/0,3	44
Либерия	2,2/0,5	0,9/0,4	40

При большом росте количества разведанных запасов железных руд произошло перераспределение их доли в отдельных странах и группах стран (см. табл. 1). Так, доля развитых капиталистических стран в мировых разведанных запасах с 1950 по 1990 г. снизилась с 32,4 до 25,7% (стран Западной Европы - с 18,9 до 4,3%), тогда как доля стран с плановой и переходной экономикой увеличилась с 32,4 до 48,1% (СССР - с 23,9 до 40,7%).

По состоянию на начало 1991 г. в государствах с плановой и переходной экономикой общие запасы составляли 186 млрд т, разведанные - 110,3 млрд т (см. табл. 3); в СССР соответственно 147,5 и 93,3 млрд т, из них на долю РСФСР приходилось 97,3 и 55,6, Украины - 32,9 и 28,3, Казахстана - 16,6 и 8,8 млрд т. Следует, однако, отметить, что богатые руды (со средним содержанием железа 57-58%) в разведанных запасах составляли в СССР 11%, РСФСР - 14, на Украине - 6,5, в Казахстане - 6%.

Прогнозные ресурсы железных руд в СССР, утвержденные научно-техническим советом Мингео СССР по состоянию на 01.01.1988 г., составляли (в млрд т) 297,7, в том числе железистых кварцитов - 200,8 (67,5%), богатых маргит-гематитовых, магнетит-гематитовых и других руд - 35,9 (12,1%), скарново-магнетитовых руд - 19,3 (6,5%), титаномагнетитовых и апатит-магнетитовых - 40,4 (10,3%). Прогнозные ресурсы железных руд РСФСР - 256,3 млрд т (86,1% от ресурсов СССР), из них богатых - 33 млрд т (11,1% от ресурсов СССР и 12,9% от ресурсов РСФСР).

В развитых капиталистических странах сосредоточено 102,8 млрд т общих и 57,9 млрд т разведанных запасов. При этом в Австралии, ЮАР и Швеции запасы их представлены богатыми рудами с содержанием железа 60-62%, в США, странах ЕЭС\* и Канаде - в основном рядовыми и бедными рудами, разработка многих месторождений которых характеризуется низкой рентабельностью, что, наряду с ростом стоимости электроэнергии и увеличением расходов на охрану окружающей среды, определило значительное снижение их добычи в последние десятилетия.

В развивающихся странах общие запасы составляют 163,7, разведанные - 61 млрд т. В большинстве стран этой группы месторождения представлены богатыми рудами и характеризуются благоприятными горно-техническими условиями разработки, что обеспечивает низкие издержки их добычи и переработки, высокую конкурентоспособность получаемых товарных руд и продуктов их передела на мировом рынке.

Многие развивающиеся страны, особенно Бразилия, Индия и ряд других, обладают большими потенциальными ресурсами и возможностями увеличения как разведанных запасов, так и добычи руд.

## **2.3. Динамика производства и потребления товарных железных руд, чугуна, стали и готового проката**

### ***2.3.1. Роль и значение минерального сырья в развитии мировой экономики***

Вторая половина XX в. до начала 90-х годов характеризовалась бурным развитием использования минерально-сырьевых ресурсов и продуктов их переработки, что в значительной мере повлияло на мировую экономику, и условно может быть разделена на два периода, отличающиеся различными уровнями добычи и использования минерального сырья: первый - с начала 50-х по начало 70-х годов и второй - с начала 70-х по 90-й год.

---

\* До 90-х годов в Европейское экономическое сообщество (ЕЭС) входили Бельгия, Великобритания, Греция, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Люксембург, Нидерланды, Португалия, Франция, ФРГ.

**Первый период** характеризовался высокими темпами развития базовых отраслей экономики (топливно-энергетического комплекса, черной и цветной металлургии, машиностроения, строительной индустрии и др.), когда новые отрасли экономики (атомная энергетика, электроника, космонавтика и др.) еще не достигли значительного развития. Высокие темпы развития базовых отраслей экономики определили необходимость быстрого роста добычи и потребления полезных ископаемых, обеспечивающих их развитие - нефти и газа, железных руд и легирующих металлов, многих цветных металлов, сырья для производства минеральных удобрений и др. С 1950 по 1970 г. мировая добыча нефти возросла в 4,4 раза, газа - в 5,4 раза. В развитых капиталистических и развивающихся странах добыча бокситов за эти годы увеличилась в 7 раз, ванадия, молибдена и титана - в 5 раз, никеля, фосфатного сырья, калийных солей - в 3-4,3 раза, железных, хромовых и марганцевых руд - в 2,4-2,9 раза (табл. 4 и 5).

Быстрый рост потребления минерального сырья обусловил снижение самообеспеченности основными его видами, прежде всего стран Западной Европы и Японии, крайне бедных этим сырьем, а по ряду полезных ископаемых и США. В этих странах увеличивалась диспропорция между возрастающими потребностями в минеральном сырье и возможностью их удовлетворения за счет собственных источников. Это привело к уязвимости их экономики, усилению зависимости от богатых минеральными ресурсами развивающихся стран, где количество разведанных запасов и добыча многих видов полезных ископаемых значительно возросли. Все это обусловило в мире сложные экономические и политические проблемы, конфликты и кризисы, наиболее значительными из которых были энергетический, минерально-сырьевой и экономический начала 70-х годов.

В Советском Союзе разведанные запасы и добыча полезных ископаемых наращивались темпами, превышающими среднемировые. С 1950 по 1970 г. добыча нефти возросла в 9,5 раза, газа - в 34, угля - в 2,1 (см.

Таблица 4  
Динамика мировой добычи топливно-энергетического сырья, кратность [44,45]

Группа стран, страна	Нефть и конденсат			Природный газ			Уголь		
	1970/1950	1990/1970	1990/1950	1970/1950	1990/1970	1990/1950	1970/1950	1990/1970	1990/1950
Мир в целом	4,4	1,4	6,2	5,4	2,4	13,0	1,4	1,44	2,0
СССР	9,5	1,6	15,0	34,0	4,1	140,5	2,1	1,03	2,2
Китай	Нет свед.	4,4	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	8,2	3,1	25,0
Развитые капиталистические страны	2,1	1,32	2,7	4,2	1,33	5,6	0,96	1,22	1,17
В том числе:									
США	1,8	0,89	1,6	3,5	0,99	3,5	1,01	1,3	1,31
Страны-члены ЕЭС	6,5	9,6	61,5	79,0	2,4	187,0	0,76	0,65	0,49
Развивающиеся страны	6,5	1,32	8,6	11,6	10,7	124,0	1,8	2,7	4,95
В том числе страны-члены ОПЕК	6,8	1,04	7,1	-	10,8	-	-	-	-



Таблица 5

**Динамика производства железных руд  
и легирующих металлов в развитых  
капиталистических и развивающихся странах,  
кратность**

Полезные ископаемые	1970/1950	1990/1970	1990/1950
Железные руды	2,5	1,1	2,8
Марганцевые руды	2,9	1,28	3,7
Хромовые руды	2,4	2,0	4,75
Никель	4,3	1,13	4,9
Кобальт	2,7	1,32	3,6
Молибден	5,2	1,30	6,8
Вольфрам	2,2	0,65	1,4

табл. 4), железных руд - в 5,2, хромовых - в 5,4 раза. Значительно возрос удельный вес СССР в мировой добыче нефти (с 7 до 15%), газа (с 3 до 19%), угля (с 3 до 20%), черных и цветных металлов. Советский Союз превращался в державу, обладающую мощным минерально-сырьевым потенциалом. Энергетический и минерально-сырьевой кризисы начала 70-х годов практически не коснулись СССР и связанных с ним тогда стран-членов СЭВ.

**Второй период** характеризовался интенсивным внедрением достижений науки и техники в промышленное производство, обусловившим качественное изменение традиционных и создание новых отраслей экономики. Достижения науки и техники широко внедрялись в геологоразведочное и горнодобывающее производство, а также в отрасли, потребляющие минеральное сырье и продукты его переработки.

При этом каждой страной или группой стран вырабатывалась определенная минерально-сырьевая политика, зависящая от многих факторов, но прежде всего от степени обеспеченности собственными минеральными ресурсами и масштабов потребности в них. Однако отчетливо проявлялись некоторые общие тенденции решения минерально-сырьевых проблем, с той или иной интенсивностью проявлявшиеся во всех странах. Принятые меры были направлены на решение двух главных взаимосвязанных задач:

выявление и разведка минеральных ресурсов, пригодных для эффективной разработки как в освоенных горно-промышленных районах, так и на новых площадях в пределах национальных территорий и акваторий;

экономное и рациональное использование природных минеральных ресурсов на основе совершенствования существующих и разработки новых технологий их добычи, переработки и сурфления, обеспечивающих снижение энерго- и материалоемкости промышленного и сельскохозяйственного производства, охрану богатств земных недр от расточительного использования. Решению этой задачи придавалось особое значение.

Во втором периоде осуществлялся переход от экстенсивных к интенсивным методам использования энергетических и минеральных ресурсов на основе реализации программ модернизации производства, обновления предприятий с демонтажем морально и физически устаревшего оборудования, строительства новых предприятий с высокой степенью автоматизации, прогрессивными технологиями производственных процессов. Большое значение придавалось также разработке и внедрению прогрессивных технологий добычи и переработки минерального сырья, увеличению выпуска металлов из вторичного сырья, созданию и внедрению в различных отраслях экономики искусственных заменителей природного минерального сырья. Все это определило возможность удовлетворения потребностей в энергетическом и минеральном сырье, в том числе в железных рудах и легирующих металлах, в условиях резкого снижения темпов роста их добычи (см. табл. 4 и 5).

### **2.3.2. Производство товарных железных руд**

Мировое производство товарных железных руд за 1950-1990 гг. увеличилось в 3,6 раза. При этом в развитых капиталистических странах оно возросло в 1,5 раза, в развивающихся - в 17,6 раза, в странах с плановой и переходной экономикой - в 7,0 раз. За рассматриваемый период доля в мировом производстве товарных железных руд в развитых капиталистических странах уменьшилась с 73,7 до 30,4%, в развивающихся странах возросла с 6,4 до 31,0%, в странах с плановой и переходной экономикой увеличилась с 19,9 до 38,6% (табл. 6).

Как и по другим полезным ископаемым, в развитии добычи и потребления железных руд в 50-90 гг. отчетливо проявляются два периода.

**В первом периоде (1950-1970 гг.)** производство товарных железных руд в большинстве стран увеличивалось достаточно высокими темпами (табл. 6). В целом по развитым капиталистическим и развивающимся странам оно возросло в 2,5 раза (с 201 до 496,9 млн т), в том числе в развитых капиталистических в 1,8 раза, а в развивающихся странах - в 10,6. Среди зарубежных стран наиболее высокими темпами производство железных руд увеличивалось в Австралии (в 23,8 раза) и Бразилии (в 17,4 раза), что обусловлено выявлением и освоением в этих странах крупных месторождений высококачественных руд. В то же время в ряде промышленно развитых государств к 1970 г. наметилось некоторое снижение уровней производства товарных руд: в США и Великобритании почти на 10%, в ФРГ - почти на 40%.

Высокими темпами производство товарных железных руд увеличивалось в Советском Союзе. Уже в конце 50-х - начале 60-х годов по их производству СССР вышел на первое место в мире, опередив США: в 1960 г. оно составляло в США 89, в СССР - 106 млн т. Если в 1950 г. в США производили железной руды в 2,6 раза больше, чем в СССР, то в 1970 г. в СССР ее производилось больше, чем в США, в 2,2 раза (см. табл. 6).

**Для второго периода (1970-1990 гг.)** характерно снижение темпов роста, а в большинстве промышленно развитых стран и сокращение количества производимых товарных железных руд.

В целом по развитым капиталистическим странам производство их сократилось на 15%, в США - на 39%, в странах-членах ЕЭС - в 6,4 раза, а в Великобритании и ФРГ почти полностью прекратилось. Это обуславливалось снижением потребности в чугуне и стали в связи с уменьшением металлоемкости промышленных изделий, высокими издержками производства при разработке бедных руд в "старых" горно-промышленных районах, повышением стоимости энергии и расходов на охрану окружающей среды. Указанным странам оказалось экономически более выгодным получать товарные руды по импорту из Австралии, а также из ряда развивающихся стран (Бразилии, Индии, Либерии и других), где с высокой эффективностью открытым способом разрабатываются месторождения богатых руд.

В 1986 г. производство товарных железных руд в развивающихся странах (257,5 млн т) впервые превысило их производство в развитых капиталистических странах (245,0 млн т).

Характерно последовательное снижение производства железных руд в "старых" горнодобывающих районах: в США оно уменьшилось со 101 млн т в 1950 г. до 36 млн т в 1982 г. (к 1990 г. оно снова увеличилось до 56,4 млн т); в Западной Европе - с 145,4 млн т в 1960 г. до 38,4 млн т в 1990 г. К 1990 г. в Великобритании и ФРГ производство товарных железных руд практически прекратилось. Доля США в мировом производстве железных руд уменьшилась с 40,2% в 1950 г. до 6,2% в 1990 г., стран-членов ЕЭС - соответственно с 34,7 до 1,5%.

Таблица 6

## Мировое производство товарных железных руд, млн т/%

Группа стран, страна	1950 г.	1970 г.	1980 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1970/1950	1990/1970	1990/1950
Мир в целом	251,0/100,0	754,0/100,0	920,8/100,0	821,5/100,0	842,7/100,0	861,8/100,0	917,0/100,0	909,4/100,0	3,0	1,2	3,6
Страны с плановой и переходной эконо- микой	50,0/19,9	257,0/34,1	366,5/39,8	319,0/38,9	324,7/38,5	322,7/37,4	348,6/38,0	351,2/38,6	5,1	1,4	7,0
В том числе:											
СССР	39,6/15,8	197,0/26,1	245,3/26,6	250,0/30,4	251,0/29,4	250,0/29,0	241,0/26,3	235,2/25,8	5,0	1,2	5,9
Китай	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	46,9/5,7	52,3/6,2	83,3/9,7	87,2/9,5	91,3/10,0			
Развитые капитали- стические страны	185,0/73,7	326,2/43,3	323,9/35,2	245,0/29,8	257,5/30,6	265,3/30,8	282,2/30,8	276,5/30,4	1,8	0,8	1,5
В том числе:											
США	101,0/40,2	91,3/12,1	70,7/7,7	37,3/4,5	47,6/5,6	56,4/6,5	59,0/6,4	56,4/6,2	0,9	0,6	0,6
Канада	3,3/1,3	47,5/6,3	50,2/5,5	36,2/4,4	37,6/4,5	39,9/4,6	39,4/4,3	35,7/3,9	14,4	0,8	10,8
Страны-члены ЕЭС	87,0/34,7	89,0/11,8	43,0/4,7	20,6/2,5	17,4/1,9	15,9/1,8	16,1/1,8	13,9/1,5	1,0	0,2	0,2
Из них:											
Великобритания	13,2/5,3	12,0/1,6	0,9/0,1	0,3/0,03	0,3/0,03	0,2/0,02	0,03/-	0,06/-	0,9	-	-
Франция	30,0/11,9	56,8/7,5	29,2/3,2	12,6/1,5	11,2/1,2	9,8/1,1	9,3/1,0	8,7/0,96	1,9	0,2	0,3
Австралия	2,4/0,96	57,1/7,6	95,5/10,4	95,6/11,6	104,6/11,1	99,5/11,5	108,7/11,9	113,5/12,5	23,8	2,0	47,3
Развивающиеся страны	16,0/6,4	170,7/22,6	230,4/25,0	257,5/31,3	260,5/30,9	273,8/31,8	286,2/31,2	281,7/31,0	10,6	1,6	17,6
В том числе:											
Бразилия	2,0/0,8	34,8/4,6	100,3/10,9	129,5/15,8	134,1/15,9	145,0/16,8	153,7/16,8	152,3/16,7	17,4	4,4	76,2
Индия	3,3/1,3	31,4/4,2	41,9/4,6	48,9/6,0	48,5/5,8	49,4/5,7	51,4/5,6	53,7/5,9	9,5	1,7	16,3
Венесуэла	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	16,7/2,0	17,1/2,0	18,2/2,1	19,0/2,1	20,1/2,2			-
Либерия	-	23,7/3,1	18,2/2,0	15,6/1,9	13,7/1,6	12,8/1,5	12,3/1,3	4,0/0,4	-	0,2	-

В то же время производство железных руд быстро развивалось в "новых" горно-промышленных районах, прежде всего в Бразилии в 76,2 раза (с 2 до 152,3 млн т), Австралии в 47,3 раза (с 2,4 до 113,5 млн т), Индии и ряде других стран. В 1990 г. доля Бразилии, Австралии и Индии в мировом производстве товарных железных руд увеличилась до 35,1% против 3,1% в 1950 г.

В течение рассматриваемого периода в развитых капиталистических и развивающихся странах добыча сырой и производство товарных железных руд происходили неравномерно. Почти до середины 70-х годов они развивались сравнительно быстрыми темпами почти во всех странах, кроме США и ряда государств Западной Европы, достигнув своего максимума в 1974 г. - 587,9 млн т (в развитых капиталистических странах - 367,8 млн т).

После 1974 г. железорудная промышленность развитых капиталистических стран испытывала значительные трудности, и, как следствие, происходило закрытие некоторых рудников, особенно добывающих бедную руду. В эти годы отмечаются два глубоких спада производства железных руд (рис. 1). Первый из них приходился на 1977-1978 гг. В 1979-1980 гг. произошло новое оживление в железорудной промышленности, но с 1981 г. производство железных руд снова стало падать и достигло минимальных значений в 1983 г. (402 млн т), опустившись до уровня 1967 г.

Эти годы характеризуются минимальной загрузкой производственных мощностей по добыче железной руды в основных странах-производителях, снизившейся до 38-90% от номинальных мощностей (табл. 7).

В 1984-1990 гг. производство товарных железных руд в указанных странах стало увеличиваться, но оно так и не достигло уровня производства середины и конца 70-х годов.

Характерно, что периоды максимумов и наиболее глубоких спадов производства железных руд проявляются практически одновременно во всех странах, отражая общие закономерности их экономического развития. С такой же периодичностью проявляются изменения в производстве легирующих металлов (см. рис. 1).

Снижение спроса на железную руду связано также с тем, что в развитии черной металлургии с середины 70-х годов сделан упор не на количественные, а на качественные показатели, на расширение производства высококачественных специальных легированных сталей, применение которых сокращает металлоемкость изделий при одновременном повышении прочности, износоустойчивости, коррозионной стойкости, удлинении сроков эксплуатации.

Таблица 7  
Коэффициент загрузки мощностей  
по добыче железной руды в 1982 г. [166]

Страна	Номинальная мощность по добыче, млн т/год	Коэффициент загрузки, %
Австралия	126,3	69,5
Бразилия	121,3	90,9
США	94,7	38,0
Канада	63,3	66,1
Индия	59,0	69,4
Швеция	29,3	55,2
Франция	27,9	69,5
Венесуэла	23,9	48,9
Либерия	21,7	83,6

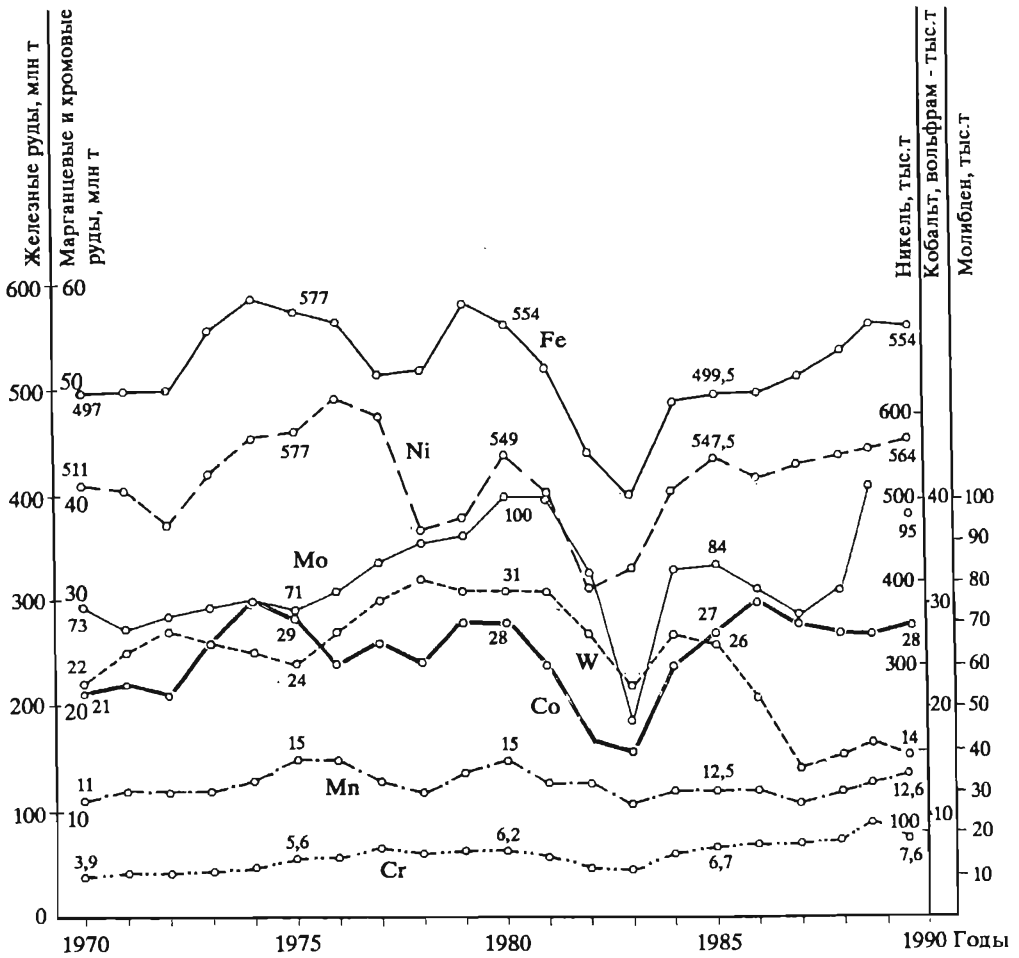


Рис. 1. Динамика производства товарных железных руд и легирующих металлов в развитых капиталистических и развивающихся странах

Сокращению расхода металла способствует и применение более рациональных форм проката. В частности, благодаря широкому внедрению непрерывной разливки стали улучшился выход стального проката на тонну стали. В 1984 г. при выпуске проката на долю этого метода приходилось (в %): в Японии - 72, Италии - 88, Великобритании - 51, ФРГ - 48, США - 40, Франции - 32.

Снижению темпов роста добычи железных руд способствовало также увеличение использования металлелома. По содержанию железа 1 т металлелома эквивалентна 1,6 т железной руды, а стоимость стали, выплавленной из металлелома, примерно в пять раз дешевле, чем из чугуна. В США в связи с увеличением удельного веса стали, выплавляемой в кислородных конверторах и электропечах, потребление лома возросло с 20 млн т в 1965 г. до 70 млн т в 1990 г. В конце 80-х годов в развитых капиталистических странах при производстве стали около 390 млн т потребление лома черных металлов составляло 240-265 млн т [93].

Отчетливо проявляется ряд других тенденций в добыче и переработке железных руд. Прежде всего следует отметить существенное увеличение мощностей горно-добывающих предприятий как при открытом, так и при подземном способе добычи руд.

В ряде стран четко проявляется систематический рост добычи руд с низким содержанием железа. В США среднее содержание его в сырой руде снизилось с 45% в 1950 г. до 32% в конце 80-х годов, при этом соотношение между сырой и товарной рудой возросло с 1,3 до 2,8. Примерно такая же картина имела место в Канаде и в странах Западной Европы. Для получения 1 т товарной продукции в этих странах требуется в 2,0-2,2 раза больше сырой руды, чем в 50-е годы.

Существенные изменения произошли в технологии подготовки железных руд, используемых в доменном процессе. В 40-х годах в доменном производстве основным видом сырья являлась необогащенная руда и только около одного процента подвергалось окускованию (агломерации). К 1950 г. доля окускованной руды возросла примерно до 15%, а к 1970 г. превысила 50% (соответственно в Японии - 40 и 50%, странах Западной Европы - 20 и 80%, США - 10 и 25%). Во второй половине 80-х годов производство окускованной продукции в развитых капиталистических и развивающихся странах составило более 82% от общего производства железных руд. В США окускованию подвергается 95% товарной руды и только 5% приходится на природную кусковую руду.

В то же время повышаются требования к товарной руде. Если в 50-х годах товарная руда считалась кондиционной при минимальном содержании железа 46-49%, то в настоящее время - не менее 52-53%. Среднее содержание железа в товарной руде увеличилось с 48 до 60% и более.

В связи с ростом требований к товарной руде обогащению стали подвергаться и богатые руды. В Бразилии, например, на обогатительной фабрике рудника Кауэ ведется обогащение мелкозернистых гематитовых руд с содержанием железа 45-50%, из которых получается концентрат, содержащий 60-68% железа. В Австралии на месторождениях Маунт-Уэлбэк и Маунт-Том-Прайс работают фабрики по обогащению руды, содержащей 55% железа.

Для дальнейшего развития черной металлургии важное значение имеет положительное решение вопроса об использовании бедных окисленных руд. На многих рудниках крупные запасы окисленных железистых кварцитов не использовались в связи с неразработанностью технологии их обогащения. Начало их промышленного освоения было положено в США в 1974 г. на руднике Тилден, где были введены в строй обогатительная фабрика для переработки тонкозернистых окисленных кварцитов и фабрика по производству окатышей.

В большинстве стран с плановой и переходной экономикой производство товарных железных руд последовательно увеличивалось до 1986-1988 гг., а затем началось его снижение, что связано с происходящими во второй половине 80-х годов социально-экономическими и политическими изменениями

**Производство товарных железных руд  
в странах с плановой и переходной экономикой в 1986-1990 гг., млн т/% [93,97]**

Страна	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1990/1986
Всего	318,98/100,0	324,73/100,0	322,70/100,0	348,56/100,0	342,92/100,0	1,10
СССР	250,0/78,4	251/77,3	250/77,5	241,00/69,1	235,2/68,5	0,94
Китай	46,95/14,7	52,35/16,1	51,62/16,0	87,25/25,0	91,35/26,6	1,94
КНДР	8,00/2,5	8,00/2,5	8,50/2,6	9,00/2,6	7,30/2,1	0,91
Югославия	6,28/2,0	5,98/1,8	5,54/1,7	4,44/1,3	4,13/1,2	0,66
Румыния	2,43/0,8	2,40/0,7	2,00/0,6	2,00/0,6	0,58/0,2	0,24
Чехословакия	1,79/0,6	1,80/0,6	1,78/0,6	1,78/0,5	1,84/0,5	1,03
Болгария	2,18/0,7	1,85/0,6	1,82/0,6	1,61/0,5	1,08/0,3	0,50
Албания	1,00/0,3	1,00/0,3	1,09/0,3	1,18/0,3	1,09/0,3	1,09
Вьетнам	0,35/0,1	0,35/0,1	0,35/0,1	0,35/0,1	0,35/0,1	1,00

в этих странах (табл. 8). По иному развивалось производство железных руд в Китае, который уже к середине 80-х годов по их производству вышел на четвертое место в мире (после СССР, Бразилии и Австралии).

### **2.3.3. Основные производители и потребители железных руд в мире**

В 1990 г. добыча железных руд производилась более чем в 50 странах, но свыше 85% выпуска товарных железных руд приходилось на 8 стран - СССР, Китай, Бразилию, Австралию, США, Индию, Канаду, Венесуэлу (табл. 9). На эти страны приходится также большая часть общих (72,9%) и разведанных (81,4%) запасов. Значительная часть разведанных запасов указанных стран заключена в резервных месторождениях. Поэтому при необходимости они могут существенно увеличить производство товарных железных руд. На семь указанных стран (за исключением Китая) приходится 81% их экспорта. На долю занимающих скромное положение в балансе запасов и производстве железных руд стран-членов ЕЭС приходится третья часть мирового потребления и две трети импорта железных руд.

Ниже приводится краткая характеристика зарубежных стран - главных производителей и потребителей железных руд.

**Бразилия** по потенциальным ресурсам (80 млрд т), общим (50 млрд т) и разведанным (17,9 млрд т) запасам железных руд занимает второе место в мире и первое место среди зарубежных стран. Примерно половина их представлена богатыми рудами с содержанием железа свыше 64%, а другая половина - легкообогатимыми итабиритами и железистыми кварцитами. Содержание железа в неизмененных итабиритах в среднем составляет около 30%. Выщелачивание кремнезема и других легкорастворимых компонентов в условиях тропического климата приводит к повышению содержания в них железа до 60-65%. Происхождение богатых руд является, таким образом, поли-генным; в их образовании важную роль играют в том числе и современные гипергенные процессы. Выветрелый и обогащенный за счет выноса кремнезема итабирит представляет собой рудный песок (местное название "якутинга") или обломочные образования ("канга"). Покровы этих обломочных пород на некоторых месторождениях занимают большие пло-

**Железорудная база и ее использование в странах -  
основных производителях и потребителях в 1990 г. [15, 38, 95]**

Страна	Разведанные запасы, млрд т	Производство товарной руды, млн т	Потребление железных руд, млн т/%	Экспорт, млн т	Импорт, млн т
Мир в целом	229,2/100,0	909,4/100,0	860,0/100,0	389,3/100,0	396,8/100,0
В том числе:					
СССР	93,3/40,7	235,2/25,8	217,2/25,3	26,3/6,8	-
Бразилия	17,9/7,8	152,3/16,7	40,1/4,7	114,3/29,4	-
Австралия	16,0/7,0	111,8/12,5	9,7/1,1	97,2/25,0	-
Китай	8,9/3,9	91,3/10,0	70,8/8,2	-	14,3/3,7
США	16,1/7,0	56,4/6,2	70,3/8,2	3,2/0,8	18,1/4,6
Канада	11,9/5,2	35,7/3,9	12,9/1,5	27,0/6,9	-
Индия	13,2/5,8	53,7/5,2	16,6/1,9	34,1/8,7	-
Венесуэла	3,3/1,4	20,1/2,2	6,5/0,8	13,6/3,5	-
Страны-члены ЕЭС	6,1/2,7	13,9/1,5	147,0/17,1		135,2/34,1
Япония	0,07	0,04	125,5/14,6	-	125,3/31,6
Итого по странам - основным производителям и потребителям	186,8/81,4	770,4/84,7	116,6/83,3	315,7/81,1	292,9/73,8

щад и являются объектами первоочередной добычи. Богатые руды широко распространены вблизи поверхности и нередко распространяются до глубины 100-200 м.

Благоприятные условия эксплуатации богатых руд позволили Бразилии быстрыми темпами развивать их добычу. По добыче железных руд среди зарубежных стран в 1975 г. она вышла на второе место (после Австралии), обогнав США, а с 1978 г. прочно занимает первое место. В 1989 г. производство товарных железных руд в стране достигло рекордного уровня - 153,7 млн т и составило 16,7% от общего производства их в мире.

Разрабатываемые месторождения железных руд расположены в трех основных районах: в пределах так называемого "Железорудного четырехугольника" (штат Минас-Жерайс), в Каракасе (штат Пара) и в Урукуме (штат Мату-Гросу-ду-Сул).

Крупнейшим месторождением Бразилии является Серра-дус-Каражас, на котором запасы руд с содержанием железа 66-67% определены в 8 млрд т и с содержанием железа 44-54% - 32 млрд т. Средние содержания в руде SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляют 2,3%, P - 0,02% и Mn - 0,2%. Руда по существу является готовым сырьем для агломерационных фабрик [87]. Месторождение осваивалось исключительно высокими темпами и с большим размахом. В короткие сроки были сооружены мощный карьер, обогатительная фабрика, фабрика по комкованию, портово-складские сооружения в районе г.Белен и железная дорога, соединившая месторождение с портом. Общие капиталовложения в освоение месторождения составили около 3,62 млрд дол.

В 1990 г. 63% производства товарных руд обеспечивалось компанией Vale de Rio Doce (CVRD), которая кроме месторождения Каражас разра-



батывала месторождения Карака, Кауэ, Коррега, Тимбопеба, Капане и другие в районе "Железного четырехугольника".

Весьма крупным железорудным районом является Моро-ду-Урукум в штате Мату-Гросу, где итабириты и линзы богатых руд залегают в толще, сложенной яшмами, песчаниками, аргиллитами и содержащей несколько пластов внутрiformационных конгломератов. В основании указанной железорудной формации залегают один или несколько пластов богатых марганцевых руд общей мощностью до 6 м со средним содержанием марганца около 45%.

В стране имеется ряд перспективных для освоения резервных объектов и ведутся геологоразведочные работы на других месторождениях. Одним из них является месторождение Минас-да-Фарофа, расположенное в горах Серра-да-Фарофа в штате Минас-Жерайс. Новые месторождения выявлены в штате Амазонас.

Среди развивающихся стран Бразилия стоит на первом месте также и по потреблению железной руды. В 1988-1990 гг. оно составляло 40-42 млн т, увеличившись против 1970 г. почти в семь раз.

Бразилия является крупнейшим экспортером железной руды [93]. В 1990 г. она экспортировала 114,3 млн т в основном в Японию и на рынки Западной Европы.

**Австралия** является вторым по значению производителем товарной железной руды среди зарубежных стран. Общие запасы железных руд в этой стране оцениваются более 23,5 млрд т, а подтвержденные составляют 16 млрд т [93].

Основные месторождения (Маунт-Уейлбэк, Брокен, Маунт-Том-Прайс, Парабурду, Кудайдери и др.) расположены в Западной Австралии. Они представлены высококачественными (среднее содержание железа более 60%), вторично обогащенными гематитовыми рудами, связанными с архейскими железистыми кварцитами блоков Пилбара и Йлгари и протерозойского бассейна Хамерсли [133]. Происхождение этих руд, вероятно, аналогично генезису богатых руд бразильских месторождений и обусловлено селективным выщелачиванием кремнезема и других компонентов из железистых кварцитов. Запасы богатых руд на отдельных месторождениях - от сотен миллионов до 1-2 млрд т.

Имеются также крупные месторождения лимонитовых пизолитовых руд третичного возраста, покрывающих крупные возвышенности вдоль линий дренажных сетей хребта Хамерсли. Происхождение их связано с разрушением железистых кварцитов и гематитовых руд с последующим выветриванием и пересотложением продуктов разрушения. Наиболее крупным из этих месторождений является Роб-Ривер с общими запасами руд 3 млрд т и содержанием железа 50-60% (в среднем 55%).

В Южной Австралии в районе Миддлбэк-Райндж запасы высокосортных руд, залегающих среди нижнепротерозойских железистых кварцитов, составляют около 180 млн т, низкосортных - 170 млн т.

Как и в Бразилии, наличие в Австралии крупных запасов богатых руд, пригодных для открытой отработки, способствовало быстрому росту их добычи. Уже в 1974 г. Австралия вышла на первое место среди зарубежных стран по добыче железной руды (97 млн т), превывсив уровень добычи 1950 г. в 40 раз. В 1990 г. добыча в основном из месторождений Западной Австралии составила 111,8 млн т. В округе Пилбара действуют четыре комплекса по добыче и обогащению руды - Маунт-Ньюмен, Хамерсли, Голдуорси и Роб-Ривер. За пределами Западной Австралии добыча ведется только на

месторождении магнетитовых руд Сэвидж-Ривер на острове Тасмания и в небольшом количестве в Южной Австралии.

Потребление железной руды в стране начиная с семидесятых годов стабилизировалось на уровне 9-10 млн т, что составляет немного более 1% от общего потребления их в зарубежных странах.

Австралия является одним из крупнейших экспортеров железных руд. В зависимости от экономической конъюнктуры объем их экспорта колеблется в пределах 80-114 млн т. Около 80% руды экспортируется на рынки стран Азии, главным образом в Японию, а также в КНР, Южную Корею и около 20% - в Западную Европу, в основном в ФРГ и Великобританию.

Австралия обладает большим потенциалом для увеличения в случае необходимости железорудного производства. Имеются подготовленные к реализации проекты расширения добычи железной руды в районе Пилбара. Предполагается освоение месторождений Чаннар, где намечалось начиная с 1988 г. в течение 20 лет добыть 200 млн т руды, а также Дип-Дейл, Яндукугина, Вест-Анжелес, Майнинг-Эйреа "С" и Маранду с суммарной мощностью карьеров 57,5 млн т руды в год. Осуществление этих проектов будет зависеть от улучшения конъюнктуры международного рынка на железную руду.

**Индия** располагает прогнозными ресурсами железных руд, оцениваемыми в несколько десятков миллиардов тонн. Общие запасы железных руд определены в 21,9 млрд т, из них подтвержденные - 13,2 млрд т.

Руды, представленные железистыми кварцитами и связанными с ними богатыми рудами, приурочены к двахарской системе архейских пород, представленной кристаллическими сланцами, филлитами, кварцитами и мраморами. Наиболее крупные месторождения и основная добыча железных руд сосредоточены в штатах Карнатака, Бихар, Орисса, Мадхья-Прадеш [170].

В восьмидесятые годы по производству железной руды Индия вышла на четвертое место среди зарубежных стран. В эти годы добыча их в стране превышала 40 млн т (лишь в 1983 г. она снизилась до 37,6 млн т) и достигла в 1990 г. 53,7 млн т. Увеличение их производства связано с возрастанием поставок в Японию, страны Юго-Восточной Азии и Восточной Европы.

Производство товарных железных руд осуществляется на 19 месторождениях, из них на восьми производственные мощности превышают 3 млн т, на шести - составляют от 1 до 3 млн т, на остальных - менее 1 млн т руды в год. Более половины железорудного сырья добывается в районах Байладила и Гоа (по 13 млн т в каждом), в районе Сингхума - 8 млн т. Интенсивно развивается производство железных руд на одном из крупнейших месторождений - Кудремукк, где в 1990 г. получено 7 млн т товарной руды.

Потребление железной руды в стране систематически увеличивалось и во второй половине 90-х годов составляло 16,5-18 млн т.

Индия, поставив в 1990 г. за рубеж 34,1 млн т железной руды (в 1985 г. - 28,8 млн т), вышла по ее экспорту на третье место в мире. Крупнейшими импортерами индийской руды являются Япония и Италия. Предполагается увеличение доли индийских поставок в Японию с 13 до 20%, что связано главным образом с расширением производства на месторождении Кудремукк. Крупными покупателями индийской руды становятся страны Среднего Востока (Абу-Даби, Ирак, Турция) и Юго-Восточной Азии (Малайзия), где увеличивается производство черных металлов. Возможными покупателями индийской руды, кроме традиционных ее импортеров, рассматриваются Индонезия, Саудовская Аравия, Ливия, АРЕ, Катар, Аргентина и Венгрия.

В стране имеются хорошие возможности для расширения производства железных руд. Намечается увеличение добычи богатых руд на месторождениях Ноамунди, Мегхатабургу и Кирибуру. Большие возможности имеются для увеличения производства товарной руды за счет месторождения Кудремухк. Производство их может значительно возрасти при освоении крупнейшего в стране месторождения Ширия в районе Сингхбум, штат Бихар, запасы которого оцениваются в 2,6 млрд т руды со средним содержанием железа 63-64%.

**Китай** располагает крупными общими (24,6 млрд т) и разведанными (8,9 млрд т) запасами железных руд, представленными метаморфогенными магнетит-гематитовыми рудами в железистых кварцитах (Аньшань-Бэнсинский район), контактово-метасоматическими (Мааншань) и осадочными гидрогетит-шамозит-сидеритовыми рудами (Цзянши). Быстро развивающееся в стране производство товарных железных руд (в 1990 г. - 91,3 млн т) пока не удовлетворяет увеличивающиеся потребности. Импорт железорудного сырья (главным образом из Австралии и Бразилии) увеличился с 1986 по 1990 г. с 10,1 до 14,3 млн т.

**США**, несмотря на длительную, почти полуторавековую, эксплуатацию железорудных месторождений, обладают крупными ресурсами железных руд. Общие запасы их в стране на конец 1990 г. оцениваются в 24,4 млрд т, подтвержденные - 16,1 млрд т.

Основные месторождения представлены железистыми кварцитами (таконитами) и связанными с ними богатыми рудами протерозойского возраста. Они расположены в районе оз. Верхнего на южной окраине Канадского щита вблизи границы с Канадой в штатах Миннесота (Месаби, Вермильон, Куона и др.), Мичиган (Маркетт, Миномини, Пеноки-Годжебик и др.) и Висконсин. Большинство их приурочено к осадочным породам гуронской серии, представленной железисто-кремнистыми сланцами и конгломератами.

Богатые руды обычно рыхлые и пористые, состоят главным образом из гематита с небольшим количеством магнетита, иногда лимонита. Они отличаются высоким качеством, содержание железа в них колеблется в пределах 50-58%. Однако вследствие небольших запасов разработка их не могла удовлетворить потребности черной металлургии в железорудном сырье.

В железистых кварцитах содержание железа составляет в среднем 27%. Поскольку минералы железа в железистых кварцитах находятся в тонкорассеянном состоянии и тесном срастании с кремнеземом, эти руды являются труднообогатимыми, но вследствие больших запасов, возможности их добычи открытым способом, а также разработки новой технологии обогащения, позволяющей получать из них окатыши с содержанием железа 60-64%, освоение их является экономически целесообразным [168].

Наиболее крупной является группа месторождений Месаби, в которой заключена большая часть богатых руд района оз. Верхнего и значительные ресурсы железистых кварцитов. Здесь сосредоточены наиболее крупные рудники, на которых суммарная годовая добыча до недавнего времени составляла не менее 60% от общей добычи в стране.

Другие месторождения значительно уступают по масштабам запасов и объему добычи железных руд. На месторождениях Куона и Миномини кроме железных присутствуют марганцевые руды.

В начале пятидесятых годов в США производилось более половины товарных железных руд от общего их объема в развитых капиталистических

и развивающихся странах (около 100 млн т). Однако уровень их производства в стране постепенно сокращался. В 1974 г. США утратили первенство по добыче железной руды среди зарубежных стран, уступив его Австралии. В 80-е годы уровень добычи железных руд снизился против 1950 г. более чем в два раза - до 40- 50 млн т в год. В 1985 г. добыча железной руды составляла 48,8 млн т, в 1986 г. снизилась до 37,3 млн т, но к 1990 г. снова поднялась до 56,4 млн т. Добыча ее сосредоточена главным образом в штатах Миннесота (72%) и Мичиган (26%).

Товарная железная руда производится 19 компаниями на 18 месторождениях и 17 фабриках по выпуску концентратов и окатышей. Основная часть товарной руды (около 95%) перерабатывается в окатыши, остальная идет в металлургическое производство без предварительной подготовки.

Загрузка производственных мощностей в железорудной промышленности США в 80-е годы лишь не на много превышала 50%, а в 1982 г. снизилась даже до 38%.

Издержки производства в железорудной промышленности США значительно выше (примерно на 40%), чем, например, в Бразилии, Австралии и ряде других стран.

США, потреблявшие в 1950 г. железную руду в количестве 110 млн т - более половины от общего потребления в развитых капиталистических и развивающихся странах - к 1970 г. увеличили ее потребление до 137 млн т в год, что составляло только 30% от общего потребления в указанных странах, но затем стали снижать, уделяя больше внимания качественным показателям развития черной металлургии. В кризисном 1982 г. потребление железных руд снизилось до 56 млн т, а к 1990 г. возросло снова до 70,3 млн т. Причины снижения потребления, кроме кризисного состояния экономики, те же, что и спада производства железных руд. В связи с этим значительная часть (20-25%) потребности в них удовлетворяется за счет поставок из-за рубежа.

Импорт железных руд, достигший в 1981 г. 29 млн т, снизился в 1985 г. до 16 млн т, а во второй половине 80-х годов он снова увеличился до 17-20 млн т в год. Основное количество железной руды поставляется из Канады (около 50%), Бразилии, Венесуэлы и Либерии.

Поскольку мощности предприятий по добыче железных руд и производству стали используются соответственно на 50 и 64-66%, при повышении спроса и изменении экономической конъюнктуры их выпуск в США может быть быстро увеличен.

**Канада** обладает примерно таким же железорудным потенциалом, как и США. Общие запасы железных руд оцениваются в 24,7 млрд т, подтвержденные - 11,9 млрд т.

Крупнейший Лабрадор-Нью-Квебекский железорудный район расположен на юго-востоке страны и приурочен к Лабрадорскому прогибу, сложенному метаморфизованными осадочно-вулканогенными породами протерозойского возраста. К ним приурочены месторождения, представленные богатыми гематитовыми рудами, залегающими среди железистых кварцитов (Маунт-Райт, Шеффервилл, Кэрол Лейк, Убуш и др.).

Сравнительно крупные запасы протерозойских железных руд выявлены в районе Мичипикотен провинции Онтарио, однако руды известных здесь месторождений отличаются невысоким содержанием железа (30-40%). Месторождения железистых кварцитов открыты также в протерозойских образованиях ряда других районов Канады, в частности в Юконе, северо-западных территориях, но изучены они недостаточно.

В провинции Ньюфаундленд на северо-востоке Канадского щита имеются месторождения (Уобана и др.) предположительно осадочного типа, приуроченные к нижнеордовикской толще песчаников и глинистых сланцев. Согласно с вмещающими породами рудные залежи состоят из шамозита, гематита, сидерита и пирита. Средние содержания железа в рудах - около 50%. Руды типа Уобана известны также в провинции Альберта.

Страна занимает седьмое место в мире по производству товарных железных руд, которое в семидесятые годы колебалось от 39,7 (1972 г.) до 59,6 млн т (1979 г.). В годы экономического кризиса 1982-1983 гг. оно резко упало до 29,9 млн т, затем вновь стало расти и в 1985 г. достигло 39,8 млн т. В 1986-1990 гг. в стране производилось 36,2-40,7 млн т товарных железных руд.

Потребление железных руд в стране составляет 13-16 млн т в год.

Канада занимает четвертое место в мире по экспорту железорудного сырья. В 1986-1989 гг. за рубеж ежегодно поставлялось около 30 млн т руды, из них в страны ЕЭС - около 18 млн т, США - 10-11 млн т, в Японию - 1,5-2,0 млн т.

**Венесуэла** имеет месторождения железных руд, аналогичных бразильским, общие запасы которых оцениваются в 13,7 млрд т, подтвержденные - 3,3 млрд т. Производство их с 26 млн т в 1974 г. снизилось до 9,5 млн т в 1982 г. К 1990 г. оно возросло до 20,1 млн т. Сокращение производства было связано, в частности, со снижением добычи руд на месторождении Серро-Боливер, характеризующихся повышенным содержанием фосфора. В конце 1985 г. началась разработка менее фосфористых руд месторождения Серро-Сан-Иолдор, запасы которых оцениваются в 400 млн т.

Венесуэла является одним из основных производителей металлургического железорудного сырья. В 1985 г. установленные мощности по его производству составляли 4,5 млн т в год, но было выпущено 2,64 млн т. Государственная металлургическая компания объявила о планах дальнейшего расширения мощностей по производству металлургического сырья на 2,1 млн т в год.

Венесуэла поставяет на экспорт 10-14 млн т товарной железной руды главным образом в страны ЕЭС и в США.

**ЮАР** обладает месторождениями железных руд, содержащих титан и ванадий, общие запасы их оценены в 9,3 млрд т, подтвержденные - 4 млрд т при содержании железа 40-60%.

Месторождения железных руд, приуроченные к площадям развития формаций железистых кварцитов, а также основных и ультраосновных пород, относятся к четырем основным типам:

богатые полосчатые, оолитовые и массивные типа Лейк-Сьюпириор (бассейн Сайшен, Табазимби и др.);

оолитовые гематитовые и силикатные руды клинтонгского типа в породах трансваальской и преторианской серий;

рядовые, содержащие 30-40% железа, в архейских зеленокаменных толщах;

небольшие изолированные залежи "чернополосчатого" типа в толще Карру карбон-юрского возраста.

В районе Сайшен руды содержат 66-69% железа, остальные - 60-66%. Месторождения титанистых магнетитов Бушвельдского массива в районе Высокий Велд содержат 55-57% железа, 1,4-1,9% пентаоксида ванадия, 12-15% диоксида титана, а также по 0,02-0,03% хрома, меди, никеля [165].

Производство товарных руд в первой половине семидесятых годов было на уровне 10-15 млн т. Начиная с 1977 г. оно колеблется в основном в

пределах 24-28 млн т (максимальное их производство в 1979 г. - 31,55 млн т, минимальное в 1983 г. - 16,6 млн т.). В 1986 г. произведено 24,5 млн т товарных железных руд, в 1990 г. - 30,3 млн т.

Внутреннее потребление товарных железных руд во второй половине 80-х годов составляло 13,0-15,5 млн т (в 1990 г. - 13,3 млн т). Полагают, что к 2000 г. потребность в товарной железной руде может увеличиться до 40 млн т [165].

С 1986 по 1990 г. ЮАР увеличила экспорт железорудного сырья с 8,9 до 18,5 млн т главным образом в страны Западной Европы и в Японию.

**Либерия** на Африканском континенте занимает второе место по производству железной руды и первое - по ее экспорту. В 1970 г. производство ее достигало 24 млн т, в восьмидесятые годы сократилось до 11-16 млн т, а в 1990 г. упало до 5,1 млн т. В 80-е годы страна экспортировала 12-14 млн т железной руды, из них около 85% - в страны ЕЭС и 15% - в США.

**Швеция** является основным производителем железных руд в Западной Европе. Их общие запасы в этой стране оцениваются в 4,5 млрд т, подтвержденные - 2,8 млрд т. Самое крупное месторождение Кирунавара приурочено к контакту кварцевых порфиров и сиенит-порфиров. Рудные залежи характеризуются крупными размерами и высоким качеством руд. Руды богатые апатит-магнетитовые со средним содержанием железа более 60%, фосфора - 0,9%, содержат также титан и ванадий. Производственные мощности на месторождении позволяют получать 12 млн т руды в год. Известен еще ряд месторождений такого же типа.

В первой половине семидесятых годов Швеция производила 30-37 млн т руды в год. Затем производство ее снизилось до 20-27 млн т (минимально в 1982 г. - 16,1 млн т). В 1990 г. произведено 19,9 млн т.

Потребление железной руды внутри страны составляло 3,0-4,6 млн т в год (в 1990 г. - 3,8 млн т).

Швеция ежегодно экспортировала около 17-18 млн т железной руды, из них более 60% - в страны ЕЭС и около 1 млн т - в Японию.

**Япония**, практически лишенная собственных источников железной руды, стоит, тем не менее, на первом месте среди зарубежных стран по ее потреблению. Уже в 1970 г. оно составляло 85 млн т (второе место после США), в 1979 г. - 130 млн т (больше, чем в США), в 80-е годы - около 110-128 млн т, в 1990 г. - 125,5 млн т. Потребность в железной руде практически полностью покрывается за счет импорта, по которому страна занимает первое место в мире. В 1990 г. Япония импортировала 125,3 млн т железорудного сырья (31,6% от мирового импорта). Основными поставщиками его были Австралия, Бразилия, Индия, менее значительными были поставки из ЮАР, Чили и Канады.

Япония - яркий пример возможности развития черной (и других отраслей) металлургии без наличия собственной минерально-сырьевой базы за счет взаимовыгодных связей с горнодобывающими странами.

**Страны-члены ЕЭС** имеют общие запасы железных руд 13,0 млрд т, подтвержденные - 6,1 млрд т. Месторождения характеризуются низким качеством руд, неблагоприятными горно-геологическими условиями разработки на большинстве из них и, как следствие, высокими издержками.

Производство товарных руд в 1990 г. составило 13,9 млн т - 1,4% от мирового (табл. 10).

Потребление железных руд в странах ЕЭС колебалось в основном в пределах 140-150 млн т в год. Наиболее низким оно было в 1983 г. (126 млн т). Потребляя железные руды в количествах, в 9-10 раз превышающих собственное производство, страны-члены ЕЭС вынуждены удовлетворять по-

**Запасы, производство, потребление и импорт товарной железной руды в странах ЕЭС - основных их производителей и потребителях в 1990 г. [93]**

Страна	Запасы, млрд т		Среднее содержание железа, %	Собственное производство, млн т	Потребление, млн т	Импорт, млн т
	общие	разведанные				
Всего	13,0	6,10		13,9	147,0	135,2
В том числе:						
ФРГ	2,9	0,92	28	0,08	46,6	46,3
Великобритания	3,1	1,92	26	0,06	17,7	17,6
Франция	3,9	2,20	35	8,72	24,2	18,8
Бельгия и Люксембург	0,3	0,21	24	-	20,3	20,3
Италия	0,1	0,04	44	-	17,2	17,2
Испания	1,5	0,50	45	3,03	8,1	6,7
Нидерланды	-	-	-	-	8,2	8,3

требность в них в основном за счет импорта, который в 1990 г. составил 135,2 млн т. Основными поставщиками руды являлись Швеция, Бразилия, Канада, Либерия, Мавритания и Австралия.

### **2.3.4. Производство чугуна, стали и готового проката в мире**

Указанные различия между первым и вторым периодами развития мировой экономики во второй половине XX в. отчетливо проявились и в динамике выпуска продукции черной металлургии (табл. 11).

#### **Динамика производства чугуна и стали,**

Группа стран, страна	Чугун					
	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Мир в целом	132/100	255/100	429/100	514/100	507/100	535/100
СССР	19/15	47/18	86/20	107/21	110/22	111/20,6
Китай	1/0,7	27/11	17/4	38/7	44/9	62/11,6
Развитые капиталистические страны	104/79	158/62	280/65	280/54	241/49	253/47,4
В том числе:						
США	59/45	61/24	83/19	62/12	46/9	50,5/9,4
Страны-члены ЕЭС	37/28	72/28	103/24	90/19	92/18	95/17,8
из них ФРГ	11/8	26/10	34/8	34/7	32/6	31/5,8
Япония	2/2	12/5	68/16	87/17	81/16	81/15,2
Развивающиеся страны	3/2	8/3	18/4	45/9	60/12	72/13,5
В том числе:						
Бразилия	0,7/0,5	1,9/0,7	4,2/1	13/25	19/4	20/3,7
Индия	1,7/1	4,2/2	6,9/2	8,5/2	9,8/2	12,5/2,3

**В первом периоде** мировое производство чугуна увеличилось в 3,25 раза, стали - в 3,12 раза. В США оно возросло в 1,41 и 1,36 раза, в странах ЕЭС - в 2,78 и 2,98 раза. Огромная работа по развитию черной металлургии была проделана в Советском Союзе. По темпам ее развития наша страна превосходила развитые капиталистические страны: выплавка чугуна возросла в 4,53, стали - в 4,3 раза. В 1970 г. СССР по производству чугуна превзошел США и почти догнал эту страну по выпуску стали.

В эти годы началось бурное развития черной металлургии также в Японии, где с 1950 по 1970 г. производство чугуна увеличилось в 34, стали - в 18,6 раза, и в Китае (соответственно в 17 и 30 раз).

На протяжении большей части рассматриваемого периода выплавка стали во всех странах производилась в основном мартеновским способом. Лишь в конце 60-х годов в промышленно развитых странах, особенно в Японии, быстро увеличивалось получение ее более прогрессивными методами. Уже в 1970 г. в США, ФРГ, Великобритании и ряде других стран производство стали кислородно-конвертерным и электросталеплавильным способами составляло более половины, а в Японии даже свыше 95% от общего производства стали. В Советском Союзе увеличению производства стали этими прогрессивными методами не было придано надлежащего значения: в 1970 г. выплавка стали мартеновским способом все еще превышала 70% от общей ее выплавки.

**Для второго периода** характерно прежде всего дальнейшее совершенствование технологии производства металла - расширение выпуска специальных сталей, электро- и кислородно-конвертерное сталеплавление, внедрение непрерывной разливки и рациональных готовых форм проката.

*Производство чугуна и стали.* Важным результатом модернизации металлургического производства явилось расширение выпуска специальных

Таблица 11

млн т/% [94, 95, 97, 131, 132]

Чугун		Сталь							
1970/1950	1990/1970	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.	1970/1950	1990/1970
3,25	1,25	192/100	348/100	598/100	721/100	723/100	763/100	3,12	1,28
4,53	1,28	27/14	65/19	116/19	148/21	155/21	154/20	4,30	1,33
17,00	3,64	0,6/0,3	19/5,5	18/3	37/5	47/6,5	67/8,7	30,00	3,73
2,69	0,90	152/79	233/67	397/66	404/56	366/51	383/49,9	2,61	0,96
1,41	0,61	90/47	92/26	122/20	104/14	81/11	89/11,5	1,36	0,73
2,78	0,92	49/26	100/29	146/24	142/20	135/19	140/18,2	2,98	0,96
3,09	0,94	14/7	34/10	45/8	44/6	40/6	44/5,7	3,21	0,98
34,00	1,20	5/3	22/6	93/16	111/15	105/15	107/14,4	18,60	1,15
6,00	4,01	3/2	8/2	23/4	62/9	84/12	107/13,9	7,67	4,66
6,00	4,76	0,8/0,4	1,8/0,5	5,2/1	15/2	20/3	21/2,7	6,75	3,96
4,05	1,81	15/8	3,3/1	6,3/1	9,5/1	11,5/2	15/1,9	4,20	2,36



сталей, легированных хромом, марганцем, никелем, кобальтом, молибденом, вольфрамом, ванадием, ниобием. Применение их сокращает массу и металлоемкость изделий машиностроения, транспортных средств\*, строительных конструкций при повышении их прочности, коррозионной стойкости и удлинении сроков эксплуатации, а значит приводит к сокращению удельного расхода соответствующих видов минерального сырья и энергии на единицу промышленного производства.

Доля кислородно-конвертерной и электростали в общем объеме ее выпуска в промышленно развитых странах непрерывно увеличивалась и к концу 80-х годов достигла или приблизилась к 100%. Удельный вес выплавки стали указанными прогрессивными методами в промышленно развитых странах Западной Европы и США увеличился с 40-65% в 1970 г. до 88-100% уже в 1980 г., а к концу 80-х годов практически все (в США - 95%) производство стали в этих странах осуществлялось данными способами. В Японии уже в 1970 г. почти 96% от общего выпуска стали производилось прогрессивными методами.

В Советском Союзе модернизации предприятий черной металлургии уделялось меньше внимания. Поэтому показатели технического уровня производства в СССР были в 1,5-2 раза ниже, чем в передовых промышленно развитых капиталистических странах. Производство кислородно-конвертерной и электростали с 1970 г. по 1990 г. увеличилось лишь с 26,5 до 48,4%, более половины выпускаемой стали в конце 80-х годов по-прежнему получалось мартеновским методом, практически уже не применяемым в других промышленно развитых странах.

Метод непрерывной разливки стали впервые был освоен на заводах Советского Союза, однако в нашей стране он не получил необходимого развития. К 1990 г. объем непрерывной ее разливки не достиг даже 20% от общей выплавки, тогда как в США он составлял 64%, Великобритании - 80, а в Италии, Франции и Японии - свыше 90%.

Несмотря на проявления экономических кризисов в отдельные годы, в целом в течение двух последних десятилетий продолжался общий значительный рост мирового промышленного производства. С 1970 по 1990 г. объем промышленной продукции возрос [133] в развитых капиталистических странах в 1,7 раза, в развивающихся странах - в 2,1, в странах-членах СЭВ - в 2,5 раза (в СССР - в 2,5 раза). Однако осуществление указанных мер по совершенствованию способов производства чугуна и стали, а также по экономному и рациональному изготовлению и использованию изделий из них обеспечили удовлетворение потребностей в чугуне и стали при умеренном росте или даже сокращению их выпуска.

С 1970 по 1990 г. мировое производство чугуна увеличилось лишь в 1,25, стали - в 1,28 раза (против соответственно в 3,25 и 3,12 раза с 1950 по 1970 г.), а в ряде стран даже уменьшилось (см. табл. 11). В целом по развитым капиталистическим странам выпуск чугуна сократился на 9,6%, стали - остался примерно на том же уровне, а в США выплавка чугуна снизилась почти на 40%, стали - более чем на 27%, в странах-членах ЕЭС - соответственно на 8 и 4%. Хотя Япония вышла на второе место в мире по производству чугуна и стали (после СССР), темпы роста их выпуска (20 и

---

\* В частности, в США средняя масса автомобиля с 1975 по 1985 г. сократилась на 15% - до 1,5 т [169].

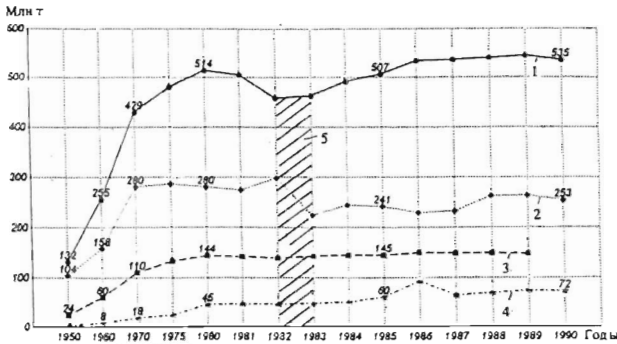


Рис. 2. Динамика мирового производства чугуна

1 - мир в целом; 2 - развитые капиталистические страны; 3 - страны - члены СЭВ; 4 - развивающиеся страны; 5 - экономический кризис 1982-1983 гг.

личивалось и в СССР достигло соответственно 115 и 163 млн т, увеличившись против 1970 г. на 34 и 40%, а против 1950 г. - в шесть раз (см. рис. 3 и 5).

Во второй половине XX в. произошли существенные изменения в структуре мирового производства чугуна и стали по странам и их группам. Доля развитых капиталистических стран в их производстве уменьшилась с 79% в 1950 г. до 65 и 66% в 1970 г. и до 47 и 50% в 1990 г. (см. табл. 11). При этом доля США снизилась с 45% по чугуну и 47% по стали в 1950 г. до соответственно 9,4 и 11,5% в 1990 г. Доля Советского Союза, наоборот, увеличилась с 15 и 14% в 1950 г. до 20-22% от их мирового производства. В 1970 г. СССР выпускал примерно такое же количество чугуна и стали, как и США, а в 1988-1989 гг. соответственно в 2,3 и 1,8 раза больше. Последовательно снижалась доля в мировом производстве чугуна и стали стран-членов ЕЭС.

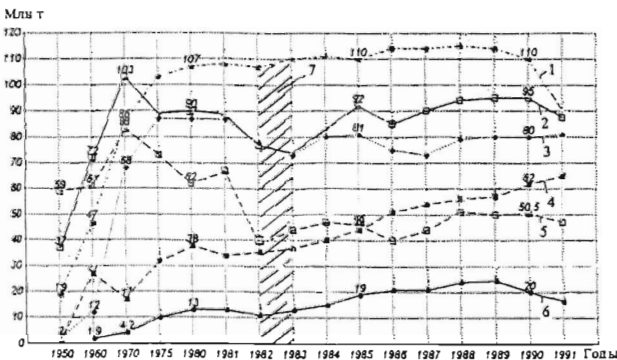


Рис. 3. Динамика производства чугуна в странах - главных производителях

1 - СССР; 2 - страны ЕЭС; 3 - Япония; 4 - США; 5 - Китай; 6 - Бразилия; 7 - экономический кризис 1982-1983 гг.

15%) значительно сократились по сравнению с 1950-1970 гг., когда они составляли 34 и 18,6 раза. Следует отметить, что в годы экономического кризиса 1982-1983 гг. сокращение выплавки чугуна и стали в промышленно развитых капиталистических странах было более значительным, чем в другие годы (рис. 2-5).

В государствах с плановой экономикой темпы прироста производства чугуна и стали в 70-80-е годы также замедлились, но производство их до 1988 г. практически непрерывно увеличивалось.

В 1970 г. в Советском Союзе выпускалось меньше, чем в странах-членах ЕЭС, чугуна - на 16,4%, стали - на 20,5%, а в 1988-1990 гг. соответственно на 16-20 и 10-14% больше.

На протяжении 70-80-х годов в Советском Союзе выпускалась каждая пятая тонна мирового производства чугуна и стали. Тем не менее, народное хозяйство страны постоянно испытывало недостаток черных ме-

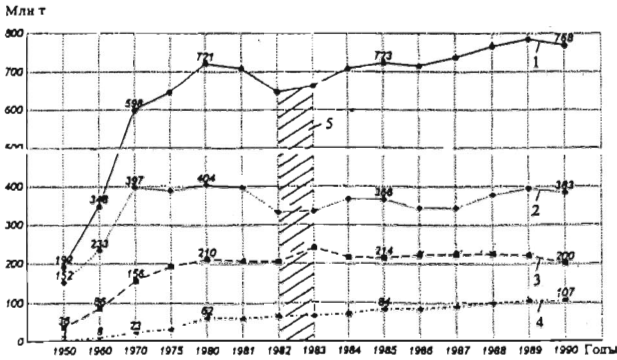


Рис. 4. Динамика мирового производства стали

1 - мир в целом; 2 - развитые капиталистические страны; 3 - страны - члены СЭВ; 4 - развивающиеся страны; 5 - экономический кризис 1982-1983 гг.

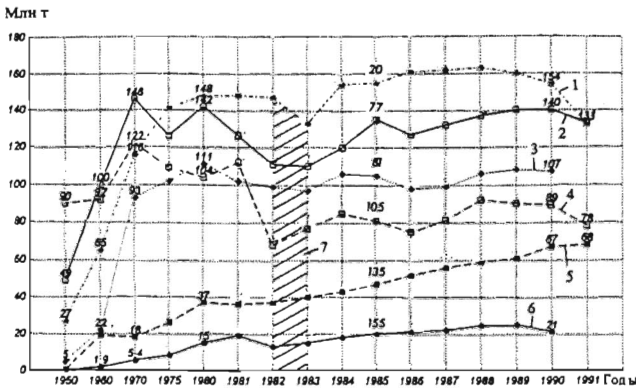


Рис. 5. Динамика производства стали в странах - главных производителях

1 - СССР; 2 - страны ЕЭС; 3 - Япония; 4 - США; 5 - Китай; 6 - Бразилия; 7 - экономический кризис 1982-1983 гг.

таллов. Очевидно, большие объемы выпуска чугуна и стали в СССР являлись не только показателями индустриального его развития, но и одним из следствий недостаточного внимания к экономии и рациональному использованию черных металлов, развитию качественной металлургии, повышению технического уровня металлургического производства.

Высокими темпами увеличивалось производство чугуна и стали в Китае, а также в ряде развивающихся стран (Бразилии, Индии, Южной Корее), однако в последних оно еще не достигло значительных количеств.

Меры по экономии и рациональному использованию черных металлов, принятые в 70-80-е годы главным образом промышленно развитыми странами, способствовали не только снижению темпов роста производства, но и уменьшению их выпуска на душу населения (табл. 12).

#### Выпуск чугуна и стали на душу населения

Страна	Чугун						
	1960 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1988 г.	1989 г.	1989 1970
Мир в целом	84	118	119	116	106	105	0,89
СССР	218	354	405	404	401	396	1,12
Китай	40	26	34	39	52	54	2,00
США	338	406	336	274	206	203	0,50
Страны-члены ЕЭС	305	395	349	345	297	301	0,76
В том числе ФРГ	484	575	503	570	530	533	0,93
Япония	126	658	779	745	647	651	0,49

В США с 1970 по 1989 г. выпуск чугуна на душу населения уменьшился вдвое, стали - на 39%, в странах-членах ЕЭС чугуна - на 24%, стали - почти на 23%. В Японии выпуск чугуна на душу населения возрастал до 1975 г., стали - до 1980 г., но в целом за рассматриваемый период также уменьшился.

Несмотря на продолжавшееся увеличение выпуска чугуна и стали на душу населения в развивающихся странах, вставших на путь индустриального развития (Бразилия, Мексика, Венесуэла, Южная Корея и др.), а также в СССР (до 1980 г.) и Китае, в целом по миру выплавка на душу населения с 1970 по 1989 г. уменьшилась: чугуна - на 9%, стали - на 7%.

Еще недавно считалось (а многими и до сих пор считается), что увеличение потребления минеральных ресурсов на душу населения является показателем уровня научно-технического прогресса страны. Это справедливо применительно, например, к редким металлам и редкоземельным элементам. Вместе с тем по ряду видов минерального сырья и продуктов его переработки, например по железным рудам, чугуну и стали, в наиболее промышленно развитых странах показателем уровня научно-технического развития является не увеличение, а снижение потребления на душу населения при росте общего уровня промышленного производства.

*Производство готового проката.* Важным показателем технического уровня развития черной металлургии является динамика производства готового проката, внедрение рациональных форм которого имеет большое значение для экономии металла. В странах - основных производителях стали - в течение последних двух десятилетий наиболее значительный рост его объемов отмечался в 70-е годы в основном за счет стран с плановой и переходной экономикой и Японии (табл. 13). В странах-членах СЭВ в эти годы производство готового проката возросло на 38% (в СССР - на 28,6%), в Японии - на 34%. В странах-членах ЕЭС оно увеличилось всего на 2%, а в США даже уменьшилось на 7,8%.

В 80-е годы в странах-членах ЕЭС и в Японии производство готового проката возросло незначительно (в кризисные годы 1982-1983 гг., вплоть до 1985 г. даже уменьшилось), а в США на протяжении всего этого десятилетия оно было ниже уровня 1970 г. (со значительным спадом в кризисные годы). Наиболее быстрыми темпами производство готового проката увеличивалось в Китае (с 1970 по 1980 г. - в 2,3 раза, а по 1989 г. - в 4,0 раза).

Таблица 12

в странах-основных производителях, кг [131, 133]

Сталь						
1960 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1988 г.	1989 г.	1989 1970
115	162	160	162	152	151	0,93
305	477	555	557	571	557	1,17
27	21	28	38	54	55	2,62
510	595	504	456	374	364	0,61
482	554	489	447	423	429	0,77
644	743	676	712	670	670	0,90
253	903	907	954	862	876	0,97

**Динамика производства готового проката  
в странах-основных его производителях, млн т [133]**

Группа стран, страна	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1988 г.	1989 г.	1980/1970	1989/1970
Страны-члены СЭВ	109,46	151,08	156,19	165,19	166,64	1,38	1,52
В том числе СССР	80,65	102,91	108,27	115,96	115,51	1,28	1,43
Китай	11,90	27,20	36,93	46,98	48,00	2,27	4,03
США	82,37	76,07	66,20	76,06	74,50	0,92	0,90
Страны-члены ЕЭС	114,92	117,27	110,82	119,28	120,0	1,02	1,04
В том числе ФРГ	35,12	35,64	33,07	35,40	35,35	1,02	1,01
Япония	75,93	101,76	99,86	99,90	102,00	1,34	1,34

Однако анализ темпов роста производства готового проката в отрыве от рассмотрения динамики производства стали еще не дает полного представления о техническом уровне производства в черной металлургии. Более показательным является динамика отношений объема готового проката к общей выплавке стали (табл. 14).

Таблица 14

**Отношение объема готового проката к общей выплавке стали, %**

Группа стран, страна	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1988 г.	1989 г.
Страны-члены СЭВ	70,2	72,3	72,8	73,7	74,4
В том числе СССР	69,5	69,5	69,9	71,1	72,2
Китай	66,8	73,3	78,9	79,4	Нет свед.
США	72,4	73,1	72,3	82,6	82,5
Страны-члены ЕЭС	78,2	82,5	81,8	86,8	Нет свед.
В том числе ФРГ	78,0	81,3	81,7	86,3	86,2
Япония	81,4	91,35	94,85	94,5	94,5

Из табл. 14 видно, что во всех рассматриваемых странах темпы прироста производства готового проката опережали темпы увеличения выплавки стали; наиболее высокие показатели отношения производства готового проката к выплавке стали характерны для Японии и стран-членов ЕЭС.

По этому показателю технического уровня металлургического производства СССР также отставал от указанных стран.

## 2.4. Внешняя торговля железорудным сырьем

Во второй половине 80-х годов торговля железорудным сырьем в мире осуществлялась на уровне 355-415 млн т. При этом экспорт товарных железных руд увеличился на 16,4%, но в 1990 г. снова сократился по отношению к 1989 г. на 5,9%. Импорт за эти годы соответственно сначала возрос на 16,6% а затем уменьшился на 4,3%. В целом за 1986-1990 гг. экспорт увеличился на 9,5%, импорт - на 11,6% (табл. 15 и 16).

## Динамика мирового экспорта товарных железных руд, млн т/% [15, 93]

Группа стран, страна	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1990/1986
Мир в целом	355,5/100,0	361,8/100,0	392,9/100,0	413,8/100,0	389,3/100,0	1,1
Страны с плановой и переходной экономикой	36,9/10,4	35,2/9,7	32,4/8,3	29,7/7,2	27,2/7,0	0,74
В том числе СССР	36,0	34,6	32,2	29,3	26,3	0,71
Развитые капиталистические страны	151,8/42,7	151,0/41,7	170,6/43,4	182,1/44,0	170,3/43,7	1,12
В том числе:						
Австралия	79,7	80,6	96,4	105,9	97,2	1,22
Канада	31,0	29,7	30,5	30,2	27,0	0,87
Швеция	17,2	16,8	17,7	17,5	16,4	0,95
ЮАР	8,9	8,8	11,5	14,6	18,5	2,08
США	4,6	5,1	5,3	5,4	3,2	0,70
Страны-члены ЭЭС	6,0	5,7	6,0	5,1	4,9	0,82
Из них Франция	4,2	3,7	3,7	3,5	3,3	0,79
Развивающиеся страны	166,8/46,9	175,6/48,6	189,9/48,3	202,0/48,8	191,8/49,3	1,16
В том числе:						
Бразилия	91,1	97,3	105,3	113,7	114,3	1,26
Индия	28,2	29,0	32,3	33,5	34,1	1,21
Венесуэла	10,0	11,7	12,3	14,4	13,6	1,36
Либерия	14,4	13,5	13,6	12,7	3,9	0,27
Мавритания	8,9	9,0	10,0	11,1	11,4	1,28

Почти половина общего объема экспорта железных руд приходится на развивающиеся страны (1990 г. - 49,3%). Доля развитых капиталистических стран в рассматриваемые годы колебалась в пределах 41,7-44%, стран с плановой и переходной экономикой снизилась с 10,4% в 1986 г. до 7% в 1990 г. (СССР за те же годы - с 10,1 до 6,8%).

Главными экспортёрами железных руд являлись Бразилия, Австралия, Индия, Советский Союз и Канада, на долю которых в 1990 г. приходилось почти 300 млн т, или 77% от общего объема их экспорта в мире. При этом объем экспорта из Бразилии с 1986 по 1990 г. возрос на 23,2 млн т, Австралии - на 17,5, Индии - на 5,9. Существенно увеличился также экспорт из ЮАР - в 2,1 раза, Венесуэлы (на 36%), Мавритании (на 28,1%). Указанные зарубежные страны-экспортёры разрабатывают в большинстве случаев с высокой эффективностью и низким уровнем затрат месторождения высококачественных руд со средним содержанием железа 58-63%.

## Динамика мирового импорта товарных железных руд, млн т [15, 93]

Группа стран, страна	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1990/1986
Мир в целом	355,5/100,0	361,1/100,0	394,2/100,0	414,6/100,0	396,8/100,0	1,12
Страны с плановой и переходной экономикой	59,8/16,8	60,1/16,6	65,1/16,5	62,3/15,0	52,9/13,3	0,88
В том числе:						
Китай	10,1	12,0	12,9	13,3	14,3	1,42
Румыния	16,4	15,5	14,0	13,6	11,3	0,69
Польша	13,2	12,8	16,7	13,4	11,0	0,83
Развитые капиталистические страны	263,2/74,1	261,1/72,3	286,9/72,8	301,9/72,8	292,5/73,7	1,11
В том числе:						
Япония	115,2	112,0	123,4	127,7	125,3	1,09
США	17,0	16,8	20,1	19,6	18,1	1,06
Страны-члены ЕЭС	119,5/33,6	120,5/33,4	132,0/33,5	139,5/33,7	135,2/34,1	1,13
Из них:						
ФРГ	41,6	39,6	45,2	47,2	46,3	1,11
Бельгия и Люксембург	18,1	18,4	20,8	19,8	20,3	1,12
Франция	16,2	15,1	18,7	20,0	18,8	1,16
Великобритания	14,6	18,0	17,9	19,2	17,6	1,20
Италия	17,6	16,5	16,2	18,2	17,2	0,98
Развивающиеся страны	32,5/9,1	39,9/11,1	42,2/10,7	50,4/12,2	51,4/13,0	1,58
В том числе:						
Южная Корея	11,9	18,0	16,5	22,8	24,0	2,02
Филиппины	2,8	3,8	4,4	4,2	4,6	1,64

Советский Союз экспортировал товарные железные руды главным образом в страны Восточной Европы: в 1990 г. - в Чехословакию - 8,6, Польшу - 7,5, Румынию - 3,6, Болгарию - 1,6, Венгрию - 1,5 млн т [15].

Основными импортерами железных руд являются развитые капиталистические страны, не располагающие их ресурсами в достаточных количествах и надлежащего качества за счет собственных месторождений. Импорт железных руд в указанные страны в 1986-1990 гг. составлял 72-74% от мирового (см. табл. 16).

Главным импортером железных руд является Япония, обладающая мощной черной металлургией (в 1990 г. произведено чугуна - 81,3 млрд т, стали - 110,3 млн т). Импорт железных руд в Японию в 1986-1990 гг. составил 31-32% от мирового.

Крупнейшими импортерами железных руд являлись также страны-члены ЕЭС. Ежегодно увеличиваясь, импорт железных руд в эти страны воз-

рос за рассматриваемое пятилетие на 13,1%. Свыше трети его поступало в ФРГ (40-47 млн т). Основными поставщиками товарной железной руды в страны ЕЭС являются Бразилия, Швеция, ЮАР, Австралия, Канада, Либерия.

Сравнительно крупным импортером железной руды являются и США, куда из-за рубежа (в основном из Канады и Бразилии) ежегодно она поставляется в количестве 17-20 млн т.

Интенсивный рост черной металлургии в таких развивающихся странах, как Южная Корея, Филиппины и др., привел к существенному увеличению импорта железных руд и в эти страны. Так, только за 1986-1990 гг. он возрос в Южную Корею более чем в 2 раза, Филиппины - в 1,6 раза.

В странах с плановой и переходной экономикой импорт железных руд в 1986-1990 гг. колебался в пределах 53-65 млн т (13-17% от мирового уровня). При этом только в Китае в рассматриваемые годы он непрерывно возрастал (с 10,1 до 14,3 млн т), в большинстве других стран этой группы после 1988 г. отмечается его снижение (см. табл. 16).



## Глава 3

### ПРОИЗВОДСТВО ТОВАРНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД, ЧУГУНА, СТАЛИ И ГОТОВОГО ПРОКАТА В СССР

В отличие от развитых капиталистических стран, где в 70-80-е годы уровни производства товарных железных руд, чугуна, стали и проката черных металлов колебались в соответствии с чередованием периодов подъема и спада капиталистического хозяйства, в Советском Союзе и его республиках производство их увеличивалось практически непрерывно до 1988 г. Однако темпы роста объемов производства в 80-е годы были ниже, чем в 70-е, и значительно более низкими, чем в 50-60-е годы (см. табл. 8,11, рис. 2 и 3). Начиная с 1989 г. производство продукции черной металлургии как в целом по Союзу, так и в большинстве республик стало сокращаться, что связано в первую очередь с происходившими общественно-политическими процессами.

В Советском Союзе черная металлургия была сконцентрирована в основном в РСФСР и на Украине, на долю которых в 1970 г. приходилось 89,6% производства товарных руд, 97% выплавки чугуна, 95,3% стали, 94,7% проката черных металлов. В дальнейшем это соотношение объемов производства черной металлургии практически не изменилось.

Лидирующее положение РСФСР и Украины в черной металлургии определялось нахождением на их территориях крупных железорудных провинций - Курской, Карело-Кольской, Уральской, Алтае-Саянской, Ангарской, Ангаро-Енисейской, Забайкальской, Алданской, Дальневосточной в России и Украинской на Украине, располагающих огромными запасами железорудного сырья, что позволило создать в их пределах крупнейшие горнодобывающие и горно-обогащительные комбинаты и металлургические заводы.

По производству товарных железных руд СССР с 60-х годов занимал первое место в мире, намного опережая все другие страны. С 1970 по 1988 г. производство их в СССР возросло в 1,24 раза (табл. 17), тогда как в целом по развитым капиталистическим и развивающимся странам оно увеличилось только на 8%. Начиная с 70-х годов каждая четвертая тонна мирового производства товарных железных руд получалась в Советском Союзе.

Украина, где разрабатываются месторождения железистых кварцитов и образовавшихся по ним богатых руд Криворожского бассейна, а также оолитовых бурых железняков Керченского бассейна, до середины 80-х годов обеспечивала более половины общесоюзного производства товарных

Таблица 17  
Производство товарной железной руды по союзным республикам, млн т/% [38]

Республика	1965 г.	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1988 г.	1990 г.	1988 1970	1990 1988
СССР	153,4/100,0	194,8/100,0	243,6/100,0	246,6/100,0	250,0/100,0	235,2/100,0	1,28	0,94
В том числе:								
РСФСР	52,4/34,7	64,7/33,2	92,1/37,8	101,0/40,9	109,4/43,6	107,0/45,4	1,69	0,98
Украина	84,4/55,0	110,0/56,4	124,7/51,2	119,2/48,3	123,8/49,5	104,2/44,3	1,12	0,94
Казахстан	15,2/9,7	18,2/9,2	25,7/10,6	25,7/10,5	24,2/9,7	23,8/10,1	1,33	0,98
Азербай- джан	1,4/0,8	1,5/0,7	1,1/0,4	0,7/0,3	0,7/0,3	0,5/0,2	0,50	0,71

железных руд. Богатые руды разрабатывались на глубинах 1000-1300 м шахтами производственного объединения "Кривбассруда" и Запорожского железорудного комбината (ЗЖРК) и их доля составляла около 25% от общей добычи железных руд в республике. Железистые кварциты отрабатывались карьерами Южного, Новокриворожского, Центрального, Северного, Ингулецкого и Полтавского горно-обогатительных комбинатов. Бурые железняки Керченского бассейна разрабатывались карьерами Камыш-Бурунского железорудного комбината.

Максимальное производство товарных железных руд (125,5 млн т, или 51,3% от общесоюзного) на Украине было достигнуто в начале 80-х годов, после чего оно стало постепенно сокращаться, снизившись к 1990 г. до 46,1% от общесоюзного.

В целях рационального использования недр с конца 80-х годов строится Криворожский горно-обогатительный комбинат по переработке окисленных железистых кварцитов (КГОКОР).

В РСФСР производство товарных железных руд в 1988 г. достигло 109,4 млн т и составило 42,4% общесоюзного производства, что связано в основном с ростом добычи железных руд в районе КМА, где она осуществляется открытым способом Лебединским, Михайловским, Стойленским горно-обогатительными комбинатами и подземным способом комбинатом "КМАруда". Здесь строится подземный Яковлевский рудник по добыче богатых железных руд. В перспективе возможно дальнейшее увеличение добычи железных руд за счет расширения действующих комбинатов, вовлечения в переработку окисленных железистых кварцитов и строительства новых горно-обогатительных предприятий.

Значительно возросла добыча железных руд за счет отработки месторождений Кольского п-ова, на базе которых работают Оленегорский ГОК (разрабатывающий Оленегорское, Кировогорское, им. проф. Баумана и Южно-Кахозерское месторождения) и Ковдорский ГОК, разрабатывающий Ковдорское апатит-магнетитовое месторождение. В Карелии с 1982 г. действует Костомукшский горно-обогатительный комбинат, разрабатывающий одноименное месторождение железистых кварцитов.

Урал в течение трех столетий был и остается одной из главных металлургических баз России и в настоящее время занимает третье место по запасам и добыче железных руд. Разрабатываются месторождения титаномагнетитовых и скарново-магнетитовых руд, бурых железняков и сидеритов. Один из крупнейших в стране Качканарский горно-обогатительный комбинат ведет добычу открытым способом на Гусевогорском месторождении титаномагнетитов. Многочисленные магнетитовые месторождения Урала обеспечивают рудой Нижне-Тагильский, Челябинский, Магнитогорский, Серовский и другие металлургические предприятия. Бурые железняки и сидериты на Южном Урале разрабатываются Бакальским рудоуправлением.

На западносибирские металлургические предприятия - Кузнецкий и Западно-Сибирский металлургические комбинаты - руда поступала как с местных месторождений, разрабатываемых подземным способом Казским, Таштагольским, Шерегашевским и другими рудниками, входящими в производственное объединение "Сибруда", так и завозилась с предприятий Восточно-Сибирского и других районов, главным образом с Коршуновского горно-обогатительного комбината в Иркутской области, Ирбинского, Краснокаменского, Тейского и Абаканского рудников в Красноярском крае. Увеличение производства товарных руд в Сибири связано в основном с вводом в освоение Ирбинского, Краснокаменского и Тейского месторождений.

С 1988 по 1990 г. производство товарных железных руд в РСФСР уменьшилось с 109,4 до 107 млн т, но в дальнейшем оно стало снижаться

более быстрыми темпами. На его снижение, безусловно, большое влияние оказали постоянно действующие факторы - усложнение горно-технических и геологических условий по мере увеличения глубины разработки месторождений; сокращение объемов добычи богатых руд и вовлечение в разработку все больших объемов бедных руд, в результате чего снижаются средние содержания железа в добываемых рудах и увеличиваются масштабы рудоподготовки и др. Однако в последние годы на снижение производства товарных руд оказывают отрицательное влияние и другие факторы: полное отсутствие капитальных вложений на развитие рудной базы, ухудшение материально-технического снабжения, рост эксплуатационных расходов на производство товарной продукции, осложнение связей между производителями и потребителями товарных руд. Более подробно эти вопросы будут рассмотрены во второй книге монографии.

**Производство чугуна и стали.** В Российской Федерации с 1970 по 1988 г. производство чугуна и стали увеличилось почти в 1,5 раза (табл. 18, 19), соответственно с 42 до 61,8 и с 63,9 до 94,1 млн т. Это обусловлено в основном расширением их производства: в Северо-Западном районе Череповецким комбинатом, перерабатывающим концентраты и окатыши, поставляемые Оленегорским, Ковдорским и Костомукшским горно-обогажительными комбинатами, в Центрально-Черноземном районе - на Оскольском электрометаллургическом комбинате, снабжаемом товарной рудой Лебединского, Михайловского, Стойленского горно-обогажительных комбинатов и комбината "КМАруда", и в Западно-Сибирском районе, главным образом на Западно-Сибирском металлургическом комбинате, перерабатывающем, кроме местных руд, руды и концентраты, завозимые из Иркутской области (с Коршуновского ГОКа) и Красноярского края (с Тейского, Абаканского, Краснокаменского и Ирбинского рудоправлений). Доля РСФСР в общесо-

Таблица 18

Выплавка чугуна по союзным республикам, млн т/% [97, 132]

Республика	1970 г.	1980 г.	1988 г.	1990 г.	1988/1970	1990/1988
СССР	85,9/100,0	107,3/100,0	115,0/100,0	110,6/100,0	1,34	0,96
В том числе:						
РСФСР	42,0/48,8	55,2/51,4	61,8/53,7	59,3/53,9	1,47	0,96
Украина	41,4/48,2	46,5/43,4	47,6/41,4	44,9/40,8	1,15	0,94
Казахстан	1,8/2,1	4,8/4,5	4,9/4,3	5,2/4,7	2,72	1,06
Грузия	0,8/0,9	0,8/0,7	0,7/0,6	0,7/0,6	0,88	1,00

Таблица 19

Производство стали по союзным республикам, млн т/% [97, 132]

Республика	1970 г.	1980 г.	1988 г.	1990 г.	1988/1970	1990/1988
СССР	115,9/100,0	147,9/100,0	163,0/100,0	154,4/100,0	1,33	0,95
В том числе:						
РСФСР	63,9/55,1	84,4/57,1	94,1/57,7	89,6/58,0	1,47	0,95
Украина	46,6/40,2	53,7/35,3	56,6/34,7	52,6/34,1	1,24	0,93
Казахстан	2,2/1,9	6,0/4,0	6,8/4,1	6,8/4,4	3,04	1,00
Узбекистан	0,4/0,3	0,8/0,5	1,0/0,6	1,0/0,7	2,61	1,00

юзном производстве чугуна с 1970 по 1988 г. поднялась с 48,8 до 53,7%, стали - с 55,1 до 57,7%.

На Украине производство чугуна и стали в эти годы увеличивалось более медленными темпами, чем в РСФСР: с 1970 по 1988 г. оно возросло соответственно на 15 и 24,1%. При этом доля Украины в общесоюзном производстве уменьшилась: по чугуну с 48,2 до 41,4%, по стали - с 40,2 до 34,7%.

Благодаря расширению Карагандинского металлургического завода с 1970 по 1988 г. заметно увеличилось производство чугуна и стали в Казахстане: соответственно в 2,7 и 3 раза. Повысилась и доля Казахстана в общесоюзном производстве: по чугуну - с 2,1 до 4,3% и по стали - с 1,9 до 4,1%.

Кроме указанных республик, чугун выплавлялся в Грузии (0,7 млн т), сталь в различных количествах производилась всеми остальными республиками, но общая их доля в производстве в СССР не превышала 3,5%. Наибольшее количество стали среди остальных республик производилось (млн т/%) в Грузии - 1,45/0,9, Белоруссии - 1,1/0,7, Узбекистане - 1,0/0,6, Азербайджане - 0,84/0,5. Во всех республиках, кроме РСФСР, Украины, Казахстана и Грузии, сталь выпускалась передельными заводами за счет переплавки металлолома.

После 1988 г. началось снижение выплавки чугуна и стали. Производство чугуна к 1990 г. в целом по Союзу уменьшилось на 4,4%, в РСФСР - на 4,1%, на Украине - на 6,0%, в Казахстане оно немного возросло (на 6,1%). Выпуск стали по стране сократился на 4,7%, в том числе в РСФСР - на 4,8%, на Украине - на 7,1%.

Таблица 20

**Производство проката черных металлов по республикам СССР, млн т/% [97, 131, 132]**

Республика	1970 г.	1980 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.	1988 1970	1990 1970	1990 1988
СССР	92,5 100	118,3 100	133,5 100	134,5 100	136,0 100	133,5 100	128,2 100	1,47	1,39	0,94
В том числе:										
РСФСР	50,1 54,2	68,5 57,9	77,1 57,8	77,7 57,7	77,7 57,2	76,2 57,1	73,2 57,1	1,55	1,46	0,94
Украина	37,5 40,5	42,2 35,7	46,9 35,1	46,9 34,9	47,8 35,1	47,2 35,4	45,4 35,4	1,28	1,21	0,95
Казахстан	2,5 2,7	4,4 3,7	4,6 3,4	4,7 3,5	4,9 3,6	5,1 3,8	4,9 3,8	1,96	2,04	1,00
Узбекистан	0,3 0,3	0,3 0,3	0,8 0,6	1,0 0,7	0,9 0,7	0,9 0,7	1,0 0,8	3,00	3,33	1,11
Азербайджан	0,6 0,7	0,7 0,6	0,7 0,5	0,7 0,5	0,7 0,5	0,7 0,5	0,5 0,4	1,17	0,83	0,71
Грузия	1,1 1,2	1,3 1,1	1,3 1,0	1,3 1,0	1,3 1,0	1,2 0,9	1,1 0,9	1,19	1,00	0,85
Латвия	0,3 0,3	0,8 0,7	0,8 0,6	0,8 0,6	0,8 0,6	0,8 0,6	0,7 0,5	1,33	2,33	1,00
Молдавия	-	-	0,5 0,4	0,7 0,5	0,7 0,5	0,7 0,5	0,7 0,5	-	-	-
Белоруссия	0,1 0,1	0,1 0,1	0,7 0,5	0,7 0,5	0,7 0,5	0,7 0,5	0,7 0,5	7,00	7,00	1,00

Примерно такова же динамика производства проката черных металлов как в целом по СССР, так и по союзным республикам (табл. 20).

## Глава 4

### ГОРНО-РУДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

#### 4.1. Сырьевая база и добыча железных руд в СССР за 1955-1990 гг.

Удовлетворение потребности в железорудном сырье, высокоэффективное коммерческое развитие горнодобывающих и перерабатывающих предприятий в условиях перехода от планово-распределительной к рыночной экономике невозможно без четких представлений о происшедших изменениях в состоянии общих балансовых запасов, запасов категорий  $A+B+C_1$ , в добыче сырой и производстве товарной руды в СССР (рис. 6). Изменения этих показателей произошли также в пределах союзных республик и отдельных районов РСФСР (табл. 21).

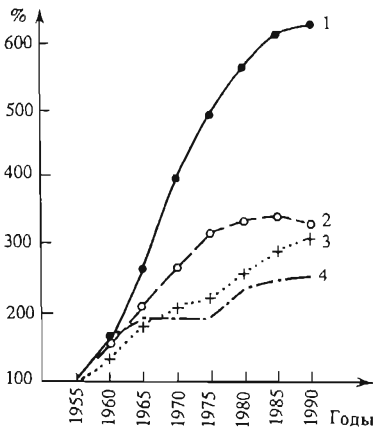


Рис. 6. Изменение запасов и производства железной руды по отношению к уровню 1955 г. [20]

1 - добыча сырой руды; 2 - производство товарной руды; 3 - увеличение запасов категорий  $A+B+C_1$ ; 4 - увеличение общих балансовых запасов

Центрально-Черноземный району). Они привели не только к значительному увеличению запасов категорий  $A+B+C_1$  этого района (с 3,0 до 31,9 млрд т), но и определили район КМА как ведущую железорудную базу РСФСР (57,4%) и Советского Союза в целом (34,2%), опередив по разведанным запасам всемирно известную Украинскую железорудную провинцию.

Создана за этот же период практически новая железорудная база на Дальнем Востоке, где запасы категорий  $A+B+C_1$  возросли с 0,5 до 4,4 млрд т за счет геологоразведочных работ в Чаро-Токкинском железорудном районе Южной Якутии.

Выполненные геологоразведочные работы привели не только к изменению географии размещения железорудных районов и количества запасов

Так, по количеству разведанных запасов категорий  $A+B+C_1$  значительно возросла роль РСФСР, запасы которой увеличились с 44,3% в 1955 г. до 59,6% в 1990 г. от запасов СССР. Почти в три раза возросли запасы Украины при одновременном снижении удельного веса их в масштабах Союза (с 35,3% в 1955 г. до 30,4% в 1990 г.), в Казахстане они возросли с 6,0 млрд т до 8,8 млрд т при снижении удельного веса в общих запасах с 20,1 до 9,4%. Не играли существенной роли в запасах железных руд такие республики, как Азербайджан, Армения и Таджикистан.

Значительные изменения в разведанных запасах железных руд произошли в отдельных районах РСФСР. Если до 1956 г. почти половина запасов категорий  $A+B+C_1$  концентрировалась на Урале, то в 1990 г. их удельный вес снизился до 16,7%, а в масштабах Союза - с 19,2 до 9,9% при абсолютном росте с 5,7 до 9,3 млрд т.

С высокой экономической эффективностью выполнены геологоразведочные работы на железные руды на территории Курской магнитной аномалии (Центральный и

**Изменение структуры разведанных запасов и добычи железных руд в СССР  
по республикам, районам, промышленным типам за 1955 и 1990 гг.**

Республика, район и тип руд	Запасы на 01.01.1956 г., по категориям, млн т		Добыто из недр за 1955 г., млн т*	Запасы на 01.01.1991 г. по категориям, млн т		Добыто из недр за 1990 г., млн т*
	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
1	2	3	4	5	6	7
<b>РСФСР</b>	13270,6/44,3**	7537,9/27,2	42,6/48,1	55564,2/59,6	41812,1/77,1	259,4/47,7
Скарново-магнетитовые	2517,5	637,7	29,8	8464,3	2462,3	41,1
Полигенные богатые гематит-сидерит-марти-то-вые	633,6	150,1	-	7040,6	22350,9	11,2
Метаморфогенные железистые кварциты	3323,3	1299,5	1,7	30143,8	10969,1	134,6
Титаномагнетитовые и апатит-магнетитовые	4695,4	4448,1	2,6	7614,4	4948,5	67,3
Бурые железняки и сидериты	769,8	419,8	7,9	1251,7	397,3	5,1
Железо-хромоникелевые	248,0	17,3	0,6	194,8	122,5	0,2
Гематитовые	1083,0	565,4	-	854,5	561,5	-
<b>Северо-Западный</b>	1687,4/5,6	953,7/3,4	1,2/1,4	2844,5/3,1	347,3/0,6	57,3/10,5
Скарново-магнетитовые	291,2	101,9	-	-	-	-
Метаморфогенные железистые кварциты	920,6	238,8	1,2	2236,3	270,1	37,4
Бурые железняки и сидериты	0,4	21,0	-	-	-	-
Титаномагнетитовые и апатит-магнетитовые	466,2	592,0	-	608,2	77,2	19,9
<b>Центральный и Центрально-Черноземный</b>	2968,5/9,9	504,9/1,8	2,0/2,2	31863,2/34,2	30657,2/56,5	108,0/19,8
Полигенные богатые гематит-сидерит-марти-то-вые	633,6	150,1	-	7040,6	22350,9	11,2
Метаморфогенные железистые кварциты	2227,8	217,4	0,5	24802,2	8306,3	98,6
Бурые железняки и сидериты	107,1	137,4	1,5	20,4	-	-
<b>Уральский</b>	5746,1/19,2	4217,9/15,2	34,7/39,2	9284,5/9,9	5525,8/10,2	65,8/12,1
Титаномагнетитовые	4229,2	3856,1	2,6	7006,3	4872,0	47,4

1	2	3	4	5	6	7
Скарново-магнетитовые	854,3	83,1	25,1	1270,9	140,1	12,7
Бурые железняки и сидериты	414,6	261,4	6,4	793,9	387,2	5,1
Железо-хромоникелевые	248,0	17,3	0,6	194,8	122,5	0,2
Метаморфогенные железистые кварциты	-	-	-	18,6	4,0	0,4
<b>Западно-Сибирский</b> (скарново-магнетитовые)	265,1/0,9	19,9/0,1	4,7/5,3	1858,7/2,0	856,7/1,6	6,2/1,1
<b>Восточно-Сибирский</b>	2075,2/7,5	1046,2/3,8	-	5260,3/5,6	1853,2/3,4	22,2/4,1
Скарново-магнетитовые	945,8	432,8	-	3669,0	922,5	22,2
Гематитовые	1083,0	565,4	-	854,5	561,5	-
Бурые железняки и сидериты	232,9	-	-	437,4	10,1	-
Метаморфогенные железистые кварциты	-	59,0	-	299,4	359,1	-
<b>Дальневосточный</b>	537,3/1,2	813,8/2,8	-	4453,0/4,8	2571,9/4,7	-
Метаморфогенные железистые кварциты	174,9	784,3	-	2787,2	2028,9	-
Скарново-магнетитовые	347,3	-	-	1665,7	543,0	-
Бурые железняки и сидериты	14,8	-	-	-	-	-
<b>Украина</b>	10585,3/35,3	13930,8/50,2	44,7/50,4	28335,5/30,4	4588,5/8,5	237,4/43,6
Полигенные богатые гематит-мартитовые	1723,1	534,0	32,7	1834,6	560,9	26,4
Метаморфогенные железистые кварциты	7032,4	12937,7	4,6	25076,5	3640,0	209,9
Бурые железняки и сидериты	1829,8	459,1	7,5	1424,4	387,6	1,1
<b>Казахстан</b>	6017,6/20,1	6253,3/22,5	0,2/0,2	8803,4/9,4	7806,4/14,4	45,5/8,4
Богатые гематит-магнетитовые	-	-	-	524,5	30,4	2,1
Скарново-магнетитовые	1815,9	193,1	0,2	4918,5	1421,8	31,8
Бурые железняки и сидериты	4073,8	5932,6	-	3360,4	6354,2	11,6

1	2	3	4	5	6	7
Метаморфогенные железистые кварциты	127,9	127,6	-	-	-	-
<b>Азербайджан</b> (скарново-магнетитовые)	86,5/0,3	-	1,1/1,2	232,8/0,2	12,7/0,02	1,7/0,3
<b>Армения</b> (скарново-магнетитовые)	-	-	-	293,9/0,3	-	-
<b>Таджикистан</b> (скарново-магнетитовые)	-	-	-	59,7/0,1	-	-
<b>Всего по СССР</b>	29984,3/100	27722,3/100	88,6/100	93289,4/100	54219,7/100	544,0/100
Скарново-магнетитовые	4419,9/14,8	830,8	31,1/35,1	13969,2/15,0	3896,8	74,6/13,7
Полигенные богатые гематит-сидерито-марти- товые	2356,7/7,9	684,1	32,7/36,9	9399,7/10,1	22942,2	39,7/7,3
Метаморфогенные железистые кварциты	10483,6/35,0	14364,8	6,2/7,0	55220,2/59,2	14609,1	344,5/63,3
Титаномагнетитовые и апатит-магнетитовые	4695,4/15,7	4448,1	2,6/2,9	7614,5/8,2	4948,5	67,9/12,4
Бурые железняки и сидериты	6673,4/22,3	6811,5	15,4/17,4	6036,5/6,5	7139,1	17,8/3,3
Железо-хромоникелевые	248,0/0,8	17,3	0,6/0,7	194,8/0,2	122,5	0,2/0,04
Гематитовые	1083,0/3,6	565,4	-	854,5/0,9	561,5	-

\* Добыча приведена без учета потерь.

\*\* В знаменателе - доля к запасам (добыче) СССР, %.

на территории СССР, но и к некоторому перераспределению в структуре разведанных запасов промышленных типов руд.

Прежде всего необходимо отметить значительное (в 5,3 раза) увеличение запасов метаморфогенных железистых кварцитов категорий А+В+С<sub>1</sub> с 35 до 59,2% в объеме запасов железных руд СССР.

Запасы скарново-магнетитовых руд возросли в три раза, хотя удельный вес их в общем объеме запасов остался практически на том же уровне.

Незначительно возрос удельный вес запасов в общем балансе полигенных богатых гематито-марти-тових руд с 7,9 до 10,1% при абсолютном их росте в 3,9 раза.

Запасы титаномагнетитовых руд увеличились с 4,7 до 7,6 млрд т, хотя удельный вес их в общем балансе запасов снизился с 15,7 до 8,2%. Количество запасов бурых железняков и сидеритовых руд снизилось с 6,7 до 6,0 млрд т при резком уменьшении их в общей структуре запасов.

Происшедшие изменения в структуре разведанных и подготовленных к промышленному освоению запасов в результате выполненных геолого-



разведочных работ неизбежно отразились как на уровне их добычи в СССР, отдельных регионах РСФСР, так и на объемах добычи руд различных промышленных типов.

Так, если удельный вес РСФСР в объеме добычи железных руд в СССР в 1955-1990 гг. остался практически на одном уровне, то на Украине он снизился на 6,8% при абсолютном росте добычи с 44,7 до 237,4 млн т, а в Казахстане возрос с 0,2 до 8,4%.

Значительные сдвиги в добыче железных руд произошли в отдельных районах РСФСР. Так, если до 1956 г. основной объем добычи концентрировался на горнодобывающих предприятиях Уральской железорудной провинции (39,2% от добычи в СССР), то к 1990 г. удельный вес их в общей добыче снизился до 12,1% при абсолютном росте с 34,7 до 65,8 млн т. Одновременно добыча железных руд возросла: в Северном районе с 1,2 млн т (1,4%) до 57,3 млн т (10,5%); в Центральном и Центрально-Черноземном районах с 2,0 млн т (2,2%) до 108,0 млн т (19,8%); начала добыча железных руд в Восточной Сибири, которая в 1990 г. достигла 22,2 млн т (4,1%).

Наиболее существенные сдвиги в структуре добычи железных руд произошли между отдельными промышленными их типами. Удельный вес в добыче из недр скарно-магнетитовых, богатых гематит-сидерит-мартиновых руд, бурых железняков и сидеритов значительно снизился. Одновременно резко возросла добыча приповерхностно залегающих железистых кварцитов и титаномагнетитовых руд (рис. 7).

Увеличение объема добычи железных руд было обусловлено необходимостью удовлетворения потребностей народного хозяйства страны в металле, что привело к расширению геологоразведочных работ на железные руды и в результате к открытию и оценке новых месторождений и изменениям в структуре разведанных запасов промышленных типов руд, их добыче и производстве товарных железных руд.

В рассматриваемом периоде произошло значительное увеличение объемов производства товарной железной руды, главным образом, благодаря переходу к использованию бедных руд

(железистых кварцитов) и доступных для карьерной отработки, подвергаемых последующему обогащению и окучкованию.

Вместе с тем, после 1975 г. темпы роста добычи железной руды снизились, а в 1990 г. произошло их абсолютное снижение. Это явилось результатом перехода экономики на рыночные условия и прогрессирующего ухудшения природных условий разработки железорудных месторождений: увеличения глубины разработки и доли скальной горной массы и т.п.

Развитие технического прогресса в железорудном производстве характеризовалось прежде всего укрупнением (увеличением единичной мощности) основного технологического оборудования, развитием циклично-поточной технологии (ЦПТ) разработки скальных пород и руд на глубоких горизонтах, совершенствованием техники и технологий основных и вспомогательных процессов [50,98].

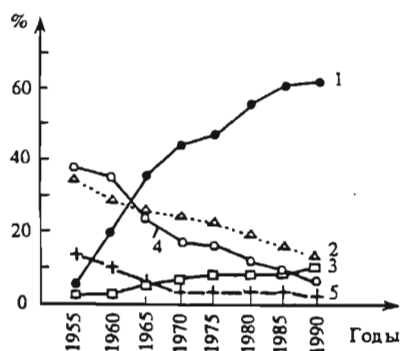


Рис. 7. Изменение удельного веса промышленных типов руд в добыче сырой железной руды по СССР [120]

1 - железистые кварциты; 2 - магнетитовые (преимущественно скарноые) руды; 3 - титаномагнетитовые руды; 4 - богатые гематит-мартиновые руды; 5 - бурые железняки

Однако из-за ухудшения горно-геологических условий разработки месторождений заметного увеличения эффективности производства не произошло. К настоящему времени резервы указанных направлений технического прогресса в железорудном производстве практически исчерпаны, что привело к ухудшению технико-экономических показателей работы предприятий.

В условиях резкого удорожания добычи и переработки железорудного сырья в последние годы железорудная отрасль ориентируется преимущественно на интенсивный путь развития, вместе с тем экономические факторы начинают ограничивать дальнейшее увеличение объемов производства, а поддержание добычи на достигнутом уровне требует значительных капитальных вложений. При их отсутствии или недостатке объемы добычи руды будут неизбежно снижаться.

#### 4.2. Факторы, определяющие добычу железных руд

Объем добычи железных руд определяется прежде всего потребностями страны в черных металлах. Период 1955-1975 гг. в СССР характеризовался значительными темпами роста выплавки чугуна, стали и производства готового проката (табл. 22). В последующий период, в условиях переориентации экономики на интенсивный путь развития, произошло снижение темпов роста, а после 1990 г. началось абсолютное снижение объемов производства.

Наряду с удовлетворением потребности страны в черных металлах, увеличение добычи железных руд в значительной мере определялось также нуждами экспорта (табл. 23), прежде всего в страны Восточной Европы.

Как следует из приведенных данных, с 1955 по 1975 г. наблюдался устойчивый рост экспорта железорудного сырья, стабилизация его объемов в 1975-1985 гг. и снижение в 1985-1990 гг. в связи с нарушением хозяйственных связей со странами-членами СЭВ и общим снижением добычи железной руды в стране.

В 1990 г. основная часть экспортируемой железорудной продукции отгружалась в страны Восточной Европы, незначительная - в развитые капиталистические страны: Австрию, Италию, Швецию, Испанию, Финляндию, Германию и др. В общей доле экспорта 32,5% приходилось на РСФСР, 67,4% - на Украину и 0,1% - на Казахстан (табл. 24).

Таблица 22

Производство чугуна, стали и проката по пятилетним периодам в СССР, млн т

Продукция	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Чугун	33	47	66	86	103	107	110	111
Сталь	45	65	91	116	141	148	155	154
Прокат (готовый)	31	44	62	81	99	103	108	112

Таблица 23

Показатели экспорта железорудной продукции в СССР за 1955-1990 гг.

Показатели	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Экспорт железной руды (включая окатыши), млн т	8,8	15,2	24,1	36,1	43,6	47,0	43,3	38,6
Удельный вес экспорта в объеме производства товарной руды, %	12,2	14,3	15,6	18,3	18,7	19,1	17,5	16,4

Структура экспорта железорудного сырья в 1990 г.

Экспортер	Аглоруда, тыс.т	Концентрат, тыс.т	Окатыши, тыс.т	Всего, тыс.т/%
Экспорт в страны Восточной Европы				
СССР	12307,7	12072,3	11006,3	35386,3/91,7
РСФСР	842,7	5881,7	4425,4	11149,8/28,9
Украина	11465,0	6190,6	6528,7	24184,3/62,6
Казахстан	-	-	52,2	52,2/0,1
Экспорт в развитые капиталистические страны				
СССР	705,5	1220,0	1300,4	3225,9/8,3
РСФСР	-	786,1	615,2	1401,3/3,6
Украина	705,5	433,9	685,2	1824,6/4,7
Общий экспорт				
СССР	13013,2	13292,3	12306,7	38612,2/100
РСФСР	842,7	6667,8	5040,6	12551,1/32,5
Украина	12170,5	6624,5	7213,9	26008,9/67,4
Казахстан	-	-	52,2	52,2/0,1

Развитие железорудной промышленности в 1956-1990 гг. характеризуется достижениями науки и техники в технологии обогащения железистых кварцитов методом мокрой и сухой магнитной сепарации, позволяющей превратить ранее непригодные для металлургического использования кварциты в высокоэффективные источники сырья.

Шахтная добыча из-за относительно низкой производительности и высокой трудоемкости оказалась не в состоянии обеспечить все возрастающую потребность в железорудном сырье. Переход на промышленное использование железистых кварцитов определялся также истощением запасов природно богатых железных руд Кривбасса, Урала и Западной Сибири.

Вовлечению в отработку открытым способом железистых кварцитов способствовало также наличие разведанных к тому времени крупнейших месторождений магнетитовых кварцитов Кривбасса, КМА, Кольского полуострова, на базе которых были построены мощные горно-обогатительные комбинаты (ГОКи) с применением высокопроизводительной техники, обеспечившие значительный прирост производства товарной железной руды.

Первое предприятие по использованию магнетитовых кварцитов было построено в 1953 г. в г.Губкине. Позднее были введены в эксплуатацию первые очереди Оленегорского (ОГОК), Криворожского Южного (ЮГОК) и других ГОКов. Первые результаты ОГОКа и ЮГОКа подтвердили правильность выбранного направления развития сырьевой базы черной металлургии, и горно-обогатительный комбинат становится определяющим типом горно-рудных предприятий. Было принято решение о строительстве новых ГОКов в районе КМА, в Сибири, на Кольском полуострове, на Украине, в Казахстане.

В 1976-1980 гг. около 70% железных руд добывалось на крупных горно-обогатительных комбинатах с применением мощного высокопроизводительного оборудования и передовой технологии добычи (табл. 25).

Наращивание объемов добычи железной руды в 1981-1985 гг. достигнуто в результате ввода в эксплуатацию новых горно-обогатительных комбинатов - Костомукшского и Стойленского, расширения Лебединского и Михайловского, реконструкции Центрального (Криворожского), Оленегор-

## Характеристика горно-обогатительных комбинатов

Горно-обогатительный комбинат	Год введения в строй	Производительность (мощность), млн т/год		
		начальная проектная	конечная проектная	фактическая в 1990 г.
Оленегорский	1954	2,7	17,1	15,76
Южный (Криворожский)	1955	9,0	37,0	35,62
Соколовско-Сарбайский	1956	15,0	30,0	27,30
Ново-Криворожский	1958	9,0	30,0	23,44
Лебединский	1960	8,0	46,0	43,65
Михайловский	1960	4,5	40,0	38,06
Центральный (Криворожский)	1961	18,0	28,0	15,78
Северный (Криворожский)	1962	4,0	48,5	42,46
Ковдорский	1962	2,8	16,0	16,39
Качканарский	1963	16,5	45,0	45,07
Коршуновский	1965	6,0	18,0	13,93
Ингулецкий	1966	18,0	35,0	35,23
Стойленский	1968	2,0	25,0	15,65
Полтавский	1970	11,3	34,0	29,11
Костомукшский	1982	24,0	24,0	23,65

ского и Южного (Криворожского), освоения ранее введенных мощностей Северного, Качканарского, Ингулецкого ГОКов.

Широкому развитию открытого способа отработки способствовало создание и выпуск отечественной промышленностью мощного высокопроизводительного горно-транспортного оборудования, что позволило организовать в больших масштабах добычу руды. Строительство крупных карьеров дало возможность освоить в широких масштабах новую технику и технологию ведения горных работ. На многих карьерах уже в ходе освоения проектных мощностей широко испытывалось новое буровое, погрузочное и транспортное оборудование, внедрялись передовая технология и организация горных работ.

Для бурения скважин на карьерах с конца 50-х - начала 60-х годов получили широкое распространение станки шарошечного и огневого бурения, обеспечившие производительность в 2-4 раза более высокую, чем станки ударно-канатного бурения. Внедрялись установки для механизированного заряжения скважин.

На крупных карьерах для погрузки горной массы стали использовать высокопроизводительные мощные экскаваторы, экскаваторы-драглайны и роторные комплексы, на транспорте - мощные автосамосвалы, электровозы, тепловозы, думпкары большой грузоподъемности.

Оснащение карьеров мощным современным оборудованием существенно повысило эффективность их работы и в значительной степени способствовало совершенствованию технологии вскрышных и добычных работ, позволило применить короткозамедленное взрывание скважин, увеличить высоту уступов, вести отбойку горной массы в зажатой среде, внедрить комбинированный транспорт горных пород и механизацию вспомогательных процессов.

Крупным техническим достижением явилось промышленное освоение циклично-поточной технологии с дробильными установками в карьерах и конвейерами для разработки скальной горной массы, что позволило увеличить производительность труда при транспортировании руды в 1,5-2 раза и на 20-30% снизить себестоимость добычи руды.

На крупных шахтах также применялось мощное высокопроизводительное оборудование, началось конструирование и внедрение новых прогрессивных систем разработки с массовым обрушением блоков с большими запасами руды при помощи скважинных зарядов. На очистных работах повысилась мощность бурового и погрузочно-доставочного оборудования. Применение высокопроизводительных систем разработки с отбойкой руды глубокими скважинами и механизация производственных процессов обеспечили непрерывный рост производительности труда и объемов производства. Все это позволило горнодобывающим предприятиям добиться высоких технико-экономических показателей.

#### 4.3. Объемы и динамика горно-рудного производства по добыче железорудного сырья в СССР

Интенсивное развитие горно-рудного производства, совершенствование техники и технологии открытых и подземных горных работ, широкое применение обогащения руд обеспечили значительный рост производства железорудной продукции.

Строительство новых предприятий в различных районах страны привело к более равномерному размещению железорудной промышленности и созданию новых горно-металлургических центров. В частности, повысилась роль Центра (КМА), Европейского Севера, Сибири и особенно Казахстана (табл. 26).

Таблица 26

Динамика добычи сырой руды в СССР за 1955-1990 гг., млн т/%

Республика, район	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Всего по СССР*	90,3/100	141,9/100	241,0/100	355,1/100	441,6/100	497,6/100	529,7/100	535,0/100
РСФСР	40,5/44,8	60,7/42,8	92,7/38,5	132,5/37,3	186,9/42,3	213,7/43,0	250,1/47,2	264,9/49,5
Северный	3,1/3,4	5,6/3,9	14,5/6,0	18,0/5,0	23,6/5,3	28,2/5,7	51,2/9,7	55,7/10,5
Центральный и Центрально-Черноземный	1,8/2,0	5,6/3,9	13,8/5,7	19,9/5,6	54,2/12,3	68,6/13,8	86,4/16,3	100,7/19,0
Уральский	29,2/32,3	40,7/28,7	50,1/20,8	64,9/18,3	73,8/16,7	75,1/15,1	73,9/13,9	73,0/13,8
Западно- и Восточно-Сибирский	6,4/7,1	8,8/6,2	14,3/6,0	29,7/8,4	35,3/8,0	38,8/7,8	35,8/6,8	35,5/6,6
Украина	47,1/52,2	73,4/51,7	126,1/52,3	190,9/53,8	214,5/48,6	240,6/48,3	237,4/44,8	221,1/41,3
Казахстан	1,4/1,6	5,8/4,1	19,9/8,3	29,2/8,2	37,2/8,4	40,3/8,1	40,0/7,5	47,1/8,8
Азербайджан	1,3/1,4	2,0/1,4	2,3/1,0	2,5/0,7	3,0/0,7	3,0/0,6	2,3/0,4	1,9/0,4

\* Добыча приведена с учетом разубоживания.

Добыча железных руд в СССР достигла максимальных значений в 1988 г. (548,8 млн т), после чего стала снижаться. В 1989 г. добыча сырой руды снизилась по сравнению с 1988 г. на 11 млн т, в 1990 г. - почти на 14,0 млн т. Наиболее значительное снижение добычи произошло на Украине, где тенденция к спаду производства началась еще в 1978 г.

В результате сокращения капитальных вложений, возрастания стоимости всех видов основного технологического оборудования (47% парка буровых шарошечных станков, 39% экскаваторного парка и другого оборудования требовали обновления) и его износа произошло выбытие мощностей по добыче руды. Так, только за 1980-1990 гг. по указанным причинам снизилась добыча (в млн т) на ГОКах: Коршуновском на 3,8; Новокриворожском на 7,1, Центральном на 2,8, Соколовско-Сарбайском на 4,1, по ПО "Кривбассруда" на 5,8 (табл. 27). Помимо указанных факторов, на снижение объемов добычи руды отрицательное влияние оказала общая социально-экономическая нестабильность, разрыв хозяйственных связей между предприятиями, снижение потребности в руде из-за частичных и даже полных простоев металлургических заводов в связи с отсутствием кокса и др.

Таблица 27

**Динамика добычи сырой железной руды  
на наиболее крупных горнодобывающих предприятиях СССР, млн т**

Республика, область, ГОК	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>РСФСР</b>							+
<i>Мурманская</i>							
Оленегорский	5,6	8,6	11,1	14,1	14,2	15,9	15,8
Ковдорский	-	5,8	7,0	9,5	14,0	16,3	16,4
<i>Карельская АССР</i>							
Костомукшский	-	-	-	-	-	19,0	23,6
<i>Курская</i>							
Михайловский	0,2	3,9	6,9	21,6	27,2	34,8	38,1
<i>Белгородская</i>							
Стойленский	-	-	1,1	4,0	4,6	11,5	15,7
Лебединский	-	-	-	14,7	33,1	36,4	43,7
Комбинат "КМАруда"	3,8	9,1	11,6	10,2	3,5	2,6	3,5
<i>Свердловская</i>							
Качканарский	-	9,0	22,5	35,1	40,1	43,2	45,1
<i>Челябинская</i>							
Бакальское РУ	4,5	5,5	4,9	5,1	4,7	5,1	4,6
<i>Иркутская</i>							
Коршуновский	-	1,9	13,1	16,1	17,7	13,8	13,9
<i>Кемеровская и Красноярский край</i>							
ПО "Сибруда"	6,9	9,3	16,6	19,2	21,0	22,0	21,7
<b>Украина</b>							
<i>Днепропетровская</i>							
Ново-Криворожский	8,3	10,5	16,0	20,1	30,5	22,6	23,4

1	2	3	4	5	6	7	8
Южный	11,4	24,7	33,5	32,6	33,9	34,7	35,6
Ингулецкий	-	7,7	26,2	31,6	34,8	34,9	35,2
Северный	-	14,6	31,7	34,9	41,4	45,4	42,5
Центральный	-	11,7	19,3	21,1	18,6	21,0	15,8
ПО "Кривбассруда" (включая РУ им.Кирова)	43,5	46,1	49,9	46,5	39,2	37,1	33,4
<i>Полтавская</i>							
Полтавский	-	-	6,2	16,4	31,5	32,4	29,1
<b>Казахстан</b>							
<i>Кустанайская</i>							
Соколовско-Сарбайский	4,5	17,3	26,1	30,2	31,4	29,3	27,3
Лисаковский	-	-	-	3,9	8,9	10,6	11,7

Ниже дана краткая характеристика развития добычи руды на наиболее крупных горно-обогатительных комбинатах.

*Оленегорский ГОК.* Строительство комбината по добыче железистых кварцитов было начато в 1949 г. по проекту, разработанному институтом "Гипроруда". Оленегорский ГОК был сдан в эксплуатацию в конце 1954 г. на первоначальную проектную мощность 2,7 млн т сырой руды в год. В течение 1955-1967 гг. было выполнено три проектных задания на расширение Оленегорского ГОКа с доведением его производственной мощности до 13,5 млн т сырой руды в год, а в 1976 г. - до 14,1 млн т. По состоянию на 01.01.1991 г. утвержденная производственная мощность Оленегорского ГОКа составила 17,1 млн т в год, фактическая добыча в 1990 г. составила 15,76 млн т.

*Ковдорский ГОК.* Строительство Ковдорского ГОКа на запасах одноименного месторождения апатит-магнетитовых руд производственной мощностью 2,8 млн т сырой руды в год было начато в 1961 г. по проекту института "Гипроруда". В 1962 г. карьер был сдан в эксплуатацию с производственной мощностью 3,0 млн т сырой руды в год. Проектные задания второй и третьей очереди Ковдорского ГОКа производственной мощностью 6,0 и 8,0 млн т сырой руды выполнены в 1956 и 1967 гг. В 1973 г. был выполнен проект четвертой очереди карьера производственной мощностью 16 млн т сырой руды в год, которая была достигнута в 1990 г., а добыча составила 16,39 млн т в год.

*Костомукишский ГОК.* Первая очередь Костомукишского ГОКа по добыче железистых кварцитов проектной мощностью по сырой руде 8,0 млн т в год введена в эксплуатацию в сентябре 1982 г., вторая и третья - в 1983 и 1984 гг. по добыче 8 млн т сырой руды в год каждая. В 1990 г. добыча сырой руды Костомукишским ГОКом составила 23,65 млн т.

*Лебединский ГОК.* Строительство комбината начато с двух карьеров в 1956 и 1964 гг. по проектам, разработанным институтами "Южгипроруда" и "Центрогипроруда", на отработку полигенных богатых железных руд Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений. Эксплуатация их начата в 1960 и 1969 гг. с проектной производительностью по руде 6 и 2 млн т в год.

В 1969 г. институтом "Центрогипроруда" разработан проект карьера на отработку железистых кварцитов проектной производительностью 30 млн т в год. В 1972 г. введена в эксплуатацию производственная мощность на 7,5 млн т железистых кварцитов и выполнено ТЭО на увеличение

производственной мощности Лебединского ГОКа до 46 млн т железистых кварцитов в год. На 01.01.1991 г. производственная мощность ГОКа, а с учетом выбытия мощностей по добыче богатых руд составила 43,7 млн т руды в год.

*Михайловский ГОК.* Проект строительства карьера производственной мощностью 4,5 млн т на отработку полигенных богатых руд Михайловского месторождения разработан институтом "Южгипроруда" в 1957 г. Добыча богатых руд начата в 1960 г. В 1963 г. институтом "Центрогипроруда" составлен проект реконструкции карьера с доведением его годовой производственной мощности по добыче богатых руд до 10 млн т. В 1966 г. институтом выполнен проект на разработку железистых кварцитов Михайловского месторождения карьером производственной мощностью 15 млн т, который введен в строй в 1974 г. Проект второй очереди Михайловского ГОКа с годовой производственной мощностью 30 млн т железистых кварцитов выполнен институтом Центрогипроруда в 1976 г. В 1990 г. фактическая производственная мощность Михайловского ГОКа с учетом выбытия мощностей по добыче богатых руд составила 38,1 млн т.

*Стойленский ГОК.* Строительство комбината по добыче полигенных богатых руд Стойленского месторождения начато в 1961 г. по проекту института "Центрогипроруда". В декабре 1968 г. введена в эксплуатацию первая очередь комбината производственной мощностью 2 млн т в год. В 1975 г. институтом "Центрогипроруда" выполнен проект строительства Стойленского ГОКа на базе существующего карьера производственной мощностью по богатой руде 5,0 млн т и железистых кварцитов 20,0 млн т в год. В феврале и декабре 1984 г. введены два пусковых комплекса по добыче 8 млн т железистых кварцитов. В 1990 г. на Стойленском ГОКе было добыто 3,56 млн т богатой руды и 12,09 млн т железистых кварцитов.

*Качканарский ГОК.* Проект на строительство Качканарского ГОКа на отработку запасов Главной залежи Гусевгорского месторождения титаномагнетитовых руд выполнен институтом "Уралгипроруда" в 1956 г. проектной мощностью 16,5 млн т в год. Строительство начато в мае 1957 г. В 1960 г. институтом выполнен проект расширения Качканарского ГОКа с доведением производственной мощности по добыче руды до 33 млн т за счет разработки запасов Западной залежи месторождения. В 1963 г. сдан в эксплуатацию карьер Главной залежи мощностью 16,5 млн т, а в 1968 г. вступила в строй первая очередь карьера Западной залежи, и к 1971 г. мощность по добыче руды составила 33 млн т. В том же году составлен проект дальнейшего развития комбината с увеличением его производственной мощности до 45 млн т в год. В 1975 г. мощность комбината доведена до 40 млн т. В 1990 г. фактическая производительность составила 45,07 млн т.

*Коршуновский ГОК.* Проект ГОКа на разработку запасов Коршуновского месторождения скарново-магнетитовых руд выполнен институтом "Гипроруда" в 1957 г., а в 1965 г. карьер сдан в эксплуатацию производственной мощностью 6 млн т сырой руды в год. В 1968 г. институтом "Гипроруда" составлен проект на увеличение производственной мощности карьера до 15 млн т руды в год, а в 1976 г. она доведена до 18,0 млн т сырой руды в год за счет вовлечения в отработку запасов Рудногорского месторождения. В 1990 г. фактическая производительность ГОКа составила 13,9 млн т.

*Соколовско-Сарбайский ГОК.* По первоначальному проекту, выполненному институтом "Гипроруда" в 1953 г., производственная мощность комбината по добыче скарново-магнетитовых руд предусматривалась 15 млн т сырой руды в год, в том числе 5 млн т за счет Соколовского и 10 млн т Сарбайского месторождений. Добыча руды на комбинате началась в 1956 г. В 1967 г. институтом "Гипроруда" выполнен проект расширения ГОКа с уве-



личением его производственной мощности к 1970 г. до 30 млн т сырой руды в год, в том числе на Сарбайском месторождении до 20 млн т, Соколовском - до 10 млн т. В северной части Соколовского месторождения построен подземный рудник проектной производительностью 5,5 млн т. В 1990 г. фактическая добыча составила 27,3 млн т, в том числе 2,0 млн т из подземного рудника.

*Южный (Криворожский) ГОК.* Строительство первой очереди комбината по добыче железистых кварцитов Скелеватского-Магнетитового месторождения проектной производительностью 9 млн т начато в 1952 г. по проекту института "Южгипроруда" и введен в эксплуатацию в конце 1955 г. За годы работы на комбинате выполнено пять проектов реконструкций технического перевооружения, в результате чего его мощность по добыче и переработке руды была увеличена в 4,1 раза и доведена до 37 млн т в год.

В 1965 г. при достижении карьером глубины 180 м значительно усложнились условия доставки горной массы железнодорожным транспортом из карьера и увеличилось расстояние ее перевозки. В связи с этим назрела необходимость реконструкции транспортной схемы с учетом дальнейшего понижения горных работ. Для транспортирования руды в этих условиях была принята комбинированная железнодорожно-конвейерная схема, что позволило институтам "Южгипроруда" и НИГРИ разработать проект реконструкции карьера и введения мощности 6 млн т сырой руды взамен выбывающей в период 1982-1989 гг. Добыча руды на ЮГОКе в 1990 г. составила 35,62 млн т.

*Северный (Криворожский) ГОК.* Проектное задание на строительство карьера на запасах Первомайского месторождения железистых кварцитов выполнено институтом "Южгипроруда" в 1954-1956 гг., на строительство карьера на Анновском месторождении - в 1961 г. Строительство карьера на отработку железистых кварцитов Первомайского месторождения мощностью 4,0 млн т в год начато в 1960 г., и в 1962 г. карьер сдан в эксплуатацию. К концу 1965 г. проектная производительность первой очереди комбината достигла 13,5 млн т, а в 1968 г. увеличилась до 17 млн т. Строительство карьера на базе железистых кварцитов Анновского месторождения проектной производительностью 3 млн т сырой руды начато в 1962 г. и закончено в 1968 г. В 1964 г. принято решение о его расширении с доведением проектной производительности до 13,5 млн т руды в год, который был сдан в эксплуатацию в 1972 г. В 1969 г. институтом "Южгипроруда" выполнено проектное задание на расширение комбината до 48,5 млн т сырой руды в год, в котором предусматривалось увеличение проектной производительности карьера Анновского месторождения с 13,5 до 18 млн т в год, Первомайского - до 30,5 млн т в год. В 1980 г. мощности карьеров Анновского и Первомайского месторождений достигли соответственно 18,0 и 30,5 млн т в год. Общая проектная мощность комбината по сырой руде в 1980 г. достигла 48,5 млн т. Добыча руды в 1990 г. составила 42,46 млн т.

*Центральный (Криворожский) ГОК.* Проект на строительство карьера № 1 Центрального ГОКа на запасах месторождения Большая Глееватка выполнен институтом "Кривбасспроект" в 1955 г. проектной производительностью 18 млн т в год, в том числе 9 млн т магнетитовых и 9 млн т окисленных кварцитов. Строительство карьера начато в 1957 г. и в том же году выполнен проект второй очереди карьера на разработку запасов Северного участка месторождения. В 1961 г. была сдана в эксплуатацию первая очередь карьера.

В 1966 г. институтом "Кривбасспроект" выполнен проект реконструкции комбината с увеличением его производственной мощности по сырой руде до 20 млн т за счет строительства карьера № 2 производственной мощностью 5,0 млн т окисленных кварцитов в год, который был введен в эксплуатацию в 1970 г. Была уточнена проектная мощность карьера № 1, ко-

торая составила 14 млн т по сырой руде, в том числе 10 млн т магнетитовых и 4 млн т окисленных кварцитов. Таким образом, общая производственная мощность комбината по сырой руде, с которой он работал до 1979 г. составила 19 млн т, в том числе 10 млн т магнетитовых и 9 млн т окисленных кварцитов.

В 1976-1990 гг. был разработан и утвержден технический проект расширения комбината за счет вовлечения в разработку железистых кварцитов Петровского месторождения (карьер № 3), что позволило увеличить проектную мощность комбината с 19 до 28 млн т (19 млн т магнетитовых и 9 млн т окисленных кварцитов). С 1980 г. в результате ухудшения горно-технических условий началось резкое снижение объемов добычи на карьере № 1. Для поддержания мощности комбината было начато строительство карьера № 4 проектной мощностью 4,5 млн т на отработку запасов Артемовского месторождения.

В связи с большими энергетическими затратами, низкой экономической эффективностью и экологически грязной технологией обжиг-магнитной сепарации добыча и переработка окисленных кварцитов на ЦГОКе к 1990 г. практически прекращена. В настоящее время на комбинате осуществляется реконструкция с целью обогащения окисленных кварцитов методом магнитной сепарации полиградиентными сепараторами.

*Ново-Криворожский ГОК.* Сырьевой базой Ново-Криворожского ГОКа являются запасы Ново-Криворожского месторождения магнетитовых и Валявкинского месторождения магнетитовых и окисленных кварцитов. Проект на разработку Северного участка Ново-Криворожского месторождения карьером № 1 проектной производительностью 9,0 млн т сырьевой руды в год был выполнен институтом "Южгипроруда" в 1954 г. Строительство комбината было начато в 1956 г., закончено в 1958 г., а в 1961 г. комбинат достиг проектной производительности. Высокая рентабельность и ритмичность работы комбината явились основанием для составления проекта реконструкции его с увеличением годовой производительности до 12,6 млн т сырой руды. Фактическая производственная мощность карьера в отдельные годы достигала 15-16 млн т. В связи с истощением запасов Северного участка месторождения в 1970-1974 гг. поочередно вводятся в эксплуатацию карьер № 2-бис на Западном участке Ново-Криворожского месторождения и карьер № 3 на Валявкинском месторождении с доведением мощности комбината по сырой руде до 30,0 млн т в год. Фактическая добыча сырой руды на НКГОКе в 1990 г. составила 23,4 млн т, кроме того 3,0 млн т окисленных кварцитов заскладировано в спецотвалах.

*Ингулецкий ГОК.* Проект на строительство Ингулецкого ГОКа выполнен институтом "Кривбасспроект" в 1960 г. Строительство карьера производственной мощностью 18 млн т магнетитовых кварцитов в год начато в 1962 г., а в 1966 г. карьер сдан в эксплуатацию. В 1969 г. производственная мощность комбината достигла 18 млн т, и институтом "Кривбасспроект" выполнен проект реконструкции комбината с увеличением его мощности по добыче и переработке железистых кварцитов до 30 млн т в год. В 1973 г. в связи с переутверждением запасов Ингулецкого месторождения и увеличением их за счет разведки северного продолжения месторождения (участок 12 П) институтом "Кривбасспроект" выполнен проект третьей очереди расширения Ингулецкого ГОКа до 35,0 млн т сырой руды в год, добыча которой в 1990 г. составила 35,23 млн т.

*Полтавский ГОК.* Проект на строительство Полтавского (Днепровского) ГОКа на отработку запасов Горишне-Плавнинского месторождения магнетитовых кварцитов выполнен институтом "Южгипроруда" в 1959 г. на производственную мощность 11,3 млн т сырой руды в год, а в 1960 г. выполнено дополнение к проектному заданию, предусматривающее увеличение произ-

водственной мощности карьера до 15,0 млн т руды в год. Строительство комбината начато в 1961 г., а в 1970 г. сдана в эксплуатацию его первая очередь. В 1971 г. выполнен технический проект расширения Полтавского ГОКа с доведением производственной мощности карьера до 34 млн т сырой руды в год. Фактическая производительность комбината в 1990 г. составила 29,11 млн т.

Из приведенной характеристики видно, что из 54 предприятий, добывших в 1990 г. 535,0 млн т сырой железной руды, 15 охарактеризованных выше наиболее крупных горно-обогачительных комбинатов обеспечили добычу 421,1 млн т (79%). Проектные мощности указанных предприятий по добыче сырой руды открытым способом освоены на 90%. Выбранная стратегия в развитии горнодобывающей отрасли по добыче железных руд, бедных по содержанию железа, залегающих на небольших глубинах и обеспечивающих производство товарных руд с содержанием железа 62-68%, позволила отечественному горно-рудному производству с 1958 г. выйти на первое место в мире по производству товарных железных руд, а с 70-х годов Российской Федерации превзойти уровень их производства в США.

#### 4.4. Особенности развития горно-рудного производства по добыче железных руд в 1955-1990 гг.

Горно-рудное производство в рассматриваемом периоде характеризуется преимущественным развитием открытого (карьерного) способа разработки месторождений, концентрацией железорудного производства и ухудшением в последние годы горно-геологических и горно-технических условий эксплуатации месторождений (табл. 28).

До 1955 г. в стране свыше 50% железных руд добывалось подземным способом, в основном на Украине в Криворожском бассейне (75,7%), где шахты, заложенные в начале нынешнего столетия, добывали богатые руды,

Таблица 28  
Добыча сырой железной руды открытым и подземным способами\*

Показатели	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Добыча железной руды, млн т/%:	90,3/100	141,9/100	241,0/100	355,1/100	441,6/100	497,6/100	529,7/100	535,0/100
В том числе:								
открытым способом	44,1/49,4	81,0/58,7	170,6/71,2	280,5/79,2	363,2/82,5	421,9/84,9	455,4/86,0	464,0/86,7
подземным способом	46,2/50,6	60,9/41,3	70,4/28,8	74,7/20,8	78,4/17,5	75,7/15,1	74,4/14,0	71,0/13,3
Удельный вес республик в открытой/подземной добыче железной руды, %:								
РСФСР	66,9/24,3	54,5/29,0	41,0/32,9	38,3/34,1	43,6/37,1	42,5/41,6	47,5/41,7	50,6/43,5
Украина	27,0/75,7	35,8/71,0	46,0/67,1	50,4/65,9	45,7/61,5	47,1/54,8	43,5/52,8	39,7/50,8
Казахстан	3,2/-	7,2/-	11,7/-	10,4/-	9,9/1,4	9,6/3,6	8,5/5,5	9,3/5,8
Азербайджан	2,9/-	2,5/-	1,3/-	0,9/-	0,8/-	0,7/-	0,5/-	0,4/-

\* Использованы материалы Государственного баланса запасов полезных ископаемых СССР. Железные руды. - Министерство геологии СССР. - М., 1956-1991 гг.

которые использовались в металлургическом переделе без обогащения. В 1990 г. удельный вес подземной добычи в стране снизился до 13,3%, а доля открытой добычи повысилась до 86,7%.

Рассматриваемый период характеризуется укрупнением мощностей добычных единиц (табл. 29). Так, средняя производительность карьеров с 1960 по 1990 г. возросла в 5,5 раза, шахт - в 2 раза, что привело к сокращению добычных единиц с 124 до 94 при общем росте добычи сырой руды со 141,9 млн т в 1960 г. до 535,0 млн т в 1990 г. Это стало возможным благодаря принятому направлению на реконструкцию и строительство новых шахт производительностью от 3 до 6,0 млн т и повышению доли карьеров производительностью свыше 10 млн т в год до 85%. Свыше 70% объема добычи железных руд осуществлялось на 12 карьерах мощностью более 15 млн т в год каждый и 17 шахтах мощностью более 2 млн т в год.

Таблица 29

Рост средней мощности добычных единиц горно-рудного производства

Показатели	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Количество добычных единиц:	124	104	100	100	100	95	94
карьеры	60	57	60	60	59	57	60
шахты	64	47	40	40	41	38	34
Средняя производительность добычной единицы, млн т/год:	1,1	2,3	3,5	4,4	5,0	5,6	5,7
карьера	1,4	3,0	4,5	6,1	6,9	7,9	7,7
шахты	1,0	1,5	1,8	1,9	1,8	2,0	2,0

Одной из главных особенностей развития горно-рудного производства описываемого периода является работа горно-добывающих предприятий в условиях постоянного снижения качества разведанных запасов и добываемых железных руд, которое с 1960 по 1990 г. снизилось на 11,6% (табл. 30), что, однако, не отразилось отрицательно на качестве товарных руд.

Принятый в качестве основного метод обогащения мокрой магнитной сепарации создал предпосылки для перехода оценки качества железных руд от железа растворимого (общего) к железу, связанному с магнетитом (извлекаемому). В 1965 г. впервые для магнетитовых железистых кварцитов Кривбасса были разработаны и экономически обоснованы кондиции для подсчета разведанных запасов с бортовым содержанием железа, связанного с магнетитом, 16%. В дальнейшем успехи в развитии техники и технологии обогащения магнетитовых кварцитов методом мокрой магнитной сепарации создали условия для снижения бортового содержания железа до 10% с одновременным повышением качества и извлечения железа в концентрат. Это привело к необходимости переоценки запасов месторождений Кривбасса, а затем и других районов страны, что позволило резко увеличить количество разведанных запасов, в первую очередь разрабатываемых месторождений, выполнить проекты реконструкции действующих ГОКов с целью увеличения их проектных мощностей и создания новых предприятий. Выполненные меры по снижению бортового содержания железа и переоценки запасов обеспечили также более полное и рациональное использование недр.

## Изменение средней массовой доли железа в сырой руде, %

Республика, область, ГОК	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
<b>В целом по СССР</b>	44,5	40,8	37,3	36,3	34,7	33,7	32,9
на открытых работах	41,0	37,9	34,6	34,2	33,0	32,3	31,8
на подземных работах	49,5	47,9	47,3	46,1	44,2	42,2	40,9
<b>РСФСР</b>							
<i>Мурманская</i>							
Оленегорский	31,1	31,4	31,6	30,8	30,5	29,9	28,5
Ковдорский	-	29,9	29,3	27,0	25,5	24,5	23,6
<i>Карельская АССР</i>							
Костомукшский	-	-	-	-	-	25,8	30,7
<i>Курская</i>							
Михайловский	52,7	57,0	57,1	47,2	43,6	43,0	42,4
<i>Белгородская</i>							
Стойленский	-	52,1	52,6	52,0	52,0	41,7	37,9
Лебединский	-	-	-	32,8	37,4	33,8	32,7
<i>Свердловская</i>							
Качканарский	-	17,2	16,4	15,9	16,0	15,8	15,8
<i>Иркутская</i>							
Коршуновский	-	31,9	29,7	28,6	27,6	27,6	28,8
<b>Украина</b>							
<i>Днепропетровская</i>							
Южный	37,1	35,8	35,4	35,6	35,3	35,0	34,5
Ново-Криворожский	34,6	33,1	32,3	34,5	34,7	33,4	33,4
Северный	-	35,2	34,6	35,0	34,1	34,9	34,9
Центральный	-	32,7	33,4	33,2	33,6	34,2	32,3
Ингулецкий	-	34,2	33,0	33,5	32,7	32,6	32,6
<i>Полтавская</i>							
Полтавский	-	-	33,2	34,8	31,6	30,8	30,6
<b>Казахстан</b>							
<i>Кустанайская</i>							
Соколовско-Сарбайский	58,6	47,6	41,0	40,2	39,6	37,1	37,3
Лисаковский	-	-	-	41,2	42,2	40,9	40,2
<b>Азербайджан</b>							
Азербайджанский	41,7	40,3	40,1	34,9	31,5	28,6	24,9

Важнейшим экономическим показателем работы горно-рудного производства является снижение или стабильность текущего коэффициента вскрыши в условиях постоянного роста объемов добычи железной руды. Благоприятно обстояли дела со снижением коэффициента вскрыши на Михайловском, Стойленском, Центральном-Криворожском, Полтавском и Соколовско-Сарбайском ГОКах (табл. 31). Стабилизировались величины текущих коэффициентов вскрыши на уровне ниже среднего по отрасли на

Текущий коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/т

Республика, область, ГОК	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
<b>В целом по СССР</b>	1,06	0,93	1,02	0,76	0,82	0,82
<b>РСФСР</b>						
<i>Мурманская</i>						
Оленегорский	0,44	0,51	0,67	0,54	0,91	1,29
Ковдорский	0,43	0,48	0,58	0,60	0,88	0,99
<i>Карельская АССР</i>						
Костомукшский	-	-	-	-	0,63	0,74
<i>Курская</i>						
Михайловский	3,5	2,55	1,64	1,16	1,07	0,70
<i>Белгородская</i>						
Стойленский	-	8,0	3,86	4,30	1,77	1,52
Лебединский	-	-	0,59	0,50	0,57	0,45
<i>Свердловская</i>						
Качканарский	0,07	0,16	0,25	0,16	0,17	0,19
<i>Иркутская</i>						
Коршуновский	1,33	0,77	0,89	0,90	1,12	1,25
<b>Украина</b>						
<i>Днепропетровская</i>						
Южный	0,43	0,42	0,39	0,30	0,49	0,30
Ново-Криворожский	0,53	0,31	1,33	0,53	0,55	0,80
Центральный	1,14	0,75	0,77	0,63	0,81	0,98
Северный	-	0,70	0,76	0,70	0,94	1,09
Ингулецкий	-	0,26	0,32	0,24	0,28	0,39
<i>Полтавская</i>						
Полтавский	-	1,23	0,97	0,56	0,76	0,68
<b>Казахстан</b>						
<i>Кустанайская</i>						
Соколовско-Сарбайский	2,86	2,20	2,20	2,00	1,96	1,58
Лисаковский	-	-	0,18	0,05	0,12	0,05
<b>Азербайджан</b>						
Азербайджанский	0,73	0,70	1,07	0,92	1,52	1,39

Костомукшском, Лебединском, Качканарском, Южно-Криворожском, Ингулецком ГОКах.

## Динамика углубления горных работ на карьерах и некоторых шахтах

Карьер, шахта	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
1	2	3	4	5	6	7
<i>Глубина карьера по замкнутому контуру, м</i>						
Оленегорский	36	99	130	195	195	260
Ковдорский	-	36	108	120	159	211
Костомукшский	-	-	-	-	80	140
Стойленский	-	130	150	165	200	230
Лебединский	-	-	200	225	265	282
Главный Качканарского ГОКа	30	33	40	90	90	108
Коршуновский	-	-	60	90	135	180
Соколовский	135	190	240	285	315	340
Сарбайский	140	197	240	290	320	360
Лисаковский	-	-	13	26	26	26
Северо-Восточный Азербайджанского ГОКа	-	-	-	228	255	265
Северо-Западный Азербайджанского ГОКа	-	-	-	220	230	230
Первомайский Северного ГОКа	-	-	200	220	228	243
Анновский Северного ГОКа	-	-	170	170	175	190
№ 1 Центрального ГОКа	130	145	232	270	280	287
№ 2 Центрального ГОКа	-	-	100	125	160	175
№ 1 Ново-Криворожского ГОКа	-	-	215	245	310	-
№ 2-бис Ново-Криворожского ГОКа	Нет свед.	173	89	150	156	193
№ 3 Ново-Криворожского ГОКа			137	220	223	238
Южный	Нет свед.	115	152	170	205	235
Ингулецкий	78	140	177	190	226	275
Полтавский	-	66	127	140	186	210
<i>Максимальная глубина разработки шахт, м</i>						
Им. Губкина "КМАруда"	305	312	320	325	325	325
Первомайская Богословского РУ	148	166	184	184	184	170
Сидеритовая Бакальского РУ	130	145	160	200	260	260
Магнетитовая Высокогорского РУ	280	365	450	520	580	685
Эксплуатационная Высокогорского РУ	350	410	470	470	530	593

1	2	3	4	5	6	7
Южная Гороблагодатского РУ	204	275	345	427	430	430
Таштагольского РУ	400	500	600	640	800	800
Шерегешского РУ	156	223	290	395	400	400
Казского РУ	70	140	210	330	500	520
Абаканского РУ	80	125	170	477	500	540
Южная РУ им. XX партсъезда	555	630	705	780	860	940
Им.Кирова	550	625	700	730	865	955
Им.Ленина	680	750	825	900	975	1125
Гвардейская	522	615	712	792	952	1270
Октябрьская	660	770	890	1115	1115	1265
Им.Валявко	213	248	283	353	353	353
Саксагань	300	470	630	710	800	800
Центральная Ингулецкого ГОКа	550	600	650	750	850	850
Эксплуатационная Запорожского железорудного комбината	-	-	480	480	580	640

Вместе с тем, на некоторых ГОКах (Оленегорском, Северо-Криворожском, Азербайджанском) текущие коэффициенты вскрыши возросли за период их работы к 1990 г. в 2-3 раза, что значительно ухудшило средний показатель и безусловно отрицательно повлияло на экономические показатели их работы и отрасли в целом. Это отчасти объясняется как горно-техническими условиями, в частности значительной углубкой карьеров (211-265 м), так и несвоевременной поставкой материалов, необходимого горно-транспортного оборудования, длительными сроками его освоения, слабой ремонтной базой, что повлекло за собой снижение готовых к выемке запасов и темпов роста добычи железорудного сырья.

На дальнейший рост добычи руды отрицательное влияние оказывало также постоянное ухудшение горно-геологических и горно-технических условий эксплуатации рудников как с открытым, так и с подземным способами разработки. Важнейшими из них являются: углубление горных работ (табл. 32), вызывающее увеличение объемов скальной горной массы (табл. 33), и транспортирования ее на открытых горных работах, ухудшение условий работы людей, обслуживания оборудования, проветривания карьеров, увеличения горного давления на подземных предприятиях.

В ближайшей перспективе средняя глубина 20 действующих железорудных карьеров, доля которых по объемам горной массы составит 80%, достигнет примерно 400 м, т.е. увеличится в 1,8 раза. Максимальная глубина



Доля скальной горной массы на открытых горных работах, %

Горно-обогатительный комбинат	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Оленегорский	89,1	92,1	96,3	96,6	94,0	94,9
Ковдорский	88,1	100,0	93,9	80,3	98,7	95,4
Костомукшский	-	-	-	-	83,9	93,8
Михайловский	8,1	12,0	21,8	26,9	32,5	40,8
Стойленский	-	3,4	9,1	12,2	10,5	28,3
Лебединский	-	-	72,5	55,6	53,4	56,5
Качканарский	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Коршуновский	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Соколовско-Сарбайский	20,4	42,8	35,3	50,0	74,5	90,0
Азербайджанский	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Северный	-	46,3	71,2	73,0	80,8	85,3
Центральный	84,0	62,3	87,6	89,0	82,5	68,2
Ново-Криворожский	85,1	94,8	66,5	80,1	74,0	78,9
Южный	83,7	89,9	95,5	97,0	94,2	52,5
Ингулецкий	-	87,8	72,2	90,0	82,0	74,6
Полтавский	-	28,4	80,8	73,0	68,5	84,5

карьером превысит 500 м; доля скальной горной массы возрастет до 90% и выше.

#### 4.5. Факторы, определяющие промышленную ценность месторождений

Промышленная ценность месторождений определяется многими факторами, которые могут быть условно объединены в три группы: социально-экономические, экономико-географические и горно-геологические [144].

**Социально-экономические факторы** предусматривают: значение полезного ископаемого и получаемого из него продукта для экономической независимости страны; степень обеспеченности страны данным видом полезного ископаемого; спрос на данный вид полезного ископаемого и его конкурентоспособность на мировом рынке.

Целесообразность освоения данного железорудного месторождения определяется перспективными планами развития металлургического производства с целью обеспечения потребности в металлоизделиях страны, отдельного региона или субъекта федерации. При этом должны быть учтены возможности замены металлоизделий другими видами конструкционных материалов, внедрение технологий производства металла высокого качества и снижение за счет этого металлоемкости создаваемых машин и механизмов, а также конкурентоспособность добываемого железорудного сырья на внутреннем и мировом рынках. Важным фактором является масштаб месторождения (количество разведанных запасов), способного обеспечить окупаемость капиталовложений и уровень получения прибыли.

**Экономико-географические факторы** представляют собой совокупность данных, характеризующих природные и экономические условия рай-

она месторождения: удаленность от заводов-потребителей, обжитость района, транспортные и энергетические условия, водный режим, наличие местной базы других полезных ископаемых и материалов, рельеф местности, климат и др.

Промышленная ценность месторождений железных руд в значительной степени определяется текущей и перспективной потребностью металлургической промышленности в железорудном сырье. Когда баланс железорудного сырья не является напряженным, экономико-географические факторы при оценке месторождения приобретают ведущее значение. Если же потребность в руде весьма значительна и не может быть удовлетворена за счет эксплуатации других месторождений, роль экономико-географических факторов освоения месторождений значительно снижается. Однако и в этих случаях они должны учитываться, поскольку существенно влияют на экономические показатели и сроки освоения месторождения. Условия и стоимость снабжения энергией, водой, лесом, оборудованием могут оказаться решающими факторами, когда в данных конкретных условиях это снабжение либо вовсе неосуществимо, либо связано с большими капитальными затратами или увеличением срока строительства. Месторождение, обладающее рудами с высоким содержанием железа, но расположенное в неблагоприятных транспортных и экономических условиях, может оказаться менее эффективным, чем месторождение с запасами руд с более низким содержанием железа, но расположенное в более благоприятных экономических условиях.

При географо-экономической оценке месторождений особенно важно учитывать следующие условия.

*Транспортные условия* района месторождения характеризуются расстоянием до существующей или намечаемой к сооружению железной дороги, наличием автомобильных дорог, возможностью использования водных путей и эксплуатации дорог в различные времена года.

Оценка транспортных условий производится с учетом взаиморасположения района месторождения и промышленно развитых районов, способных обеспечить строительство рудника необходимыми материалами и оборудованием. Следует также учитывать расположение месторождений по отношению к районам потребления: близкое расположение сократит объемы и сроки транспортных перевозок, ускорит оборачиваемость средств и т.д.

Особого внимания заслуживает вопрос удаленности месторождений от транспортных магистралей, главным образом железных дорог. Сооружение железных дорог требует значительных капитальных вложений, размер которых зависит не только от протяженности дороги, но и от рельефа местности, необходимости строительства мостов и других объектов. Кроме того, в случае сооружения железной дороги удлиняются сроки освоения месторождения.

Перевозка руды в больших количествах и на большие расстояния автотранспортом практически полностью исключается и поэтому при оценке транспортных условий может не учитываться.

*Энергетические условия* района месторождения оцениваются исходя из возможности получения электроэнергии для нужд строительства и эксплуатации рудника от внешней энергосистемы, что исключает необходимость строительства собственной электростанции, сокращает капитальные затраты и сроки строительства рудника. В случае необходимости сооружения при руднике собственной электростанции следует оценить ресурсы энергетических углей или жидкого топлива данного района.

*Климат и рельеф местности* оказывают существенное влияние на условия эксплуатации месторождения и строительства промышленного комплекса в его пределах. Для предприятий, расположенных в районах с суровым климатом (сильные морозы, ветры, бураны, ливни и т.п.), сокращается количество рабочих дней в году, увеличиваются простои, износ оборудования, расход денежных средств на транспорт и заработную плату трудящихся. Сложный рельеф местности вызывает необходимость дополнительных капитальных вложений. При сооружении предприятий в горной местности в ряде случаев требуется проведение специальных мероприятий по борьбе со снежными лавинами и камнепадами, ухудшаются условия работы транспорта и оборудования, расположенного вне помещений, увеличивается протяженность дорог и объемов планировочных работ и т.д.

*Водные ресурсы.* Наличие в районе рассматриваемого месторождения водных ресурсов для производственных и бытовых целей является обязательным условием оценки месторождения. Особенно большое значение водные ресурсы имеют в тех случаях, когда требуется применение мокрых способов обогащения руд.

*Освоенность района.* Экономические показатели и сроки освоения железорудного месторождения в значительной степени зависят от общей экономической освоенности района.

Наиболее существенное значение имеют степень развития промышленности в районе и возможность организации кооперированных связей нового рудника с другими предприятиями в части ремонтного и энергетического хозяйства, транспорта, водоснабжения и т.д. При освоении железорудных месторождений предъявляются большие требования к развитию в данном районе транспорта, лесного хозяйства, промышленности строительных материалов, сельского хозяйства и других отраслей. Поэтому оценка месторождений, установление очередности и темпов их развития увязываются с наличием соответствующих ресурсов и с общим планом экономического развития данного района, а также с планами развития в нем других отраслей.

При оценке месторождений необходимо учитывать влияние его эксплуатации на экономическое развитие района.

Задача приближения промышленности к источникам сырья может быть решена не только путем строительства предприятий вблизи рудников, но и путем поисков и выявления ресурсов в районах действующих предприятий. В некоторых районах России (Южный Урал, Западная Сибирь) металлургические заводы недостаточно обеспечены расположенными вблизи них сырьевыми ресурсами. Открытие и освоение здесь месторождений имеет большое экономическое значение и может оказаться более эффективным даже при относительно менее благоприятных технико-экономических показателях, чем освоение новых месторождений с более богатыми рудами, для переработки которых потребовалось бы строить специальные обогатительные фабрики и металлургические заводы.

**Горно-геологические факторы** представляют собой совокупность данных, определяющих масштабы горно-рудного предприятия, горно-технические условия разработки месторождения, а также технологическую схему переработки и получения товарной руды. Эта группа факторов включает важнейшие данные о месторождении: количество разведанных запасов железных руд, содержание в них полезных и вредных компонентов, морфологию и условия залегания рудных тел, технологические свойства минерального сырья и инженерно-геологические условия эксплуатации месторождения.

*Количество разведанных запасов железных руд* является важнейшим показателем, определяющим промышленную ценность месторождения и влияющим на величину производительности рудника, от которого в свою очередь зависят сроки его эксплуатации, удельные капитальные затраты и себестоимость добычи руды. Важным показателем при оценке месторождения является наличие в районе месторождения прогнозных ресурсов, за счет которых возможно в будущем продление сроков эксплуатации рудника.

*Качество железных руд* определяется совокупностью химических, физических и технических свойств, обеспечивающих возможность их промышленного использования. Качественная характеристика железной руды зависит прежде всего от содержания в ней железа и других полезных компонентов, а также от ее физических и ряда специфических свойств. Содержание железа в сырой руде оказывает большое влияние на себестоимость концентрата. При прочих равных условиях себестоимость концентрата будет меньше во столько раз, во сколько раз больше будет извлечено железа из одной тонны руды. Достоверное определение среднего содержания металла имеет исключительно важное значение для правильной оценки большинства рудных месторождений. Ошибка в подсчете запасов руды имеет гораздо меньшее значение по сравнению с ошибкой в определении содержания металла, так как вследствие неправильного определения запасов скажется только после отработки всех запасов и выразится лишь в сокращении срока эксплуатации месторождения, а ошибка в определении содержания металла отразится на результатах эксплуатации с первого дня. Чем беднее руда, тем большее значение имеет правильное определение содержания железа.

Оценка месторождения должна предусматривать комплексное использование сырья, а также извлечение всех содержащихся в руде компонентов, если это извлечение является рентабельным. Для месторождений железа важным вопросом определения качества руды является наличие и содержание вредных примесей, а также поведение их в процессе переработки руды.

Химический состав железных руд, применяемых в доменном процессе, оказывает влияние на показатели доменной плавки, сталеплавильного передела полученных чугунов, на свойства стали или чугуна, если последний непосредственно применяется для изготовления изделий. В соответствии с этим все компоненты химического состава железных руд можно разделить на железо, вредные и полезные примеси, шлакообразующие компоненты.

Новые способы металлургического передела (так называемая бескоксовая или внедоменная металлургия и порошковая металлургия) требуют использования более качественных руд. В связи с этим принципиально важное значение имеют чистота и отсутствие вредных изоморфных примесей в главных рудных минералах - магнетите и гематите [101,102].

Оценка качества железных руд основана на химическом, минералогическом и техническом опробовании. Требования промышленности к изученности качества полезных ископаемых не ограничиваются только оценками средних содержаний полезных и вредных компонентов на разведанном объекте, а включают в себя сведения, позволяющие судить о пространственном размещении участков с различными их содержаниями, а также о характеристике пространственной изменчивости содержаний в контурах оцениваемых месторождений.

*Морфология и условия залегания рудных тел* в значительной степени определяют возможность и экономическую целесообразность разработки месторождения, выбор системы разработки и необходимого горно-технологического оборудования и включают изучение следующих основных факторов: размеры и морфологические особенности, строение и условия залегания рудных тел;

продуктивность месторождения и его отдельных участков.

Морфология рудных тел определяется их размерами, формой, выдержанностью по падению и простиранию, степенью прерывистости и насыщенностью безрудными пропластками. Наибольшую промышленную ценность представляют рудные тела большой мощности, выдержанные по падению и простиранию.

Условия залегания рудных тел определяются углами их падения, глубинами залегания кровли пласта от поверхности и глубиной распространения, что предопределяет способы их разработки (открытый, подземный, комбинированный или нетрадиционный) и технико-экономические показатели будущего предприятия.

*Технологические свойства железных руд*, определяющие возможность и экономическую целесообразность их переработки, зависят от совокупности качественных показателей, из которых кроме содержания компонентов первостепенное значение имеют:

минеральный состав сырья, распределение полезных компонентов и вредных примесей по отдельным минералам, формы и размеры зерен железосодержащих минералов, характер их сростаний друг с другом и с породообразующими минералами, текстуры и структуры минеральных агрегатов;

физико-механические свойства минерального сырья и слагающих его полезных минералов;

химический и минеральный состав вмещающих пород.

Минеральный состав железной руды имеет весьма важное оценочное значение, так как решающим образом влияет на технологию подготовки руды к металлургическому переделу.

Из большого количества железосодержащих минералов промышленностью в настоящее время используются магнетит, мартит, гетит, гидрогетит (лимонит), сидерит, магномагнетит, титаномагнетит.

Крупность зерен рудообразующих минералов, тонкость сростания рудных и нерудных зерен и текстура руды также оказывают серьезное влияние на технологическую схему ее подготовки к металлургическому переделу, обуславливая необходимую тонкость измельчения перед обогащением, а иногда и применение того или иного способа обогащения. Чем мельче зерна рудных минералов и тоньше сростания их с нерудными, тем требуется большая степень измельчения руды для раскрытия рудных зерен и отделения их от нерудных, что повышает стоимость процесса рудоподготовки.

Железные руды в большинстве своем являются комплексными и кроме железа часто содержат целый ряд сопутствующих компонентов (медь, цинк, свинец, никель, кобальт, германий, бор, титан, ванадий, золото, платина и др.), извлечение и использование которых улучшает технико-экономические показатели работы предприятия по добыче железных руд.

Определение технической возможности и экономической эффективности извлечения сопутствующих полезных компонентов из железных руд требует выполнения значительного объема работ по исследованию обогатимости руды, установлению кондиций, а также составлению технико-экономических обоснований.

Научно обоснованным способом оценки технологических свойств железных руд, получившим широкое применение в последнее десятилетие, является геолого-технологическое картирование, обеспечивающее не только возможность оценки средних содержаний полезных и вредных компонентов в разведанных запасах, но и позволяет составить технологические карты с выделением их пространственного размещения, технологических типов и сортов руд.

*Инженерно-геологические условия обработки месторождения* включают:

гидрогеологические условия месторождений;

инженерно-геологические свойства полезного ископаемого и вмещающих их пород (трещиноватость, твердость, крепость, буримость, абразивность, кусковатость, влажность и др.);

факторы, осложняющие ведение эксплуатационных работ (наличие карстов, склонность пород к оплыванию в увлажненном состоянии и др.) и требующие проведения специальных мероприятий.

Гидрогеологические условия месторождений характеризуются степенью обводненности рудовмещающих пород, режимом подземных и поверхностных вод, фильтрационными свойствами пород и руд и другими показателями. Степень обводненности оказывает существенное влияние на оценку месторождения. При разработке месторождений подземным способом с повышением обводненности ухудшаются условия работы, увеличиваются затраты на водоотлив и соответственно повышается себестоимость добычи руды. При открытым способом разработки месторождений повышенная обводненность ухудшает устойчивость бортов карьера, сложенных рыхлыми породами. В связи с этим возникает необходимость в уменьшении угла откоса бортов карьера, что приводит к увеличению объема вскрышных пород, повышению себестоимости добычи железной руды и капитальных затрат на освоение месторождения.

Гидрогеологические условия железорудных месторождений бывают весьма различны - от весьма благоприятных до неблагоприятных. Первые характерны для рудных тел, залегающих выше уровня грунтовых вод, или в случае весьма незначительных дебитов подземных вод - месторождения з.Магнитной, Высокогорское, Бакальское, Гороблагодатское и др. Другие месторождения (КМА, Соколовское, Сарбайское, Качарское и др.) залегают под мощной толщей (100-550 м) сильно обводненных рыхлых отложений, и для их разработки требуется проведение специальных дорогостоящих мероприятий по водопонижению и осушению. Кроме того, при их открытой разработке необходимо создание очень пологих углов откоса бортов карьеров вследствие малой устойчивости рыхлых пород, особенно в условиях обводненности. При подземной разработке для проходки стволов шахт необходимо замораживание пород (Южно-Белозерское месторождение на Украине). Все это вызывает резкое увеличение капитальных затрат и эксплуатационных расходов, сильно повышающих себестоимость сырой руды. Поэтому вопросы гидрогеологии и инженерной геологии при разведке железорудных месторождений должны быть освещены так, чтобы можно было (хотя и приближенно) решить вопрос о необходимых осушительных мероприятиях и оценить возможное влияние их на себестоимость добытой руды с учетом экологического ущерба окружающей среде.

При рассмотрении инженерно-геологических условий месторождения учитывается степень устойчивости пород в подземных горных выработках или откосах карьеров, а также пород кровли. Особенно важно учитывать

изменения устойчивости вмещающих пород и руды при их увлажнении, так как в водонасыщенном состоянии у многих слабосцементированных пород наблюдается резкое ухудшение их устойчивости.

Совокупным влиянием перечисленных условий определяются способы вскрытия и системы разработки месторождений, себестоимость добычи железорудного сырья и полезных компонентов, вероятные потери и разубоживание руд и другие экономические показатели горно-добычных работ.

Перечисленные выше многочисленные факторы в их совокупности определяют промышленное значение месторождения при современном уровне техники и на данном этапе развития экономики. В каждом конкретном случае значение отдельных факторов для оценки месторождений будет неодинаковым. Поэтому при геолого-экономической оценке определенного месторождения необходимо выделить главнейшие из них и отразить их влияние на промышленное значение месторождения посредством соответствующих показателей.

В условиях рыночной экономики главнейшим критерием, определяющим промышленную ценность месторождения, является прибыль, которая будет получена при его разработке.

## **4.6. Технология добычи железорудного сырья**

### **4.6.1. Выбор способа разработки и производительности рудника**

**Способ разработки месторождения** находится в прямой зависимости от условий залегания рудных тел (крутопадающие, полого- или горизонтально залегающие), их мощности, глубины залегания, а также масштабов месторождения [72].

Рудные тела, выходящие на дневную поверхность или залегающие на сравнительно небольшой глубине, как правило, разрабатываются открытым способом. При значительной глубине залегания применяется подземный способ. В случае распространения рудных тел от малых до очень больших глубин применяется комбинированный (открытый и подземный) способ отработки.

В связи с интенсивным развитием горной техники, применяемой на открытых работах, понятие "значительной глубины" изменяется из года в год. В настоящее время при выборе способа разработки для крупных месторождений, залегающих на больших глубинах, часто отдают предпочтение открытым работам. В некоторых проектах принята глубина разработки открытым способом до 500-700 м. Выбрать наиболее эффективный способ разработки месторождения бывает трудно, в таких случаях составляется проект рудника в двух вариантах: с открытым и подземным способами разработки. Окончательный способ разработки выбирается на основе сравнения технико-экономических показателей. В качестве примера можно привести Качарское месторождение, где магнетитовые руды залегают под толщей пустых пород мощностью около 170 м. Принят к осуществлению вариант открытых работ.

Одним из важнейших показателей, определяющих выбор способа разработки, является коэффициент вскрыши. В горной практике для предварительной оценки месторождений используют:

экономически допустимый коэффициент вскрыши, представляющий собой количество пустой породы, приходящейся на единицу добытой руды и определяющий предельно допустимую (экономически целесообразную) глубину открытых работ;

средний коэффициент вскрыши, представляющий собой отношение всего количества пустой породы, подлежащего извлечению из карьера, к общему количеству промышленных запасов руды в этом карьере.

Экономически допустимый коэффициент вскрыши ( $K$ ), при котором себестоимость добычи руды открытым способом равна себестоимости добычи подземным способом, определяется из выражения:

$$K = \frac{C_{\text{п}} - C_{\text{о}}}{C_{\text{в}}},$$

где  $C_{\text{п}}$ ,  $C_{\text{о}}$  - себестоимость добычи 1 м<sup>3</sup> руды подземным и открытым (без стоимости вскрыши) способами;  $C_{\text{в}}$  - затраты на 1 м<sup>3</sup> вскрышных пород.

При дальнейшем углублении открытых работ количество пустой породы, извлекаемой на единицу добытой руды, будет больше, и тогда себестоимость одной тонны руды будет выше, чем при подземных. Это значение коэффициента вскрыши используется для определения рентабельности применения открытого способа разработки и для установления границы между открытыми и подземными работами на месторождениях, уходящих на значительную глубину.

Комбинированный способ разработки месторождений с мощными крутопадающими рудными телами предусматривает последовательную или одновременную добычу полезных ископаемых открытыми и подземными горными работами. В последнее время наметилась тенденция к изысканию принципиально новых технологических схем ведения горных работ, при которых достигается полное совмещение в пределах одного выемочного поля открытых и подземных работ в условиях доработки подкарьерных и прибортовых запасов, а также при повторной разработке временно оставленных запасов руд с внутрикарьерным размещением пород вскрыши.

**Годовая производительность горного предприятия** является одним из важнейших параметров разработки месторождения. От нее зависит величина выпускаемой товарной железной руды и степень удовлетворения ею потребности страны, отдельного региона или субъекта федерации. Годовая производительность рудника определяет срок эксплуатации месторождения, капиталовложения для его освоения, уровень эксплуатационных расходов, величину ежегодной прибыли и другие показатели разработки месторождения.

Для установления производительности горного предприятия основное значение имеют:

- запасы месторождения и качество железных руд;
- горно-технические условия добычи руды, сроки освоения и разработки данного объекта;
- степень разведанности месторождения и геологические перспективы увеличения его запасов.

При освоении железорудных месторождений с очень значительными запасами, максимальная годовая производительность определяется с учетом потребности в данном виде сырья по формуле

$$A_{\text{max}} = VS\gamma \frac{K_{\text{u}}}{K_{\text{k}}},$$

где  $V$  - годовое понижение очистной выемки по вертикали в среднем по всей рудной площади месторождения, м/год;  $S$  - рудная площадь место-



рождения,  $m^2$ ;  $\gamma$  - объемная масса руды,  $t/m^3$ ;  $K_{\text{ц}}$  - коэффициент извлечения руды из месторождения;  $K_{\text{к}}$  - коэффициент изменения качества руды,  $K_{\text{к}} = I-P$  ( $P$  - коэффициент разубоживания при добыче).

Основным фактором, определяющим производительность карьера, является площадь рудной залежи и возможное (по горным условиям) годовое углубление горных работ. При современном уровне техники и существующих методах производства открытых горных работ, величину годового углубления (понижения) горных работ следует принимать 5-15 м (в среднем 10 м).

Определенную по формуле годовую производительность карьера необходимо проверить по экономически целесообразному сроку существования предприятия. В железорудной промышленности таким сроком службы предприятия с учетом времени их развития и затухания добычи следует считать 20-25 лет, для крупных горно-обогатительных комбинатов - не менее 40 лет. Срок существования предприятия менее 15-20 лет следует допускать только при крайне ограниченных запасах руды, небольших масштабах добычи, отсутствии на карьере обогатительной фабрики, так как с уменьшением срока службы карьера увеличиваются амортизационные отчисления на тонну добытой руды. Все приведенные выше рассуждения справедливы для наклонных и крутопадающих залежей.

Для месторождений, представленных горизонтально залегающими или пологопадающими залежами (например, Лисаковское, Аятское и др.), производительность карьера должна определяться только запасами и нормальным амортизационным сроком службы предприятия.

При подземных работах величина понижения горных работ зависит от угла падения залежей и горизонтальной их мощности. В зависимости от этих параметров в железорудной промышленности годовое понижение принимают 10-20 м (в среднем 15 м). Срок существования предприятия (при проверке по нему производительности) принимается таким же, как и для открытых работ.

На рудных залежах, падающих под углом менее  $30^\circ$ , годовая производительность рудника определяется только запасами и экономически целесообразным сроком его существования. Месторождения, имеющие большие горизонтальные размеры, следует разделять на шахтные поля. При этом технико-экономические показатели определяются не по суммарной производительности рудника в целом, а отдельно для каждого шахтного поля.

#### ***4.6.2. Открытые горные работы***

Современная техника и технология добычи железных руд позволяет вести открытые горные работы на больших глубинах (табл. 34). Однако в практике их применения при разработке мощных крутопадающих рудных тел возник ряд серьезных проблем.

На подавляющем большинстве глубоких карьеров горные работы достигли уже таких глубин, при которых резко увеличиваются объемы вскрышных пород, расстояния их транспортирования, возрастает себестоимость добычи. В среднем по карьерам на каждые 100 м понижения горных работ себестоимость выемки  $1 \text{ м}^3$  горной массы возрастает на 40-80 к. (в ценах 1990 г.). Особенно это характерно для карьеров, где горные работы ведутся на глубинах 200-250 м.

Среднесписочный парк буровых станков, шт.

Буровые станки	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Шарошечные	1,0	101,2	240,8	364,4	391,4	440,6	426,1
2СБШ-200	-	-	79,7	84,7	64,4	47,2	32,7
СБШ-250	-	-	159,9	275,1	317,8	388,4	379,9
СБШ-320	-	-	1,2	4,6	9,2	5,0	1,0
СБШ-250 МНР	-	-	-	-	-	-	12,5
Шнековые	5,0	8,0	15,0	18,5	20,5	17,7	7,0
Огневые	1,5	24,2	30,1	19,7	7,7	6,5	12,7
Ударно-канатные	433,6	537,1	105,8	13,0	2,6	-	-
Ударно-вращательные	7,7	22,0	22,7	6,0	6,2	-	-
Всего	448,8	692,5	414,4	421,6	428,4	464,8	445,8

Вскрытие крупных карьеров осуществляется системами открытых траншей внешнего и комбинированного заложения. С целью повышения эффективности ведения горных работ для вскрытия месторождений используют подземные выработки (особенно в гористой местности). В равнинной местности подземные выработки позволяют ввести на глубокие горизонты новый вид транспорта без остановки действующих коммуникаций. Использование подземных выработок на карьерах для транспортировки горной массы позволяет освободить борта карьеров от стационарных транспортных сооружений, сократить до минимума расстояние транспортирования горной массы от забоя до перегрузочного пункта, создать благоприятные условия для сборочного и магистрального транспорта. В случае применения капитальных рудоспусков совмещается процесс перемещения горной массы с ее резервированием. Подземные транспортные выработки на нижних горизонтах карьера можно использовать для подземной доработки запасов месторождения. Необходимость комплексного подхода к освоению всех запасов месторождения возникает также и в связи с тем, что вопрос о времени перехода от открытого способа разработки к подземному необходимо увязывать не с достижением карьером предельной глубины его разработки, а с выбытием мощностей открытых работ.

Основными производственными процессами открытых горных работ являются бурение взрывных скважин, их зарядание и взрывание, погрузка горной массы и ее транспортирование на фабрику (руда) или в отвал (порода).

**Бурение взрывных скважин** на железорудных карьерах характеризуется постоянным увеличением мощности бурового оборудования (см. табл. 34) и осуществляется в основном станками СБШ-250 МН, удельный вес которых в общем списочном парке возрос с 33% в 1970 г. до 85% в 1990 г. На долю менее мощных станков (2СБШ-200 и др.) приходится около 5% объема бурения. Недостатки шарошечного способа бурения (низкая стойкость долот и малая скорость бурения в крепких и весьма крепких породах) привели к созданию и освоению более эффективных способов бурения взрывных скважин, в частности, огневого бурения и расширения скважин ударно-шарошечного бурового инструмента.

На Западном и Главном карьерах Качканарского ГОКа в 1990 г. проводились испытания разработанного ИГД (г.Свердловск) экспериментального образца ударно-шарошечного бурового инструмента на базе серийных станков СБШ-250, снижающего энергоемкость бурения в 1,5 раза. Определенным достижением в 1990 г. следует считать создание специализированного бурового станка СБШ-190/250-60 для бурения скважин глубиной до 60 м, диаметром 216 и 245 мм под углами наклона к вертикали 0, 15 и 30° при заоткоске бортов карьеров, испытанного на ССГОКе. Один такой станок позволяет обуривать сдвоенные и строенные уступы путем бурения наклонных скважин под углом 30°.

Для заоткоски бортов карьеров, а в ряде случаев и бурения технологических взрывных скважин в карьерах большой глубины более целесообразны легкие станки пневмоударного (и гидравлического) бурения, широко применяемые за рубежом. Однако у нас в стране серийное производство таких станков еще не налажено.

В качестве бурового оборудования на железорудных карьерах за рубежом широко применяются буровые установки фирм "Бьюсайрус-Эри" и "Гарднер-Денвер" (США), которые обеспечивают бурение взрывных скважин диаметром 229-444 мм. Наиболее распространенным диаметром скважин для предприятий, осуществляющих добычу полезных ископаемых в крупных масштабах, является 310 мм, хотя на ряде карьеров для бурения скважин применяют долота большего диаметра. Буровые станки оснащаются бортовыми компьютерами, которые облегчают работу по бурению взрывных скважин, обеспечивая заранее запрограммированный порядок выполнения необходимых операций. Внедрение автоматизированных систем управления процессами бурения на таконитовом руднике "Хиббинг" фирмы "Бетлихем Стил" (США) позволило повысить производительность буровых работ при обурировании массива горных пород и руды с 3608 до 4268 т/ч. Скорость бурения скважин возросла с 8,23 до 9 м/ч. Общие затраты на осуществление проекта составили 110 тыс.дол.

**Взрывные работы** из-за удорожания взрывчатых веществ (ВВ) и дефицита тротила в последние годы были крайне осложнены. В связи с этим перспективным является освоение технологии изготовления бестротилового и малотротилсодержащих ВВ различных типов непосредственно на горных предприятиях - эмульсионных, сухих, горячельющихся, гелеобразных и др. В отличие от других стран с развитой добывающей промышленностью эти типы ВВ у нас используются недостаточно. Изготавливаемые на Лебединском и Оленегорском ГОКах горячельющиеся ВВ широкого применения не нашли из-за недостатков в технологии изготовления и применения. На Качканарском ГОКе в 1991 г. испытана технология приготовления водоустойчивых гелеобразных малотротилсодержащих (до 20%) ВВ непосредственно в карьере на взрываемом блоке.

Анализ зарубежных достижений и опыта работы рудных карьеров показывает, что в области разрушения пород взрывом продолжают происходить качественные изменения, направленные на повышение эффективности и безопасности ведения взрывных работ. Массовое распространение получают ВВ, состоящие из смесей АС-ДТ и эмульсий. Возможность изменения содержания компонентов ВВ в процессе их приготовления и заряжания позволяет получить универсальное ВВ с широким диапазоном изменения характеристик в зависимости от конкретных горно-геологических условий. Смесей АС-ДТ с эмульсиями находят все большее применение на карьерах, вытесняя ранее широко применявшиеся ВВ "сларри" для взрывания крепких и обводненных массивов.

Особое внимание ведущими зарубежными фирмами уделяется повышению степени использования энергии взрыва и снижению его сейсмического действия.

**Погрузка основной массы руд и скальных пород на карьерах** осуществляется экскаваторами типа "механическая лопата", а выемка рыхлых пород из массива и погрузка их в средства транспорта или в отвалы - экскаваторами роторными, шагающими и типа "механическая лопата" (табл. 35).

Важнейшими тенденциями совершенствования выемочно-погрузочного оборудования являлись:

применение более мощных экскаваторов с емкостью ковша 8-15 м<sup>3</sup>, а также сокращение машин с емкостью ковша до 6 м<sup>3</sup>;

использование экскаваторов с удлиненным рабочим оборудованием, обеспечивающим безопасную погрузку горной массы в уступах высотой до 15-20 м (экскаваторы ЭКГ-6, ЗУС);

применение более мощных бульдозеров для работ по подготовке и зачистке экскаваторных забоев.

Средняя вместимость ковша среднесписочного экскаватора увеличилась с 1975 по 1990 г. (в м<sup>3</sup>) в забоях с 5,4 до 7,2, на отвалах с 5,7 до 7,3 и на перегрузках с 6,7 (1980 г.) до 7,5. Вместе с тем из-за прекращения централизованного финансирования в 1985-1990 гг. разработанная техническая документация на изготовление специальных экскаваторов большой мощности с удлиненным рабочим оборудованием (ЭКГ-10-12УС и ЭКГ-16УС) не была реализована.

На зарубежных карьерах в качестве погрузочного оборудования все более широкое применение находят гидравлические экскаваторы, которые имеют меньшие размеры и характеризуются вдвое меньшей массой, чем экскаваторы с канатным приводом рабочего оборудования при той же вместимости ковша. Все это обуславливает большие различия в начальных капитальных вложениях, транспортных и эксплуатационных расходах. Производительность гидравлических экскаваторов и типа "механическая лопата" с канатным приводом рабочего оборудования при ковшах одинаковой вместимости приблизительно одинаковы. Поскольку масса гидравлического экскаватора в два раза меньше, то издержки производства будут сокращены.

За рубежом продолжают работы по созданию более мощных гидравлических экскаваторов. Так, имеются сведения, что фирмой "Харнишфегер" (США) изготавливаются гидравлические экскаваторы рабочей массой 204 т с ковшом вместимостью 11,5 м<sup>3</sup> с дизельным двигателем. Фирмой "Оренштейн унд Коппель" (ФРГ) разработан гидравлический экскаватор модели РН-200 с ковшом вместимостью 20 м<sup>3</sup>, предназначенный для загрузки автосамосвалов грузоподъемностью 150-200 т.

**Транспортирование горной массы** на открытых работах в основном осуществляется автотранспортом (табл. 36).

Таблица 35  
Среднесписочный парк экскаваторов, шт.

Тип экскаваторов	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
ЭКГ-15	-	-	-	3,7
ЭКГ-12,5; ЭКГ-10	-	-	2,0	25,2
ЭКГ-8И, ЭКГ-8	146,7	328,5	451,2	525,3
ЭКГ-4,6; ЭКГ-5А	298,3	331,1	313,5	205,0
ЭКГ-6,3УС	6,7	28,3	35,8	40,5
ЭКГ-4,0	-	33,1	35,7	10,6
С ковшом 4 м <sup>3</sup> и менее	62,6	65,2	-	-
Драглайны	14,9	26,9	33,9	41,3
Роторные комплексы	-	6,0	5,0	5,0

Способы перемещения добытой горной массы, млн м<sup>3</sup>/млн т

Вид транспорта	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Железнодорожный	126,8/314,8	165,6/418,0	200,7/497,4	187,7/482,8	174,8/437,2	165,7/426,8
В том числе:						
электровозный	98,9/243,7	135,4/343,4	144,1/364,5	130,1/350,4	132,4/335,8	125,2/330,4
тепловозный	21,1/53,4	25,3/62,6	56,6/133,0	57,6/132,4	42,4/101,4	40,5/96,4
Автомобильный	93,0/234,0	155,3/428,7	222,9/640,6	227,0/652,3	322,2/930,3	319,6/943,7
Конвейерный	6,6/13,0	7,3/14,3	23,3/44,9	18,7/35,8	22,4/44,1	16,6/31,1
Гидравлический	1,8/3,4	16,2/29,0	22,3/43,2	10,2/19,6	12,2/22,5	10,1/19,3
Прочий	2,6/4,7	1,5/2,8	2,7/4,9	3,1/5,5	2,5/4,9	0,7/1,3
Всего по отрасли	240,9/594,0	351,1/902,4	471,8/1231,0	446,8/1196,1	534,1/1439,1	512,8/1422,0

В области автомобильного транспорта главными направлениями технического прогресса являлись повышение грузоподъемности карьерных автосамосвалов, а также разработка и освоение на карьерах автоматизированных систем управления автотранспортом, совершенствование средств механизации его ремонта и технического обслуживания.

Средняя грузоподъемность автосамосвала на железорудных карьерах возросла с 38 т в 1980 г. до 79 т в 1990 г. за счет снижения удельного веса в общем парке автосамосвалов грузоподъемностью до 75 т и соответствующего повышения доли машин грузоподъемностью 110-120 т (табл. 37), на которые в последние годы приходится 3/4 всего объема горной массы, перевозимой автотранспортом. Правда, в последние годы БелАЗ модернизировал автосамосвалы малой грузоподъемности (27 и 40 т), существенно улучшил их тяго-динамические характеристики и несколько повысил (до 30 и 42 т) их грузоподъемность. Это создало возможность более широкого и эффективного их применения на карьерах небольшой производительности.

В 1985-1990 гг. по межотраслевым программам продолжались также работы по созданию экологически чистого автотранспорта - дизель-троллейвозного, в частности, дизель-троллейвоза грузоподъемностью 120 т.

В Первомайском карьере СевГОКа в 1989-1990 гг. проводились эксплуатационные испытания автосамосвала САТ-789 грузоподъемностью 170 т с гидромеханической трансмиссией (фирма "Катерпиллер" США). Испыта-

Таблица 37

## Среднесписочный парк автосамосвалов, шт.

Марка самосвала	Грузоподъемность, т	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
БелАЗ-549	75	-	-	110,2	393,4	100,1
БелАЗ-548 и БелАЗ - 7523	40 и 42	127,0	735,0	1843,6	1338,2	579,8
БелАЗ-5406 и БелАЗ - 7522	27 и 30	1861,3	2016,2	759,4	88,0	40,7
НД-1200	120	-	-	-	269,0	228,0
БелАЗ-7519	110	-	-	-	123,2	505,3
БелАЗ-75122	120	-	-	-	-	2
Всего		1988,3	2751,2	2713,2	2211,8	1456,4

ния показали более высокие технико-экономические показатели этой машины по сравнению с автосамосвалами БелАЗ-7519 (110 т), НД-1200 (120 т) и НД-1600 (160 т), однако есть существенные претензии по надежности работы отдельных деталей и узлов автосамосвала. На этом же карьере прошел испытания мощный бульдозерно-рыхлительный агрегат Д-11 фирмы "Катерпиллер", аналогов которому по техническим и конструктивным параметрам в нашей стране не имеется. Испытания показали положительные результаты: бульдозер-рыхлитель может успешно использоваться в качестве основного и вспомогательного оборудования на крупных отечественных железорудных предприятиях.

На горно-рудных предприятиях за рубежом так же интенсивно, как и в предыдущие годы, продолжал использоваться автомобильный транспорт. Фирма "Катерпиллер" в 1985-1987 гг. разработала конструкцию большегрузных автомобилей САТ-789 с механическим приводом. При проведении сравнительных испытаний автосамосвалов САТ-789 и НД-1200 с электрическим приводом было выявлено, что средняя производительность автосамосвала САТ-785 на 28% выше, чем НД-1200; время рейса меньше на 12,4%.

Автосамосвалы грузоподъемностью 180-218 т выпускаются фирмами США: "Вайседа", "Эвклид", "Катерпиллер" и др. Фирма "Дрессер Индастриз" (США) изготавливает автосамосвалы "Хаулпак" грузоподъемностью от 30 до 215 т (модель 830 Е).

С 1989 г. зарубежные горнодобывающие фирмы начали покупать большегрузные автосамосвалы сравнительно большими партиями. Уже семь автосамосвалов приобрели в Австралии для карьера Маунт Ньюмен. Имеется предварительная договоренность на поставку еще 20 машин этой фирмы. Зарубежные специалисты предполагают дальнейшее увеличение грузоподъемности - освоить к 2000 г. автосамосвал грузоподъемностью 270 т.

Основными тенденциями развития карьерного железнодорожного транспорта в рассматриваемом периоде являлись:

перевод его с тепловозной тяги на электрическую;

расширение зоны действия по глубине карьеров за счет вскрытия глубоких горизонтов внутри карьерными тоннелями и повышения уклонов путей с 40 до 50-60% ;

техническое перевооружение новыми типами локомотивов и думпкаров.

На Лебединском ГОКе в 1986 г. начаты работы по созданию третьей выездной траншеи в глубинную зону карьера с уклоном пути 60%, так как действующие траншеи (первая с уклоном путей 40% и вторая - 50% уже не обеспечивают выдачу горной массы с глубоких горизонтов. Однако для более эффективного и широкого применения уклонов железнодорожных путей до 50-60% (без снижения веса поезда) целесообразно создание нового тягового агрегата повышенной мощности - сцепным весом 480 т. Применение этого агрегата на уклонах 50-60% позволит при вагонах грузоподъемностью 145 т и более на 20-25% повысить полезный вес состава, его производительность и провозную способность основных выездов из карьера.

Важнейшим направлением технического прогресса на открытых работах является развитие циклично-поточной технологии (ЦПТ) транспортирования руды и скальных пород с глубоких горизонтов.

За время эксплуатации комплексов ЦПТ на карьерах Стойленского, Оленегорского, Ковдорского, Ингулецкого, Центрального, Южного, Северного, Полтавского и Ново-Криворожского ГОКов выдано около 1,2 млрд т горной массы, в том числе около 1 млрд т железной руды (табл. 38). Затраты

Таблица 38

**Объем работ по добыче железных руд,  
выполненных с применением  
циклично-поточной технологии (ЦПТ), млн т**

Горно-обогатительный комбинат, горная масса	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Оленегорский, руда	-	8,90	9,1
Ковдорский, руда	-	-	14,2
Стойленский:			
руда	-	6,69	12,1
породы скальной вскрыши	-	3,25	3,8
Итого по РСФСР горной массы:		18,84	39,2
руда		15,59	35,4
породы скальной вскрыши		3,25	3,8
Ингулецкий, руда	18,2	27,74	33,0
Южный, руда	11,7	21,73	24,6
Ново-Криворожский, породы скальной вскрыши	3,0	3,84	28,1
Северный, породы скальной вскрыши	11,9	17,99	23,1
Полтавский, руда	-	9,34	12,7
Центральный, породы скальной вскрыши	-	13,9	17,0
Итого по Украине горной массы:	44,8	94,54	138,5
руда	29,9	58,81	70,3
породы скальной вскрыши	14,9	35,73	68,2
Всего горной массы:	44,8	113,38	177,7
руда	29,9	74,40	105,7
породы скальной вскрыши	14,9	38,98	72,0

на транспортирование благодаря использованию комплексов ЦПТ снизились в среднем на 15-20%, себестоимость добычи руды - на 10-15%, производительность труда на основных технологических процессах повысилась в 1,2-1,5 раза.

Предусматривается дальнейшее увеличение объемов применения этой технологии до 250-260 млн т в год на основе совершенствования оборудования ЦПТ с созданием мобильных (передвижных) дробильно-перезрузочных установок (ДПУ) в модульном исполнении производительностью от 600 до 2000 м<sup>3</sup>/ч на базе щековых и конусных дробилок. В 1991 г. на Ковдорском ГОКе предусматривалось создание такой щековой дробилки (ДПУ-600) для породного комплекса ЦПТ производительностью 16 млн т в год. Был разработан технический проект установки ДПУ-2000 с конусной дробилкой, однако вопрос не был решен из-за резкого повышения стоимости продукции машиностроения.

Внедрение установок ДПУ позволит резко повысить эффективность применения ЦПТ за счет сокращения объемов и сроков выполнения строительных и горно-капитальных работ и, как следствие, обеспечения работы автотранспорта в рациональном режиме при высоте подъема горной массы до 80 м.

ЦПТ с использованием дробильных установок и компьютерных линий является одной из основных технологий на горнодобывающих предприятиях за рубежом. Одним из наиболее ярких примеров повышения эффективности производства в мировой практике является техническое перевооружение глубокого карьера Вингем Каньон (США) производительностью 40 млн т в год, благодаря внедрению внутрикарьерного дробления и переходу на ЦПТ.

В комплексы ЦПТ входят загрузочные, разгрузочные и магистральные конвейерные линии, эксплуатация которых требует большого количества вспомогательного оборудования и приспособлений. Многие фирмы США производят такое оборудование. Большое разнообразие имеют конструкции конвейерных лент.

За рубежом при проектировании горных дорог на карьерах, выборе и эксплуатации оборудования и при его обслуживании используют ЭВМ и микропроцессоры. Для анализа работы карьера разработано более 600 компьютерных программ. Техническое обслуживание карьерного оборудования ведется с помощью экспертных систем, созданных на основе искусственного интеллекта. Широкое распространение получили системы диспетчерского контроля за работой карьерного автотранспорта, централизованного его технического обслуживания с использованием микропроцессоров.

Некоторые новшества, успешно внедренные на зарубежных предприятиях, могут быть использованы в отечественной практике. Например, фирмой "Сигмиллер Интернешнл" (США) разработан способ вскрытия глубоких горизонтов наклонными штольнями при открытой разработке месторождений. При применении этого способа за пределами контура карьерного поля в массиве горных пород проходят наклонную штольню большого сечения вокруг массива, подлежащего извлечению и включающего рудное тело и вмещающую его вскрышу. По мере углубления карьера проходят горизонтальные горные выработки, сообщающие наклонную штольню с рабочими площадками уступов. При использовании наклонных штолен исключается необходимость в строительстве автомобильных дорог в карьере, вследствие чего представляется возможным вести горные работы при большем угле наклона борта карьера. Это обуславливает сокращение объема вскрышных работ. Способ применяется при разработке крутопадающих месторождений на более поздних стадиях их эксплуатации.

К направлениям технического прогресса на открытых работах, которые в большинстве своем не являются принципиально новыми, но стали более активно и действенно применяться в последние годы, можно отнести: технологию формирования бортов карьеров с повышенными углами наклона, поэтапную технологию разработки месторождений, технологию разработки с внутренним отвалообразованием и др.

Технология формирования бортов карьеров с повышенными углами наклона позволяет существенно сократить объемы вскрыши при одновременном увеличении устойчивости уступов и бортов карьеров. Она базируется на геомеханических исследованиях устойчивости уступов и бортов карьеров в различных породах и условиях залегания месторождений, а также на разработке специальных способов заоткоски уступов и ведения буровзрывных работ в приконтурной зоне, что позволяет обоснованно принимать более крутые, но безопасные углы наклона бортов, в том числе и за счет снижения нарушения законтурного массива горных работ взрывными работами.

Технология формирования бортов с повышенными углами наклона в 1990-1991 гг. нашла применение на ряде карьеров. Так, ее освоение на Анновском карьере Северного ГОКа позволило увеличить углы погашения бортов на 2-5°, глубину карьера - на 40 м; в результате запасы руды возросли на 33,2 млн т, а объем вскрыши в контуре карьера уменьшился почти на 100 млн м<sup>3</sup>. Средний коэффициент вскрыши снизился с 1,3 до 0,93 м<sup>3</sup>/т.

Следует отметить, что широкое внедрение технологии формирования бортов карьеров с повышенными углами наклона должно осуществляться только при безусловном обеспечении устойчивости уступов и бортов с учетом действующих динамических нагрузок и при постоянном контроле за устойчивостью, в том числе сейсмоакустическими и другими методами.

В целях стабилизации объемов выемки горной массы и сглаживания пиковых значений коэффициентов вскрыши, возникающих при традиционной технологии ведения горных работ в карьере, в последние годы большое



внимание было уделено практическому освоению поэтапной технологии разработки железорудных месторождений.

В настоящее время на карьерах отрасли достаточно широко прибегают к созданию временно нерабочих породных уступов с целью увеличения угла откоса рабочего борта в зоне вскрышных работ и снижения текущего коэффициента вскрыши. Дальнейшим развитием этой технологии применительно к крутопадающим месторождениям большой протяженности явилась разработка и практическое освоение в 1989-1991 гг. этапно-слоевой технологии на карьере № 1 Центрального ГОКа. При этой технологии разработки карьерное поле в плане делится на несколько районов, а по глубине - на горизонтальные слои толщиной от 60 до 120 м. Слои под углами откосов проектных бортов карьера делятся наклонными плоскостями на блоки, которые и отрабатываются в определенном порядке и последовательности. Внедрение этой технологии на Центральном ГОКе позволило снизить объемы текущей вскрыши на 4-6 млн м<sup>3</sup>, улучшить горно-технические условия разработки, снизить темпы роста объемов непогашенной вскрыши и получить годовой экономический эффект свыше 3,5 млн р.

Для железорудных месторождений одной из нетрадиционных технологий разработки, способной уменьшить отрицательные последствия увеличения глубины карьеров, снизить дальность транспортирования, высоту подъема пустых пород, площади и объемы породных отвалов на поверхности, является технология разработки с внутренним отвалообразованием. Размещение пород вскрыши во внутренние отвалы давно применяется при разработке горизонтальных и пологопадающих пластообразных месторождений. Несмотря на менее благоприятные условия использования этой технологии при разработке типичных для железных руд крутопадающих залежей по сравнению с горизонтальными или пологопадающими, внутреннее отвалообразование в ближайшее время может найти эффективное применение на карьерах Оленегорского, Соколовско-Сарбайского, Полтавского, Центрального, Лебединского и других ГОКов. В 1989-1990 гг. сделаны первые шаги внедрения технологии разработки с внутренним отвалообразованием: разработаны первые проекты (Оленегорский ГОК, Соколовско-Сарбайское ГПО), и начата отсыпка породы внутри карьера на Оленегорском ГОКе.

#### ***4.6.3. Подземные горные работы***

Добыча руды подземным способом на месторождениях с разнообразными горно-геологическими и горно-техническими условиями осуществляется широким набором систем их разработки (табл. 39).

*В отечественной практике* характерной особенностью подземной разработки в главных железорудных регионах (Уральском, Сибирском, Криворожском), обеспечивающих основной объем добычи руды подземным способом по отрасли, является широкое распространение вариантов систем этажного и подэтажного принудительного обрушения с отбойкой руды глубокими скважинами и вибродоставкой, позволивших увеличить производительность рабочего на добычном участке до 60-80 т в смену.

В 1960-1990 гг. условия подземной разработки месторождений значительно ухудшились: увеличилась глубина ведения горных работ, гидростатические напоры, горное давление, сократились размеры залежей и допустимых обнажений, что повлекло за собой уменьшение параметров блоков, панелей и камер. В связи с этим изменилась и технология подземной разработки. Увеличился удельный вес вариантов систем этажного и подэтажного обрушения с отбивкой глубокими скважинами вертикальных слоев ру-

Таблица 39

Добыча железной руды подземным способом по системам разработки за 1960-1990 гг.

Республика	Добыча руды*, млн т	Система разработки, %					
		этажное принудительное обрушение	камерно-этажная	подэтажные штреки	подэтажное принудительное обрушение	с закладкой выработанного пространства	камерная со взрыводоставкой
<b>1960 г.</b>							
РСФСР	16,5	14,6	43,1	20,8	13,5	-	8,0
Украина	40,3	9,3	-	26,0	64,0	-	0,7
Всего	56,8	10,7	12,5	23,8	50,1	-	2,9
<b>1965 г.</b>							
РСФСР	20,9	28,5	66,1	0,8	2,9	-	1,7
Украина	46,0	4,5	0,4	22,4	72,7	-	-
Всего	66,9	11,9	23,8	15,1	48,5	-	0,7
<b>1975 г.</b>							
РСФСР	28,7	57,1	34,5	7,6	0,8	-	-
Украина	47,5	6,5	-	13,4	70,0	10,1	-
Казахстан	1,1	-	15,0	-	-	-	85,0
Всего	77,8	25,2	13,0	11,1	43,3	5,4	2,0
<b>1980 г.</b>							
РСФСР	31,1	62,4	30,0	4,6	3,0	-	-
Украина	41,0	8,5	-	14,8	64,5	12,2	-
Казахстан	2,7	-	10,8	-	-	38,3	50,9
Всего	74,8	30,6	12,9	10,0	36,4	8,3	1,8
<b>1985 г.</b>							
РСФСР	31,0	62,0	29,2	-	8,2	0,6	-
Украина	39,3	10,3	-	17,1	58,5	14,1	-
Казахстан	4,1	-	23,4	-	25,4	51,2	-
Всего	74,4	31,3	13,5	9,1	35,8	10,3	-
<b>1990 г.</b>							
РСФСР	30,9	55,5	35,6	0,1	8,0	0,8	-
Украина	36,1	13,6	18,4	3,0	49,8	15,2	-
Казахстан	4,0	0,6	50,0	-	-	49,4	-
Всего	71,0	30,2	27,4	1,8	29,4	11,2	-

\* Объем добычи руды приведен без учета нарезных и подготовительных работ.

ды на компенсационное пространство, систем разработки с закладкой выработанного пространства. Последние в различных модификациях давно и широко применяются за рубежом, что стало возможным благодаря решению проблем механизации очистных работ, а также удешевлению самой закладки. Однако, чаще всего, переход к этим системам продиктован ухудшением горно-технических условий и является необходимым с точки зрения обеспечения безопасных условий труда. Широкому внедрению систем

разработки с закладкой вырабатываемого пространства на зарубежных рудниках способствовали исследования по удешевлению составов закладочных смесей и их доставки.

Высокие технико-экономические показатели работы шахты им. Губкина комбината "КМАруда" в последние годы связаны с применением камерной системы с плоским днищем, с отбойкой руды без подсечного горизонта и взрыводоставкой в сочетании с вибровыпуском.

На подземных рудниках Кривбасса совершенствование технологии подземной добычи крепких руд и магнетитовых кварцитов осуществляется путем увеличения камерного запаса и оптимизации параметров выработанного пространства, внедрения этажной отбойки руды и ее вибровыпуска.

При системах с обрушением показатели выемки руды улучшены за счет внедрения способа отбойки вертикальными концентрированными зарядами или пучками скважин по схеме одностадийной выемки.

Внедряется система автоматизированного проектирования технологий с применением компьютерной техники. Разработанные комплексные модели и программы для ЭВМ позволяют автоматизировать режим для различных горно-геологических условий, выбрать и оптимизировать параметры и элементы системы разработки, оптимизировать выбор комплексов горно-проходческого и очистного оборудования. Оптимизация параметров позволяет без каких-либо затрат улучшить показатели по системе на 15-20%.

Разработана принципиально новая крупномасштабная фронтально-бесцеликовая технология разработки мощных залежей крепких руд, сущность которой состоит в поточном способе подготовки запасов, отбойке массива глубокими скважинами и концентрированными зарядами и выпуске обрушенной руды вибрационными установками. Технология базируется на новых технологических решениях: исключение поперечных и продольных целиков, уменьшение вертикальных обнажений путем образования ступенчатой формы очистного забоя, расположение буровых выработок за пределами зоны скалывания, отбойка массива на подпорно-локализационный рудный слой, выпуск обрушенной руды зонами по простиранию залежи, увеличение доли доставки материалов и оборудования по наклонным съездам. Крупномасштабная технология, в сравнении с блоковой, значительно сокращает объем наиболее опасных и трудоемких работ (проведение расщечек, засечек, восстающих) и в целом горно-проходческих работ. Она предусматривает замену блоковой схемы подготовки и отработки запасов на поточную, что обеспечивает широкий фронт работ, возможность применения мобильной самоходной техники на всех технологических процессах добычи. Применение крупномасштабной фронтально-бесцеликовой технологии на шахтах Кривбасса позволило снизить удельную длину нарезных выработок в 1,4-1,6 раза, потери руды в 2 раза, себестоимость добычи в 1,4 раза. Производительность труда рабочего по системе повысилась в 1,5-1,6 раза и составила 85 т/чел-смену, что соответствует уровню, достигнутому на зарубежных рудниках в аналогичных условиях.

Разработана технология проходки тупиковых восстающих выработок без присутствия людей в забое, взрыванием скважинных зарядов в один прием с помощью двух- и трехсекционных ярусных врубов и отбойки породного массива на полное сечение и высоту выработки. Для образования компенсационной полости применяют расширитель РПМК-300, который обеспечивает расширение скважин диаметром 105 мм до 300 мм. Скорость проходки и производительность труда выросли в два раза.

На шахтах НПО "Сибруда" в Российской Федерации при отработке мощных залежей крепких руд высокую эффективность обеспечивает система этажного принудительного обрушения с одновременной отбойкой руды на компенсационную щель и зажатую среду, внедрение которой позволяет повысить производительность труда в 1,4 раза. Институтом ВостНИГРИ совместно с работниками объединения разработана и внедрена на шахтах ЦПТ подземной добычи руды с использованием конвейеров со скользящей лентой. На шахте "Шерегеш" испытана поточная технология перемещения руды от забоя до ствола шахты локомотивосоставом из саморазгружающихся вагонов РМД-5,6 с межкузовными перекрытиями и донной разгрузкой. Максимальная эксплуатационная производительность локомотива составляет 1700 т в смену, затраты на транспортирование 1 т руды снижены в 2,5 раза.

На шахте "Северопесчанская" ПО "Уралруда" применяется этажная система разработки (высота этажа 80 м) с широкой траншейной подсечкой, что снижает давление на горные выработки и потери скважин.

На Гороблагодатском руднике успешно применяется система открытых камер с податливыми целиками, позволяющими повысить долю камерных запасов с 60 до 80%, снизить потери руды на 4% и разубоживание на 3,5%.

Совершенствование подземной разработки на отечественных предприятиях производилось в направлении упрощения конструкции систем, увеличения интенсивности, повышения полноты и качества извлечения руды из недр, более равномерного дробления массива руды и др.

*В зарубежной практике* в связи с быстрыми темпами увеличения глубины ведения горных работ, повышением горного давления и снижением устойчивости массива пород на подземных рудниках совершенствуются технологии очистных и проходческих работ, базирующихся на комплексном использовании самоходной горной техники, модернизации известных и создании новых систем разработки. Наибольшее распространение получила практика вскрытия месторождений вертикальными стволами сразу на всю глубину распространения оруденения с образованием одного или нескольких концентрационных горизонтов, на которых обычно располагают весь комплекс выработок околоствольных дворов, включающий, как правило, дробильную установку для крупного дробления руды.

Помимо вертикальных шахтных стволов, с целью обеспечения доставки под землю крупногабаритного самоходного оборудования на рудниках повсеместно проходят прямолинейные или спиральные наклонные съезды с углом наклона 6-10°. В некоторых случаях их используют в качестве основных транспортных магистралей для выдачи руды на поверхность в автосамосвалах.

Длительное время при проходке шахтных стволов применяли подвесные полки с грейферными погрузчиками и бурильными машинами. Наряду с ними в последние 15 лет достигнуты значительные успехи в использовании установок для проходки восстающих и стволов шахт методом бурения на полное сечение, что позволило резко сократить продолжительность работ по вскрытию и подготовке месторождений.

Значительную часть руды, добываемой подземным способом, извлекают с применением более дешевых систем с открытым выработанным пространством (камерно-столбовой, подэтажными штреками, камерно-этажной) и с подэтажным обрушением руды и вмещающих пород.

Одной из наиболее эффективных и дешевых систем разработки является камерно-столбовая. Ее применяют при выемке пологих залежей раз-

личной мощности, представленных, как правило, относительно бедными рудами в связи с довольно высокими потерями. Эту технологию отличают весьма благоприятные условия для применения мощного самоходного оборудования, простота ведения горных работ, минимальное разубоживание руды.

При добыче руды в устойчивых и средней устойчивости вмещающих породах широко используют систему разработки подэтажными штреками. Эта технология позволяет вести выемку руды с высокой интенсивностью и производительностью благодаря широкому использованию самоходного оборудования. Важнейшим преимуществом этой технологии является полная механизация всех процессов очистных работ, независимость операций по бурению и погрузке руды, что создает условия для более эффективного и полного использования дорогостоящего оборудования. Применяют эту технологию, в основном, при крутом падении и мощности рудных тел 8-20 м.

Одной из наиболее эффективных систем разработки в настоящее время считают технологию, состоящую в последовательной отбойке горизонтальных слоев руды секционным взрыванием вертикальных скважин большого (до 160-170 мм) диаметра. Внедрение этой технологии на рудниках компании "Инко" (Канада) позволило резко интенсифицировать процессы добычи руды. Ее активно внедряют в Австралии, КНР и других странах. Рудное тело, на отработку которого ранее необходимо было потратить не менее 15 лет, с применением данной технологии может быть отработано за 3 года. В то же время применение технологии сопровождается рядом трудностей, в первую очередь, связанных с необходимостью местного контроля за направлением скважин, их запрессовкой после предыдущего взрывания, что влечет за собой необходимость очистки скважин перед новым циклом заряжания.

Систематический рост потребности в железорудном сырье и ухудшающиеся горно-технические условия разработки месторождений подземным способом определили необходимость ускоренного создания прогрессивных образцов горных машин, внедрение которых, с одной стороны, позволило бы полностью удовлетворить эти потребности, а с другой - добиться сокращения производственных издержек.

В последние годы на рынки горного оборудования стали поступать модели оборудования новых поколений, оснащенные бортовыми компьютерами и автоматизированной системой управления и контроля за работой и состоянием техники.

Конструкторы горных машин за рубежом стали широко внедрять в свои разработки электронику, лазерную технику, роботизацию и другие прогрессивные достижения современной науки и техники. Появились серийно выпускаемые модели с теле- и дистанционным управлением, внедрение которых позволило создать такие технологии добычи руды и проведения горных выработок, при которых присутствие горнорабочих в забоях становится необязательным. Это потребовало крупных капиталовложений и затрат, значительных средств на обучение персонала, но позволило в 1,5-2 раза и более сократить количество высокооплачиваемых горнорабочих, что дало возможность продолжить или возобновить эксплуатацию ряда предприятий, закрытие которых еще недавно считалось необходимым из-за низкой рентабельности или убыточности.

Возможности передовых технологий, применяемых на отечественных железорудных шахтах, реализуются не полностью из-за низкого технического уровня самоходного бурового и погрузочно-доставочного оборудова-

ния и недостаточного уровня механизации и автоматизации производственных процессов. Производительность отечественных буровых станков НКР-100 в 1,5-3,5 раза ниже американских станков СММ-2, шведских "Промек", а также ряда станков фирм Франции и Финляндии. Производительность труда на зарубежных шахтах США и Швеции в 3-4 раза выше, чем на отечественных железорудных шахтах.

Анализ различных научно-технических, патентных и периодических изданий позволяет сформулировать основные тенденции создания новой подземной техники в современных условиях, которые сводятся к следующему:

1. Широкое внедрение гидравлики почти во всех типах горного оборудования.

2. Разработка и создание модульных конструкций машин на базе одного шасси, оснащенных быстроразъемными соединительными узлами, что даст возможность быстро сменить один вид рабочего вооружения на другой. Это позволяет резко уменьшить количество необходимого оборудования и обслуживающего персонала, и, в то же время, в значительной мере решить проблему полной механизации трудоемких вспомогательных операций и погрузочно-разгрузочных работ.

3. Переход на электроэнергию в качестве основного или вспомогательного средства обеспечения повышения ресурса техники. Это направление тесно связано с расширением использования электрифицированного самоходного транспортного оборудования в подземных рудниках.

4. Создание и использование серийно выпускаемых средств для механизации и автоматизации приготовления ВВ и зарядания скважин, разработка новых типов ВВ, безопасных и надежных систем и средств взрывания.

5. Широкое использование компьютерной техники в системах автоматизированного управления и контроля за работой оборудования, в организации и руководстве как отдельными процессами, так и предприятием в целом.

6. Разработка и внедрение систем дистанционного управления основным горным оборудованием и создание на его основе новых технологий, не требующих постоянного присутствия людей в забоях.

#### ***4.6.4. Нетрадиционные способы разработки месторождений***

Способ подъема твердого вещества потоком воды по скважинам (СГД) известен еще из прошлого века, однако, широкого промышленного применения для разработки месторождений он не получил до настоящего времени. В нашей стране в 1975-1982 гг. на Кингисепском ПО "Фосфорит" проводились опытно-промышленные испытания добычи руды с глубины 20-25 м, при мощности пласта 2,5-3 м.

В 1980-1982 гг. в районе Самотлора на шести площадках с глубины от 8 до 250 м проводились опытные работы по СГД с применением мобильного оборудования. Было добыто 2,3 тыс.м<sup>3</sup> песка из одной скважины с глубины 64 м (мощность пласта 8 м), 3,3 тыс.м<sup>3</sup> - с глубины 55 м, 1,2 тыс.м<sup>3</sup> - с глубины 270 м. Средняя производительность при этом составила 20 м<sup>3</sup>/ч при удельном расходе напорной воды 3 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> и сжатого воздуха 30 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

В 1975-1988 гг. проводились опытные работы по скважинной гидродобыче руды из месторождения органогенного происхождения, представленного фосфатсодержащими остатками рыб в виде пласта мощностью от 1 до

3 м, погруженного на глубину до 212 м. Добыча велась через скважины диаметром 320 мм, добычное оборудование состояло из гидромонитора с одной боковой насадкой диаметром 15-20 мм и гидроэлеватора. При увеличении глубины разработки предусмотрено применение гидроэрлифта. Разрушение руды осуществляли струей воды под давлением 4,8 МПа при расходе 300 м<sup>3</sup>/ч. Производительность гидроэлеватора доходила до 9-10 м<sup>3</sup>/ч.

В 1989-1990 гг. проведены опытно-методические работы по СГД рудных песков на Малышевском титан-циркониевом месторождении (Верхне-Днепровский ГМК).

В последние годы опытные работы по скважинной гидродобыче полезных ископаемых проводились в США, Канаде, ЮАР, Венгрии, Югославии, Польше и других странах.

В США метод СГД применяли при добыче на месторождении Беар Крик урансодержащего песчаника из пласта мощностью 1,8 м, залегающего на глубине 30-32 м. Гидромонитор и гидроэлеватор совмещены в одном агрегате диаметром 324 мм. Добычное оборудование опускалось в скважину диаметром 406 мм. В 1981-1982 гг. в штате Флорида проводились промышленные испытания по добыче фосфоритов с глубины 101 м из пласта мощностью 6 м. При диаметре скважины 406 мм, производительность достигала 45-50 т/ч. В последние годы в США уделяют большое внимание СГД угля. В штате Вашингтон были проведены опытные работы по СГД крутопадающего пласта коксующегося угля с глубины 26,2 м. Использовались скважины диаметром 300 мм, пробуренные на расстояние 20 м друг от друга. Рабочая жидкость подавалась под давлением 10-15 МПа, в отдельных случаях до 100 МПа.

Однако до настоящего времени в мировой практике скважинная гидродобыча полезных ископаемых не получила промышленного применения. Работы СГД проводятся как дополнения к традиционной технологии при открытом и подземном способах отработки. В разработку, в основном, включаются прикарьерные участки, площади распространения забалансовых руд, труднодоступные участки для разработки обычными способами.

В районе КМА впервые в мире проведены специальные опытные работы по добыче из недр богатых железных руд методом скважинной гидродобычи.

В этом районе выявлены и разведаны огромные запасы богатых железных руд (разведанные 6,0 млрд т и предварительно оцененные 36 млрд т), залегающих в сложных гидрогеологических и горно-геологических условиях на больших глубинах (Яковлевское, Висловское, Гостищевское, Больше-Троицкое, Мелихово-Шебекинское, Разуменское месторождения), освоение которых традиционными методами чрезвычайно затруднено. Опыт разработки руд Яковлевского месторождения, залегающих на глубинах 500-1000 м, показал сложность применения традиционных методов его вскрытия и разработки. Строительству подземного опытного Яковлевского рудника по проекту, разработанному институтом "Центрогипроруда", производительностью 4,5 млн т руды в год, начатое в 1974 г., продолжается до настоящего времени.

Анализ свойств горного массива, пород и руд Яковлевского и других аналогичных месторождений (значительное количество руд находится в рыхлом состоянии и обладает повышенными плавунными свойствами), позволил разработать технологию скважинной гидродобычи, которая была обсуждена на разных уровнях. В результате в 1988 г. Мингео СССР и Мин-

черметом СССР было принято решение о проведении опытно-методических работ по скважинной гидродобыче богатых железных руд КМА силами ПГО "Центргеология" при научно-методическом руководстве ВИМСа.

В мае 1988 г. Белгородской геологоразведочной экспедицией ПГО "Центргеология" начаты опытно-методические работы по добыче богатых железных руд методом СГД на Шамраевском участке Больше-Троицкого месторождения, Впервые способом СГД осуществлена добыча железных руд с глубины 700 м.

По результатам опытных и экспериментальных работ было добыто свыше 100 тыс.т руды с содержанием железа 67,3-68,0%,  $\text{SiO}_2$  - 0,75-1,6%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 0,6-9,7%,  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,02-0,03%, S - 0,01-0,03%.

По расчетам института "Гипрометз" экономия кокса в доменных печах при использовании в аглошихте богатой руды, добытой методом СГД, вместо традиционных концентратов составит от 10 до 30 кг/т и природного газа - 5-40 м<sup>3</sup> на 1 т чугуна.

Значительную экономию получают предприятия от снижения объемов перевозки руды. Так, замена традиционных концентратов, поставляемых из Центральных районов России на Магнитогорский металлургический комбинат с содержанием железа 63-64%, позволит сократить поставку руды в пересчете на металл на 800 тыс.т в год, что сократит затраты на транспортировку ее более чем на 10 млн р. в год (в ценах 1991 г.).

Предприятием ГеотехВИМС из руды, добытой методом СГД, освоено производство концентратов с содержанием кремнезема 0,3-0,4%, пригодных для производства железоникелевых аккумуляторов. Это позволило аккумуляторному заводу НПК "Импульс" (г.Великие Луки) перейти на изготовление ломельных аккумуляторов из концентратов окисленных руд СГД, вместо ранее употребляемых магнетитовых концентратов флотационной фабрики Лебединского ГОКа, отказаться от операции кислотной обработки концентратов на заводе, резко улучшить экологическую обстановку, прекратить вредные сбросы в водоемы, улучшить качество аккумуляторов.

Качество руды, добытой методом СГД, с точки зрения требований технологии "металлизация-электроплавка", существенно превосходит качество концентратов "глубокого обогащения" (метод магнитного дообогащения) Лебединского ГОКа.

По оценке ВИМСа на предприятии по добыче 4,5 млн т железной руды способом СГД эксплуатационные затраты на добычу и ее подготовку будут в 1,5-2 раза ниже, чем на существующих ГОКах, капитальные вложения в 2-3 раза ниже, чем при строительстве предприятия с традиционной технологией добычи и подготовки руд к металлургическому переделу.

Применение способа СГД позволяет рассматривать глубокозалегающие месторождения богатых руд КМА в качестве новой, весьма перспективной сырьевой базы черной металлургии России, в том числе и безкоксовой металлургии.

Вовлечение в эффективное промышленное использование значительных запасов полигенных богатых руд КМА позволит в перспективе внести коренные изменения в существующую технологическую структуру металлургического производства и сократить производство наиболее ущербных коксохимического, агломерационного и доменного производства. Замена коксодоменного производства получением стали из металлизированного продукта позволит снизить вредные выбросы в атмосферу примерно на 70%.

По сравнению с традиционными методами разработки железорудных месторождений метод СГД позволяет:



в максимальной степени интенсифицировать обработку месторождения;

экономически выгодно отрабатывать многие месторождения, разработка которых только подземным или только открытым способами нецелесообразна;

в более короткий срок, чем при чисто подземных работах, развить значительную производительность рудника;

обеспечить извлечение наиболее богатой части руды;

существенно улучшить технико-экономические результаты разработки и повысить эффективность капитальных вложений.

На глубокозалегающих месторождениях богатых железных руд КМА рыхлые и слабосвязанные руды составляют 50-70% запасов. В результате отработки месторождения способом СГД извлекается лишь часть рыхлых богатых руд, которая по современным оценкам может составлять 20-50% общих запасов.

Технология скважинной гидродобычи основана на том, что при наличии руд малой крепости при подсечении рудного массива путем гидроразмыва в его основании под действием собственного веса начинается самобрушение массива в границах свода естественного равновесия. В процессе выдачи руды на поверхность происходит сдвиг равновесия и под действием динамических нагрузок дезинтеграция включений более плотных руд. Мелкие фракции выдаются на поверхность, крупные накапливаются в нижней части рабочей зоны. При накоплении крупных фракций плотных руд в первой зоне переходят к работе во второй. При этом гидроразмыв с одновременным подъемом пульпы на поверхность осуществляется через скважины, по которым при работе в первой зоне производилось нагнетание воды. В дальнейшем операции повторяются, разработка производится снизу вверх до полной отработки месторождения. Для достижения плавного оседания надрудной толщи, откачка пульпы ведется планомерно, в равных объемах из всех скважин.

Технология СГД является экологически чистой и безотходной. Вода используется в замкнутом цикле, а режим поверхностных вод не нарушается. Вокруг рудника СГД отсутствуют шламохранилища и отвалы пород.

В социальном плане применение СГД имеет преимущества по сравнению с традиционными способами добычи. Это связано с тем, что процесс добычи осуществляется без присутствия людей в горных выработках. При СГД исключаются тяжелые, вредные и опасные для жизни людей операции, сопряженные с проходкой горных выработок и ведением добычных работ. Процесс СГД создает предпосылки для качественно новых условий труда на горно-рудном предприятии, осуществления автоматизации производства. Обслуживающий персонал выполняет, главным образом, операторские функции, а также комплекс работ по наладке и ремонту оборудования. Это предполагает использование специалистов высокой квалификации. Численность трудящихся на предприятии СГД примерно в три раза ниже по сравнению с традиционным рудником аналогичной производительности.

## Глава 5

### ПОДГОТОВКА ЖЕЛЕЗНЫХ РУД К МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМУ ПЕРЕДЕЛУ

#### 5.1. Принципиальная схема подготовки руд к металлургическому переделу

Как объективная необходимость подготовка руд к металлургическому переделу (обогащение руд и окучивание концентрата методом агломерации и окомкования) остро возникла в связи с огромными потребностями в металле, необходимом для восстановления разрушенного войной промышленного потенциала европейской части Союза. Это привело к необходимости резкого увеличения добычи железных руд с применением высокопроизводительных систем разработок и вовлечения тем самым в отработку более бедных руд. Так, по Криворожскому железорудному бассейну добыча руды к 1955 г. возросла по сравнению с 1940 г. в 2,1 раза исключительно на действующих рудниках. Этот рост добычи происходил в результате:

вовлечения в разработку рудных площадей, в том числе и параллельных залежей, представленных в основном более бедными рудами с массовой долей железа 50-54%;

использования части разубоженных руд (в 1954 г. их добыто 2,7 млн т с массовой долей железа 46-52%, а в 1955 г. - около 3,2 млн т).

При вовлечении бедных и разубоженных руд и применении высокопроизводительных систем разработки возникла необходимость снижения бортового содержания железа при оконтуривании рудных залежей с 50 до 46%, что привело к снижению содержания железа в добываемой руде с 58,8% в 1940 г. до 55,6% в 1954 г. [51, 126].

С другой стороны, увеличение производства металла на действующих мощностях металлургических заводов было возможно только за счет повышения производительности доменных печей, в связи с чем росли требования металлургии к качеству железорудного сырья. В результате количество железной руды, подвергаемой обогащению, в стране возросло в 1955 г. в 7,9 раз (с 5,2 до 40,9 млн т), а удельный вес всей обогащаемой руды увеличился с 9,2% в 1940 г. до 33,0% в 1955 г. (с 2,6 до 23,6 млн т).

Вместе с тем, результаты научных исследований, технологических и конструкторских разработок позволили начиная с 50-х годов перейти от упрощенных методов обогащения с низкими технологическими показателями (сортировка, промывка, рудоразборка) к методам глубокого обогащения. Это позволило вовлекать в отработку не только природно богатые руды с массовой долей железа 46-52%, но и бедные магнетитсодержащие руды с массовой долей общего железа 16-39,8%. Для этих целей было построено 16 крупнейших горно-обогатительных комбинатов, в том числе 8 - в Российской Федерации, 6 - на Украине, 1 - в Казахстане (без Лисаковского ГОКа).

Методы, которые используются в подготовке руд к металлургическому переделу, основаны на механических, гидromеталлургических и пирометаллургических особенностях составляющих руду минералов либо их комбинации. Наиболее широкое применение в практике обогащения железорудного сырья простого минерального состава (магнетитовые руды) нашли механические методы, основанные на физических свойствах руды и состав-

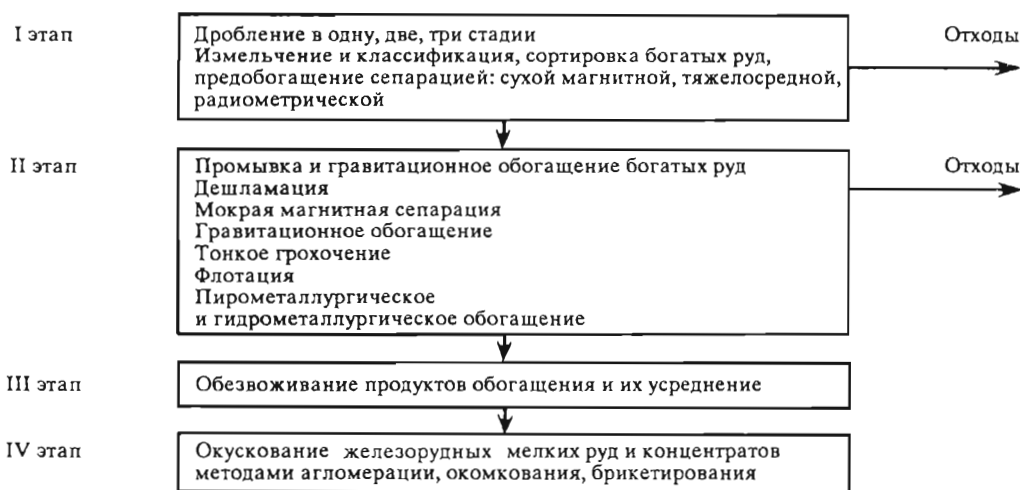


Рис. 8. Принципиальная схема подготовки руд к металлургическому переделу

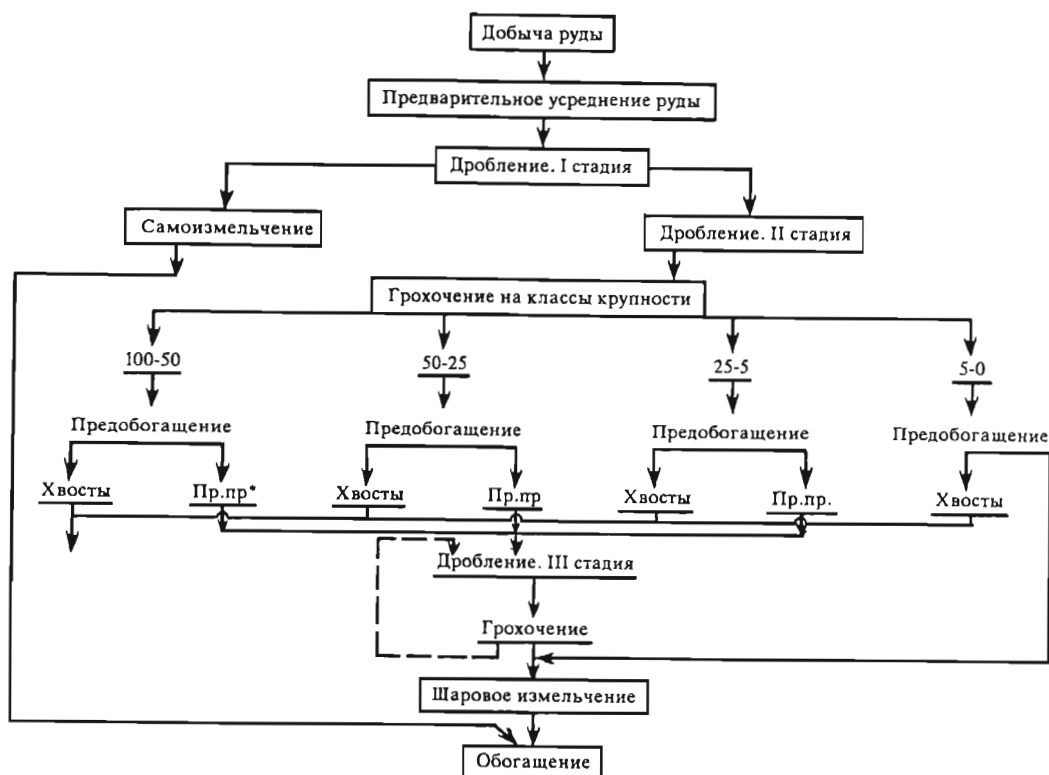


Рис. 9. Принципиальная схема первого этапа переработки железосодержащей руды

Пр.пр. - промежуточный продукт

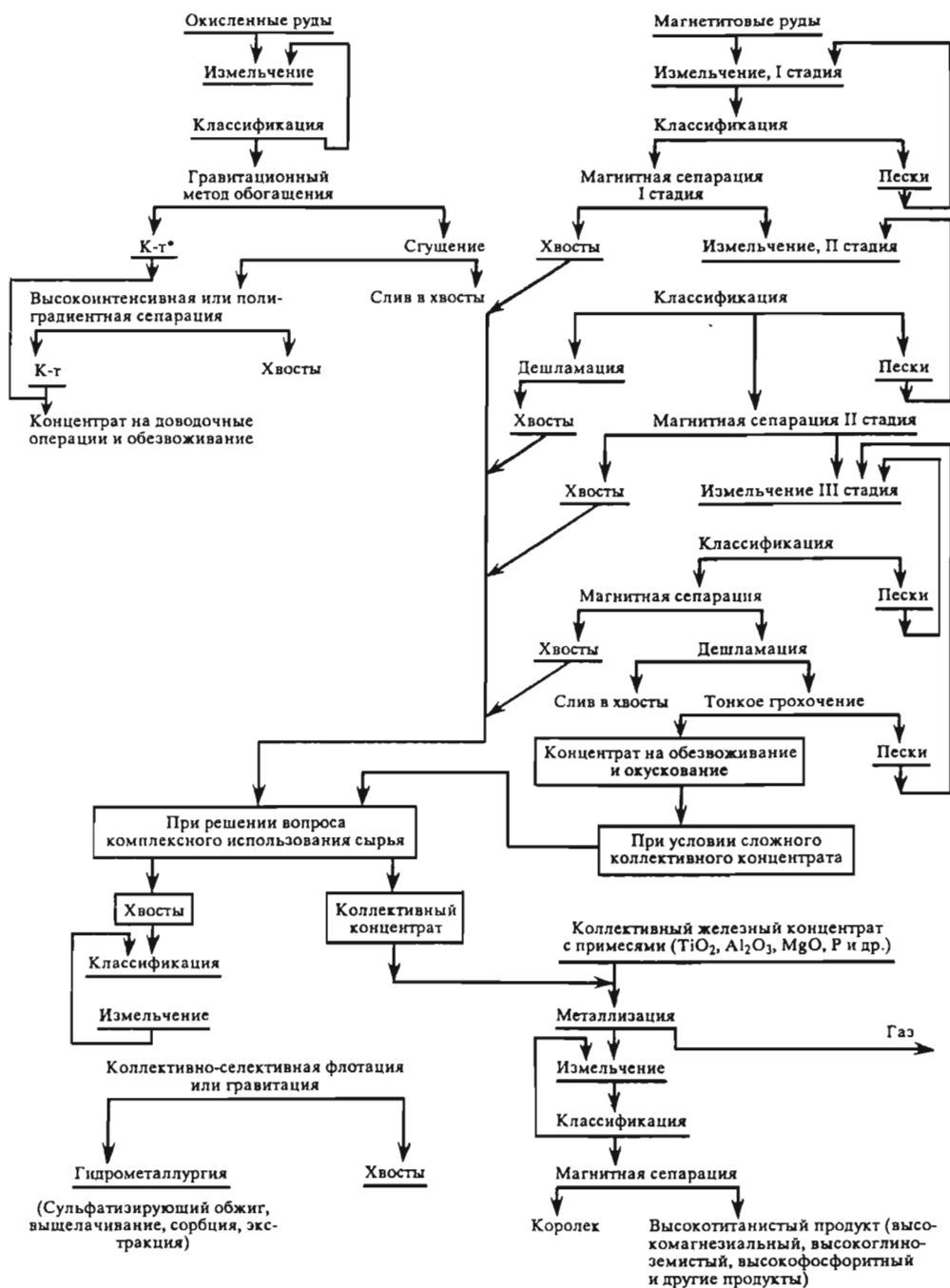


Рис. 10. Принципиальная схема второго этапа обогащения руд

К-т - концентрат

ляющих ее минералов (твердость, магнитная восприимчивость, кусковатость, плотность, зернистость, смачиваемость и др.).

Для изменения минерального состава руд и приведения его в форму, обеспечивающую применение наиболее эффективных методов обогащения, используется пирометаллургия. Так, окисленные железные руды (маритовые, гидрогематит-маритовые, лимонитовые) методом восстановительного обжига переводятся в магнетит либо в гамма-гематит, которые легко отделяются от сопутствующей пустой породы магнитным методом в слабом магнитном поле; карбонатные железные руды (сидеритовые) при окислительном обжиге переходят в магнетит.

Для руд сложного минерального состава, в которых с магнетитом или гематитом изоморфно связаны титан, магний, алюминий, германий и другие элементы, также применяется пирометаллургическая технология обогащения в комбинации с физическими методами разделения. Смысл этой технологии заключается в предварительной металлизации руды с получением селективно скоагулированного железного королька и шлаковой оболочки, в которой сосредоточен один из сопутствующих элементов (титан, магний, алюминий, германий). После этого материал подвергается дроблению и последующей магнитной сепарации с целью получения двух продуктов - металлического королька и продукта, обогащенного одним из указанных элементов.

Товарный железорудный концентрат после обогащения (особенно глубокого) имеет крупность от 10-0 мм до менее 40 микрон, подвергается окускованию перед металлургическим переделом. Процесс окускования мелких железных руд и концентратов осуществляется методом агломерации, окомкования или брикетирования. В процессе окускования с использованием высокотемпературной обработки изменяется не только физическое состояние концентратов (аглоруды), но и химический и минеральный состав, т.е. металлургические свойства окускованного доменного сырья. Так, в процессе окислительного обжига при температуре 1200-1350°C выгорает сера, происходит потеря влаги (ППП), магнетит переходит в гематит. В восстановительной атмосфере выгорают фосфор, цинк, свинец, мышьяк, а магнетит переходит в переходную форму вюстит с включениями металлического железа.

Брикетирование концентратов широкого распространения не получило ввиду ограниченной производительности и невозможности регулировать металлургические свойства окускованного сырья (удаление вредных примесей).

В целом принципиальная схема подготовки железных руд к металлургическому переделу включает:

*подготовку руды к обогащению* - усреднение, дробление, сортировка, преобогащение, измельчение и классификация;

*обогащение* - магнитная сепарация, гравитация, флотация, гидрометаллургические, пирометаллургические методы обогащения и их комбинации, сгущение, фильтрация и усреднение продуктов обогащения;

*окускование* - агломерация, окомкование и брикетирование.

В зависимости от физико-механических свойств и химического состава руд разработана и широко используется в практике геолого-промышленная их классификация (см. табл. 2), которая обуславливает набор методов, приведенных в принципиальной схеме, и этапов подготовки железных руд к металлургическому переделу (рис. 8-10).

## 5.2. Процессы подготовки руд к металлургическому переделу в СССР и за рубежом

Потребность в металле и требования металлургии к качеству железорудного сырья обусловили в 1956-1990 гг. интенсивное развитие процессов подготовки руд к металлургическому переделу. Так, если в 1955 г. обогащению подверглось 38,5 млн т руды, или 44% от добытой сырой руды, то в 1990 г. обогащено 481 млн т, или 90,4%.

Весь период развития процессов подготовки руд к металлургическому переделу можно условно разделить на три периода - 1950-1960, 1961-1975, 1976-1990 гг.

**Первый период (1950-1960 гг.)** характеризуется:

резким снижением качества богатой руды (на 3,0%) с одновременным увеличением ее добычи на 36,8 млн т (рис. 11-14);

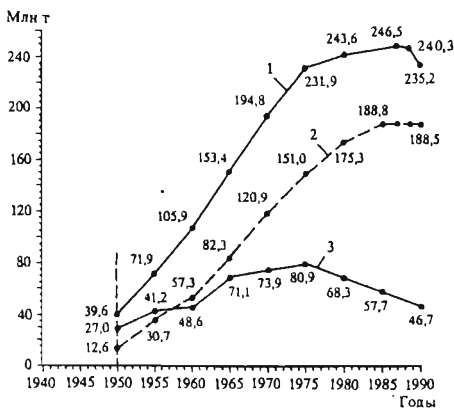


Рис. 11. Динамика производства железорудной продукции в СССР

1- товарная руда; 2 - железорудный концентрат; 3 - богатая руда

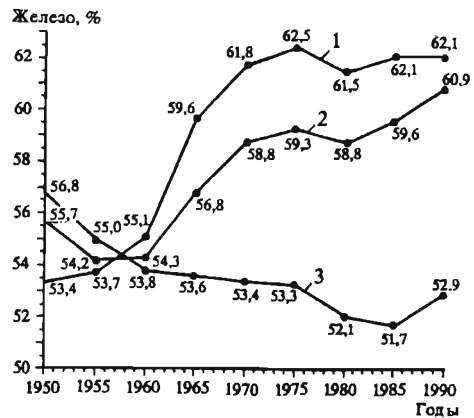


Рис. 12. Изменение содержания железа по годам в железорудной продукции по СССР

1 - железорудный концентрат; 2 - товарная руда; 3 - богатая руда

вводом первых очередей горно-обогатительных комбинатов (Оленегорского, Ковдорского, Михайловского, КМАруда); небольших предприятий Урала (Высокогорского, Лебяжинского, Златоустовского, Бакальского, Полуночного, Богословского, Гороблагодатского рудоуправлений); рудников и фабрик Магнитогорского и Кузнецкого металлургических комбинатов в Российской Федерации; на Украине - Южного, Ново-Криворожского, Камыш-Бурунского комбинатов; дробильно-обогатительных фабрик на ССГОКе в Казахстане и Азербайджане.

В связи с несовершенством технологических схем обогащения массовая доля железа в товарной руде в 1960 г. составила 54,3% против 55,7% в 1950 г., несмотря на повышение качества концентрата с 53,4% до 55,1%. Основное снижение произошло из-за ухудшения качества богатой руды. В этом же периоде в РСФСР, на Украине, в Казахстане вводятся новые мощности на 53,1 млн т по агломерации, которые по состоянию на 1960 г. со-

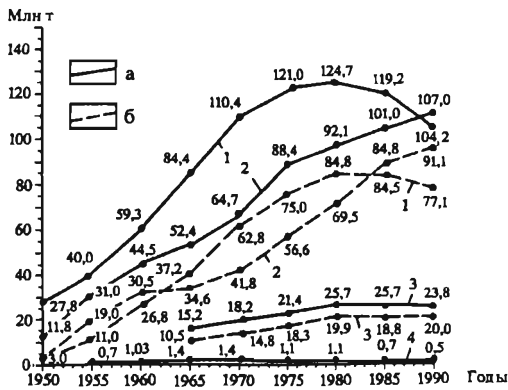


Рис. 13. Динамика производства товарной руды и концентрата в союзных республиках

а - товарная руда; б - концентрат  
1 - Украина; 2 - РСФСР; 3 - Казахстан; 4 - Азербайджан

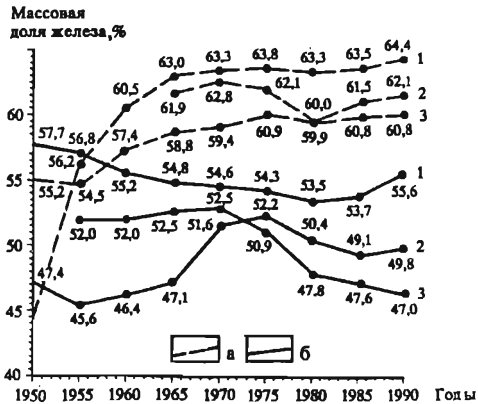


Рис. 14. Изменение качества железорудной продукции по союзным республикам

а - концентрат; б - богатая руда  
1 - Украина; 2 - РСФСР; 3 - Казахстан

ставили 65,1 млн с одновременным повышением массовой доли железа в агломерате на 4,2% (рис. 15-16 и табл. 40).

Основной прирост товарной руды происходил за счет развития предприятий Кривого Рога (Украина) и Северо-Западного района (РСФСР), что позволило СССР уже в 1958 г. выйти на первое место в мире по добыче и обогащению железных руд, которое почти столетие занимали США.

Второй период (1961-1975 гг.) отличается наиболее быстрыми темпами развития рудоподготовки - добыча сырой руды увеличилась с 141,9

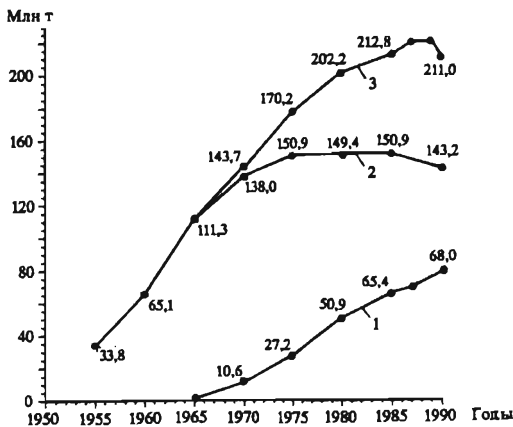


Рис. 15. Динамика производства агломерата и окатышей по СССР

1 - окатыши; 2 - агломерат; 3 - всего окатышей и агломерата

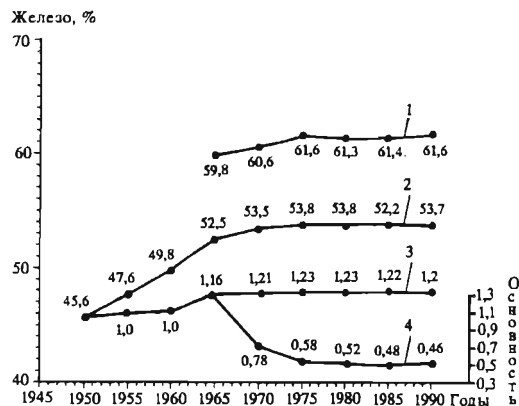


Рис. 16. Изменение качества агломерата и окатышей по СССР

1, 2 - содержание железа в окатышах (1) и агломерате (2); 3, 4 - основность агломерата (3) и окатышей (4)

**Производство агломерата и окатышей  
по годам пятилетки в союзных республиках [126]**

Республика, показатели качества продукции	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
<b>Агломерат</b>								
РСФСР, млн т	18,0	36,8	49,5	63,0	74,7	72,5	73,2	69,2
содержание Fe, %			55,3	55,4	54,6	53,0	53,6	53,73
основность			1,20	1,20	1,22	1,21	1,23	1,25
Украина, млн т	15,0	27,0	58,1	70,4	70,8	66,6	66,8	63,1
содержание Fe, %			52,3	52,4	52,3	51,1	51,4	53,6
основность			1,25	1,25	1,25	1,28	1,36	1,28
Казахстан, млн т	-	-	2,6	3,4	4,5	9,5	9,5	9,7
содержание Fe, %	-	-	48,8	50,1	50,3	46,5	46,0	45,5
основность	-	-	1,2	1,2	1,22	1,16	1,25	1,25
Грузия, млн т	0,8	1,1	1,1	1,2	0,9	0,8	1,4	1,2
содержание Fe, %	48,0	48,1	48,2	49,9	54,6	55,6	52,8	56,4
основность	1,6	1,7	1,67	1,44	1,31	1,38	1,32	1,28
<b>Окатыши</b>								
РСФСР, млн т	-	-	-	0,1	3,5	17,7	28,6	31,2
содержание Fe, %	-	-	-	58,8	59,9	61,4	62,4	63,5
основность	-	-	-	1,2	1,05	0,43	0,4	0,48
Украина, млн т	-	-	-	5,2	15,1	24,6	28,3	27,9
содержание Fe, %	-	-	-	59,2	60,2	60,0	59,9	59,9
основность	-	-	-	0,71	0,66	0,47	0,47	0,34
Казахстан, млн т	-	-	0,28	5,3	8,6	8,6	8,5	8,9
содержание Fe, %	-	-	61,6	62,05	64,8	63,2	63,0	62,2
основность	-	-	1,15	0,84	0,28	0,85	0,95	1,10

до 440,5 млн т, а товарной руды - с 105,9 до 231,9 млн т с одновременным повышением массовой доли железа за этот период на 5,0% (при увеличении ее в концентрате на 7,4% и снижении в богатой руде на 0,5%).

Основной прирост товарных руд произошел за счет увеличения производства богатого железорудного тонкоизмельченного концентрата с 57,3 до 151,0 млн т с одновременным ростом массовой доли железа с 55,1 до 62,5%.

Незначительный прирост товарной железной руды происходил также за счет увеличения добычи богатой руды (с 48,6 до 80,9 млн т) со снижением в ней массовой доли железа на 0,2% в каждое пятилетие.

Таким образом, производство железорудных концентратов действующих горно-обогатительных комбинатов стало определяющим фактором в повышении количества и качества товарной железной руды.

Наиболее высокими темпами развивалась железорудная промышленность Российской Федерации за счет освоения месторождений Курской



магнитной аномалии, где объем производства товарного концентрата увеличился с 1,8 млн т в 1970 г. до 11,5 млн т в 1975 г. за счет ввода первых очередей Лебединского и Михайловского ГОКов. Однако на 1975 г. основным производителем железорудного сырья оставалась Украина, на долю которой приходилось 49,7% общего производства товарной железной руды.

В этот период были введены первые очереди 14-ти горно-обогатительных комбинатов и расширены действующие комбинаты.

Так, в Российской Федерации введены мощности Лебединского (15 млн т руды и 6,7 млн т концентрата), Михайловского (15 и 5,51), Коршуновского (15 и 6,18), Качканарского (33 и 5,82) комбинатов. Расширено производство Ковдорского (16 и 6,64) и Оленегорского (13,5 и 5,64) ГОКов. По-лучили дальнейшее развитие предприятия Урала и Сибири, которые находились в подчинении металлургических комбинатов (ММК, КМК, ОХМК, НТМК).

На Украине были введены новые ГОКи (Центральный, Северный, Ингулецкий, Полтавский), получили дальнейшее развитие ранее введенные мощности Южного и Ново-Криворожского комбинатов.

В Казахстане были введены на полную мощность Соколовско-Сарбайский, Лисаковский ГОКи и Атасуйское РУ; вышел на полную мощность Азербайджанский ГОК с получением концентрата с массовой долей железа 61,1%.

Отличительной особенностью этого этапа является строительство агломерационных фабрик в составе металлургических заводов с приростом мощности на 85,8 млн т с выходом на предельный объем производства агломерата 150,9 млн т с массовой долей железа 53,8% при основности 1,23. Второй отличительной особенностью является разработка проектов, строительство и ввод в эксплуатацию производства нового вида окускованного металлургического сырья (железорудных окатышей) на мощность 27,2 млн т с массовой долей железа 61,6% при основности 0,58. Общее производство окускованного металлургического сырья в 1975 г. составило 178,2 млн т.

По состоянию на конец 1975 г. в СССР действовали 15 крупных горно-обогатительных комбинатов мощностью от 5 до 30 млн т и более, на которых перерабатывалось 97,7% руды, направляемой на обогащение, в том числе 54,2% на комбинатах мощностью более 30 млн т.

Этот этап развития явился самым значительным в формировании рудоподготовительных комплексов.

**Третий период (1976-1990 гг.)** характеризуется продолжающимся приростом производства высококачественного железорудного концентрата (на 37,5 млн т) со снижением массовой доли железа в нем на 0,37% за счет увеличения доли бурожелезняковых концентратов. Несмотря на это, массовая доля железа в товарной руде повысилась на 1,6% и составила 60,9% в 1990 г. против 59,3% в 1975 г.

Особенностями третьего периода являются:

резкое снижение (с 81,0 до 46,6 млн т) добычи природно богатых руд; увеличение доли руд, поступающих на обогатительные фабрики (с 81,6 до 90,4%);

рост производства высококачественных концентратов (с 75 до 85,7 млн т) с массовой долей железа более 65%, несмотря на снижение содержания железа в перерабатываемых рудах с 32,5 до 31,3%.

Максимальный прирост производства товарных руд достигнут к 1987 г. и обеспечен в результате ввода в эксплуатацию Костомукшского и Стойленского горно-обогатительных комбинатов, расширения Лебединского и Михайловского (в Российской Федерации), реконструкции Южного и Центрального (на Украине).

После 1985 г. рудоподготовка была ориентирована на повышение качества металлургического сырья, на поддержание действующих мощностей, так как длительная эксплуатация ряда крупных обогатительных фабрик в условиях ограниченного обеспечения оборудованием и средствами привела к физическому их износу (по отдельным видам оборудования на 60-100%).

Практически все вновь строящиеся ГОКи оснащались более совершенным оборудованием (мельницы, сепараторы, насосы, гидроциклоны, дещламаты, вакуумфильтры и др.), с одновременным совершенствованием технологических схем, использованием новых методов доводки концентратов (тонкое грохочение, стадийное выделение свободных зерен магнетита, обратная катионная флотация). Все это позволило подотрасли повысить все технологические параметры: качество товарной руды, извлечение металла, комплексное использование минерального сырья, улучшить экологическую обстановку в крупных горнодобывающих центрах.

Увеличение производства товарных железных руд в СССР осуществлялось главным образом за счет наращиваний мощностей предприятий России (КМА и Северо-Западный район), в незначительной мере Казахстана, в то время как на предприятиях Украины объемы снижались из-за выбытия мощностей по добыче руды и отставания работ по вскрыше.

К 1990 г. 10 комбинатов из 16 имели мощность по переработке исходной руды свыше 20 млн т, в том числе такие комбинаты, как Качканарский, Лебединский, Михайловский в Российской Федерации и Северный на Украине - свыше 40 млн т.

Одновременно с ростом производства товарной железной руды и ее качества продолжают увеличиваться мощности по производству железорудных окатышей (на 40,1 млн т) и снижаются объемы производства агломерата (на 8,1 млн т) ввиду выбытия мощностей и неудовлетворительной экологической обстановки на старых агломерационных фабриках.

В целом период с 1955 по 1990 г. характеризуется созданием и совершенствованием техники, технологии обогащения и окускования мелких руд и концентратов; совершена, по сути дела, техническая революция в горнорудном производстве черной металлургии. Это позволило вовлечь в промышленное освоение огромные запасы бедных железных руд (железистых кварцитов) Кольского полуострова, Карелии, КМА, Украины, скарново-магнетитовых руд Урала и Сибири, титаномагнетитовых и сидеритовых руд Урала; повысить качество товарной продукции с одновременным повышением извлечения металла, увеличением объемов производства; поднять производительность металлургических агрегатов, снизить расход остродефицитного кокса, а также в значительной мере решить вопросы комплексного использования минерального сырья.

В целом по миру с 1960 по 1990 г. производство товарной железной руды возросло с 346,3 до 628,7 млн т. Наиболее интенсивно железорудная промышленность развивалась в Бразилии (с 5,26 до 152,5 млн т), Австралии (с 4,5 до 111,8 млн т), ЮАР (с 3,07 до 30,29 млн т), Индии (с 15,3 до 50,0 млн т), Мексике (с 0,94 до 9,0 млн т) и других развивающихся странах.

**Динамика изменения качества (% Fe) железорудных концентратов  
по горно-обогатительным комбинатам СССР и некоторым зарубежным фирмам [126, 140]**

ГОК, фирма	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>РСФСР</b>							
Оленегорский	60,0	62,6	64,47	65,31	65,44	65,36	65,52
Ковдорский	-	62,6	62,14	63,5	63,42	63,42	63,70
Костомукшский	-	-	-	-	-	65,74	67,64
Михайловский	-	-	-	64,04	63,76	63,77	64,21
Лебединский	-	-	-	68,11	67,93	68,17	68,44
КМАруда							
Качканарский	-	59,9	60,76	61,42	61,47	61,49	62,00
Коршуновский	-	62,4	62,3	62,81	63,13	63,33	62,90
<b>Украина</b>							
Южный	59,13	63,14	64,57	64,91	64,57	64,66	64,85
Новокриворожский	59,9	63,72	65,42	65,69	65,71	65,41	66,03
Центральный	-	61,66	64,91	65,72	64,96	65,75	66,22
Ингулецкий	-	63,88	64,72	63,8	62,97	6,19	63,8
Северный	-	63,23	64,79	65,14	64,98	64,86	65,05
Полтавский	-	-	64,08	65,15	62,31	61,85	62,42
<b>Казахстан</b>							
Соколовско-Сарбайский	-	63,8	65,8	66,37	66,51	66,54	66,17
Лисаковский	-	-	-	49,25	49,32	49,49	49,59
<b>Азербайджан</b>							
Азербайджанский	54,1	54,5	54,5	58,7	61,1	60,22	59,3
<b>США</b>							
"Эри Майнинг"	62,0	62,5	66,35	66,35	66,35	66,35	66,35
"Нэшл Стил Пеллет"	-	-	65,0-68,0	67,0-68,8	67,0-68,8	67,5-68,8	67,5-68,8
"Хиббин Таконит"	-	65,0-67,0	65,0-67,0	67,0-68,0	67,0-68,0	67,5-68,0	67,5-68,0
"Сильвер Бей"	-	61,0-63,0	62,0-64,5	64,0-65,5	64,0-66,0	68,0	68,0
"Эвелет Майнз"	-	64,5	64,5	65,0	67,5	67,5	67,5
"Эмпайр"	65,0	65,0	65,5	66,0	67,0	67,0	67,0
"Минтаг"	-	65,0	65,0	66,0	66,0	66,0-69,0	66,0-69,0
<b>Канада</b>							
"Адамс"	-	65,0	66,0	66,0	67,0-68,0	68,0	68,4
"Триффит Майн"	-	66,0	67,0	68,8	68,8	68,8	68,8
"Шерман"	-	-	-	67,0	67,0-68,0	67,0-68,0	67,0-68,0
"Квебек"	66,0	66,0	67,0-68,0	67,0-68,0	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Швеция</b>							
"Кируна"	65,0	65,0	66,0	66,0	70,5	70,5	70,5
<b>Норвегия</b>							
"Киркини"	-	-	64,5	64,0-67,0	64,0-67,0	67,0	66,0-70,0
<b>Бразилия</b>							
"Кауэ"	-	66,0	66,0	66,5	67,0	67,0	67,2
"Сонейсан"	-	-	66,4	66,4	67,0	67,0	67,4
<b>Австралия</b>							
"Сэвидж"	-	-	66,0	66,1	67,3	67,5	68,3
"Маунт-ди-Прай"	-	63,0	63,0	63,0	63,2	63,5	63,7

Развитые капиталистические страны резко снизили производство товарных железных руд ввиду сложных горно-геологических условий и экономической неэффективности разработки месторождений. Так, в США объем добычи снизился с 89,2 до 55,5 млн т, во Франции - с 66,9 до 8,7 млн т, в ФРГ - с 18,9 до 0,1 млн т, в Великобритании добыча руды прекращена. В Швеции, Норвегии, Канаде объем добычи практически оставался на достигнутом уровне.

Практически во всех странах мира к 1990 г. резко возросло качество железорудной продукции. Так, в США массовая доля железа в товарной продукции возросла с 61,7 в 1975 г. до 63,4% в 1990 г., в Швеции - с 63,8 в 1960 г. до 66,2% в 1990 г., в Норвегии - с 60,3 в 1980 г. до 66% в 1990 г., в Бразилии - с 65 в 1975 г. до 66,7% в 1990 г., в Австралии - с 61,5 в 1975 г. до 64,8% в 1990 г. Качество железорудных концентратов, получаемых по магнитной технологии как на предприятиях СССР, так и за рубежом, находится на одном уровне - от 60,2 до 67,6% (табл. 41). Основной прирост массовой доли железа в железорудных концентратах получен за счет введения в технологию доводочных операций (тонкое грохочение, обратная катионная флотация), стадийного выделения концентратов, использования более совершенных магнитных и гидравлических сепараторов. Доводочные операции позволяют повысить массовую долю железа в концентратах до 67,5-71,8%. Такие предприятия, как Пи-Ридж (США), Мальбергет (Швеция), Лебединский ГОК (СССР) на доводочных отделениях производят особо чистые концентраты, которые используются для электросталеплавильного производства (69-70% железа и до 2,5% кремнезема), аккумуляторной промышленности (соответственно 71-71,2 и до 1%) и порошковой металлургии (71,4-71,8 и до 0,3%).

Руды скарново-магнетитового типа на отдельных зарубежных обогатительных фабриках (Швеция, Норвегия, Канада, США), отечественных (Соколовско-Сарбайский ГОК), а также апатит-магнетитовые руды (Ковдорский ГОК) обогащаются по комбинированным технологиям с извлечением из хвостов магнитной сепарации сопутствующих полезных компонентов (сульфиды, апатит, бадделейт и др.).

### 5.3. Технология подготовки железных руд к металлургическому переделу

#### 5.3.1. Подготовка руд к обогащению

Подготовка руд к обогащению включает в себя усреднение, дробление, сортировку, измельчение и классификацию.

**Усреднение руд** перед подачей их на обогатительную фабрику начинается в шахтах и карьерах за счет организации добычи руды по оперативному графику с отдельных забоев или уступов в зависимости от содержания основного или попутного компонента, вкрапленности рудного минерала и сортов руд по обогатимости.

Практика работы горно-рудных предприятий показала, что содержание основного компонента в руде, поступающей на обогатительную фабрику без усреднения, изменяется от  $\pm 5,0$  до  $\pm 9,0\%$ , а по обогатимости и вкрапленности рудных зерен колебания составляют от  $\pm 4,0$  до  $\pm 10\%$  от среднего значения. Усреднение руд по сортам путем штабелирования на усреднительных складах позволяет снизить эти колебания до  $\pm 2-5\%$ . Известно, что снижение указанных характеристик на 1% в руде позволяет стабилизировать технологические показатели последующих переделов и повысить массовую долю железа в товарной продукции на 0,1-0,3%, извлечение основного компонента на 1,0-1,5% и увеличить производительность основного технологического оборудования [9].

Завершается этап усреднения руд на башенных складах и в погрузочных бункерах для богатых руд и в расходных бункерах для бедных руд.

Усреднению руд придается большое значение практически во всех странах мира, особенно в Бразилии, Швеции, США, Канаде (при добыче), Японии (перед окучкованием привозного металлургического сырья) [31]. Усреднение руд успешно осуществляется и на горно-добывающих предприятиях СССР. Особое внимание этому вопросу уделяется на Костомукшском и Михайловском горно-обогатительных комбинатах, что позволило им повысить массовую долю железа в концентрате на 0,3%, поднять производительность секций на 11%, увеличить извлечение металла на 1,2% (Костомукшский ГОК).

Перспективным направлением в усреднении руд является оперативное опробование их физическими методами в потоке и усреднением в штабелях. Емкость штабелей зависит от характеристики руды, последующей технологии ее переработки и требований к качеству получаемых концентратов. Руды комплексного состава должны усредняться по каждому компоненту раздельно. Решение этой задачи возможно при наличии соответствующих физических приборов для определения минерального (типа "Курьер 40", Финляндия) и вещественного составов руд (зарубежных типа "Курьер 300", "Курьер 10", "Курьер 30" и отечественных типа "Барс", СЦР-28 и других).

**Дробление, сортировка, измельчение и классификация** применяются при обогащении руд всех геолого-промышленных типов практически на всех горно-обогатительных предприятиях и осуществляются с целью раскрытия зерен рудного минерала и освобождения его от сростков с нерудными минералами.

В зависимости от качества руды, требований потребителя к товарной руде и последующей технологии переработки дробление осуществляется в одну (до крупности 400-0 ... 200-0 мм), две (120-0 ... 80-0 мм), три (25-0 мм в открытом цикле и 10-0 мм в замкнутом цикле) стадии с сортировкой после

каждой стадии дробления с целью выделения узких классов крупности в соответствии с требованием потребителей.

Дроблению и грохочению (сортировке) подвергаются все железосодержащие руды, как богатые, пригодные для непосредственного использования в металлургическом производстве после сортировки и агломерации, так и бедные, требующие дальнейшего глубокого обогащения.

Условно в технике принято процессы, обеспечивающие разрушение горных пород крупностью +5 мм, относить к дроблению, а менее 5 мм - к измельчению. Так, богатые руды при наличии потребителей в мартеновской и доменной руде подвергаются дроблению в две стадии и сортировке на классы крупности 100-50, 50-10 и 10-0 мм. Последний класс крупности используется в качестве составляющей шихты для производства агломерата.

С развитием агломерационного процесса было установлено, что металлургические свойства агломерата выше, чем богатая руда, в связи с чем после 1975 г. почти все богатые руды Кривбасса и КМА подвергаются дроблению до крупности 10-0 или 5-0 мм в три стадии с замкнутым циклом, т.е. возвратом материала крупнее 10(5) мм на дробление. Полученная богатая руда крупностью 10-0 (5-0) мм подвергается агломерационному методу окучкования перед металлургическим производством. В связи с этим Михайловский и Стойленский ГОКи прекратили производство кусковой богатой руды и производят богатую руду в агломерационной крупности (10-0 мм).

Интенсивное вовлечение в описываемом периоде (1956-1990 гг.) в разработку бедных (16-32% Fe) железосодержащих руд, обладающих высокой крепостью (от 14 до 22 по шкале Протодяконова) и абразивностью, привело к необходимости совершенствования как дробильного оборудования, так и схем дробления. Так, вместо щековых дробилок стали использоваться дробилки ККД-1500/180 и ККД-1500/300 с поддрабливающими дробилками КРД-900 в первой стадии. Во второй стадии дробления вместо дробилок КСД-1200 и КСД-1750 широко используются КСД-2200, а в последнее время КСД-3000. В третьей стадии дробления вместо КМД-1200 и КСД-1750 используют КМД-2200, КМД-3000, КИД-2200, внедряют замкнутые циклы дробления и осваивают дробилки центробежно-ударного действия с целью обеспечения конечной крупности дробления 10-0 (6-0) мм.

На дробильных фабриках ГОКов Российской Федерации в настоящее время в эксплуатации находится 300 агрегатов, в том числе по стадиям дробления: первая - 76, вторая - 93 и третья - 131.

Горно-рудные предприятия, введенные до 1962 г. мощностью менее 15,0 млн т по переработке сырой руды, для крупного дробления оснащались щековыми дробилками, для среднего - КСД-1750, КОД-2200 и мелкого - КМДТ 1750, КМД-2200. Предприятия, введенные после 1962 г., оснащались конусными дробилками ККД-1500/300 с поддрабливающими дробилками КРД-900/100 и ККД-1500/180 без додрабливающих дробилок для первой стадии и КСД-2200, КСД-2200ГР, КМД-2200, КМДТ-2200 - для среднего и мелкого дробления. После 1984 г. для среднего и мелкого дробления применяются дробилки КСД-3000 и КМД-3000, которые в последнее время подверглись модернизации.

В зависимости от характеристики руды, последующей технологии ее переработки применяют различные схемы дробления:

одностадиальная - при последующем применении самоизмельчения;

двухстадиальная до крупности 100-0 мм - при переработке богатых руд и наличии потребителей на кусковую богатую руду для металлургического производства;

трехстадиальная до крупности 25-0 и 18-0 - без замкнутого цикла для последующей переработки руды по схеме глубокого обогащения;

трехстадиальная до крупности 12-0 (6-0) мм - с замкнутым циклом при переработке богатой руды для производства агломерата и бедной руды при необходимости экономии энергетических затрат при глубоком обогащении руд.

Существующие дробилки имеют ряд серьезных недостатков, к которым относятся:

невозможность получения конечной крупности дробленой руды - 6-0 мм в открытом цикле;

высокий износ футеровочных материалов (на крепких рудах типа Михайловского месторождения срок работы футеровки составляет не более 30 сут для КСД и КМД, на слабых рудах - 60-90 сут);

отсутствие дистанционного автоматического поддержания заданного размера разгрузочной щели.

С целью устранения указанных недостатков в Российской Федерации и за рубежом интенсивно ведутся работы по созданию нового дробильного оборудования, способного обеспечить дробление руды до классов крупности 12-0 и 6-0 мм в открытом цикле.

В настоящее время уже разработана серия инерционных дробилок (КИД-300, КИД-600), обеспечивающих дробление руды до крупности 16-0 мм в открытом цикле; проходит промышленная отработка конструкции дробилки КИД-2200. Мелкие дробилки работают устойчиво. В зарубежной практике работают дробилки типа "Жирадиск" фирмы "Нордберг" (США) с диаметром конуса 762 мм ("Жирадиск 36") и до 2100 мм.

В последнее время в зарубежной практике широкое распространение получили центробежно-ударные дробилки. Отличительной особенностью этого типа дробилок является горизонтальное расположение разгонного ротора на вертикальном валу. Ротор снабжен разгонными элементами (ребра, лопасти, каналы и т.п.), которые с большой скоростью выбрасывают загруженный в центр материал на периферийные отражательные поверхности, где он разрушается при ударе. В зависимости от материала отражательной поверхности различают дробилки типа "камень о металл" и "камень о камень".

Первая дробилка такого типа была изготовлена в 1975 г., в 1981 г. их работало уже 40 образцов, а в 1988 г. - 800 с производительностью от 50 до 500 т/ч, обеспечивая крупность дробленой руды 6-0 мм.

В Российской Федерации центробежно-ударные дробилки успешно работают на дроблении известняков с производительностью до 100 т/ч и на измельчении клинкера при производительности 10-20 т/ч. В 1991 г. была изготовлена и смонтирована на Михайловском ГОКе для дробления железистых кварцитов центробежно-ударная дробилка производительностью 250-300 т/ч, промышленные испытания которой подтвердили высокие технологические (более 75% руды класса мельче 12 мм), но низкие эксплуатационные показатели (срок службы футеровки 8-18 ч вместо 560-700 ч). Ведутся работы по совершенствованию ее конструкции.

Разработка и широкое внедрение дробилок, обеспечивающих крупность дробленой скальной руды в открытом цикле 12-0 и 6-0 мм, является перспективным направлением этого передела.

Дробление влажных бурых железняков с примесями глинозема как в отечественной, так и зарубежной практике осуществляется молотковыми дробилками типа СМД-102 и ДМРЭ-1500, ДМРЭ-1500-100 с самоочищающейся подвижной дробящей плитой.

Измельчение и классификация руд в общем комплексе процессов переработки минерального сырья на горно-рудных предприятиях имеет одно из важнейших мест в процессе подготовки руд к глубокому обогащению и занимает преобладающий объем в капитальных, эксплуатационных затратах (60-65%) и потреблении электроэнергии (70-75%).

Основное назначение процессов измельчения и классификации заключается в обеспечении раскрытия рудных минералов, т.е. разрушение сростков рудных и нерудных минералов для последующего их разделения непосредственно обогатительными процессами.

Традиционным измельчительным оборудованием остаются барабанные мельницы различного диаметра и длины. В соответствии с периодами качественно-количественных показателей рудоподготовки (1950-1960, 1961-1975, 1976-1990 гг.) происходил процесс как в конструкции размольно-классифицирующего оборудования, так и в схемах. До 1963 г. в основном применялись мельницы объемом от 9 до 33 м<sup>3</sup> в комплекте с речными классификаторами с одностадиальной схемой измельчения.

После 1963 г., в связи с необходимостью повышения качества железорудного концентрата, стали применять двух- и трехстадиальные схемы измельчения с использованием мельниц объемом 36, 49 и 82 м<sup>3</sup> и соответствующее мельницам классифицирующее оборудование. С 1972 г. внедрен процесс самоизмельчения и рудно-галечного измельчения с объемом мельниц 80 и 160 м<sup>3</sup> (ММС-70/23, ММС-90/3м, МШР-40/75, МГР-55/75) и соответствующим классификационным оборудованием. В 1984 г. введен в эксплуатацию Стойленский ГОК, оборудованный шаровыми мельницами объемом 130 м<sup>3</sup> (МШЦ-55/65).

Сравнительный анализ шарового и бесшарового измельчения по предприятиям Российской Федерации и Украины (табл. 42) показал, что при бесшаровом измельчении качество концентрата выше на 0,5-1,1%, расход электроэнергии, себестоимость передела ниже, чем при шаровом измельчении. Таким образом, бесшаровое измельчение имеет явное преимущество перед шаровым по технологическим и экономическим показателям. Вместе с тем коэффициент использования оборудования ниже.

Классифицирующее оборудование также претерпело изменение. Так, вместо речных и чашевых классификаторов используются спиральные классификаторы типа КС-1200, КС-2000, 2КС-2000, 2КС-3000 для первой стадии; гидроциклоны типа ГЦ-150, ГЦ-350, ГЦ-500, ГЦ-750; грохота тонкого грохочения типа 299ГР, магнитные дешламаторы типа МД-5, МД-9, МД-12, ЭМС-1500 или магнитные дешламаторы типа МДС с сифонной разгрузкой для второй и третьей стадий измельчения.

В зарубежной практике измельчение осуществляют также в традиционных мельницах барабанного типа. Первую стадию, как правило, осуществляют в стержневых мельницах, которые обеспечивают равномерный помол и меньшее образование шламов. Широкое распространение нашло самоизмельчение, рудно-галечное измельчение и полусамоизмельчение, т.е. с добавкой 5-8% шаров в мельницы самоизмельчения. В практике нашли применение мельницы самоизмельчения диаметром от 4,6 до 11,0 м объемом от 45 до 460 м<sup>3</sup>. В последнее время введены комбинаты с одностадиальным самоизмельчением в удлиненных мельницах с двойной и тройной классификацией и доводочными операциями, что снизило капитальные затраты на строительство фабрик без снижения качественных показателей (предприятие "Хиббинг таконит", США).



Сравнение технико-экономических показателей шарового и бесшарового измельчения [138]

Показатели	ГОКи РСФСР				ГОКи Украины			
	Лебединский		Михайловский	Стойленский	Ингулецкий		Северный	
	1-16 секция	17-21 секция	Шаровое измельчение		Шаровое измельчение	Бесшаровое измельчение	Шаровое измельчение	Бесшаровое измельчение
	Бесшаровое измельчение							
Мощность, млн т:								
по руде	15	30	30	12	35,2		42,5	
по концентрату	6,15	12,3	11,12	5,1	14,4		18,6	
Тип мельниц:								
1-й стадии	ММС-70/26	ММС-90/30	МШР-45/65	МШЦ-55/65	МШР-36/50	ММС-70/23	МШР-36/40	ММС-90/30
объем, м <sup>3</sup>	80	160	82	130	45	80	35,5	160
2-й стадии	МГР-40/75	МГР-55/75	МШРГУ-45/60	МШЦ-55/65	МШЦ-40/55	МШР-40/75	МШЦ-36/55	МГР-55/75
объем, м <sup>3</sup>	80	160	83	130	60	80	49	160
Содержание Fe, %:								
в руде	32,7	32,7	39,4	33,9	32,6	32,6	34,8	34,8
в концентрате	68,4	68,7	65,5	67,5	63,6	64,1	64,7	65,5
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч на 1 т руды:								
при дроблении	0,8	0,8	1,9	6,0	2,6	1,0	1,9	1,0
при обогащении	28,8	28,8	36,1	39,8	37,8	45,9	27,5	26,2
Расход руды на 1 т концентрата, т	2,41	2,41	2,62	2,60	2,36	2,44	2,45	2,58

Расход шаров, кг/т	0,067	0,067	6,38	4,37	5,05	0,158	4,17	0,14
Стоимость руды в себестоимости концентрата, р.	3,93	3,93	5,015	4,67	5,053	4,42	5,18	7,35
Себестоимость передела, р.	5,08	5,08	7,08	7,40	4,56	5,22	4,38	4,89
Полная себестоимость, р.	9,07	9,07	12,50	12,84	9,87	9,97	9,72	12,43
Производительность, т/ч	166	265	121	312	207	163	200	321
Крупность концентрата мельче 44 мкм, %	91	93	97	91	92	91	94	92
Коэффициент использования оборудования	0,88	0,74	0,918	0,767	0,948	0,906	0,89	0,74

*Примечание.* ММС - мельница мокрого самоизмельчения, МГР - мельница рудно-галечного измельчения, МШР - мельница шаровая с разгрузкой через решетку, МШРГУ - мельница шарового и рудно-галечного измельчения, универсальная, МШЦ - мельница шаровая с центральной разгрузкой.

Перспективным направлением в решении снижения общих затрат на обогащение руд является использование:

самоизмельчения (полусамоизмельчения) в удлиненных мельницах в одну стадию с подачей горячей воды в мельницу для снижения поверхностного натяжения с двойной и тройной классификацией и стадийным выделением концентратов для руд слабой и средней крепости;

замкнутых циклов дробления и новых дробильных аппаратов типа КИД-2200, "Жирадиск", "Доупактор" и СЦМ-300, обеспечивающих крупность дробления 6-0 мм;

предобогащения руды после среднего дробления в крупности 100-50, 50-25, 25-6 мм методом сухой магнитной сепарации для магнетитовых руд тяжелосредней сепарацией, радиометрической сепарацией для окисленных железных руд при наличии свободной пустой породы или получения обогащенных соответствующими элементами промпродуктов и пустой породы;

методов ослабления межкристаллических связей перед измельчением руды путем электронного, лазерного или импульсно-электромагнитного облучения. Как показали теоретические и экспериментальные проработки, это позволяет в 2-2,5 раза повысить производительность головных мельниц (1-й стадии) с одновременным повышением массовой доли металла в концентрате на 0,5-1% за счет разрушения руды по поверхностям срастания рудных и нерудных минералов, перенести часть затрат с измельчения на предыдущие операции (дробление и обработку руды) с сокращением общих затрат почти в два раза.

Решение этих задач возможно при условии разработки и серийного изготовления нового надежного и безопасного в эксплуатации соответствующего высокопроизводительного оборудования (новые дробилки, магнитные, тяжелосредние, радиометрические сепараторы для узких классов крупности, оборудование для облучения руды).

Кроме того, должны найти широкое применение спирально-угловые футеровки шаровых мельниц, которые позволяют повысить эффективность использования мелющих тел с 40 до 65-70%, а также применение и мелющих тел специального состава с термической закалкой.

В перспективе найдут применение конусные горизонтальные и цилиндрические башенного типа мельницы с мелющими телами и вибромельницы.

В целях экономии всех затрат для каждой стадии измельчения должны применяться мельницы, соответствующие диаметру мелющих тел и типу перерабатываемого сырья [20].

### 5.3.2. Обогащение руд

Большое различие минерального состава железных руд и их текстурно-структурных особенностей привело к необходимости использования различных методов обогащения. Для оценки обогатимости руд и определения ее эффективности, независимо от исходной руды и методов ее обогащения, используются следующие показатели: выход продуктов обогащения, их качественная характеристика, извлечение ценных компонентов, эффективность обогащения и комплексность использования минерального сырья.

*Выход продуктов обогащения* ( $\gamma$ ) выражается в процентах от количества перерабатываемой руды. Этот показатель может рассчитываться как по операциям, так и в целом по фабрике. К индексу выхода продукта обогащения дополнительно вводится индекс сконцентрированного в нем элемента, промпродукта или хвостов обогащения ( $\gamma_{Fe}$ ,  $\gamma_{TiO_2}$ ,  $\gamma_{Cu}$ ,  $\gamma_{Zn}$ ,  $\gamma_{пр.пр.}$ ,  $\gamma_{хв}$ ). Сумма выходов продуктов обогащения всегда равна 100% исходного материала.

Содержание компонента в исходной руде ( $\alpha$ ), концентрате ( $\beta$ ), хвостах ( $\nu$ ) связано с выходами продуктов обогащения определенной зависимостью. Так, при известном содержании компонента в руде и продуктах обогащения показатель выхода концентрата или хвостов определяется из формул:

$$\gamma_{к-та} = \frac{(\alpha - \nu) \cdot 100}{\beta - \nu} \%,$$

$$\gamma_{хв} = \frac{(\beta - \alpha) \cdot 100}{\beta - \nu} \%.$$

Извлечение компонента в продукты обогащения ( $\epsilon$ ) выражает отношение (в %) количества компонента, перешедшего в концентрат, к количеству этого компонента в исходной руде и определяется из выражения:

$$\epsilon = \frac{\gamma_{к-та} \cdot \beta_{к-та}}{\alpha_{руды}}, \%$$

Эффективность обогащения ( $\Xi$ ) в целом по фабрике или отдельных операций определяется по формулам, предложенным Н.Г.Тюренковым [91].

$$\Xi = \frac{\gamma_{к-та} (\beta - \alpha) \beta_{мин}}{\alpha (\beta_{мин} - \alpha)}, \%;$$

$$\Xi = 100 - \sum \epsilon_{мин},$$

где  $\beta_{мин}$  - содержание металла в минерале, %,  $\sum \epsilon_{мин}$  - сумма минимальных извлечений компонентов в полученные продукты, численно равная количеству необогатившегося материала в концентрате и хвостах.

Этим показателем пользуются для определения эффективности разделения материала как по крупности при классификации, так и при оценке работы каждого передела процесса обогащения.

Коэффициент комплексного использования ( $K\epsilon$ ) при оценке по  $n$  компонентам определяется отношением стоимости компонентов в товарной продукции к стоимости элементов в исходной руде:

$$K\epsilon = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot \epsilon_i \cdot C_i)}{\sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot C_i)},$$

где  $\epsilon_i$  - извлечение элемента в концентрат,  $\alpha_i$  - содержание элемента в исходной руде,  $C_i$  - стоимость элемента в концентрате.

Интенсивное развитие и совершенствование техники и технологии обогащения на горно-обогатительных комбинатах в период 1955-1990 гг. позволили повысить массовую долю железа в товарных железорудных концентратах по СССР с 53,7 до 62,9%, в том числе по Российской Федерации - с 54,5 до 62,14%, на Украине - с 56,2 до 64,4%. Одновременно с этим по наиболее крупным горно-обогатительным комбинатам (Михайловский, Лебединский, Стойленский, Ингулецкий, Соколовско-Сарбайский) повышено по сравнению с пусковым периодом извлечение металла (табл. 43).

**Технологические показатели обогащения руд по основным**

Горно-обогатительный комбинат	1960 г.				1965 г.			
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\epsilon$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\epsilon$
<b>РСФСР</b>								
Оленегорский	31,08	60,1	40,7	61,5	31,39	62,63	39,3	78,4
Ковдорский	-	-	-	-	29,9	62,6	40,6	85,1
Костомукшский	-	-	-	-	-	-	-	-
Коршунский	-	-	-	-	31,9	62,4	41,9	81,6
Михайловский	-	-	-	-	-	-	-	-
Лебединский	-	-	-	-	-	-	-	-
Стойленский	-	-	-	-	-	-	-	-
КМАруда	38,2	58,5	52,6	80,5	37,8	63,5	46,9	78,8
Качканарский	-	-	-	-	17,21	59,92	18,75	65,29
<b>Украина</b>								
Южный	37,1	59,1	46,85	74,75	35,77	63,14	40,1	77,82
Ингулецкий	-	-	-	-	33,76	63,88	36,73	69,5
Ново-Криворожский	34,6	60,0	33,67	58,5	33,12	63,72	36,91	72,04
Центральный	-	-	-	-	34,3	61,44	37,7	63,0
Северный	-	-	-	-	35,73	63,23	41,98	75,6
Полтавский	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Казахстан</b>								
Соколово-Сарбайский	-	-	-	-	39,9	65,08	41,8	63,5
Лисаковский	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Азербайджан</b>								
Азербайджанский	-	-	-	-	-	-	-	-

Богатые железорудные концентраты стали определяющими в товарной руде, производство их увеличилось в СССР в 6,1 раза, в том числе по Российской Федерации - в 8,8 раза и Украине - в 7 раз. Это стало возможным в результате развития и совершенствования магнитной сепарации, гравитационных процессов, флотации и разработки новых пирометаллургических и гидрометаллургических процессов обогащения руд сложного минерального состава.

**Магнитная сепарация** основана на различии магнитных свойств разделяемых компонентов, используется при обогащении магнетитовых, мартит-гематитовых, лимонитовых железных руд, регенерации суспензий, удалении железистых примесей из кварцевых песков, абразивов и других материалов.

В настоящее время разделение материалов по магнитным свойствам осуществляется в основном в постоянном магнитном поле. Магнитное обогащение происходит только в неоднородном магнитном поле, которое создается соответствующей формой и расположением полюсов магнитной системы сепаратора. Неоднородность магнитного поля в данной точке характеризуется градиентом его напряженности  $\text{grad } H$ , т.е. вектором, представляющим собой производную абсолютной величины напряженности в этой точке по направлению ее наибольшего увеличения.

горно-обогатительным комбинатам за период 1960-1990 гг. [126]

1970 г.				1975 г.				1980 г.			
$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\epsilon$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\epsilon$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\epsilon$
<b>РСФСР</b>											
31,55	64,5	40,4	82,6	30,8	65,3	39,2	83,2	30,51	65,44	37,6	50,6
29,3	63,14	41,2	88,8	27,0	63,5	38,6	90,9	25,5	63,42	35,7	88,9
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,7	62,3	38,7	81,2	28,6	62,8	38,5	84,8	27,6	63,1	36,2	82,8
-	-	-	-	39,7	64,0	32,56	53,85	38,24	63,76	34,34	56,2
-	-	-	-	32,8	68,11	36,59	76,0	32,4	68,11	36,57	75,43
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,62	65,21	42,97	81,07	33,11	65,56	41,31	81,78	33,47	66,06	40,65	80,5
16,36	60,76	16,86	62,6	15,93	61,42	16,84	64,94	16,0	61,47	17,2	66,06
<b>Украина</b>											
35,41	65,57	42,69	77,83	35,6	64,91	45,47	82,01	35,32	64,57	45,44	83,07
32,98	64,72	38,92	76,37	33,53	63,8	40,38	76,81	32,68	63,08	36,45	70,37
32,27	65,42	35,07	71,1	34,49	65,69	38,8	73,9	34,69	65,71	39,63	75,07
33,66	64,91	34,0	71,1	33,15	65,72	33,2	65,82	33,56	64,98	31,46	60,98
34,6	64,8	41,27	77,2	34,97	65,14	40,02	74,54	34,13	64,98	37,22	70,86
33,16	64,08	38,08	73,58	34,81	65,15	43,34	81,13	31,59	62,31	37,57	74,11
<b>Казахстан</b>											
38,88	65,08	44,69	75,39	39,62	66,37	44,57	77,6	37,92	66,51	44,13	77,43
-	-	-	-	41,16	49,28	59,5	70,78	42,24	49,32	65,9	77,2
<b>Азербайджан</b>											
39,6	54,45	59,4	81,68	34,9	58,7	43,75	73,5	31,5	61,11	35,78	69,4

В практике магнитного обогащения применяют следующую классификацию минералов по их магнитным свойствам:

сильномагнитные минералы, извлекаемые на сепараторах с относительно слабым магнитным полем напряженностью от 800 до 1350 Э, с удельной магнитной восприимчивостью вещества более  $4 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/кг (магнетит, маггемит, пирротин и титаномагнетит);

слабомагнитные минералы, выделяемые в сильном магнитном поле напряженностью 6000-15000 Э и выше, с удельной магнитной восприимчивостью  $(750-10) \cdot 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг (гематит, мартит, лимонит, ильменит, хромит, группа минералов марганца и др.);

немагнитные минералы, не извлекаемые при магнитном обогащении, магнитная восприимчивость которых менее  $10^{-7}$  м<sup>3</sup>/кг (кварц, кальцит, апатит и др.).

Для определения магнитной восприимчивости используют баллистический, магнитометрический и пондеромоторный методы. Первые два метода для сильномагнитных минералов, третий - для всех типов руд.

Одной из особенностей сильномагнитных минералов (руд) является зависимость их магнитной индукции или намагниченности от напряженности магнитного поля. При циклическом перемагничивании, происходящем

Горно-обогатительный комбинат	1985 г.				1990 г.			
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\varepsilon$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\varepsilon$
<b>РСФСР</b>								
Оленегорский	29,58	65,36	37,29	81,58	28,51	65,4	36,3	83,3
Ковдорский	24,5	63,42	34,7	88,5	24,52	63,7	34,8	90,5
Костомукшский	31,1	65,74	36,41	76,96	30,72	67,6	35,8	78,7
Коршуновский	27,6	63,33	36,5	33,8	29,1	62,9	38,8	83,8
Михайловский	39,28	63,77	34,92	56,7	39,37	64,2	34,5	56,28
Лебединский	33,28	68,17	38,35	78,56	32,73	68,44	38,0	79,6
Стойленский	34,1	65,8	36,38	70,14	33,93	67,38	39,14	77,8
КМАруда	32,48	66,07	41,05	81,05	32,14	66,08	40,47	83,2
Качканарский	15,83	61,49	17,01	66,04	15,8	62,0	16,8	66,1
<b>Украина</b>								
Южный	34,95	64,66	44,62	82,54	34,5	64,85	43,6	81,8
Ингулецкий	32,6	63,19	37,53	72,75	32,6	63,8	37,4	73,3
Ново-Криворожский	33,11	65,41	36,8	66,65	33,4	66,03	34,6	68,5
Центральный	34,18	65,76	34,32	65,78	33,2	66,2	32,4	64,5
Северный	38,13	64,86	36,87	68,07	34,95	65,05	37,0	70,9
Полтавский	30,88	61,85	37,46	75,11	30,06	62,42	35,2	73,09
<b>Казахстан</b>								
Соколово-Сарбайский	36,46	66,54	41,91	76,5	35,65	66,17	42,1	78,2
Лисаковский	40,88	49,49	61,49	74,43	40,3	49,89	58,6	72,2
<b>Азербайджан</b>								
Азербайджанский	28,46	60,22	29,5	62,3	24,91	59,3	25,68	60,7

в последовательности, кривая намагничивания переходит в петлю гистерезиса, которая для условий магнитного насыщения называется предельной петлей. Основными характеристиками петли гистерезиса при испытаниях образца сильномагнитного минерала в замкнутой магнитной цепи являются остаточная индукция ( $B_r$ ) и коэрцитивная сила по индукции ( $H_c$ ). Магнитная восприимчивость подлежащих извлечению в магнитный продукт частиц руды является основным фактором в выборе сепаратора.

Известно, что при обогащении сильномагнитных руд и материалов, кроме магнитной восприимчивости частиц, важную роль играют их коэрцитивная сила, остаточная индукция, размагничивающий фактор, от которых зависит образование флокул в поле сепаратора и частичное сохранение их после удаления из поля.

Магнитная флокуляция отрицательно влияет на селективность разделения минералов, эффективность классификации и фильтрации, поэтому перед этими операциями производят размагничивание минералов.

В целях повышения селективности разделения минералов иногда пользуются точкой Кюри, т.е. нагревают руду до температуры, при которой некоторые минералы теряют магнитные свойства (точка Кюри для магнетита составляет  $578^{\circ}\text{C}$ ).

Селективность разделения тем выше, чем более однородно поле по величине силы магнитного поля ( $M_0 H_{\text{grad}} H$ ) и чем меньше разница между верхним и нижним пределами крупности обогащаемой руды.

При обогащении магнетитовых руд, регенерации магнитных суспензий, улавливании металла, сгущении магнетитовых концентратов перед фильтрацией и других операциях применяют магнитные и электромагнитные сепараторы, железоотделители, магнитные дешламаторы, намагничивающие и размагничивающие аппараты.

Обогащение магнетитовых руд в настоящее время осуществляют на сепараторах магнитной системы, состоящей из постоянных керамических феррито-бариевых или феррито-стронциевых магнитов. Анизотропные керамические постоянные магниты феррито-стронциевого состава имеют более высокую напряженность магнитного поля в сравнении с феррито-бариевыми магнитами.

Бараны, ванны и другие детали магнитных сепараторов должны изготавливаться из прочных немагнитных материалов.

Для магнитного обогащения магнетитовых руд разработано и изготавливается большое количество сепараторов, отличающихся друг от друга принципом и конструкцией, в соответствии с ГОСТ 10512-78. В целях получения максимальной эффективности магнитной сепарации, зависящей от крупности обогащаемого материала, используют сепараторы различной конструкции.

Так, для *сухой магнитной сепарации* магнетитовых руд крупностью более 6 (10) мм используют сепараторы с верхним питанием типа 168 СЭ, 189 СЭ, 171 СЭ, ПБС-90/200 и 2 ПБС-90/200; для руд крупностью менее 6 мм используют сепараторы с нижним питанием и увеличенной частотой вращения барабана типа ЭБС-80/170, быстроходные 206-СЭ (ПБСЦ-63/50), 251-СЭ (ПБСЦ-60/200), предназначенные как для получения промпродуктов перед измельчением, так и для производства высококачественного концентрата.

Всякая обогатительная операция достигает наибольшей эффективности на материалах с узкими классами крупности. По этой причине за рубежом успешно ведут сухую магнитную сепарацию руды после среднего дробления крупностью 120-50, 50-25, 25-6 мм для предобогащения перед измельчением. После сухой магнитной сепарации полученные промпродукты подрабатываются до крупности 20-0 или 12-0 (6-0) мм. Рудная мелочь (менее 6 мм) подвергается предобогащению перед измельчением методом мокрой магнитной сепарации на обычных прямоочных сепараторах с повышенной напряженностью магнитного поля.

В зарубежной практике для сухой магнитной сепарации рудной мелочи используются быстроходные барабанные сепараторы типа "Мартсел" (Швеция) и "Лаурила" (Финляндия), последний получил меньшее распространение из-за сложностей в эксплуатации и ремонте (бегущее поле в нем создается вращением барабана и магнитной системы, кроме того, съем магнитной фракции осуществляется щеткой). Кроме барабанных применяются ленточные магнитные сепараторы с верхним и нижним питанием типа "Полизиус".

Зарубежные сепараторы для кускового материала в отличие от отечественных имеют повышенную напряженность магнитного поля (до 2000 Э), что позволяет обеспечить высокое извлечение полезного компонента.

*Мокрая магнитная сепарация* нашла самое широкое использование практически на всех горно-обогатительных комбинатах РСФСР, Украины, Казахстана при переработке всех геолого-промышленных типов сильномаг-



нитных руд, кроме бурых железняков и сидеритов. Даже слабомагнитные гематитовые руды Кривбасса до 1987 г. обогащались методом мокрой магнитной сепарации после восстановительного их обжига. Динамика роста технологических показателей обогащения железных руд приведена в табл. 43.

Мокрая магнитная сепарация осуществляется на барабанных сепараторах типа ПБМ-90/250, ПБМ-120/300, ПБМ-150/200 - ПБМ-150/400 с прямоточными, противоточными и полупротивоточными ваннами.

Сепараторы с прямоточными ваннами в основном применяются в первой стадии при высоком выходе хвостов (более 50%). При малом выходе хвостов (менее 30%) технологические показатели сепараторов с прямоточными ваннами значительно уступают сепараторам с противоточными и полупротивоточными ваннами даже в первой стадии сепарации. Основное назначение сепараторов с прямоточными ваннами - обогащение материала крупностью 6-0 мм.

Противоточные сепараторы ПБМ-П-90/250, ПБМ-П-120/300, ПБМ-П-150/200 - ПБМ-П-150/400 используются для сепарации материала мельче 2 мм в основном после второй стадии измельчения, а также могут компоноваться с перечисткой магнитной фракции на горизонтальной площадке.

Полупротивоточные сепараторы ПБМ-ПП-90/250, ПБМ-ПП-120/300, ПБМ-ПП-150/200 - ПБМ-ПП-150/400 применяются для предпоследних и последних стадий сепарации материала мельче 0,3 мм. На этих сепараторах перечистку магнитной фракции возможно осуществить только при установке сепараторов с перепадом высот 600-700 мм.

В целях повышения качества концентрата противоточные и полупротивоточные сепараторы оснащаются циркуляционными ваннами с возвратом части магнитной фракции в питание сепаратора и предыдущую перечистку. Это позволяет заменить два-три приема сепарации с получением заданного качества концентрата.

В настоящее время разработана конструкция трехпродуктового сепаратора в целях выделения богатого зернистого концентрата, промпродукта и отвальных хвостов, испытанного на Михайловском ГОКе и проходящего стадию конструкторской доработки в институте "Механобр".

При обогащении железистых кварцитов перед всеми стадиями сепарации применяется дешламация материала с предварительным размагничиванием пульпы и намагничиванием ее в дешламаторе. Эти операции позволяют разрушить магнитные флокулы и освободиться от шламистой пустой породы, что повышает содержание железа в промпродукте от 2 до 12%. Магнитные дешламаторы типа МД-5, МД-9, МД-12 и сифонные дешламаторы МДС-9, МДС-12 широко используются на всех комбинатах, перерабатывающих магнетитовые кварциты.

В целях повышения качества концентрата на отдельных комбинатах используется тонкое грохочение как доводочная операция (Костомукшский ГОК), что позволило повысить массовую долю железа с 65,7 до 67,6% с одновременным повышением извлечения металла с 76,4 до 78,0%.

Высокие доводочные показатели получены на магнитно-гравитационном классификаторе (МГК-1500), промышленные испытания которого проведены на Костомукшском и Лебединском ГОКах. Массовую долю железа в концентрате на Костомукшском ГОКе при использовании МГК-1500 можно повысить до 68,5-69,0% без использования тонкого грохочения. На Лебединском ГОКе указанный аппарат позволил получить концентрат с массовой долей железа 70,0-71,5% без использования обратной флотации, но без выделения отвальных хвостов, т.е. с получением двух концентратов. Ши-

рокое внедрение указанных аппаратов сдерживается ввиду отсутствия автоматизации процесса поддержания постоянной плотности в песковой части МГК-1500 и потерь полезного компонента со сливом.

На Лебединском ГОКе для получения высококачественного концентрата освоена обратная катионная флотация как доводочная операция, что позволяет получать концентрат с массовой долей железа до 71,8%.

Научно-исследовательские работы последних лет показали, что использование доводочных операций на некоторых комбинатах позволяет повысить массовую долю железа на 0,7-2,5%.

Вопрос внедрения обратной флотации сдерживается по экологическим причинам, а тонкое грохочение - по причине отсутствия просеивающих поверхностей с отверстиями 0,09 мм и надежной конструкцией грохотов [106,107].

В зарубежной практике магнитно-обогащительные фабрики также оснащены в основном барабанными магнитными сепараторами диаметром от 715 до 1200 мм с ваннами различной конструкции. Отличительной особенностью зарубежных сепараторов, изготовляемых в Швеции, США, Канаде, Чехословакии и других странах и применяемых на первой стадии сепарации, является повышенная напряженность магнитного поля (до 1750 Э). Для последующих стадий сепарации используются сепараторы с изменяющейся напряженностью магнитного поля по окружности (от 1200 до 900 Э), а в последней стадии - с пониженной напряженностью (750-800 Э). Это позволило повысить массовую долю железа с 62 до 65% без снижения извлечения металла.

Большинство магнитно-обогащительных фабрик за рубежом используют тонкое грохочение и обратную флотацию, что позволило повысить массовую долю железа в концентрате до 68-70%. Для эффективного обогащения руд широко используется классификация материала по каждой стадии измельчения. Для этих целей спиральные классификаторы заменяются вибрационными грохотами, а гидроциклоны - грохотами тонкого грохочения, начиная со второй стадии измельчения.

Слабомагнитные руды (маргитовые, гематитовые, лимонитовые) обогащаются, как правило, по комбинированному гравитационно-магнитным схемам. Руда крупнее 1 мм обогащается тяжелосредней сепарацией узких классов крупности. Материал мелкого класса крупности обогащается на отсадочных машинах или винтовых сепараторах, отходы гравитационного передела - высокоинтенсивной сепарацией крупностью от 1 мм до 45 мкм, материал мельче 45 мкм подвергается полиградиентной сепарации. Последняя успешно обогащает руды крупностью более 10 мкм.

В последние десятилетия в СССР для обогащения окисленных железных руд получила широкое использование высокоинтенсивная и полиградиентная сепарация. Основным оборудованием для высокоинтенсивной сепарации являются индукционно-роликовые сепараторы типа 2 ЭРМ-38/250 и 4 ЭРМ-38/250, обеспечивающие напряженность магнитного поля до 18000 Э. Для полиградиентной сепарации используются сепараторы 2/2 ЭРФМ-160 и 6 ЭРФМ-200 с напряженностью магнитного поля до 12000 Э. Принцип работы полиградиентных электромагнитных сепараторов заключается в повышении магнитной напряженности на нарифлениях матриц при прохождении ротора, заполненного матрицами, через магнитную систему. При выходе ротора из магнитного поля матрицы размагничиваются, и выделенный материал смывается потоком воды. Матрицы изготовляются из мягкого железа.

Материал мельче 10 мкм успешно может обогащаться на полиградиентном сверхпроводниковом сепараторе типа "Карусель", который проходит промышленные испытания на Ново-Криворожском ГОКе. Институтом "Механобрчермет" совместно с немецкой фирмой "Клекнер" разрабатывается высокоинтенсивный сепаратор барабанного типа на сверхпроводниках аналогично сепаратору Descos фирмы "Клекнер". Институтом "Уралмеханобр" разрабатывается высокоинтенсивный сепаратор на постоянных магнитах состава ниодим-железо-бор роликового типа с напряженностью магнитного поля 10-12 тыс. Э.

В зарубежной практике широкое распространение получили индукционно-роликовые высокоинтенсивные магнитные сепараторы фирмы "Гумбольдт", полиградиентные сепараторы типа "Джонс" (от DP-40 до DP-315) фирм "Клекнер" (Германия), "Бокс-Рапид" (Англия), "Карусель" фирмы "Сала-Аллис-Чалмерс" (Швеция-США). В восьмидесятых годах рядом иностранных фирм в ФРГ, Англии, США и других странах разработаны сепараторы на основе сверхпроводящих проводников и постоянных магнитов на базе сплава ниодим-железо-бор [13,168].

Совершенствование технологического обогатительного оборудования должно развиваться в направлении разработки и создания:

сепараторов для узких классов обогащения в крупности 100-50, 50-25, 25-6 мм с соответствующей напряженностью магнитного поля и другими параметрами для каждой крупности;

трехпродуктовых сепараторов для сухой и мокрой магнитной сепарации с изменяющейся напряженностью магнитного поля по направлению разделения материала;

новых керамических магнитов, обеспечивающих напряженность магнитного поля от 400 до 2500 Э, предназначенных для соответствующей стадии обогащения;

размагничивающих и селективно намагничивающих аппаратов, а также аппаратов с перемежающимся и пульсирующим магнитным полем;

магнитных сепараторов с усилением контрастности разделения частиц за счет приложения центробежных сил.

Широкое применение должны найти магнитно-гравитационные сепараторы и классификаторы как доводочные аппараты, обеспечивающие получение концентратов с массовой долей кремнезема не более 3,0% из железистых кварцитов и не более 1,0% из руд скарново-магнетитового типа, а в сочетании с флотацией и тонким грохочением не более 0,1% для специального назначения.

Для обогащения окисленных железных руд получают дальнейшее развитие высокоинтенсивные индукционно-роликовые сепараторы, полиградиентные роторные сепараторы типа "Джонс", "Бокс-Рапид" и другие. Необходимо разработать и организовать серийное производство высокоинтенсивных и полиградиентных сепараторов с постоянными керамическими магнитами на базе ниодим-железо-бор с напряженностью не менее 12000 Э, а также электромагнитных систем с использованием сверхпроводимых материалов с напряженностью магнитного поля от 1200 до 3000 Э как для сухой, так и для мокрой магнитной сепарации слабомагнитных руд различной крупности.

Дешламация в сочетании с селективной флокуляцией и магнитной сепарацией найдет дальнейшее развитие в направлении совершенствования конструкции дешламаторов, обеспечивающих снижение потерь металла и повышение его в концентрате [10].

**Гравитационные методы обогащения** включают методы, при использовании которых происходит разделение минеральных частиц по плотности, размерам, форме, обуславливающих различие в характере и скорости их движения в среде под действием силы тяжести и сил сопротивления среды.

Разделение частиц по плотности, трению или форме происходит в водной, воздушной средах, тяжелосредных жидкостях или суспензиях. Гравитационный процесс обогащения включает методы промывки, тяжелой суспензии и отсадки с использованием шлюзов, винтовых и конусных сепараторов, концентрационных столов, а также гравитационную классификацию, дешламацию и сгущение.

Разделение частиц при гравитационном обогащении обычно происходит в движущейся среде с достаточно большим содержанием твердого материала различной крупности, формы, плотности. Каждый из этих факторов имеет определяющую роль в разделении.

Наиболее эффективно обогащение по плотности происходит на материале узкого класса крупности с размером частиц крупнее 0,16 мм.

*Промывка и сортировка руд.* Промывкой называется процесс дезинтеграции (разрыхления, диспергирования) глинистого материала, содержащегося в руде, с одновременным отделением его от рудных частиц в виде глинистой суспензии (шлама) под действием воды и соответствующих устройств.

Выбор схемы и оборудования для промывки определяется конкретными условиями промываемости материала. Этот метод широко применялся на мелких предприятиях Урала и Украины до 1976 г. в основном для богатых бурожелезнякавых, гематито-мартитовых руд, которые к настоящему времени отработаны.

*Обогащение руд в тяжелых суспензиях.* Процесс обогащения в тяжелых средах заключается в разделении рудных и нерудных минералов по плотности в гравитационном либо в центробежном полях в суспензии, имеющей плотность между тяжелой и легкой фракциями.

В отечественной практике тяжелосредная сепарация нашла широкое применение при обогащении хромовых руд в крупности 100-6 мм и угледобывающей промышленности. При обогащении железосодержащих руд тяжелосредная сепарация пока распространения в отечественной практике не получила.

В зарубежной практике при обогащении окисленных железных руд тяжелосредная сепарация получила широкое распространение узких классов крупности после среднего дробления (120-50, 50-20, 20-4 мм в колесных и барабанных сепараторах и 4- 1 мм в тяжелосредных гидроциклонах).

Основными изготовителями тяжелосредных сепараторов колесного и барабанного типов являются фирма "Гумбольд" (Германия), изготавливающая сепараторы типа "Ведаг" и "Теска" производительностью от 50 до 300 т/ч, и фирма "Вемко" (Франция).

Французская фирма "Унитек" с 1982 г. приступила к производству трехпродуктовых сепараторов барабанного типа производительностью до 150 т/ч.

В качестве утяжелителей используют: минералы (магнетит, пирит, пирротин, галенит, арсенопирит), сплавы (ферросилиций), металл (свинец). Жидкой фазой обычно является вода, редко - насыщенные растворы солей.

Обогащению в тяжелых средах подвергается руда в крупности 100-1 мм, при этом расход утяжелителя для руды крупностью 100-4 мм составляет от 60 до 120 г/т, а для материала крупностью от 4 до 1,0 мм - от 750 до 1000 г/т.

Наилучшие результаты разделения с наименьшими затратами получаются при обогащении узких классов крупности (100-30, 30-4, 4-1 мм).

*Отсадка* является методом разделения смеси рудных частиц по плотности в водной или воздушной среде, пульсирующей (колеблющейся) относительно разделяемой смеси в вертикальном направлении.

Методом отсадки обогащается классифицированный материал не крупнее 40 мм и не мельче 0,2 мм.

В процессе отсадки материал, помещенный на решетке, периодически разрыхляется и уплотняется. Пульсацию среды, в которой происходит разделение, создают движением поршня, диафрагмы, периодической подачей в машину сжатого воздуха или колебанием решета.

В процессе отсадки используются машины отечественного производства с подвижным решетом и диафрагмовые типа МОД-0,2, МОД-1М, МОД-2М, МОД-3М, МОД-4М для обработки материала крупностью от 3 до 40 мм, которые отвечают уровню зарубежных фирм типа "Ведаг", "Денвер", "Сала", "Ремер", если не учитывать системы автоматизации. Выгодно отличается отсадочная машина "Кливленд" (Нидерланды), предназначенная для обогащения материала мелких классов, с производительностью 350 м<sup>3</sup>/ч с поддержанием оптимальных параметров в автоматическом режиме.

При обогащении железных руд на Оленегорском ГОКе успешно используются поршневые машины типа МОД для извлечения гематита из хвостов магнитной сепарации, а на Лисаковском и Камыш-Бурунском комбинатах - беспоршневые отсадочные машины типа ОПС для руды крупностью 12-0 мм и ОПМ - для материала крупностью 3-0 мм.

В зарубежной практике в последнее время получили широкое распространение пневматические машины типа "Батак" (Германия) и "Такуб" (Япония) как для классифицированной, так и неклассифицированной руды крупностью 10-0 мм.

Отличительной особенностью зарубежных отсадочных машин, в том числе пневматических, является автоматизация процесса, что обеспечивает высокие технологические показатели и производительность до 450 т/ч.

Указанные машины широко используются в отечественной практике и за рубежом при обогащении окисленных железных руд, дообогащении отходов магнитно-обогатительных фабрик для доизвлечения металла и комплексного использования минерального сырья.

В целом гравитационные методы обогащения как наиболее экономичные и экологически чистые будут иметь широкое применение при предварительном обогащении руд; в качестве основного процесса - при обогащении окисленных железных руд и особенно при обогащении комплексных руд.

Оптимальная крупность обогащаемого материала (в мм) на гравитационных аппаратах составляет:

тяжелосредный сепаратор:	
статического типа	2,0-100
динамического типа	0,5-20
отсадочные машины	0,1-20
конусные сепараторы	0,07-1
винтовые сепараторы	0,07-2
концентрационные столы	0,04-1
концентратор Кнелсон и Кнудсен (для золота)	0,001-2

На основании приведенных данных следует, что тяжелосредняя сепарация позволяет обогащать руды в широком диапазоне крупности, в связи с чем найдет широкое применение для предварительного обогащения руд. За рубежом в настоящее время успешно работают высокопроизводительные трехпродуктовые сепараторы типа "Три-Фло" и "Вемко" [10]. Их эффективность заключается в том, что получаемые три продукта могут перерабатываться отдельно по соответствующим схемам с учетом особенностей состава.

Одной из неотложных задач является разработка отечественных высокопроизводительных трехпродуктовых сепараторов с системой автоматизации поддержания постоянной плотности суспензии и ее изменения в зависимости от задаваемого качества получаемых продуктов.

Отсадочные машины и винтовые сепараторы в комбинации с высокоинтенсивной и полиградиентной магнитной сепарацией нашли широкое распространение в зарубежной и отечественной практике при обогащении окисленных руд черных металлов.

Дальнейшее развитие этих аппаратов будет осуществляться в направлении:

- повышения производительности и эффективности разделения минералов по плотности;

- создания равномерной пульсации по всей ширине отсадочных машин и потока пульпы, близкой к ламинарному, на винтовых сепараторах;

- разработки и серийного изготовления эффективных пульсационных машин с пилообразной формой отсадочного цикла типа машины Кливленд;

- разработки и создания нового оборудования на базе отсадочных машин и винтовых сепараторов с наложением магнитного и соленоидного электромагнитного полей для повышения эффективности разделения рудных и нерудных минералов;

- автоматизации процессов обогащения на указанных аппаратах, направленных на поддержание оптимальных параметров обогащения с получением заданных технологических показателей.

Концентрационные двух- и трехдечные столы как классические гравитационные аппараты в перспективе будут находить широкое применение в доводочных переделах при обогащении комплексных руд.

В качестве основного аппарата при извлечении сопутствующих тяжелых минералов и металлов могут найти применение многоярусные радиальные сотрясательно-вращающиеся аппараты, разработанные институтом "Механобрчермет" и концентраторы "Кнелсон" и "Кнудсен". Результаты промышленной эксплуатации последних на зарубежных предприятиях показали возможность извлекать до 90% золота в размере до 1 мкм, что создает благоприятные предпосылки для переработки комплексных золото-содержащих железных руд. Однако как радиальный многоярусный аппарат, так и концентратор требуют дальнейшей модернизации в целях повышения межремонтного срока их работы в непрерывном режиме [10,109].

**Флотационный метод обогащения** полезных ископаемых основан на избирательном прилипании минералов с гидрофобной поверхностью к разделу двух фаз (воздух-твердое тело-вода, масло-твердое тело-вода).

По способу разделения минералов различают флотацию:

- пенную, когда частица с гидрофобной поверхностью прилипает к воздушному пузырьку;

- пленочную, при которой частица остается на поверхности и создает минерализованную пленку, а частицы с гидрофильной поверхностью тонут (так называемый флото-гравитационный процесс);

масляную, когда частицы с гидрофобной поверхностью прилипают к каплям масла и всплывают, а гидрофильные остаются в камере.

Наибольшее распространение получила пенная флотация, которая подразделяется на прямую и обратную.

Основными факторами прямой или обратной флотации являются флотационная активность минералов и количество флотируемого минерала; как правило, в пенный продукт переводится меньшее количество минералов.

Для придания поверхности минералов селективной (избирательной) гидрофобности применяют флотационные реагенты, которые разделяются по своему назначению на собиратели, подавители, регуляторы, модификаторы, эмульгаторы, вспениватели.

В качестве собирателей (или коллекторов) используют гетерогенные, анионные кислоты и их соли при прямой флотации и катионные и анионные флотореагенты для обратной флотации, которые придают поверхности соответствующих минералов гидрофобность.

Подавители (или депрессорты) представляют собой неорганические кислоты и их соли, крахмалы и другие вещества, создающие гидрофильность поверхности соответствующих минералов.

В целях повышения избирательности, закрепления собирателя и его эффективности используют активаторы, модификаторы в виде моноэтаноламинов, эмульгаторы (ОП-4, ОП-9, ОП-10 и др.).

Для создания устойчивых воздушных пузырьков используют вспениватели, которые препятствуют образованию сплошных потоков воздуха.

Флотационный метод обогащения при переработке железосодержащих руд в основном используют в процессе доводки железосодержащих концентратов и решения вопросов комплексного использования минерального сырья. Так, при получении суперконцентрата с массовой долей железа более 71,5% на Лебединском ГОКе освоена обратная катионная флотация. Прямая анионная флотация используется на Ковдорском ГОКе для извлечения апатита из хвостов магнитно-обогатительной фабрики, а также сульфидов после апатитовой флотации перед гравитационным переделом с целью получения бадделеитового концентрата.

Использование флотационного метода доводки железорудных концентратов широко используется на зарубежных фабриках, что позволило повысить массовую долю железа с 65 до 68-70% и получать концентраты, пригодные для аккумуляторной, электронной промышленности и порошковой металлургии ("Мальбергет", "Ля-Петри"). Особенностью флотационного метода доводки концентратов в зарубежной практике является использование нетоксичных флотореагентов, специально разработанных для этих целей.

В СССР из-за отсутствия нетоксичных флотореагентов флотационный метод доводки железорудных концентратов широкого распространения не нашел, за исключением получения железорудного концентрата для аккумуляторной промышленности на Лебединском ГОКе. Исследования и промышленные испытания показали, что применение данного метода позволяет повысить массовую долю железа в концентратах на 1,5-2,5% с незначительным (до 0,3%) снижением извлечения.

Основным оборудованием флотационного метода обогащения являются механические, пневмомеханические и пневматические флотационные машины, контактные чаны, питатели флотореагентов, физические приборы замеров плотности пульпы, рН среды, содержания ионов органических и неорганических соединений.

При флотации грубозернистых и шламистых руд в СССР и за рубежом начали применять пневматические колонные флотомашин.

Если до 1975 г. применялись флотомашин объемом до  $6 \text{ м}^3$ , то в настоящее время за рубежом используются флотомашин с объемом камер до  $38-80 \text{ м}^3$ ; в отечественной практике осваиваются флотокамеры объемом  $36 \text{ м}^3$  и более. Широкое внедрение флотомашин с большим объемом камер сдерживается отсутствием совершенных систем автоматизации процесса. Флотомашин объемом  $38 \text{ м}^3$  с полной автоматизацией процесса успешно освоены фирмой "Оотокумпо" (Финляндия).

Флотационный метод является одним из перспективных при обогащении руд дисперсной вкрапленности. Известны практические результаты, когда методом флотации успешно извлекают гематит при крупности зерен менее  $15 \text{ мкм}$ , галенит -  $1-20$ , полевой шпат -  $6-37$ , шеелит - около  $1 \text{ мкм}$ . Этот метод применяется и для очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов, взвесей и токсичных элементов.

Вместе с тем, флотационный метод приводит к загрязнению промышленных сточных вод, а сам процесс считается энергоемким.

Дальнейшее развитие флотационного метода обогащения должно осуществляться в направлении разработки и использования:

- нетоксичных и эффективных флотационных реагентов;
- предварительной селективной флокуляции перед флотацией;
- автоматической системы поддержания оптимальных параметров технологии с получением максимальных технологических параметров;
- флотационных камер объемом  $36$  и  $75 \text{ м}^3$ ;
- колонных флотомашин как менее энергоемкого оборудования;
- электролитической флотации, позволяющей резко сократить расход флотореагентов, а для некоторых руд вести безреагентную флотацию;
- ионной и коллоидной флотации.

**Комбинированные методы обогащения.** Для руд сложного минерального состава, тонкой и изоморфной вкрапленности применяются комбинированные методы обогащения (механические, пирометаллургические, гидрометаллургические и гидротермальные), обеспечивающие комплексное использование минерального сырья. В связи с огромными масштабами переработки железных руд, даже малые содержания в них попутных элементов после их концентрации в отдельные продукты могут обеспечить производство значительного количества концентратов цветных, редких металлов или нерудных полезных ископаемых с улучшением технико-экономических показателей обогащения и рационального использования природных ресурсов.

Комбинированные методы получили широкое распространение при обогащении гематит-магнетитовых и магнетит-гематитовых руд Кольского полуострова, КМА и Кривбасса, оолитовых бурых железняков Лисаковского и Камыш-Бурунского месторождений, карбонатных железных руд Бакальского месторождения, комплексных скарново-магнетитовых и апатит-магнетитовых руд Соколовско-Сарбайского и Ковдорского месторождений. Они рекомендуются также для обогащения высокотитанистых титаномагнетитовых руд месторождений Южного Урала, железо-хром-никелевых руд Серовского и Аккермановского месторождений и других руд сложного минерального состава.

*Гематит-магнетитовые и магнетит-гематитовые руды* обогащаются по комбинированным технологиям: магнитно-гравитационной, магнитно-флотационной или обжиг-магнитной. На Оленегорском ГОКе магнитной



сепарацией выделяется магнетитовый концентрат с массовой долей железа 65,5% и гравитационным методом выделяется гематитовый концентрат с массовой долей железа 59-60,5%. Для окисленных руд Украины (Большая Глееватка) и КМА (Михайловское) разработаны магнитно-флотационные технологии, осуществленные в опытно-промышленных секциях. Ввиду отсутствия эффективных нетоксичных флотореагентов промышленного применения эти технологии не нашли, а на Криворожском Центральном ГОКе была внедрена обжиг-магнитная технология. После восстановительного обжига во вращающихся барабанных печах в крупности 25-0 мм руда измельчается и обогащается по магнитной технологии аналогично магнетитовым рудам с получением концентрата с массовой долей железа 65-66%. Ввиду больших эксплуатационных затрат и неудовлетворительной экологической обстановки как на фабрике, так и на прилегающей к ней территории, обжиговый передел законсервирован (все 30 линий), и секции переводятся на полиградиентную сепарацию.

*Оолитовые бурые железняки* Лисаковского и Камыш-Бурунского месторождений обогащаются по комбинированной гравитационно-магнитной технологии с получением железорудного концентрата с массовой долей железа от 44,0 до 49,4%, кремнезема - 18-11, глинозема - 4-5, пятиокиси фосфора - 0,6-0,8%. Сопутствующие элементы при дальнейшей переработке переходят в шлак и не извлекаются. Рекомендованная на начальном этапе освоения Лисаковского месторождения комбинированная обжиг-магнитная технология позволяла получить концентраты с массовой долей железа 61-62,5%, кремнезема - 5-7, глинозема - 6-7, пятиокиси фосфора - 1,6-1,8%. Однако этот концентрат по традиционной технологии плавки в доменных печах перерабатываться не мог ввиду высокого содержания алюминия в шлаках доменной печи и низкой их подвижности. Высокие эксплуатационные затраты, неудовлетворительные экологические условия и невозможность извлекать сопутствующие элементы в отдельные продукты по традиционной технологии привели к консервации опытной обжиг-магнитной секции и переводу ее на гравитационно-магнитную технологию.

*Апатит-магнетитовые руды* Ковдорского месторождения обогащаются по комбинированной магнитно-флотационно-гравитационной технологии. Магнитной сепарацией выделяют железорудный концентрат с массовой долей железа 63-64%, кремнезема - 0,8-1,2, диоксида магния - 5,5-6,4, диоксида кальция - 1,2-1,6%. Методом флотации из хвостов магнитной сепарации выделяется апатитовый концентрат с массовой долей пятиокиси фосфора 36-37,4%, диоксида магния - от 1,8 до 3,5%. Хвосты флотации подвергаются гравитационному переделу для получения черногового бадделеитового концентрата с массовой долей диоксида циркония 74-82%. Последующая доводка этого концентрата методами обжига, электростатической и высокоинтенсивной сепарациями обеспечивает получение циркониевого концентрата с массовой долей диоксида циркония 98,4%. В качестве сопутствующих элементов в нем содержатся ниобий, уран. Гидрометаллургическая переработка этого концентрата позволяет выделить скандиевый и редкометалльный продукты.

*Скарново-магнетитовые руды с сульфидами* Соколовско-Сарбайского, Богословского и других месторождений обогащаются по комбинированной магнитно-флотационно-обжиг-гидрометаллургической технологии. Кроме железорудного концентрата она позволяет получать серную кислоту, медный концентрат, цинковый, никелевый и кобальтовый продукты. Гидрометаллургическая технология включает сульфатизирующий обжиг с перево-

дом цветных металлов в водорастворимую форму, сорбцию меди и цинка, экстракцию никеля и кобальта из растворов сорбционного передела. Указанная технология разработана в связи с тем, что получаемый методом флотации сульфидный концентрат не может перерабатываться по существующей технологии ввиду низкого содержания основных компонентов (0,16-0,2% кобальта) и высокого содержания меди и цинка (до 1,0%).

*Переработка высокотитанистых титаномагнетитовых руд* Южного Урала, Сибири и Кольского полуострова и железо-хромо-никелевых руд Серовского и Аккермановского месторождений с применением механических магнитно-гравитационных и магнитно-флотационных методов позволяет получать коллективные концентраты с высоким содержанием сопутствующих элементов в железорудном концентрате (титан, магний, алюминий, хром, никель, германий), которые не могут извлекаться в отдельные продукты по традиционной технологии и затрудняют ведение металлургического процесса. Решение этого вопроса возможно только разрушением кристаллической решетки минералов, так как эти элементы изоморфно связаны с магнетитом.

Институт Металлургии Уральского отделения АН СССР разработал пирометаллургический метод обогащения коллективных концентратов с выделением в отдельные кондиционные по содержанию продукты, которые могут использоваться по традиционной технологии. По этой технологии тонкоизмельченный коллективный концентрат окомковывается с твердым восстановителем, сырые окатыши подвергаются восстановительному обжигу в условиях селективной коагуляции железа и перевода сопутствующих элементов в шлаковую оболочку. Последующим дроблением и измельчением окатышей обеспечивается вскрытие железного короляка, который методом сухой или мокрой магнитной сепарации выделяется в отдельный продукт. Шлаковая составляющая, содержащая тот или иной сопутствующий элемент, подвергается дальнейшей переработке. Извлечение железа в королек и сопутствующих элементов в шлаковую оболочку составляет не менее 92%.

По данной технологии кроме указанных сложных руд и концентратов рекомендуется обогащать:

коллективный железо-алюминиевый концентрат обжиг-магнитного обогащения оолитовых бурых железняков. В этом случае можно получить легированную ванадием сталь, высокоглиноземистый продукт (до 28-32% алюминия), высокофосфористый шлак (до 22-25% фосфора);

карбонатные руды Бакальского месторождения после обогащения их тяжелосредней сепарацией с получением после металлизации качественной стали и высокомагнезиального шлака (до 42-45% диоксида магния);

высокомагнезиальные железорудные концентраты Ковдорского месторождения.

### **5.3.3. Обезвоживание концентратов**

Обезвоживание продуктов обогащения является неотъемлемой частью процесса подготовки руд к металлургическому переделу и включает дренаж, сгущение, фильтрацию и сушку.

Продукты, получаемые в процессе подготовки руд к металлургическому переделу, имеют влажность либо внутреннюю (естественную) после дробления и сортировки, либо внешнюю в виде пульпы после обогащения.

Внутренняя влага содержится в кристаллической решетке минерала и именуется кристаллизационной или гидратной в виде ионов  $\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Удаление этой влаги возможно только при обжиге или прокаливании.

Внешнюю влагу подразделяют на гигроскопическую, пленочную, капиллярную и гравитационную. Наибольший объем занимает гравитационная влага, которая может удаляться в процессе сгущения и фильтрации. Остальные виды внешней влаги удаляются в основном методом сушки.

Конечная влажность обезвоженного продукта зависит от крупности частиц, способа и времени обезвоживания, свойств поверхностей минералов, конструкции обезвоживающих аппаратов и других факторов и должна отвечать требованиям потребителей с учетом последующей технологии переработки полученных продуктов.

**Обезвоживанию методом дренажа** подвергается материал крупностью не мельче 0,35 мм после обогащения железных руд методом промывки. В этом случае склады оснащаются дренажными системами для стока отдренированной воды. Перед дренажной системой для удаления основной массы воды материал крупнее 3 мм обезвоживают на вибрационных или самобалансных двухдечных грохотах или обезвоживающих элеваторах. Материал крупностью мельче 3 мм предварительно обезвоживают в гидроциклонах или центрифугах, после чего он окончательно обезвоживается на складе с дренажной системой.

**Сгущение тонкоизмельченных концентратов** крупностью мельче 0,35 мм осуществляется с целью удаления основной влаги перед фильтрацией с доведением плотности пульпы до 40-60% твердого материала.

Для сгущения применяются:

радиальные или полочные сгустители диаметром от 9 до 100 м с радиальным (центральным) или периферическим приводом;

дешламаторы МД-9, МД-12;

гидроциклоны и центрифуги;

магнитные сепараторы для магнетитовых концентратов.

Использование магнитных сепараторов для сгущения тонкоизмельченных магнетитовых концентратов нашло широкое распространение почти на всех магнитно-обогащительных фабриках СССР, за исключением Качканарского и Костомукшского ГОКов, где применяется традиционная технология с использованием сгустителей.

Для сгущения тонкоизмельченных концентратов окисленных железных руд и хвостов магнитно-обогащительных фабрик используются сгустители, диаметр которых зависит от производительности и крупности сгущаемого материала с добавкой коагулянтов или флокулянтов для получения чистого слива сгустителя. Иногда перед сгустителями устанавливают гидроциклоны или осадительные камеры в целях выделения грубозернистой части пульпы и получения чистого по взвесям слива для использования в обороте.

Сгущение хвостов обогащения с предварительным выделением грубозернистой части пульпы успешно освоено на Лебединском ГОКе, что позволило уменьшить площадь под хвостохранилищем и использование сливов сгустителей в оборотном водоснабжении.

**Фильтрация** предназначена для отделения воды от твердого материала и получения влажности концентрата, отвечающего требованиям последующего передела, или минимально возможного содержания ее. Разделение твердой и жидкой фаз пульпы осуществляется с помощью пористой фильтрующей перегородки под действием разности давлений, создаваемой вакуумнасосами или избыточным давлением, создаваемым компрессором. Жидкая фаза (фильтрат) проходит через пористую перегородку и удаляется системой водоудаления, в которую входит ресивер, ловушка и гидравличе-

ский затвор. Твердая часть задерживается на поверхности пористой перегородки в виде осадка-кека, который затем удаляется сжатым воздухом (отдувкой полотна) или скребком.

Основными факторами, влияющими на работу фильтров, являются: крупность фильтруемого материала; плотность пульпы, поступающей на фильтрацию (не менее 50% твердого);

тип или качество фильтровальной ткани; величина вакуума в миллиметрах водяного столба (не менее 750 мм); удельный расход вакуумного или сжатого воздуха на  $1 \text{ м}^2$  фильтрующей поверхности (не менее  $1,0 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ); температура пульпы; наличие флотореагентов; скорость движения фильтрующего элемента.

Крупность материала твердой фазы определяет выбор типа фильтра. Так, для железорудных концентратов с содержанием менее 70% зерен мельче  $0,074 \text{ мм}$  применяют ленточные и барабанные вакуум-фильтры с внутренней фильтрующей поверхностью. Для концентратов более тонких, с содержанием более 70% зерен мельче  $0,074 \text{ мм}$ , применяют дисковые и барабанные (с наружной фильтрующей поверхностью) вакуум-фильтры.

Расход вакуумного воздуха составляет от  $0,8$  до  $1,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ , в последнее время в целях снижения влаги в концентрате на  $0,2-0,5\%$  его увеличивают до  $2,0-2,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ .

Подогрев фильтруемой пульпы с  $18$  до  $45^\circ\text{C}$  снижает влажность концентрата на  $0,5-0,8\%$  и повышает производительность фильтра на  $10-12\%$  в связи со снижением вязкости.

В железорудной промышленности для фильтрации концентратов в основном используются дисковые и ленточные вакуум-фильтры.

Все действующие ГОКи СССР, перерабатывающие магнетитсодержащие руды и производящие железорудные концентраты крупностью до  $98\%$  мельче  $0,044 \text{ мм}$ , оснащены дисковыми вакуум-фильтрами типа от ДУ9-1,8.2 до ДУ100-2,5.12 без шатровой конструкции и ДШ64-2,5.6 до ДШ100-2,5.12 с шатровой конструкцией. Шатер предназначен для подачи под него острого (перегретого) пара или горячего воздуха в целях снижения влаги в концентрате на  $0,5-0,8\%$ . Расход острого пара составляет  $0,4-0,5 \text{ м}^3/\text{т}$  твердой массы.

Ленточные вакуум-фильтры типа Л1,6-0,5/3,2 до Л10-1,26/8 с площадью фильтрации от  $1,6$  до  $10 \text{ м}^2$  применяются для фильтрации зернистого материала крупностью  $1-0 \text{ мм}$  и представляют собой конвейер с перфорированной в середине резиновой лентой и нарифлениями к периферии. На эти нарифления укладывается фильтровальное полотно. В центре под лентой проходит вакуумная система, с помощью которой удаляется фильтрат.

Указанными фильтрами оснащены Лисаковский ГОК для фильтрации зернистого гравитационного концентрата окисленных оолитовых руд и небольшие магнитно-обогащительные фабрики Урала, получающие зернистый магнетитовый концентрат (Высокогорское и Лебяжинское РУ).

Использование таких фильтров обеспечивает получение железорудных концентратов влажностью от  $9,6$  до  $12,0\%$ .

В зарубежной практике на горно-рудных предприятиях практически используются все типы вакуум-фильтров, в том числе дисковые и ленточные, которые подверглись некоторой модернизации. Так, каждый диск дискового вакуум-фильтра имеет свою независимую ванну, что позволило ус-

транить перемешиватель в ванне фильтра; осуществили более глубокое погружение дисков в пульпу; организовали подачу острого пара и горячего воздуха под шатер фильтра и подогрев пульпы до 40-45°С. Это позволило снизить содержание влаги в концентрате с 10,5-12,0 до 9,3-9,8%.

Немецкая фирма "Лурги" разработала и изготавливает дисковые баровакуум-прессфильтры, которые в зависимости от создаваемого давления в барокамере обеспечивают содержание влаги не более 5-6% для тонкоизмельченных концентратов.

**Сушка продуктов обогащения** - это процесс их обезвоживания на основе испарения влаги при нагреве. Сушка рядовых концентратов осуществляется при контакте с теплоносителем (конвективный метод), а сушка продуктов обогащения, которая не допускают их засорения продуктами горения топлива (золой, конденсацией смол и другими продуктами) - без контакта.

В железорудной промышленности богатые руды для агломерации крупностью 6-0 (10-0)мм сушатся до влажности 5-6%, в то время как железорудные концентраты крупностью 90-98% класса минус 0,074 мм сушатся до влажности 1,5-2,5% и только концентраты специального назначения с содержанием массовой доли железа более 71,5% сушатся до влажности 0,5-1,0%. При обработке материала профилактическими средствами против смерзания (гашеная известь, мазут, соляной раствор, бишофит и другие) влажность конечного железорудного продукта может быть повышена на 2-3%.

Основными сушильными агрегатами в железорудной промышленности приняты барабанные прямоточные сушилки диаметром от 1,6 до 3,5 м и длиной от 9 до 27 м, производительность которых колеблется от 50 до 140 т/ч и зависит от крупности, начальной и конечной влажности материала, температуры теплоносителя и времени сушки.

В связи с тем, что сушильные аппараты имеют большой вынос пыли, они оснащаются пылеулавливающими устройствами в виде циклонов, скрубберов, пенных уловителей, ротоклонов, электрофильтров.

Барабанные сушильные агрегаты с косвенным нагревом материала (без контакта с теплоносителем) используются также для сушки специальных концентратов (высококачественных железорудных, ильменитовых, рutilовых и других).

В последнее время все шире находят применение ленточные сушильные аппараты с использованием токов сверхвысокой частоты (СВЧ). Они применяются для сушки только специальных концентратов, так как расход электроэнергии в данном случае в три-четыре раза больше, чем барабанными сушилками. Для этих же целей успешно могут использоваться также аппараты АЗВП (аппараты с закрученно-возвратным потоком).

В зарубежной практике кроме барабанных и сушилок в кипящем слое нашли применение турбинные и распылительные агрегаты, работающие на отходящих дымовых газах, трубы-сушилки, которые обеспечивают процесс сушки и транспортировки пневмотранспортом до места использования сухого материала. Материал перед этим предварительно подсушивается до влажности 5-8% в прямоточных барабанных сушилках [139].

#### **5.3.4. Окускование мелких руд и концентратов**

В процессе дробления, измельчения, классификации и обогащения в зависимости от типа руд (богатые руды, железистые кварциты, скарново-

магнетитовые и другие) конечным продуктом являются мелкие богатые руды классом крупности менее 10 мм и тонкоизмельченные концентраты крупностью менее 0,074 мм, которые отвечают требованиям металлургов по химическому составу, но не отвечают требованиям по крупности, восстановимости и другим свойствам, что привело к необходимости развития окускования железорудного сырья. Окускование на практике осуществляется методом агломерации и окомкования.

Агломерация - это процесс спекания мелких руд (оптимальная крупность аглошты допускается до 10 мм) и зернистых концентратов, который осуществляется в основном на конвейерной колосниковой машине непрерывного действия, в чашах периодического действия или во вращающихся барабанных печах.

Окомкование - это процесс преобразования тонкоизмельченных богатых концентратов в окатыши размером 16-5 мм с применением связующих добавок (бентонит, нонтронит и другие). Упрочнение окатышей осуществляется в основном обжигом в окислительной или восстановительной атмосфере. Разработаны автоклавированный метод упрочнения и на цементной связке. Последние методы широкого распространения не нашли ввиду низких металлургических свойств и применяются в основном для решения локальных вопросов, например, для окускования пылей и окалины металлургических заводов.

Наибольшее распространение получил агломерационный метод окускования ввиду возможности подвергать спеканию железорудное сырье крупностью до 10 мм и более ранней разработки технологии. На конец 1990 г. 77,5% агломерата производилось непосредственно на металлургических заводах, что позволяло сохранить его заданную крупность, утилизировать вторичный отсев, пыль и шламы металлургических переделов в шихте аглофабрик.

Метод окомкования, позволяющий окусковывать только тонкоизмельченные железорудные концентраты, быстрое развитие получил после 1963 г., т.е. после широкого применения схем глубокого обогащения руд. Фабрики окомкования располагаются как правило, на горно-рудных предприятиях, что позволяет исключить процесс сушки концентрата, снизить потери при перевозках сырья и распределять сырье по нескольким потребителям с одного предприятия. Кроме того, если агломерат при неоднократных перегрузках разрушается с образованием большого количества мелочи, то окатыши лучше сохраняют свой гранулометрический состав даже при многократных перегрузках.

В зависимости от метода окускования и последующего способа металлургического передела определяются требования металлургического производства к окускованному сырью.

Крупность металлургического сырья для производства, мм:

доменного:

агломерат	-35 + 5
окатыши	-16 + 5

сталеплавильного:

агломерат	-80 + 5
металлизированные окатыши	-16 + 5

Содержание мелочи мельче 5 мм, %, не более:

в агломерате	5
в окатышах	2

Прочность и истираемость агломерата и окатышей определяются по ГОСТу 15137-77 и согласовываются с потребителем:

для агломерата

прочность - не менее 65% класса +5 мм

истираемость - не более 11% класса -0,5 мм

для окатышей

прочность - не менее 92% класса +5 мм

истираемость - не более 4% класса -0,5 мм.

Содержание железа и основность в окускованном сырье определяют составом шихты и прямым договором с потребителем.

Содержание легирующих элементов и вредных примесей, а также восстановимость, закись железа, степень металлизации, пористость, горячая прочность и другие показатели включаются в технические требования по согласованию с потребителем.

Окусование металлургического сырья позволяет:

получать оптимальный заданный гранулометрический состав металлургического сырья;

обеспечивать однородность химического состава;

удалять частично вредные примеси (серы, цинка и др.);

повышать металлургические свойства окускованного сырья за счет оптимального офлюсования, металлизации и восстановимости.

Общая потребность в окускованном металлургическом сырье в 1988 г. (год максимального производства чугуна) составляла 225 млн т.

Состояние производственных мощностей и фактического производства окускованного железорудного сырья за 1990 г. приведено в табл. 44.

Таблица 44

Производство и качество окускованного сырья за 1990 г.

Республика, предприятие	Производственные мощности, млн т	Фактическое производство окускованного сырья, млн т	Качество окускованного сырья			
			Содержание железа, %	Основность	Прочностные свойства (барабанная проба по ГОСТ)	
					Выход класса +5 мм, %	Выход класса -0,5 мм, %
<b>Всего по СССР</b>	153,3/71,9	143,2/68,0	53,7/61,6	1,20/0,46	67,6/93,2	5,8/5,4
<b>РСФСР</b>	76,3/32,7	72,2/33,7	53,7/63,5	1,25/0,48	68,4/93,2	5,2/5,4
Росруд-пром	14,1/28,2	13,6/28,7	53,8/62,5	1,02/0,67	63,4/93,2	7,1/4,5
Росметаллургпром	58,4/-	55,6/-	53,7/-	1,28/-	69,2/-	4,9/-
Роспец-сталь	3,8/2,5	3,0/2,5	51,4/66,9	1,14/0,05	58,5/97,0	10,1/1,9
<b>Казахстан</b>	12,0/8,4	9,7/8,9	45,5/62,2	1,25/1,10	72,9/92,55	5,7/6,2
<b>Украина</b>	63,2/32,8	63,1/27,9	53,6/59,9	1,28/0,34	Не опр./92,83	Не опр./5,74
Южруда	20,1/32,8	20,0/27,9	54,0/59,98	1,31/0,34	Не опр./92,83	Не опр./5,74
Укрмет-пром	43,1/-	43,1/-	52,8/-	1,34/-	Не опр./-	Не опр./-
<b>Грузия</b>	1,5/-	1,2/-	56,4/-	1,28/-	80,0/-	Не опр./-

Примечание. В числителе - агломерат, в знаменателе - окатыши.

**Агломерация руд и концентратов.** В Советском Союзе процесс агломерации мелких руд и зернистых концентратов начал использоваться с 1928 г., когда было произведено 0,2 млн т агломерата [79] и достиг своего максимума в 1987 г. - 153,3 млн т, в то время как в мировой практике он получил распространение с 1880 г.

Достоинством агломерационного метода подготовки железорудного сырья к металлургическому переделу является возможность:

окускования материала в крупности 6-0 (10-0) мм, т.е. не требуется тонкого измельчения составляющих шихты;

получения сырья с заданными металлургическими свойствами, в том числе по химическому составу, основности, восстановимости, газопроницаемости, гранулометрическому составу и физическим свойствам;

снижения содержания вредных примесей (серы, цинка, п.п.п. других летучих);

использования железосодержащих отходов металлургического производства (окалины, шламов, пылей);

использования отходящих теплотворных газов металлургического производства;

обеспечения стабильности металлургического процесса.

Вместе с тем процесс агломерации и его продукт имеют ряд недостатков:

агломерат имеет низкую механическую прочность, что недопускает перегрузочные работы (барабанная проба не более 72%), а также высокое содержание мелочи (более 7%) и высокую истираемость;

высокие топливно-энергетические затраты (480-560 тыс. ккал/т) в сравнении с затратами на производство окатышей (160-220 тыс. ккал/т);

неудовлетворительные экологические условия, особенно на старых аглофабриках при подогреве шихты возвратом;

большие объемы вредных выбросов (диоксид серы, пыль, окиси углерода, азота и др.) в сравнении с фабриками окомкования.

Процесс окускования методом агломерации основан на физико-химических реакциях между компонентами шихты в твердой фазе и при оплавлении минеральных образований, происходящих в перемещающихся слоях шихты при температуре 1200-1450<sup>o</sup>C для офлюсованной и до 1500<sup>o</sup>C для неофлюсованной шихты.

Процесс агломерационного производства (рис. 17) включает:

подготовку (смешивание и окомкование) составляющих железосодержащих компонентов в крупности не более 10 мм, флюсующих добавок в крупности 3-0 мм, твердого топлива в крупности 3-0 мм и других интенсифицирующих добавок;

укладку подготовленной шихты на спекательные тележки с предварительно уложенной донной постелью из агломерата крупностью 20-8 мм; зажигание твердого топлива верхних слоев шихты;

просос воздуха через слой шихты в целях поддержания горения твердого топлива в шихте и создания условий для прохождения необходимых физико-химических реакций;

обработку полученного спека в целях получения заданной крупности (не крупнее 50 мм) с минимальным содержанием мелочи (не более 5,0%), выделение постели крупностью 20-8 мм из товарного агломерата и возврата крупностью менее 5 мм.

Независимо от минеральной формы железа в рудной части шихты, в агломерате железо представлено в основном в форме магнетита, а также



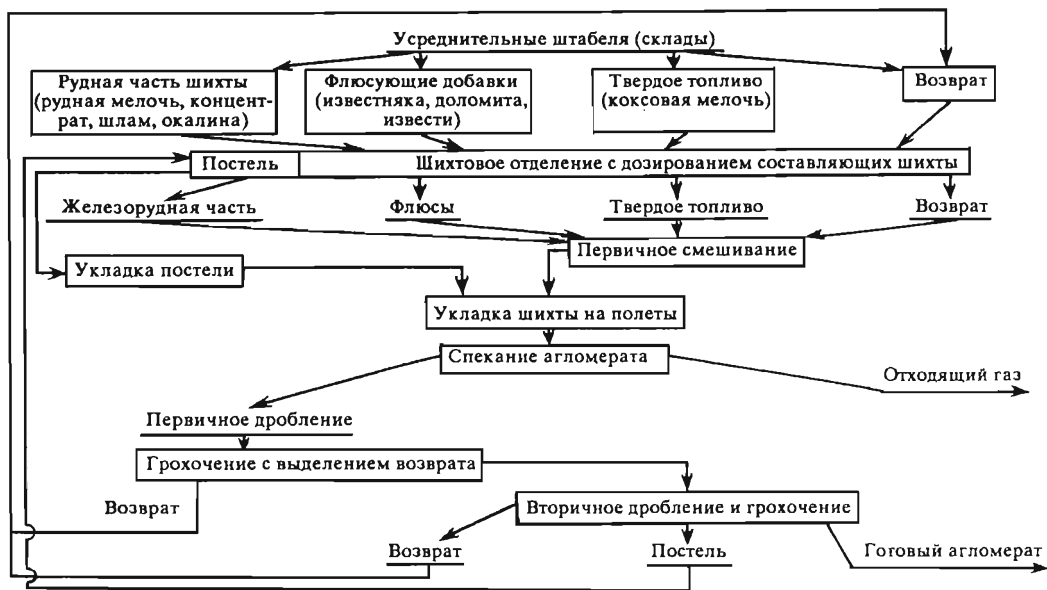


Рис. 17. Принципиальная схема агломерационного производства

в виде силиката железа (файллита). Это объясняется тем, что при высоких температурах более устойчивой формой является магнетит, а при наличии достаточного количества углерода возможно и дальнейшее восстановление железа до свободной закиси и даже металлического железа.

Наличие в шихте оснований ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) обеспечивает возникновение силикатов кальция без образования файллита, что повышает металлургические свойства агломерата. В качестве флюсующих добавок используются известняк, доломитизированный известняк и доломит, которые при температуре  $400-600^\circ\text{C}$  разлагаются, и происходит твердофазное взаимодействие между  $\text{CaO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . При температуре плавления  $1216^\circ\text{C}$  полученный расплав связывает тугоплавкие составляющие шихты, упрочняя агломерат. В равных условиях в офлюсованной шихте преимущественно образуются ферриты кальция.

Возврат агломерационной мелочи является циркуляционной нагрузкой и служит для подогрева шихты, повышения ее газопроницаемости, разрушения крупных гранул при окомковании и обеспечения постоянства состава агломерационной шихты.

Температура аглошихты должна быть выше точки росы на  $2-4^\circ\text{C}$  в целях устранения зоны переувлажнения, которая резко снижает газопроницаемость и производительность агломашины.

Подогрев аглошихты до  $57-62^\circ\text{C}$  может осуществляться одним из нижеперечисленных методов:

увеличение количества горячего возврата, но не более 42%;

установка газовой горелки в окомкователе или подача в него острого пара;

предварительный подогрев шихты перед зажигательным горном.

Зажигание аглошихты на палетах осуществляют внешним нагревом с помощью мазутных или газовых горнов, которые занимают 12-30% общей площади агломашины.

Процесс агломерации носит слоевой характер. Спекаемый слой условно можно разделить сверху вниз по высоте на пять зон:

I - охлаждения и кристаллизации готового агломерата;

II - плавления;

III - интенсивного нагрева;

IV - сушки;

V - переувлажнения.

Проходящий через спекаемый слой воздух охлаждает образовавшийся агломерат I зоны и нагретым поступает в зону максимальных температур II зоны. По мере выгорания топлива в потоке воздуха зоны III и IV перемещаются вниз, сохраняя при этом небольшую высоту. При перемещении зон II и III зона IV сокращается, а I зона - увеличивается и к концу процесса спекания распространяется на всю высоту слоя шихты.

В зоне горения и максимальных температур (II и III зоны) помимо горения топлива и образования жидкой фазы протекают и завершаются сложные процессы диссоциации карбонатов, твердофазного взаимодействия, окисления сульфидов и магнетита, а также восстановления высших окислов железа.

В зоне охлаждения агломерата одновременно с окончанием процесса горения начинается постепенное понижение температуры спека, сопровождаемое переходом его составляющих из расплавленного состояния в твердое, а затем протекают процессы кристаллизации с выпадением новых минералов, развитие которых определяется скоростью охлаждением.

Восстановителями при агломерации служат водород, оксид углерода и углерод, что приводит к образованию вторичной закиси железа. При расходе твердого топлива свыше 10% в шихте, в структуре агломерата появляются следы металлического железа, а при 20-24% - степень металлизации достигает 35-40%. Одновременно с этим почти в два раза снижается производительность агломашины [9].

В верхней части зоны горения и в зоне кристаллизации формируется конечная структура готового агломерата. Минералогический состав и структура агломерата зависят в основном от основности, расхода топлива и особенностей теплового режима агломерации.

Температура расплава уменьшается в случае снижения массовой доли свободного кремнезема в шихте и введения равномерной крупности известняка (30-0,2 мм). Этим может определяться оптимальная глубина обогащения руд.

В процессе агломерации при определенных температурных условиях снижается содержание вредных примесей. Так, выгорание органической серы, вносимой в шихту с топливом, происходит при температуре более 700°C, окисление серы, связанной с пиритом, начинается при температуре 365°C, с пирроотином - 500°C. Температура окисления сульфидов зависит от крупности зерен: чем мельче зерна, тем она ниже. Степень удаления сульфидной серы достигает 90-95%, причем 1 кг окисления пирита по теплоотворной способности соответствует сжиганию 0,3 кг коксовой мелочи. Сульфатная сера удаляется при более высоких температурах. Так, сера, связанная с гипсом ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), выгорает при температуре выше 975°C, а с баритом ( $\text{BaSO}_4$ ) - при температуре выше 1185°C. Удаление сульфатной серы требует повышенного расхода топлива, однако степень десульфурации не превышает 60-70%.

Фосфор в окислительной атмосфере полностью переходит в агломерат, а в восстановительной - удаляется на 40-60%, но требуется катализатор для осаждения его из газа.

Мышьяк удаляется только в восстановительной атмосфере при повышенном расходе топлива. Снижение основности агломерата также способствует удалению мышьяка. Степень удаления мышьяка составляет не более 20%, а при основности 0,8-1,2 мышьяк не удаляется. Введение 5-7% хлорирующие добавок (CaCl) позволяет повысить удаление мышьяка до 60%.

Частичное удаление цинка и свинца возможно, но требует повышенного (более 10%) расхода твердого топлива. Хлорирующие добавки способствуют удалению цинка (до 65%) и свинца (до 90%).

Интенсификация процесса агломерации (повышение скорости фильтрации - газопроницаемости, твердофазной кристаллизации) может быть обеспечена за счет предварительного нагрева шихты и ввода в нее различных интенсифицирующих добавок.

В зарубежной практике агломерационный метод в 70-80-х годах текущего столетия получил дальнейшее развитие в части:

- подготовки шихты к спеканию;
- применения высокопроизводительного спекательного и тягодутьевого, эффективного дозирочного и смесительного оборудования;
- двойной обработки спека с охлаждением возврата;
- подогрева шихты перед укладкой ее на палеты острым паром, установки горелок в окомкователе перед агломашиной;
- широкого использования электрофильтров с окончательной очисткой отходящих газов в пенных уловителях (пропускание газов через слой воды);
- оснащения процессов подготовки шихты, спекания и обработки спека системами автоматизации поддержания заданных оптимальных параметров процесса с возможностью определения технико-экономических показателей в данный момент времени.

Так, на фирмах "Кобе Стил", "Фукуяма", "Ойта" (Япония) и других каждая составляющая шихты усредняется в штабелях емкостью до 3 млн т и перед подачей в расходные шихтовые бункера в заданном соотношении дозируется, смешивается, включая возврат, основную массу флюсующих добавок и твердого топлива, и укладывается в усреднительный штабель подготовленной шихты. После определенной выдержки в штабеле перемешанная шихта подается в расходные бункеры, где осуществляется поддозировка другими составляющими перед второй стадией смешивания и окомкования.

Успешно эксплуатируются конвейерные машины площадью спекания 550 м<sup>2</sup> с эксгаустерами производительностью 25- 50 тыс.м<sup>3</sup>/ч при разрежении до 2500 мм вод. ст.

Фирмой "Лурги" (Германия) разработаны агломашины площадью спекания 880 и 1000 м<sup>2</sup> с соответствующими тягодутьевыми аппаратами.

Полученный аглоспек подвергается дроблению и грохочению в две стадии с целью обеспечения крупности агломерата мельче 35 мм с содержанием мелочи (мельче 5 мм) не более 5%. Аглофабрики располагаются при металлургических заводах, что позволяет перед подачей агломерата в доменную печь дополнительно подвергать его грохочению для выделения мелочи и возврата ее в аглошихту.

Плотные укрытия оборудования, использование электрофильтров, рециркуляция отходящих газов и продув их через столб воды обеспечивают санитарные нормы как на рабочих местах, так и на выходе очищенных газов в атмосферу. Затраты на создание санитарных норм на аглофабриках составляют 25% от общих капитальных и эксплуатационных затрат на производство агломератов, но это меньше, чем штрафы, накладываемые на предприятие за несоблюдение санитарных норм.

Все перечисленные новые технические решения при агломерации, включая конструктивно-компоновочные решения фабрик, позволяют получать агломерат с колебаниями по массовой доле железа  $\pm 0,25\%$  и основности  $\pm 0,025$ .

В нашей стране указанные технические решения и новое агломерационное оборудование находятся в стадии проектной проработки при предполагаемых к строительству новых аглофабрик с использованием агломашин площадью спекания  $600 \text{ м}^2$ .

**Окомкование тонкоизмельченных концентратов** как новый метод получил широкое распространение в мире с 1954 г., а в СССР с 1963 г.

Возникновение и широкая популярность процесса окомкования в основном обусловлены несколькими факторами:

значительным увеличением производства тонкоизмельченных богатых концентратов (крупностью менее  $0,074-0,044 \text{ мм}$ ), получаемых в результате глубокого обогащения бедных тонковкрапленных руд, окускование которых традиционным методом (агломерации) снижает удельную производительность процесса, резко ухудшает условия труда;

возможностью транспортирования окускованного металлургического сырья на большие расстояния с неоднократными перегрузками. Агломерат в этих условиях разрушается с образованием большого количества мелочи и тем самым теряет свои свойства;

снижением топливно-энергетических затрат в процессе окускования. При окомковании эти затраты составляют  $120-280 \text{ тыс.ккал/т}$ , в то время как при агломерации  $480-560 \text{ тыс.ккал/т}$ ;

обеспечением высокого содержания железа, равномерной крупности и низкого (не более  $4\%$ ) содержания мелочи;

процесс окомкования экологически более чистый в сравнении с агломерацией. Так, при окомковании отсутствует в отходящих газах окись углерода, в то время как при агломерации она составляет до  $30 \text{ кг/т}$ , выбросы оксида азота на порядок ниже, чем при агломерации ( $0,3$  против  $3,0 \text{ кг/т}$ ), аналогичное положение с выбросом пыли;

возможностью производства окатышей с заданными металлургическими свойствами в условиях герметичности агрегатов не только за счет соответствующих добавок, но и за счет возможности регулирования атмосферы обжига (окислительная, нейтральная или восстановительная).

В мире по состоянию на 1990 г. работали 45 фабрик окомкования, на которых произведено 236 млн т окатышей, в том числе в СССР 68,0 млн т, и намечается дальнейшее увеличение их производства.

Технология производства окатышей из тонкоизмельченных концентратов осуществляется в два этапа:

получение сырых окатышей, не разрушающихся при перегрузках; упрочняющий высокотемпературный обжиг.

В процессе производства сырых окатышей в железорудную шихту вводятся связующие добавки в виде монтмориллонитового бентонита с не менее чем 12-кратной набухаемостью. В настоящее время установлено, что связующими добавками могут быть нонtronитовые, келловейские глины, известь, отходы целлюлозно-бумажной промышленности, крахмалы и другие органические и неорганические добавки, включая шлак сталеплавильных агрегатов.

Прочность сырых окатышей должна обеспечить трех-, четырехкратную перегрузку без разрушения до укладки их на обжиговые тележки. С этой целью окатыши испытывают на прочность по раздавливанию (не ме-

нее 0,8 кг/ок) и на сбрасывание (не менее 8 раз). Если сырые окатыши при испытании разрушаются, то регулируют процесс их производства дозировкой связующей добавки, водовоздушным опрыскиванием шихты в окомкователе, производительностью окомкователя, изменением крупности составляющих шихты.

Процесс упрочнения окатышей высокотемпературным обжигом основан на слипании частиц за счет протекающих физико-химических реакций в твердофазном состоянии и при оплавлении. Оптимальное упрочнение окатышей происходит при наличии 12-20% жидкой фазы, которая является цементирующей связкой. В этом случае получают окатыши с высокой холодной и горячей прочностью в восстановительной атмосфере.

Производство окатышей осуществляется по специальной технологии (рис. 18) и выполняется в четырех основных отделениях фабрики окомкования:

- приема и подготовки шихтовых материалов к окомкованию;
- дозирования составляющих шихты и производства сырых окатышей;
- упрочнения окатышей методом обжига;
- обработки упрочненных окатышей, утилизации механических просыпей и пылей.

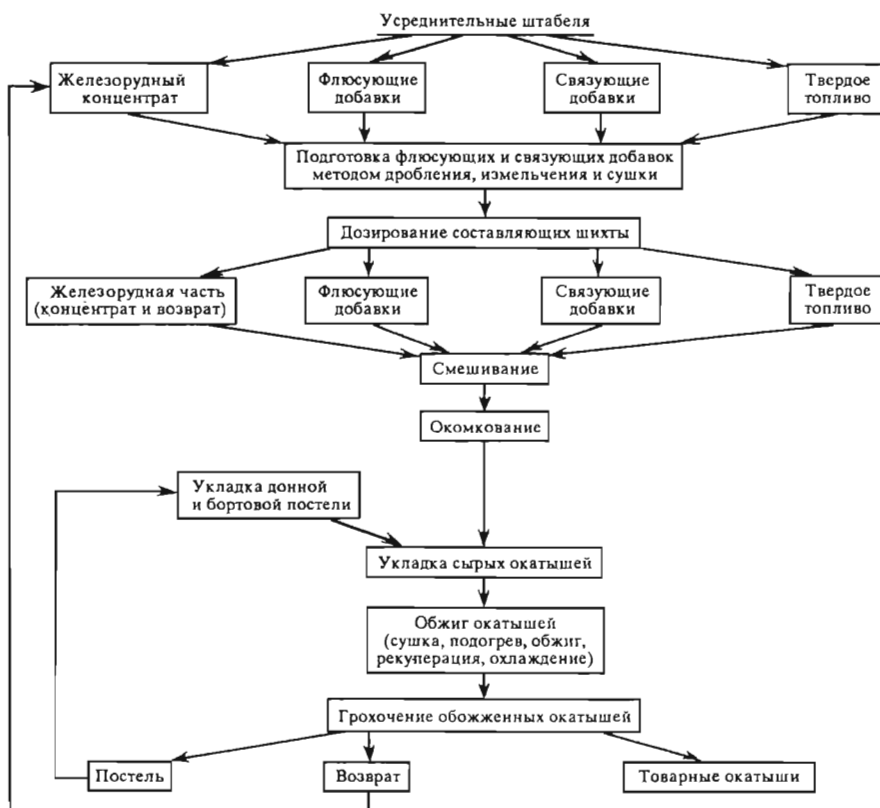


Рис. 18. Принципиальная схема производства окатышей

Отделение приема, складирования и подготовки шихтовых материалов оснащается дробильным, измельчительным, сушильным оборудованием и системой пневмотранспорта для передачи их в шихтовое отделение. Флюсующие и связующие добавки измельчаются до крупности мельче 0,04 мм, подвергаются сушке (флюсы до 0,5-1,0% влаги, бентонит до 4,0-5,6% влаги).

В отделении дозирования и производства сырых окатышей, оснащенном современными дозирующими питателями типа "Шенк", составляется заданная шихта, смешивается в смесителях (шнековых, роторных, барабанных) и поступает в окомкователи. Для окомкования шихты используются барабанные или чашевые окомкователи. Барабанные окомкователи работают в замкнутом цикле с грохотами, а чашевые - в открытом цикле. В последнее время на Михайловском и Лебединском ГОКах нашли широкое применение трехпродуктовые грохота вибрационного и роликового типа для получения сырых окатышей равномерной крупности 16-5 мм, работающие в едином потоке с барабанными или чашевыми окомкователями.

Полученные сырые окатыши направляются в отделение упрочняющего обжига, который может осуществляться на конвейерной колосниковой машине, комбинированной установке РТП (решетка-трубчатая печь), в шахтной печи, на кольцевой колосниковой машине или перфорированной ленте.

Независимо от типа применяемого обжигового оборудования, процесс упрочняющего обжига состоит из следующих технологических зон:

сушки с продувом и прососом теплоносителя с температурой 300-380°C;

подогрева окатышей при температуре 800-1000°C;

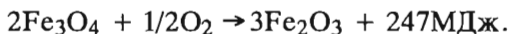
обжига при температуре от 1150 до 1350°C (три зоны);

окончательного упрочнения обожженных окатышей, отбора тепла от горячих окатышей и возврата горячего воздуха в процесс сушки и обжига;

охлаждения окатышей с продувом и прососом воздуха с целью снижения температуры их до 120-150°C и возврата тепла в процесс (две зоны).

На конвейерной машине все технологические зоны находятся в одном агрегате и разделяются перегородками с переточными коллекторами. В комбинированной установке РТП сушка производится на решетке "Липоля", обжиг - во вращающейся печи, охлаждение - в специальных охладителях кольцевого или чашевого типа.

На современных окомковательных фабриках упрочняющий обжиг осуществляется в окислительной атмосфере с окислением магнетита до гематита с заметным выделением тепла:



Твердофазные превращения в процессе обжига неофлюсованных окатышей связаны с образованием силикатов железа, а при обжиге офлюсованных окатышей решающее значение имеет образование ферритов кальция.

Упрочненные окатыши направляются в отделение обработки и сортировки с целью выделения возврата донной и бортовой постели и товарных окатышей; последние штабелеукладчиком усредняются в штабелях и роторным заборщиком направляются потребителю.

Окисленные окатыши в сравнении с агломератом по металлургическим свойствам имеют ряд недостатков, которые ограничивают их использование в шихте доменных печей (не более 30-40%) [139]:

высокая восстановимость окатышей приводит к разрушению их в верхней части доменной печи и, как следствие, к повышенному выносу колошниковой пыли;

большой температурный интервал между размягчением окатышей ( $1370^{\circ}\text{C}$ ) и их плавлением ( $1550^{\circ}\text{C}$ ), что нарушает стабильность доменного процесса;

низкая пористость окатышей и малый размер пор затрудняют доступ газообразного восстановителя в ядро окатышей;

сферическая форма окатышей нарушает газопотоки в существующей конструкции доменных печей.

Большое значение в отечественной практике и за рубежом уделяется работам, направленным на повышение металлургических свойств окатышей. В нашей стране к ним относятся: производство окатышей с добавкой твердого топлива (Качканарский, Центральный ГОКи), олевиновых (магнезиальных) окатышей (Соколовско-Сарбайский ГОК), локальных спеков в целях изменения формы окатышей (Костомукшский ГОК); обжиг окатышей в регулируемой окислительно-восстановительной атмосфере с целью получения вюстит-магнетитовых и частично металлизированных окатышей (Качканарский ГОК).

Перечисленные меры повышения металлургических свойств окатышей прошли промышленную проверку и требуют проектных проработок и внедрения.

Изменение металлургических свойств окатышей позволило увеличить их долю в шихте доменных печей до 75% в США и до 100% в Швеции [139].

Применение современного оборудования и совершенной технологии на фабриках окомкования позволило улучшить экологическую обстановку на фабриках и снизить эксплуатационные и топливно-энергетические затраты на тонну готовой продукции в сравнении с производством агломерата.

## Глава 6

### МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ПЕРЕДЕЛ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

#### 6.1. Источники и современные способы получения черных металлов

Производство черных металлов базируется на двух основных источниках: восстановление железа из первичного сырья, в основном из железных руд, и регенерация железа из вторичного сырья - металлического лома и железосодержащих металлоотходов.

В современной металлургии черных металлов металлошхита для производства стали состоит из чугуна, металлизированного железорудного сырья, металлического (стального) лома, легирующих металлов и некоторого количества собственно железорудных материалов (руда, агломерат, окатыши), используемых непосредственно в сталеплавильных процессах в качестве добавок.

Около 94-95% металлошхиты представлено первичными металлопродуктами, получаемыми непосредственно из железорудного сырья, чугуном и металлизированным сырьем, остальные 5-6% металлошхиты составляют ферросплавы и другие легирующие добавки.

По мере совершенствования технологии и развития безотходных производств возрастает потребление железосодержащих отходов (шламов и др.) собственно металлургического производства.

Удельный расход металлолома на 1 т стали изменяется в широких пределах, в зависимости от технологии производства: от 300 до 600 кг (в среднем около 350 кг) в мартеновском производстве, от 200 до 300 кг (290 кг) в кислородно-конвертерном и 950-970 кг в электросталеплавильном. В последнем случае отмечается замещение части лома металлизированным сырьем и чугуном. По некоторым прогнозным оценкам перспективная доля металлизированного сырья в металлошхите электросталеплавильных печей может достигать 350-370 кг на 1 т стали при расходе лома на уровне 390-410 кг (остальное чугун).

Таким образом, вторичное сырье, стальной лом и другие железосодержащие отходы являются одним из основных источников сырья для производства черных металлов.

Использование металлолома и металлоотходов в черной металлургии имеет большое экономическое значение, поскольку позволяет выплавлять сталь без затрат на добычу и подготовку руды, выплавку чугуна, добычу, обогащение угля и производство кокса, ограничиваясь издержками на сбор и подготовку металлолома, которые в 4-5 раз (по другим данным в 5-10 раз) ниже затрат на производство чугуна из руды, не считая значительной экономии расходов, связанных с экологической защитой.

По своему происхождению металлолом подразделяется на оборотный, образующийся в процессе металлургического производства на разных его стадиях (в доменном, сталеплавильном, особенно в прокатном производствах) и амортизационный. Последний образуется в результате износа, выхода из употребления и замены при проведении ремонтов предметов оборудования и инвентаря. Существенным источником ломообразования являются также отходы металлообработки (обрезки, стружка и т.п.), поступающие с машиностроительных заводов.

Согласно оценкам, базирующимся на математическом моделировании, в СССР накоплено около 0,3 млрд т амортизационного лома, в бли-



жайшее время его количество может возрасти до 700 млн т. Следует отметить, что эти данные в известной мере согласуются с аналогичными данными по США, металлический фонд которых оценивается в 1,7 млрд т (в СССР - 1,5 млрд т). Накопленные в 70-х годах запасы пригодного к использованию амортизационного лома в США оценивались примерно в 670 млн т и продолжали возрастать примерно на 3% ежегодно, вплоть до наступления периода резкого сокращения производства стали в годы энергетического кризиса, что привело к значительному замедлению роста запасов амортизационного лома в этой стране [58,91].

При оценке перспектив использования амортизационного лома необходимо учитывать его техническую характеристику и соответствующие условия вовлечения их в производство. Характер и условия образования амортизационного лома имеет ряд специфических особенностей, в том числе нестабильность состава и качества, а также распространение на обширной территории, включая труднодоступные районы (Крайний Север, Заполярье, Дальний Восток). Кроме того, каждый новый цикл оборота металла (от переплавки до переплавки) приводит к естественному ухудшению его качества в результате накопления трудноудаляемых вредных примесей. Указанные особенности предопределяют значительные организационные трудности и затраты на его сбор, транспортировку и подготовку. Поэтому проблема экономической целесообразности использования амортизационного лома, в частности в сталеплавильном производстве, существует в ряде стран. В США, например, на долю амортизационного лома при возросших его ресурсах приходится всего около 30% потребления лома черных металлов.

Вместе с тем, при всех известных и мыслимых в настоящее время процессах металлургического производства первичное (железорудное) сырье будет использоваться как средство поддержания объемов производства и качества черных металлов. На масштабы его потребления будет оказывать влияние ряд факторов: темпы развития производства черных металлов, которые в свою очередь зависят от потребности в них и их качества; объем металлофонда, условия и степень его обновления; технический уровень металлургического производства и металлопотребляющих отраслей, а также коэффициент использования металла.

В настоящее время из 1 т извлеченного из недр металлического железа полезно используется около 40-45%, а остальная часть образует в металлургическом и металлопотребляющих производствах отходы (преимущественно возвращаемые в промышленный оборот). Исходя из данных многочисленных исследований по проблемам потребления первичного (железорудного) сырья, имеются достаточные основания полагать, что на его долю еще длительное время будет приходиться не менее 50% всей потребности в металлошихте (сырье доля производства черных металлов). Следует отметить, что в США, даже с учетом значительных достижений в повышении качества металла, огромного объема металлофонда и высокой степени его обновления, рационального использования черных металлов (в потребляющих отраслях) и прироста производства, расход чугуна на 1 т стали устойчиво держится на уровне 55% в течение длительного периода времени.

Получение стали из первичного железорудного сырья в промышленных масштабах осуществляется по двум принципиальным технологическим схемам:

традиционная коксодоменная - "доменная печь - кислородный конвертер" (мартеновская печь и др.) с получением промежуточного полупродукта в виде чугуна;

альтернативная бескоксая - "восстановительная печь - электросталеплавильная печь" с получением полупродукта в виде металлизированного железорудного сырья (губчатого железа) или с получением жидкого металла (обычно в виде чугуна) в одну стадию непосредственно из руды.

Получение стали преимущественно из вторичного сырья (металлолома) осуществляется в электросталеплавильных печах.

Каждая из перечисленных технологических схем производства черных металлов характеризуется определенными требованиями к исходному сырью как первичному (железорудному), так и вторичному (металлолому, железосодержащим отходам и т.п.). В равной мере это положение относится и к используемому технологическому топливу.

Современная металлургическая технология по всем указанным принципиальным схемам сформировалась, в основном, в послевоенный период. Объем производства стали в мире составил в 1990 г. 763,0 млн т. По данным статистики Международного института черной металлургии доля стали, выплавленной в конвертерах, составляет в среднем в мире около 57-60%, в электропечах - около 27-30%, в мартеновских печах - 10-16% [13,82,91].

Сталеплавильное производство в СССР характеризовалось значительным объемом выплавки мартеновской стали при недостаточном развитии конвертерного и электросталеплавильного процессов (табл. 45). Так, при суммарном производстве стали по СССР в 1990 г. в объеме 154,4 млн т доля стали, выплавленной в мартеновских печах, конвертерах и электропечах составила около 52, 35 и 13% соответственно.

Таблица 45

Выплавка стали по способам производства

Вид стали по способам производства	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>СССР</b>							
Производство, млн т	65,3	91,0	116,0	141,3	147,9	154,7	154,4
В том числе по способам производства, %:							
кислородно-конвертерная	3,8	4,4	17,2	24,6	28,5	32,2	35,3
электросталь	8,9	9,4	9,3	9,9	10,7	12,2	13,1
мартеновская	84,4	84,0	72,5	64,7	60,2	55,5	51,6
бессемеровская	2,9	2,2	1,0	0,8	0,6	0,1	-
<b>США</b>							
Производство, млн т	90,0	119,3	119,3	105,8	101,5	80,1	88,9
В том числе по способам производства, %:							
кислородно-конвертерная	3,3	17,4	48,2	61,6	60,4	58,8	58,2
электросталь	8,5	10,5	15,2	19,4	27,9	33,9	36,7
мартеновская	87,0	71,7	36,6	19,0	11,7	7,3	5,1
<b>ФРГ</b>							
Производство, млн т	34,1	36,8	45,0	40,4	43,8	40,5	38,4

1	2	3	4	5	6	7	8
В том числе по способам производства, %:							
кислородно-конвертерная	2,6	19,1	55,8	69,3	78,4	81,5	82,7
электросталь	6,5	8,5	9,8	12,6	14,9	18,5	17,3
мартеповская	47,2	42,9	26,2	16,7	6,7	-	-
<b>Япония</b>							
Производство, млн т	22,1	41,2	93,3	102,3	111,4	105,3	110,3
В том числе по способам производства, %:							
кислородно-конвертерная	11,8	55,0	79,1	82,5	75,5	71,0	70,3
электросталь	20,4	20,3	16,7	16,4	24,5	29,0	29,7
мартеповская	67,8	24,7	4,2	1,1	-	-	-

Господствующее положение процессов, применяемых в производстве чугуна и стали как из первичного (железородного), так и вторичного (металлолома) сырья, определяется сочетанием ряда факторов:

для традиционной схемы получения металла из первичного сырья "доменная печь - кислородный конвертер" - наличие и благоприятный уровень стоимости железородного сырья и кокса; надлежащая емкость рынка, прежде всего листового проката, при минимальном объеме производства и, соответственно, производительности агрегатов порядка 3 млн т/год;

для схемы выплавки стали из вторичного сырья "стальной лом - электропечь" - наличие ресурсов лома в данном регионе; наличие дешевой электроэнергии, потребителей металлопродукции в радиусе 400 км с диапазоном потребности от 200 тыс. до 1 млн т/год [13];

для схемы получения металла "металлизация железородного сырья - электроплавка" - отсутствие или дефицит коксующихся углей при наличии ресурсов природного газа и богатых или легкообогащаемых железных руд; наличие электроэнергии и относительно низкий уровень ее стоимости; отсутствие металлического лома контролируемого качества; потребность в качественной металлопродукции при ограниченной емкости рынка.

Объем производства стали из первичного железородного сырья и из вторичных ресурсов по охарактеризованным выше схемам обусловлен рядом с действием перечисленных факторов прежде всего объемом производства конечных видов металлопродукции - проката, труб и метизов, который в свою очередь определяется потребностью народного хозяйства в металлопродукции с учетом ее сортамента и качества.

В прошлом, при неуклонном росте потребности и производства стали развитие черной металлургии определялось, в основном, стремлением заменить неэкономичные процессы более совершенными. В настоящее время наиболее распространенные процессы - доменный, кислородно-конвертерный и электросталеплавильный, базирующиеся на современных высокопроизводительных агрегатах - крупных доменных печах, большегрузных кон-

вертерах и мощных дуговых электропечах, приблизились к теоретически *возможному уровню основных технико-экономических показателей* - по энергетическим, трудовым затратам, расходу огнеупорных и других материалов, выходу качественной продукции. Это положение предопределяет возрастающее влияние других факторов при сравнительной оценке указанных выше возможных схем и направлений производства стали и, следовательно, прогнозирование путей развития черной металлургии. В частности, рецилинг лома позволяет повторно использовать около 30% производственной стали, а металлургические заводы с полным циклом перерабатывают в основном свой оборотный лом. Поэтому мартеновский процесс вытесняется кислородно-ковертерным и электросталеплавильным. Реализации этого положения в нашей стране должно способствовать внедрение принятых в мировой практике корректных принципов ценообразования на вторичные черные металлы, учитывающих в ценах амортизационного лома не только затраты на его сбор, переработку, хранение и транспортировку, но также его металлургическую ценность. В США, например, цена привозного лома достаточно высока и в ряде случаев даже приближается к уровню цен чугуна, обеспечивая их рациональную взаимозаменяемость. При себестоимости жидкого чугуна в конвертерном производстве 120-170 дол/т цена лома составляла 70-90 дол/т.

В нашей стране цены на лом примерно в два раза ниже себестоимости чугуна. Такое положение сохранилось даже при переходе на свободные цены. По фактическим данным Череповецкого металлургического комбината за 1990 г. [11] цена лома составляла примерно 36,7% от себестоимости перелитого чугуна. Это предопределяет искусственное занижение стоимости мартеновской стали по сравнению с конвертерной, что в свою очередь сдерживает развитие перспективной структуры сталеплавильного производства.

На основе представленных общих положений могут быть рассмотрены условия и возможности развития производства стали в ближайшей и отдаленной перспективе.

На крупных современных металлургических предприятиях производство чугуна и стали по традиционной схеме осуществляется преимущественно в высокопроизводительных агрегатах. В связи с потребностью в больших капиталовложениях на создание или поддержание в работоспособном состоянии таких крупных агрегатов и стремлением снизить текущие производственные издержки в настоящее время определенное место в черной металлургии занимают альтернативные способы, рассчитанные на организацию экологически более чистого производства чугуна и стали в относительно экономичных агрегатах меньшей мощности с применением в качестве технологического топлива угля вместо кокса, в комплексе с установками для рафинирования и обработки металла, с установками непрерывной разливки стали, в том числе и для отливки тонких слэбов.

## **6.2. Производство чугуна в доменных печах**

В настоящее время около 500-520 млн т чугуна, т.е. около 97% мирового производства черных металлов из первичного сырья приходится на долю чугуна, выплавленного в доменных печах. Это положение, как отмечалось выше, сохранится и в перспективе.

### 6.2.1. Доменный процесс и продукты доменной плавки

Современная доменная печь - мощный высокопроизводительный агрегат, в котором осуществляется непрерывный технологический процесс доменной плавки. Она представляет собой шахтную печь круглого сечения, футерованную огнеупорной кладкой (верхняя часть шамотным кирпичом, нижняя - преимущественно углеродистыми блоками) и заключенную в стальной кожух. Для предотвращения разгара кладки и защиты кожуха печи от воздействия высоких температур в кладке встроены холодильники, в которых циркулирует вода. Кожух печи и колошниковое устройство поддерживаются колоннами, установленными на фундаменте [127].

Рабочее пространство печи представляет собой объем, ограниченный огнеупорной футеровкой, и подразделяется по технологическому назначению: верхняя часть - колошник, оборудованный устройством для загрузки шихтовых материалов и кокса; ниже расположена шахта, далее - распар, заплечики и нижняя часть - горн, в верхней зоне которого установлены фурменные приборы (обычно 24-40 шт.) для подачи в печь нагретого воздушного дутья, а в нижней части устроены летки для выпуска продуктов плавки - чугуна и шлака.

Полезный объем современной доменной печи - объем рабочего пространства от чугунной летки до уровня засыпи на колошнике - колеблется в широких пределах. Подавляющая часть эксплуатируемых в нашей стране доменных печей имеет объем от 1000 до 5500 м<sup>3</sup>.

Увеличение объема и, соответственно, единичной мощности доменных печей происходит преимущественно за счет увеличения их поперечных размеров, что, как будет показано ниже, имеет принципиальное значение для эволюции требований к физико-механическим свойствам шихтовых материалов.

Процесс доменной плавки непрерывный. Сверху в печь загружаются кусковые или окускованные сырые материалы (железная руда, офлюсованный агломерат, окатыши) и топливо (кокс). Расход офлюсованного железорудного сырья изменяется от 1,4 до 2,2 т на 1 т чугуна (в среднем для предприятий России 1,6-1,7 т) и зависит от содержания железа и состава пустой породы. При этом доля окускованной руды (агломерата и окатышей) в доменной шихте с 1950 до 1990 г. увеличилась с 43 до 98%. Расход кокса на 1 т чугуна за этот же период сократился с 935 до 469 кг.

Современная технология доменной плавки предусматривает возможность обогащения воздушного дутья кислородом и подачи через фурмы жидкого, газообразного или пылевидного топлива (мазута, природного газа, измельченного угля).

Нагрев дутья до требуемой температуры (обычно до 1100-1300°C) производится в воздухонагревателях (обычно 3 или 4 на печь) регенеративного типа, оборудованных горелками для сжигания газообразного топлива и насадкой из фасонного огнеупорного кирпича. Количество дутья, подаваемого в печь воздуходувными машинами, составляет 3000-8000 м<sup>3</sup>/мин для печи объемом от 2000 до 5000 м<sup>3</sup>.

Газы, образующиеся в фурменной зоне в результате сжигания кокса и вдуваемого в печь топлива, проходят через слой опускающейся шихты, отдавая ей химическую и тепловую энергию. Физические процессы нагрева и плавления, химические процессы восстановления оксидов железа, кремния, марганца и других элементов шихтовых материалов, а также науглероживания железа, образование чугуна и шлака протекают в рабочем пространстве

печи в противотоке газа и твердой шихты. Продолжительность пребывания в доменной печи шихтовых материалов составляет 4-6 ч, а газов - около 1-3 с.

Шихта, загружаемая в доменную печь, содержит гигроскопическую влагу, иногда гидратную влагу и карбонаты. Гигроскопическая влага испаряется на колошнике, и ее удаление не требует дополнительного тепла и не сопровождается увеличением расхода кокса. Гидратная влага может присутствовать в виде соединений с оксидами железа, например, в бурых железняках. Эти соединения разлагаются при температуре от 400 до 1000°C. Выделяющийся при этом водяной пар взаимодействует с углеродом или монооксидом углерода с поглощением тепла и с обогащением газа водородом. Карбонаты кальция, а также магния, железа, марганца разлагаются при температуре около 1000°C, что требует значительных затрат тепла в тех зонах печи, где развивается процесс восстановления железа, и сопровождается расходом углерода кокса, взаимодействующего с диоксидом углерода, выделяющегося при разложении карбонатов. При выводе сырого известняка из доменной шихты в результате применения офлюсованного агломерата достигается значительное снижение расхода кокса. По различным данным, относящимся к периоду освоения офлюсованного агломерата в отечественном доменном производстве в 50-х годах, экономия кокса составляет 20-50 кг на 100 кг выведенного из доменной шихты известняка [154].

Процесс восстановления оксидов железа от высших (оксид трехвалентного железа  $Fe_2O_3$ ) до металлического происходит последовательно через образование промежуточных оксидов, которые, вступая в реакцию между собой, образуют также твердые растворы  $Fe_3O_4$  в  $FeO$  (вюстит). Восстановление оксидов железа производится в доменной печи углеродом (прямое восстановление), монооксидом углерода (косвенное восстановление) и водородом. В современных доменных печах степень прямого восстановления, измеряемая долей железа, восстановленного из  $FeO$  прямым путем, колеблется в пределах от 20-40% (при вдувании в горн природного газа или мазута) до 40-60%. Наиболее выгодная, с точки зрения расхода кокса, величина степени прямого восстановления может быть достигнута путем улучшения условий восстановления шихты газами, например, при вдувании восстановительных газов, улучшения распределения газов в печи, улучшения подготовки железорудной шихты к плавке.

Железо в доменной печи восстанавливается до металла практически полностью (степень восстановления железа составляет 0,99-0,998), т.е. 99-99,8% железа переходит в чугун и всего 0,2-1,0% - в шлак.

Наряду с восстановлением железа, важное место в протекающих в доменной печи процессах восстановления окислов металлов и образования чугуна занимают процессы восстановления кремния и марганца. Восстановление кремния, содержащегося в железной руде преимущественно в виде кремнезема, а в агломерате - в составе силикатов, происходит при температуре около 1500°C. Вместе с тем, присутствие восстановленного железа и образование его соединений с кремнием (силицидов) способствует восстановлению кремния при более низкой температуре - 1050-1150°C. При выплавке передельных чугунов восстанавливается от 2 до 8% содержащегося в шихте кремния, а при выплавке литейных чугунов - от 10 до 25% в зависимости от теплового состояния горна.

Восстановление марганца из рудных компонентов доменной шихты, в которых он содержится в виде оксидов, карбонатов или силикатов, осуществляется до монооксида  $MnO$  газами при температуре 200-500°C с вы-

делением значительных количеств тепла. Восстановление монооксида до металлического марганца происходит при температуре свыше  $1200^{\circ}\text{C}$  с большими затратами тепла. При выплавке обычных чугунов восстанавливается не более 55-65% марганца, а при выплавке ферромарганца - до 90%.

Степень восстановления других элементов, содержащихся в доменной шихте, изменяется в широком диапазоне - от меди, фосфора, мышьяка, которые восстанавливаются полностью и целиком переходят в чугун, до магния, алюминия, кальция, которые практически целиком остаются в шлаке. Ванадий и хром восстанавливаются, подобно марганцу, на 70-80 и 80-90% соответственно, а титан - аналогично кремнию.

Как отмечалось выше, восстановленное железо поглощает углерод и другие элементы с образованием чугуна. Процесс науглероживания железа начинается в верхней и средней зонах печи при температуре  $450-600^{\circ}\text{C}$ . По мере науглероживания железа температура плавления его понижается: с  $1539^{\circ}\text{C}$  для чистого железа до  $1135^{\circ}\text{C}$  для сплава, содержащего 4,3% углерода. Начало образования капель чугуна происходит при температуре  $1250^{\circ}\text{C}$ . Процесс науглероживания железа интенсифицируется при переходе металла в жидкое состояние.

По мере прохождения чугуна по высоте печи на разных горизонтах происходит поглощение восстанавливаемых элементов - кремния, марганца, фосфора и других, например, ванадия, хрома, никеля, а также серы.

Конечное содержание углерода в чугуне зависит от его температуры и состава. Повышению содержания углерода в чугуне способствует присутствие карбидообразующих элементов, марганца и хрома, а также увеличение температуры дутья, давления газов в печи и улучшение подготовки шихты, которые приводят к повышению температуры чугуна с 1420-1460 до  $1480-1520^{\circ}\text{C}$ . Наряду с этим, образующиеся в результате взаимодействия с железом силициды, фосфаты и сульфиды разрушают карбид железа, понижая содержание углерода в чугуне. В итоге содержание углерода составляет около 4% в литейном и 4,5% в передельном чугуне и может изменяться в доменных ферросплавах от 2% в ферросилиции до 7% в ферромарганце.

При взаимодействии невосстановленных оксидов шихтовых материалов и золы кокса происходит процесс образования шлаков, зависящий от химического состава и физического строения железорудных материалов (агломерата, окатышей и др.), распределения температур газов и шлакообразующих веществ в печи. По мере опускания материалов в печи образуются первичные, промежуточные и конечные шлаки. Вначале на поверхности и внутри кусков размягчающихся железорудных материалов образуются капли первичного шлака, в которых содержится повышенное количество монооксида железа и марганца. По мере опускания и нагрева первичного шлака изменяются его состав и количество. В промежуточном шлаке увеличивается содержание растворяющихся оксидов кремния, алюминия, кальция и магния, а содержание монооксидов железа и марганца уменьшается вследствие их восстановления. Поступающий в горн шлак изменяет свой состав и физические свойства под влиянием протекающих здесь процессов. На горизонте фурм к шлаку присоединяется зола сгоревшего кокса. Сера переходит в шлак постепенно, по мере опускания шихтовых материалов, вступая во взаимодействие с оксидами кальция и магния. Окончательное содержание серы в шлаке устанавливается в горне при контакте чугуна со шлаком. Конечный шлак содержит 85-95% оксидов кремния, алюминия и кальция, 2-10 оксида магния, 0,2-0,6 монооксида железа, 0,3-2 монооксида марганца и 1,5-2,5% серы, в основном в виде сульфата

кальция. Свойства первичного и конечного шлаков оказывают влияние на ровность схода шихты и содержание серы в чугунах.

Свойства шлаков характеризуются коэффициентами, показывающими соотношение между главными компонентами шлака. К числу таких коэффициентов относятся показатели основности  $\text{CaO}:\text{SiO}_2$  или  $(\text{CaO}+\text{MgO}):\text{SiO}_2$ . Величина последнего колеблется в пределах 1,05-1,45, причем верхний уровень относится к условиям плавки на сернистом коксе. Положительное влияние на жидкоподвижность шлака оказывает  $\text{MgO}$ , содержание которого желательнее иметь на уровне 6-10%.

Показателями качества технологических свойств доменного шлака, наряду с химическим составом, являются его физические свойства, в том числе вязкость, температура плавления и др. К числу важных физико-химических свойств шлаков относится их десульфуровывающая способность, показателем которой служит коэффициент распределения серы между шлаком и чугуном.

В чугунах может растворяться до 0,9% серы. Однако предельное содержание серы в стали и в литейном чугунах не должно превышать сотых долей процента. Серу легче удалить при подготовке руды к плавке (при обогащении, агломерации и упрочняющем обжиге окатышей) и в доменной плавке. В доменной печи часть серы переходит в газовую фазу (от 10 до 20%), часть, в виде  $\text{FeS}$ , растворяется в чугунах, а часть, в виде  $\text{CaS}$ , остается в шлаке. При данном распределении серы, зависящим от состава шлака, чугуна и температурных условий, ее содержание в чугунах будет уменьшаться с увеличением количества шлака и наоборот. Благоприятное влияние на процесс десульфурации оказывает присутствие магнезии, которая способствует понижению вязкости при относительно более высоких значениях его основности ( $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ ). Таким образом, получение чугуна с низким содержанием серы в современной доменной плавке достигается в результате уменьшения поступления серы в печь и повышения серопоглощительной способности шлака при стабильном ходе печи.

На вязкость и температуру плавления шлаков, и следовательно, на ход доменного процесса также оказывают влияние  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{TiO}_2$ . Содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  до 10% оказывает положительное воздействие на вязкость и плавкость шлаков. Дальнейшее повышение содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , вплоть до предельного уровня 18%, приводит к увеличению вязкости нормальных шлаков (основность  $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 1,1-1,2$  при содержании  $\text{MgO}$  5-10%), что сопровождается увеличением расхода кокса (для повышения температуры горна и обеспечения жидкотекучести шлака). Повышение содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3$  сверх 18% приводит к нежелательному повышению содержания кремния в чугунах.

Диоксид титана и оксиды титана более низкой валентности при содержании их 8-10% понижают вязкость шлака. Однако, наиболее сильное отрицательное действие оказывает образование карбонитратов титана, выделяющихся в шлаке в виде твердой фазы.

Разжижающее действие на шлак оказывают фтористые соединения и щелочи.

Свойства жидких шлаков и протекающие в них процессы описываются теорией строения расплавленных шлаков, которая исходит из представления о жидких шлаках как электролитах, полностью или частично диссоциированных на ионы [127].

В горне доменной печи встречаются и взаимодействуют два потока: опускающиеся сверху твердые, нагретые до высокой температуры куски



кокса, жидкие чугун и шлак и поднимающиеся вверх горновые газы, образующиеся в результате сжигания в нагретом дутье углерода или углеводородов топлива - кокса и вдуваемых в горн реагентов - природного газа, угля, мазута.

Основной процесс в горне (сжигание углерода кокса) сопровождается выделением необходимого для процессов восстановления и плавления тепла, образованием восстановительных газов и освобождением объема, который заполняется опускающимися сверху материалами, способствуя движению шихты в печи.

Для увеличения производительности доменной печи применяют обогащение дутья кислородом с одновременным вдуванием мазута или природного газа: по данным расчетов и практики на 1 м<sup>3</sup> кислорода в дутье требуется 0,65 м<sup>3</sup> природного газа или 0,4 кг мазута. Экономия кокса при этом составляет около 0,8 кг на 1 м<sup>3</sup> природного газа или около 1,1 кг на 1 кг мазута [16], а прирост производительности доменной печи составляет в среднем 2% на 1% повышения содержания кислорода в дутье при снижении расхода кокса на 5 кг/т чугуна.

Вдувание к горн печи пылеугольного топлива (100 кг/т чугуна) позволяет также снизить расход кокса примерно на 70 кг и природного газа на 30 м<sup>3</sup> на 1 т чугуна. На заводах Западной Европы коэффициент замены кокса углем (110 кг на 1 т чугуна) составляет 0,75-0,85 кг/кг угля.

Конечными продуктами доменной плавки являются чугун и шлак, выпускаемые из доменной печи в огненно-жидком виде через летки, расположенные в нижней части горна, и доменный (колошниковый) газ, выпускаемый из печи через колошник и систему газопроводов и очистных устройств.

С учетом требований потребителей, условий доменной плавки и состава шихтовых материалов, производят чугун следующих видов: передельный, используемый в сталеплавильном производстве, литейный - для чугуна литья, ферросплавы доменные наряду с электропечными, - в сталеплавильном производстве.

Около 90% общего производства приходится на долю передельного чугуна, который предназначен для выплавки стали в конвертерах или мартеновских и отчасти в электропечах. Передельный чугун обычно содержит около 4,5% углерода, 0,3-1,2% кремния, 0,2-1,0% марганца, 0,02-0,07% серы и 0,15-0,2% фосфора. Содержание фосфора может изменяться в пределах от 0,07 до 1,3% и более. Верхний уровень - при использовании чугуна в специальном сталеплавильном переделе с получением стали и фосфат-шлаков.

Литейный чугун классифицируется по содержанию фосфора: до 0,1% (класс А), 0,1-0,3% (класс Б), 0,31-0,7% (класс В) и 0,71-1,2% (класс Г). Высокофосфористые чугуны используют для художественного литья, а малофосфористые - для высокопрочных изделий. Кроме того выделяют марки литейных чугунов, различающиеся по содержанию кремния, марганца и серы [127].

При производстве передельного и литейного чугунов выход шлака, в зависимости от качества железорудного сырья и кокса, составляет обычно 0,3-0,5 т/т чугуна. В настоящее время огненно-жидкий доменный шлак после переработки (грануляции, получения шлакового щебня, шлаковой пемзы или шлаковаты) используют в цементной промышленности, для производства огнеупорных изделий, в качестве изоляционного материала и др. Современные доменные печи оборудуют установками для придоменной

грануляции шлака, что позволяет отказаться от шлаковых отвалов и снизить загрязнение окружающей среды.

Колошниковый газ современной доменной печи, работающей с вдуванием природного газа и обогащением дутья кислородом, содержит (в %): монооксида углерода - 25-32, метана - 0,2-0,5, водорода - 8-12, диоксида углерода - 10-22, азота - 43-45% и имеет теплоту сгорания 4200-5500 кДж/м<sup>3</sup>. Этот газ, являющийся рабочим продуктом доменной плавки, используется в качестве топлива в горелках воздуходувателей, для отопления печей коксовых батарей и прокатных цехов, котлов ТЭЦ и других целей.

### *6.2.2. Развитие доменного производства в СССР и за рубежом*

В последние 20-30 лет развитие технологии доменного производства происходило по следующим принципиальным направлениям. В СССР и странах Восточной Европы приоритет отдавался увеличению концентрации кислорода в дутье до 30-40% с соответственным увеличением расхода природного газа до 130-170 м<sup>3</sup>/т чугуна. На ряде заводов РСФСР и Украины указанная технология доменной плавки в сочетании с процессом рудоподготовки (вывод сырого флюса из доменной шихты, применение офлюсованного агломерата, повышение содержания железа в ней) обеспечила снижение расхода кокса до 390-430 кг/т чугуна и повышение производительности до 2,2-2,5 т/м<sup>3</sup> в сутки.

Более 90% переделового чугуна на заводах СССР производилось с использованием подготовленной шихты по технологии с вдуванием в горн природного газа и кислорода при среднем удельном расходе примерно по 100 м<sup>3</sup>/т чугуна. При этом расход природного газа колебался в пределах 60-130, а кислорода 60-170 м<sup>3</sup>/т чугуна. Верхний уровень характеризует работу доменных печей Новолипецкого металлургического комбината.

В доменном производстве ведущих промышленно развитых стран Европы, Японии и США приоритетным направлением развития явилось повышение качества железорудного сырья, совершенствование систем загрузки и распределения шихты, повышение давления колошниковых газов и температуры дутья до 1200-1300°С при ограниченном обогащении его кислородом, вдувание измельченного пылеугольного топлива, в определенных случаях до 130-180 кг/т чугуна (заменившего вдувание мазута). В итоге, расход кокса был снижен до 300-400 кг/т чугуна.

Принципиальное различие указанных двух направлений развития заключалось в приоритетах производства: повышение производительности в первом направлении и сокращение затрат на производство во втором. Результатом их реализации оказался более высокий суммарный расход технологического топлива (кокса и природного газа) на доменных печах отечественных предприятий (табл. 46).

Современные крупные доменные печи объемом 2000-5000 м<sup>3</sup> достигли суточной производительности 5-12 тыс.т чугуна при удельном расходе кокса порядка 440-490 кг/т в результате применения природного газа, кислорода или пылеугольного топлива, вдуваемых в горн.

Дополнительное снижение расхода кокса может быть достигнуто при увеличении удельного количества вдуваемого в печь пылеугольного топлива до 180 кг/т чугуна и более, а также за счет применения вдувания в печи горячих восстановительных газов. Причем, последнее, наряду со снижением расхода кокса на 25-30% (до 300 кг/т чугуна), обеспечивает также увеличение производительности печи примерно на 30%.

Показатели работы доменных печей СССР, Нидерландов и Японии

Показатели	СССР				Нидерланды	Япония		
Объем печи, м <sup>3</sup>	2000	2700	3200	5500	2482	2040	3240	5070
Производительность в сутки, т/м <sup>3</sup>	2,40	2,31	2,54	1,93	2,10	2,40	2,04	2,01
Расход на 1 т чугуна:								
кокса, кг	407	431	415	449	393	431	427	432
пылеугольного топлива, кг	-	-	-	-	130	55	47	57
природного газа, м <sup>3</sup>	104	120	116	73	-	-	-	-
кислорода, м <sup>3</sup>	119	119	118	30	75	42	-	-
Температура дутья, °С	1161	1130	1299	1224	1120	1159	1148	1146
Давление газа под колошником, МПа	0,15	0,198	0,22	0,22	0,22	0,24	0,28	0,24

Дальнейшее увеличение производительности встречает определенные трудности, связанные с газопроницаемостью слоя шихтовых материалов в шахте печи. При этом подавляющая часть железорудной шихты (в среднем около 80%, а в отечественной практике до 95-100%) и технологического топлива (кокса) подвергается предварительной подготовке, включающая механическую (обогащение) и термическую обработку (упрочняющий обжиг рудных материалов или коксование угля).

В результате обогащения руд, используемых в доменной плавке, выход шлака снижается до 250 (обычно нормативный предельный уровень) и даже до 150 кг на 1 т чугуна. Повышенные требования к сырью и соответствующие издержки на удовлетворение этих требований компенсируются эффектом в показателях доменной плавки (снижение расхода кокса, увеличение производительности), а также возможностью укрупнения агрегатов.

Следует отметить, что в течение длительного времени, в особенности в 70-е годы, в отечественной и зарубежной практике доменного производства достаточно широко в качестве заменителя кокса использовали мазут. С наступлением энергетического кризиса его применение сократилось, например, в Японии в 2,7 раза. В настоящее время в заметных количествах мазут применяют лишь в США и ФРГ (в среднем 12 и 24 кг на 1 т чугуна соответственно).

Прогрессивным заменителем дефицитного кокса является пылеугольное топливо, которое может быть приготовлено из некоксуемых или слабоспекающихся малозольных углей. О целесообразности использования технологии выплавки чугуна с применением пылеугольного топлива свидетельствуют масштабы ее распространения в промышленно развитых странах, в том числе в десяти странах Европы (Германия, Франция, Англия, Голландия, Швеция, Италия и др.), а также в Японии, США, Китае, Бразилии, Южной Корее и др. Всего, по данным за 1991 г., в указанных странах эта технология применялась более чем на 100 доменных печах различного объема (от 2000 до 4000 м<sup>3</sup> и более), работающих в разных сырьевых условиях. Расход пылеугольного топлива на 1 т чугуна на этих печах составил от 80 до 180 кг при расходе кокса от 315 до 450 кг. На ряде доменных печей на заводах в Дюнкерке (Франция), в Хамборне и Швельгерне (ФРГ), в Эймейдене (Нидерланды) удалось добиться среднемесячного расхода на 1 т чугуна

пылеугольного топлива до 150-170 кг при снижении потребности кокса до 300-330 кг.

В СССР с учетом складывающегося топливно-энергетического баланса, а также возможности существенной экономии кокса технология доменной плавки с применением пылеугольного топлива являлась весьма перспективной. В частности, намечалось построить на восьми металлургических комбинатах установки для вдувания пылеугольного топлива на 19 доменных печах с общим годовым производством чугуна более 24 млн т. Ожидаемая экономия кокса должна составить более 1 млн т.

Промышленной практикой установлено, что при уменьшении расхода кокса до 350 кг на 1 т чугуна доменные печи работают успешно при минимальных изменениях технологического режима. При сокращении расхода кокса до 300 кг/т стабильность работы доменных печей снижается. При этом особое значение приобретает и степень подготовленности к плавке сырых материалов, надлежащий уровень их качества, а также совершенство их распределения при загрузке в печь. Таким образом, наряду с применением природного газа, вдувание пылеугольного топлива следует рассматривать как одно из важнейших и перспективных направлений развития и совершенствования современного доменного процесса [13].

Более радикальным шагом в направлении дальнейшего снижения расхода кокса является технология доменной плавки с вдуванием в горн горячих (до 1100-1200°C) восстановительных газов с холодным техническим кислородом. Эта принципиально новая технология прошла промышленную проверку на доменной печи НПО Тулачермет. При вдувании в горн горячих восстановительных газов, полученных в результате отмывки колошникового газа от диоксида углерода и других окислителей с заменой дутья холодным кислородом, расход кокса снижается на 25-30%, производительность печи увеличивается на 25-30%. По расчетам, основанным на данных промышленного опыта, при работе по этой технологии удельный расход кокса на 1 т чугуна составит 300-320 кг, а суточная производительность печи - 2,84 т/м<sup>3</sup>. Возможности получения горячих восстановительных газов не ограничиваются схемой отмывки колошникового газа с последующим его нагревом. Предложены и другие методы: вдувание в горн доменной печи продуктов газификации углей, полученных в вихревых и циклонных аппаратах, применение горячих восстановительных газов, полученных в газификаторе с жидкой ванной и др. Полагают, что применение новой технологии позволит снизить расход кокса на 1 т чугуна до 290-300 кг, а с учетом прогресса в условиях доменной плавки - до 200-250 кг.

### ***6.2.3. Требования к железорудному сырью для доменной плавки***

Как было показано, доменный процесс характеризуется взаимодействием различных технологических факторов, обуславливающих развитие физических, химических, тепловых процессов, протекающих в отдельных зонах печи. Основным назначением различных технологических мероприятий, способствующих экономической эффективности доменного производства, является снижение энергетических затрат, прежде всего, снижение расхода кокса при одновременном повышении производительности печей. Это может быть достигнуто в результате интенсификации процессов массо- и теплообмена, происходящих в печи, в первую очередь за счет улучшения качества проплавления шихтовых материалов и совершенствования процессов рудоподготовки.

Основная масса производимого в мире и СССР чугуна выплавлялась из подготовленного железорудного сырья, получаемого в результате обогащения и окускования руд различных природных типов.

Влияние металлургических свойств железорудного сырья на показатели работы доменных печей приобретает особо важное значение в условиях работы крупных печей. Увеличение размеров и производительности доменных печей, наряду с совершенствованием технологии доменной плавки (повышение температуры дутья и давления газа под колошником, увеличение концентрации кислорода в дутье, применение природного газа, пылеугольного топлива и других реагентов, включая горячие восстановительные газы) существенным образом ужесточают требования к металлургическим свойствам железорудных материалов и, соответственно, к процессам подготовки железных руд к плавке. Рассмотрение результатов отечественного и зарубежного опыта, характеризующих влияние качества шихты на показатели плавки, позволяет определить основные требования доменного процесса к качеству железорудного сырья. Это прежде всего оптимизация гранулометрического состава доменной шихты; улучшение физико-механических свойств и повышение восстановимости окускованных железорудных материалов; повышение содержания железа и улучшение соотношения шлакообразующих оксидов ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) в концентратах обогащения; достижение минимальных колебаний химического состава подготовленного железорудного сырья [154,155].

Ровный ход печи и, соответственно, высокая ее производительность при низком удельном расходе кокса достигается при надлежащей степени использования газов, которая обеспечивается равномерным их контактом с кусками железорудной шихты во всех сечениях печи. Спротивление столба шихты проходу газов по высоте печи должно быть приблизительно одинаковым. Это условие может быть реализовано при использовании шихтовых материалов, классифицированных по крупности и отсеянных от мелких фракций. Содержащиеся в шихте мелкие (менее 5 мм) фракции при загрузке их в печь заполняют промежутки между более крупными кусками, ухудшая газопроницаемость столба шихты. Порозность смеси и соответственно свободное для прохода газа сечение снижаются по мере расширения диапазона крупности кусков. Минимальной порозностью и, следовательно, газопроницаемостью характеризуется смесь, состоящая на 60-70% из крупной фракции и на 30-40% - из мелкой. Оптимальные газодинамические условия создаются при сужении интервала крупности кусков руды, в результате отсева мелочи шихтовых материалов, дроблении крупных фракций, т.е. при применении в доменных печах агломерата, окатышей и руды крупностью 30-5 мм.

Однако оптимальный размер кусков шихты определяется с учетом восстановимости, являющейся комплексным показателем, учитывающим физико-механические свойства железорудных материалов, их гранулометрический, химический и минералогический составы. С уменьшением размера куска восстановимость улучшается, но растут также выход мелочи и затраты на получение узкоклассифицированного продукта.

Восстановимость железорудных материалов (руды, аглоруды, окатышей) характеризует их способность отдавать в процессе восстановления кислород, содержащийся в оксидах железа, и определяет удельный расход топлива в доменном процессе. От восстановимости во многом зависит допустимая крупность используемого в доменной плавке железорудного сырья. Восстановимость руды, агломерата, окатышей определяется различными методами и выражается в относительных характеристических единицах.

По доменной плавке относительно легко восстанавливаемых шихтовых материалов допускается повышение верхнего предела крупности до 50 мм против 25-35 мм для трудновосстанавливаемых, а оптимальный гранулометрический состав железорудных составляющих доменной шихты лежит в пределах от 5 до 25-50 мм.

В целом к гранулометрическому составу подготовленных железорудных материалов предъявляются следующие требования (мм): дробленая и сортированная руда - 25-10, агломерат - 50-10, окатыши - 15-10, содержание мелочи - 5-0 мм не должно превышать 5%.

Газодинамическое сопротивление столба шихтовых материалов в доменной печи на 60% определяется сопротивлением зоны пластично-вязкого состояния. Это обуславливает значение высокотемпературных свойств железорудных компонентов доменной шихты. Критерием оценки высокотемпературных свойств является температурный интервал пластично-вязкого состояния, который представляет собой разность между температурой начала размягчения материала и температурой перехода его в жидкое состояние [117]. С этой точки зрения весьма важным свойством железорудных материалов является их размягчаемость. Высокая температура начала и узкий интервал размягчения при степени восстановимости более 50% способствуют ровному ходу доменной плавки. Увеличение восстановимости сверх определенного уровня приводит к раннему размягчению и при отдельных условиях - к ухудшению газопроницаемости столба шихтовых материалов в печи и даже к подвисаниям.

Эти факторы учитываются при определении основности шихтовых материалов (отношение  $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ ), в первую очередь агломерата. Обычно исходят из целесообразности полного офлюсования доменной шихты, т.е. полного вывода сырого известняка. При этом принимается во внимание, что для каждого железорудного материала существует оптимальная основность, определяемая по величине температуры пластично-вязкого состояния. Так, для офлюсованных окатышей Соколовско-Сарбайского ГОКа она минимальна при основности 1,2 ( $300^\circ\text{C}$ ), для агломератов Нижне-Тагильского металлургического комбината - при 1,3 ( $315^\circ\text{C}$ ), для агломерата Череповецкого металлургического комбината - при 1,24 ( $250^\circ\text{C}$ ).

Одним из основных требований к железорудному сырью остается высокое содержание в нем железа при соответственно минимальном содержании и благоприятном соотношении шлакообразующих оксидов, обеспечивающих получение чугуна и шлака надлежащего состава.

В настоящее время при обогащении руд имеются технические возможности получения концентратов с содержанием железа 68% и даже 70%. Однако их использование в ряде случаев ограничивается технологическими факторами доменного процесса и зависит от природных свойств руды, в частности, от химического состава шлакообразующих оксидов и характера его изменения в процессе рудоподготовки.

Для руд, обогащенных кремнеземом, глубина обогащения обычно не имеет ограничений с точки зрения технологии доменного процесса. Однако наличие глинозема и особенности его поведения при рудоподготовке часто ограничивают возможную глубину обогащения факторами доменной плавки. Это обусловлено тем, что при повышении степени обогащения руды уменьшается отношение содержания кремнезема к глинозему в концентратах, что и предопределяет увеличение содержания глинозема в доменном шлаке.

Опыт работы ряда доменных печей отечественных и зарубежных заводов показывает, что увеличение содержания глинозема в доменном шла-

ке сверх 18-20% приводит к снижению его жидкотекучести, повышению содержания кремния в чугуна и к ухудшению в связи с этим технических показателей доменной плавки.

Исходя из условий выплавки кондиционного по содержанию кремния передельного чугуна, кремниевый модуль (отношение  $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ ) в концентрате не должен быть ниже 2. При исследовании обогатимости руд некоторых месторождений (Лисаковского, Коршуновского и др.), было установлено, что глинозем при обогащении почти не уходит в хвосты, а обогащение железом происходит только за счет уменьшения содержания кремнезема. В результате, при глубоком обогащении руд, как правило, уже при содержании железа порядка 60% содержание глинозема становится больше, чем кремнезема. Так, в концентратах обогащения лисаковских руд по различным схемам при повышении содержания железа на прокаленную массу от 54,4 до 61,4% кремниевый модуль уменьшается от 2,41 до 0,86.

Сохранение содержания глинозема в доменных шлаках на оптимальном уровне при плавке концентратов такого качества требует добавки в доменную шихту кварцита с целью разубоживания шлака по глинозему, ограничения степени обогащения или подшихтовки малоглиноземистых руд. При оценке этого фактора следует учитывать, что работа доменных печей при шлаке с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  до 25% с выплавкой чугуна с содержанием 1,2-1,4% кремния в принципе возможна, но характеризуется худшими показателями по расходу кокса и производительности. Окончательные же выводы могут быть сделаны лишь с учетом ухудшения показателей сталеплавильного передела чугуна с повышенным содержанием кремния.

При глубоком обогащении аналогичные последствия возможны также при увеличении содержания в концентрате магнезии и двуокиси титана. Применение таких концентратов приводит к получению магнезиальных или титанистых шлаков, которые оказывают неблагоприятное влияние на ход процесса в доменной печи. Исходя из этого, при использовании таких концентратов предельное содержание магнезии в доменном шлаке ограничивают 13,5% (11% при недостаточно подготовленной шихте и до 16% при хорошо подготовленной усредненной шихте), двуокиси титана - 10%. На практике необходимое содержание указанных компонентов в шлаке может регулироваться добавкой в шихту кварцита, ограничением степени обогащения руды или соответствующей шихтовкой разнотипных руд.

При обогащении руд уменьшается природная основность, что приводит к повышению расхода флюса и кокса в доменной плавке. Поэтому при преобладании оснований ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) в руде чрезмерное глубокое обогащение ее может оказаться нецелесообразным.

Выбор рациональной схемы обогащения руды зависит иногда от присутствия вредных примесей (фосфора, серы, цинка, мышьяка и т.д.) и их поведения при обогащении.

По данным отечественной практики, повышение содержания железа в концентрате и соответственно в железорудной части шихты сопровождается адекватным улучшением показателей доменной плавки. При работе на офлюсованных окускованных материалах (агломерат, окатыши) повышение содержания железа в железорудной части шихты на 1% обеспечивает увеличение производительности печи на 1,7-2,2% и снижение расхода кокса на 0,9-1,2%.

Усреднение железорудных материалов обеспечивает необходимое постоянство химического состава и физических свойств доменной шихты позволяет устранить нарушения стабильности хода и теплового состояния до-

менной печи, обеспечивает постоянство состава чугуна. При работе доменной печи на усредненных шихтовых материалах постоянного качества с ограничением предела колебаний содержания железа и основ-ных шлакообразующих отпадает необходимость создания теплового резерва и корректировки шихты, возникают дополнительные возможности форсировать режим ее работы с увеличением производительности и снижением расхода кокса. Значительный отечественный и зарубежный опыт показывает, что стабильная работа доменных печей может быть обеспечена при колебаниях содержания железа в шихте  $\pm 0,2-0,5\%$ , основных шлакообразующих  $\pm 0,2-0,3\%$  и основности  $\pm 0,05$ . Такое постоянство достигается в результате усреднения шихтовых материалов на различных стадиях подготовки их к плавке.

По данным расчетов и практики изменение пределов колебаний содержания железа в железорудной части шихты на 1% повышает производительность доменных печей на 4-5%, снижает расход кокса на 3%, а расход известняка - на 6-8%. Кроме того, применение усредненного железорудного сырья оказывает заметное влияние на качество выплавляемого чугуна в части резкого снижения (в 3-4 раза) колебаний содержания кремния и серы, что имеет существенное значение для повышения технико-экономической эффективности сталеплавильного передела [160].

Эффективность всех без исключения методов рудоподготовки существенным образом определяет постоянство состава и свойств конечного продукта. В этом смысле вопрос усреднения шихтовых материалов с целью стабилизации их состава и свойств приобретают универсальное значение, а собственно процесс усреднения становится неотъемлемой частью любого приема рудоподготовки.

Требования, предъявляемые к качеству шихты, с точки зрения получения чугуна и шлака необходимого состава, могут быть удовлетворены главным образом за счет оптимизации шихтовки различных типов руд и добавок. Возможности рудоподготовки в этом смысле ограничены. Правда, обогащение железной руды в отдельных случаях позволяет, например, изменить в нужном направлении соотношение между содержанием серы или фосфора и железа. В процессе обогащения удается также частично изменить в желательном направлении соотношение основных и кислых шлакообразующих компонентов. Существенное уменьшение содержания их в процессе обогащения часто связано с увеличением потерь железа в хвостах.

Применение офлюсованных агломерата и окатышей в доменной плавке явилось основой для различных технологических усовершенствований собственно доменного процесса, и в этом смысле развитие производства и применение офлюсованного сырья привело не только к количественным, но и к качественным изменениям параметров доменной плавки.

Металлургические свойства окучкованных железорудных материалов (агломерата и окатышей) в значительной степени определяют технико-экономические показатели доменного производства. В ряде стран и особенно в СССР доля агломерата и окатышей в доменной шихте превысила 98%.

В настоящее время для определения металлургических свойств железорудных материалов и соответствия их требованиям и условиям доменной плавки применяются в практике различные методы испытания. Сущность этих методов состоит в имитации физико-механических и химико-термических условий, в которых осуществляется транспортировка и доменная плавка железорудных материалов.

Ни один из известных методов не может претендовать на универсальность в такой степени, чтобы отказаться от использования других методов. Поэтому применение того или иного из известных методов испытания



свойств железорудных материалов носит, как правило, целенаправленный характер [149]. Так, стойкость материала в условиях его транспортировки адекватно характеризуется испытанием во вращающемся барабане (ГОСТ 15137-84). Стойкость против разрушения в условиях нагрева и восстановления (восстановительно-тепловой обработки) может быть определена с необходимой достоверностью двумя методами: при испытании механической прочности во вращающейся горизонтальной реторте типа Линдера (ГОСТ 19575-84 и ГОСТ 27446-87) или при испытании газопроницаемости слоя данного материала в вертикальной реторте (ГОСТ 21707-76). Результаты последних испытаний позволяют оценить поведение шихтового материала в условиях доменной плавки и сделать выводы о соответствии его требованиям доменного производства.

### **6.3. Бескоксвая (внедоменная) металлургия железа**

На традиционной двухстадийной схеме - выплавка чугуна в доменных печах и передел его в сталеплавильных агрегатах - базируется производство основной массы (около 98%) стали в мире. Несмотря на весьма высокий уровень составляющих двухстадийного процесса по технологии, оборудованию, единичной мощности агрегатов, производительности труда и экономичности, в ряде стран разработаны и осуществлены в промышленных масштабах процессы бескоксвой (внедоменной) металлургии.

#### **6.3.1. Классификация и современное состояние процессов бескоксвой (внедоменной) металлургии**

Основными предпосылками для развития этой области черной металлургии являются:

возможность получения высококачественной стали более чистой по вредным примесям по сравнению со сталью, получаемой традиционными методами с применением в шихте загрязненного примесями лома;

отсутствие или дефицит коксующихся углей или металлического скрапа; экономичность металлургического производства в различных масштабах.

Многочисленные способы внедоменного (прямого) получения металла, предложенные, разработанные или осуществленные в разных странах, могут быть классифицированы по различным признакам. Наиболее представительной является классификация по виду получаемого продукта [14,71], учитывающая возможность и условия его использования или последующего передела. По этому принципу с учетом температурных условий собственно процесса восстановления оксидов железа известные способы бескоксвой металлургии можно разделить на три основных группы:

получение губчатого железа при температурах ниже температуры образования жидкой фазы (до 1000-1200<sup>o</sup>C), когда железо восстанавливается до металла, а вся пустая порода остается в конечном продукте, сохраняющем форму и размеры исходного железорудного материала;

получение кричного железа при температуре 1250-1350<sup>o</sup>C, которая ниже точки плавления восстановленного до металла железа, но достаточна для расплавления пустой породы;

получение жидкого металла (чугуна, углеродистого полупродукта или стали).

Несмотря на достаточно большое число отработанных процессов бескоксовой металлургии, осуществляемых в промышленных масштабах в ряде стран, доля черных металлов, производимых по этой технологии, не превышает 2-2,5%. При этом на протяжении текущего столетия изменялись приоритеты процессов бескоксовой металлургии: от процессов получения губчатого железа в 10-30-х годах к производству кричного железа в 40-50-х годах и, наконец, вновь к производству губчатого железа в последние десятилетия. Интерес к процессам получения жидкого металла сохраняется постоянно в течение всего рассматриваемого периода. В промышленном производстве лидирующее положение принадлежит технологической схеме "металлизация - электроплавка", предусматривающей производство губчатого железа, называемого также металлизированным сырьем, и последующую плавку его в электропечах с получением стали.

Наряду с решением проблемы дефицита металлолома контролируемого качества путем замены лома металлизированным сырьем, развитию этой технологии способствовала также возможность организации экономичного производства черных металлов в относительно небольших масштабах, а также переработки комплексных руд (титаномагнетитовых и др.).

С 1950 по 1990 г. производство губчатого железа в мире возросло почти в 100 раз. Наибольшего развития производство и потребление губчатого железа получили в странах Латинской Америки, особенно в Мексике и Венесуэле: если доля губчатого железа в металлошихте для выплавки стали в мире составляла всего 1,2%, то в этом регионе она достигала 12,7%. При росте производства стали в 80-х годах в этих странах примерно на 37%, потребление стального лома увеличилось всего на 10%, а губчатого железа - на 43%. Годовая мощность установок для производства губчатого железа там составляет около 10 млн т, в том числе 5,93 млн т в Венесуэле и 4,03 млн т в Мексике. Далее следуют страны, в которых построены и эксплуатируются предприятия мощностью до 1-2 млн т: СССР, Индонезия, Малайзия, ЮАР, Индия, Иран, Ирак, Ливия, Нигерия, Канада.

В СССР производство металлизированного сырья (окатышей) осуществлялось в крупных промышленных масштабах на Оскольском электрометаллургическом комбинате. По проекту этот комбинат должен стать крупнейшим в мире предприятием бескоксовой металлургии. К 1991 г. осуществлена первая очередь строительства комбината (в цехе металлизации введены в действие четыре установки с шахтными печами) общей производительностью до 1,9 млн т/год металлизированного сырья.

В странах с весьма ограниченным собственным производством губчатого железа (США, Япония, страны Западной Европы) проявляется интерес к импорту металлизированного сырья для использования его главным образом в шихте электросталеплавильных печей взамен скрапа. Импорт губчатого железа в эти страны составляет 1,5- 2,0 млн т в год. Наиболее крупным экспортером является Индонезия.

Производство губчатого железа в последние годы характеризуется преобладанием процессов с применением газообразного восстановителя (более 90%), остальное - с использованием твердого топлива, преимущественно энергетических углей. Доминирующее положение занимают процессы восстановления железорудного сырья, осуществляемые в шахтных печах (процесс Мидрекс и др.), на долю которых приходится около 65% мирового производства губчатого железа, и процессы, осуществляемые в ретортах (процесс ХиЛ-1), - около 25% мирового производства. Около 3% губчатого железа производится в агрегатах с кипящим слоем (процесс Фиор),

а остальное его количество - во вращающихся трубчатых печах с применением твердого восстановителя (процессы СЛ-РН, Кодир, АККАР и др.).

Производство кричного железа во вращающихся печах (процесс Крупн-Ренн, разработанный в Германии в начале 30-х годов) получило относительно широкое промышленное применение в Германии, Чехословакии, Польше, Японии, Китае и Корее. В СССР, Польше и Греции кричным процессом перерабатывали комплексные железо-никелевые и железо-хромоникелевые руды. К концу 50-х годов в мире работало около 50 вращающихся печей общей производительностью около 2 млн т кричного железа (крицы) [14,71].

Кричный процесс, предназначавшийся для переработки бедных руд, не поддающихся обогащению обычными методами, осуществлялся во вращающихся печах. В печь подавалась смесь руды, твердого восстановителя и флюса. По мере продвижения в печи шихта проходила сушку, нагрев и восстановление окислов железа. Процесс завершался при температуре 1350°C в зоне кричеобразования, где пустая порода частично расплавлялась с образованием тестообразного шлака с включениями частиц металлического железа, которые укрупнялись при вращении печи. Выдаваемый из печи полупродукт после охлаждения подвергался дроблению, измельчению, рассеву и магнитной сепарации. Выделяемая при этом железная крица содержала в среднем до 90-93% железа (при извлечении 75-90%), 0,5-1,5% фосфора, 0,8-1,8% серы и 0,5-1,0% углерода и использовалась преимущественно в шихте доменных печей [14].

Кричный процесс характеризовался большим расходом тепла, низкой производительностью печей и плохой стойкостью футеровки в кричной зоне. С развитием в 50-х годах добычи и обогащения бедных магнетитовых руд и расширением мирового рынка богатых руд кричный процесс утратил практическое значение и в настоящее время не применяется. Детальное описание кричного процесса и соответствующих промышленных установок и предприятий достаточно полно представлен в литературе [82,141].

Наряду с процессами бескоксовой металлургии, базирующимися на производстве губчатого железа, одним из перспективных направлений ее развития являются процессы, основанные на получении жидкого металла непосредственно при восстановлении и плавке руды и концентрата с использованием угля. Общие цели этого направления развития бескоксовой металлургии, альтернативного традиционной схеме "доменная печь - кислородный конвертер", заключается в создании перспективной технологии производства черных металлов, позволяющей исключить коксохимическое производство и окускование руды, организовать непрерывное получение металла, решить экологические проблемы в черной металлургии, снизить капитальные затраты на новые мощности.

Разработка процессов жидкофазного восстановления ведется в рамках национальных программ как в нашей стране, так и за рубежом: ЮАР, Японии, США, Китае, ФРГ. В опытно-промышленных и промышленных масштабах эти процессы были осуществлены в СССР (ПЖВ-процесс жидкофазного восстановления) и в ЮАР (Корекс) [142,157].

### **6.3.2. Технология производства металлизированного сырья (губчатого железа)**

**Процессы, осуществляемые в шахтных печах.** Основным промышленным агрегатом для производства металлизированного сырья является шахтная печь, с помощью которой получают около 65% металлизированного сырья (губчатого железа) в мире.

Быстрые темпы развития процессов металлизации в шахтных печах и лидирующее положение, занятое этими процессами в последнее десятилетие, обусловлены их относительными (по сравнению с другими процессами бескоксовой металлургии) преимуществами: непрерывностью, высокой удельной производительностью и относительно низким расходом топлива.

Процессы получения губчатого железа (металлизации железорудного сырья) в основном аналогичны процессам, происходящим в шахте доменной печи в области умеренных температур. В шахтных печах восстановление оксидов железа (окусованных железорудных материалов - окатышей или кусковой руды) осуществляется газообразным восстановителем (водородом и оксидом углерода), нагретым конвертированным газом, являющимся также теплоносителем, который полностью обеспечивает потребность процесса в тепле.

Процесс восстановления оксидов железа развивается по мере опускания шихты и повышения температуры до 600-700°C, достигая наибольшей интенсивности в зоне восстановления, где происходит металлизация вюстита при максимально допустимой температуре процесса, ограниченной температурой размягчения данной железорудной шихты. Превышение критической температуры может привести к спеканию, нарушению газораспределения и сходу шихтовых материалов и, как следствие, расстройству процесса в целом. Металлизированный продукт выдается в нижней части печи охлажденным до 40-60°C холодным газом. В некоторых способах предусмотрена выдача металлизированного продукта из печи без охлаждения [31].

Интенсивность процесса восстановления и, соответственно, производительность шахтной печи определяются в основном температурой восстановления и скоростью газового потока. Отрицательное влияние на показатели работы шахтной печи оказывают разупрочнение и разрушение железорудных материалов с образованием мелких фракций в процессе нагрева.

Необходимым элементом технологии восстановления в шахтных печах является обеспечение необходимого содержания углерода в восстановленном продукте. Обычно содержание углерода в металлизированных окатышах колеблется от 0,5-0,8 до 1,5-2,0% в зависимости от степени металлизации и требований технологии последующего передела.

В качестве исходного сырья для производства губчатого железа в шахтных печах применяют окатыши и кусковую руду в различных соотношениях: от 100% окатышей до 100% кусковой руды.

*Процесс Мидрекс* получил наиболее широкое промышленное применение (по крайней мере в 15 странах мира), в относительно крупных масштабах он реализован в СССР на Оскольском электрометаллургическом комбинате.

Исходное железорудное сырье (окатыши) перед загрузкой в печь подвергаются грохочению для отсева мелочи. В печи окатыши проходят футерованную огнеупорным кирпичом зону нагрева и восстановления, расположенную над горизонтом ввода восстановительного газа, который с температурой 750-900°C вводится в зону восстановления по кольцевому каналу. Эту зону окатыши проходят в течение 4-6 ч (при общей продолжительности пребывания в печи 8-12 ч), после чего поступают в зону охлаждения, откуда разгрузочным устройством выдаются на ленточный конвейер охлажденными до 40-50°C и подвергаются грохочению с отсевом мелочи менее 5 мм и спеков крупнее 40 мм.

Качество металлизированных окатышей характеризуется следующими данными (%): Fe<sub>общ</sub> - 90-91; Fe<sub>мет</sub> - 83-84; SiO<sub>2</sub> - 4,2-4,4; C - 1,5-2,0; S - 0,001. Степень металлизации (Fe<sub>мет</sub>/Fe<sub>общ</sub>) 92-94%, прочность - 700 Н на окатыш.

На 1 т металлizedованного сырья расходуется 1,4 т окатышей, 320-350 м<sup>3</sup> (12-13 ГДж) природного газа, 140-150 кВт·ч электроэнергии [142].

*Процесс Хил-III* получил в последние годы широкое промышленное применение: в настоящее время в Мексике работают три установки общей годовой мощностью 3,0 млн т [145]. Процесс предусматривает восстановление железа в противоточной шахтной печи газом под давлением 0,5 МПа. Отличительные особенности этого процесса заключаются в применении паровой конверсии, а также в наличии в печи двух зон, изолированных по газовым потокам - восстановления и охлаждения.

*Процесс НСК*, разработанный в Японии, основан на описанном выше принципе, но без зоны охлаждения в печи. Губчатое железо, выгружаемое из печи, подвергается горячему брикетированию.

*Процесс Армко*, разработанный в США, отличается главным образом способом получения восстановительного газа - паровой каталитической конверсией (вместо углекислотной в процессе Мидрекс).

*Процесс Пурофер* отличается в принципе отсутствием в печи зоны охлаждения (губчатое железо выдается из печи горячим) и применением для конверсии природного газа регенеративных реформеров с насадкой.

**Процессы, осуществляемые в неподвижном слое в периодически действующих ретортах (процессы ХИЛ-I, ХИЛ-II)** занимают второе место и обеспечивают 25% мирового производства. В настоящее время по этому методу эксплуатируется 11 установок в пяти странах (Мексика, Бразилия, Венесуэла и др.), на которых производится около 4,4 млн т губчатого железа [142].

Восстановление кусковой руды или железорудных окатышей осуществляется в неподвижном слое (в реторте) газом под давлением около 0,49 МПа с температурой 870-1040°С. Газ-восстановитель, полученный паровой каталитической конверсией природного газа, после осушения и нагрева до 980-1240°С, поставляет тепло для нагрева железорудного сырья до рабочей температуры и восстановления оксидов железа.

**Процессы получения губчатого железа в кипящем слое.** Среди них в настоящее время промышленное применение в ряде стран получил *процесс Фиор*. Он заключается в восстановлении железорудной мелочи в кипящем слое при температуре 700-780°С газом, содержащим около 90% водорода, с последующим брикетированием металлizedованного продукта в валковом прессе и охлаждением брикетов во вращающемся барабане.

На основе результатов работы опытной и полупромышленной установок в США и Канаде была построена и в 1976 г. введена в эксплуатацию промышленная установка проектной мощностью 400 тыс.т/год в Венесуэле.

**Процессы производства губчатого железа во вращающихся печах** получили заметное применение в промышленности благодаря возможности использования в качестве восстановителя малодефицитных и относительно дешевых некоксующихся углей. Общая мощность 16 промышленных установок составляет более 3 млн т.

*Процесс СЛ-РН* (разработчик - фирма "Лурги", ФРГ) характеризуется относительно более высокой степенью освоенности применительно к различным видам сырых материалов.

Восстановление кусковой руды или окатышей производится во вращающейся печи твердым углеродсодержащим восстановителем. Печь отапливается природным газом или мазутом. Металлizedованный продукт охлаждается в трубчатом охладителе, имеющем для предотвращения вторичного окисления контролируемую атмосферу. Оптимальные параметры исходных

материалов: крупность руды 3-20 мм, окатышей - 6-15 мм, содержание серы в углях не более 0,5%, точка плавления золы - 1200°C, минимальный размер флюса - 0,2 мм.

На установке с вращающейся печью диаметром 3,6 м, длиной 75 м в Новой Зеландии первоначально перерабатывались сырые необоженные окатыши из титаномагнетитовых концентратов, что приводило к настылеообразованию. Производительность установки составляла 50 тыс.т/год металлizadosанных окатышей. В дальнейшем на установке начали перерабатывать неокускованный титаномагнетитовый концентрат крупностью 0,15 мм в смеси с бурым углем. Производство металлizadosанного продукта возросло до 115 тыс.т/год. В настоящее время производительность второй установки в составе четырех печей составляет около 900 тыс.т/год.

В Бразилии эксплуатируется установка СЛ-РН с вращающейся печью диаметром 3,6 м, длиной 50 м с проектной производительностью металлizadosанного сырья 60 тыс.т/год. На установке используются окатыши крупностью до 25 мм. При этом уголь фракции более 10 мм загружают совместно с железорудным сырьем, а мелкий уголь (1/4 от общего количества) вдувается воздухом в торцевую горелку. Кроме того, воздух подается через восемь фурм, установленных по длине печи. Металлizadosанный продукт (степень металлзации около 90%) охлаждается в трубчатом охладителе, подвергается грохочению и магнитной сепарации.

В Канаде была введена в эксплуатацию установка проектной мощностью 350 тыс.т/год с вращающейся печью диаметром 6 м, длиной 125 м и трубчатым охладителем диаметром 3,6 м, длиной 65 м. В качестве восстановителя на установке используются суббитуминозные угли. Расход угля - около 1 т на тонну металлizadosанного продукта, что в тепловом отношении соответствует примерно 4,7 Гкал.

*Процесс Кодир* (разработчик - фирма "Крупн", ФРГ) по технологии мало отличается от процесса СЛ-РН. Основная особенность процесса состоит в способе охлаждения выдаваемого из печи материала и его дальнейшей обработки для извлечения избыточного топлива-восстановителя из его смеси с отработанными флюсом и золой.

Первая промышленная установка мощностью 150 тыс.т/год металлizadosанного сырья была построена в Бенони (ЮАР) с вращающейся печью диаметром 4,6 м и длиной 73,5 м. Полупродукт с температурой 1050°C поступает из вращающейся печи в трубчатый охладитель диаметром 2,5 м и длиной 14 м, где охлаждается до 150°C, после чего подвергается грохочению по классу 3 мм и магнитной сепарации. Немагнитная фракция (рециркулируемый восстановитель) крупностью 5-3 мм возвращается в печь, а фракция 3-1 мм (зола и десульфатора) отделяется на пневматической отсадочной машине. Фракция 0-1 мм увлажняется и вывозится в отвал.

### **6.3.3. Производство жидкого металла**

Разработка процессов получения жидкого металла на базе жидкофазного восстановления оксидов железа ведется в опытно-промышленных масштабах в основном в двух направлениях:

применение реактора жидкофазного восстановления для газификации угля в кипящем слое вдуваемым кислородом и плавления предварительно восстановленной отходящими газами в шахтном реакторе кусковой руды или окатышей (процесс Корекс);

применение реактора жидкофазного восстановления для газификации угля вдуваемым кислородом и восстановления оксидов железа из руды в расплаве (процесс жидкофазного восстановления - ПЖВ).

*Процесс Корекс*, разработанный фирмами Корф Инжиниринг (ФРГ) и Фест-Альпине (Австрия), осуществляется в две стадии в двух последовательно расположенных один над другим агрегатах: восстановление железорудного сырья в шахтной печи (1-я стадия), получение восстановительного газа, необходимого тепла из угля и плавление восстановленного материала в плавильном газификаторе (2-я стадия). Процесс предусматривает работу с повышенным давлением в системе (до 0,5 МПа).

Загрузка руды в шахтную печь и угля в плавильный газификатор производится с помощью шлюзовых загрузочных устройств.

Уголь (крупностью до 50 мм, без предварительной подготовки), загруженный в плавильный газификатор, вступает в головной части газификатора в контакт с газом, нагретым до 1000-1200<sup>o</sup>C, высушивается, подвергается коксованию и растрескивается.

Восстановительный газ образуется в цилиндрической части газификатора в кипящем слое в результате газификации угля при взаимодействии с кислородом, вдуваемым радиально. Температура в кипящем слое достигает 1600-1700<sup>o</sup>C, что создает условия для получения газа с содержанием 65-70% монооксида углерода, 20-25% водорода и 2-4% диоксида углерода (остальное метан, азот и пары воды).

Восстановительный газ проходит очистку в циклоне и смешивается с охлажденным газом, в результате чего температура его снижается примерно до 850<sup>o</sup>C, и направляется в шахтную печь. Здесь происходит восстановление в противотоке загружаемого в печь через шлюзовый затвор окускованного железорудного сырья (кусковая руда, окатыши).

Губчатое железо, образующееся в шахтной печи, поступает непрерывно в плавильный газификатор с температурой 850-900<sup>o</sup>C и степенью металлизации около 95%. Попадая в кипящий слой, губчатое железо нагревается, довосстанавливается и расплавляется в зоне кислородных фурм. Жидкие металл и шлак, скапливающиеся на дне плавильного газификатора, периодически выпускаются с интервалами в среднем 2,5-3 ч. Типичный состав чугуна характеризуется следующими данными: 3,8-4,2% углерода, 0,02-0,08% серы и 0,3-0,6% кремния.

На 1 т чугуна расходуется 1000-1100 кг угля, 600-650 м<sup>3</sup> кислорода, общий расход тепла с учетом выработки кислорода - около 9,2 ГДж/т.

Первая промышленная установка по способу Корекс производительностью 300 тыс.т/год была построена и введена в действие в 1988 г. на заводе в Претории (ЮАР). Результаты ее работы послужили основой для разработки проекта установки производительностью 600 тыс.т чугуна в год [20].

*Процесс жидкофазного восстановления (ПЖВ)* разработан в СССР и осуществлен на опытно-промышленной установке на Новолипецком металлургическом комбинате производительностью (в промышленных условиях) 300 тыс.т/год.

Технология процесса жидкофазного восстановления и конструкция печи базируются на следующих принципах:

- осуществление процесса в одну стадию в одном агрегате;
- использование в качестве технологического топлива некоксующихся углей без специальной их подготовки;
- использование в качестве шихты неподготовленных железосодержащих материалов.

Процесс ПЖВ позволяет использовать железорудное сырье без какой-либо подготовки (без обогащения и окускования), а также шламов и железосодержащих отходов металлургического производства, в том числе с высоким содержанием цинка и других примесей.

Процесс жидкофазного восстановления в течение нескольких лет отработывался на опытной установке с печью площадью пода 20 м<sup>2</sup> на Новолипецком металлургическом комбинате. Проведенные испытания подтвердили возможность получения жидкого металла (чугуна) и послужили основанием для создания промышленного агрегата со средней производительностью чугуна до 35-45 т/ч, работающего длительными периодами в непрерывном режиме (примерно 7200 ч в году) и обеспечивающего производство чугуна в объеме 250-350 тыс.т/год.

Технология производства чугуна методом ПЖВ заключается в следующем. Шихтовые материалы (железная руда, уголь и известняк) подаются в расходные шихтовые бункера, а из них дозируются и непрерывно загружаются в печь через свод на шлаковую ванну, в нижний слой которой через фурмы вдувается кислородно-воздушное дутье. В ванне при температуре 1500-1600°С происходит быстрое плавление железосодержащего сырья и замешивание угля в барбортируемую зону, его пиролиз и удаление летучих. Выделяющиеся в результате протекания химических реакций газы, проходя через слой расплава, интенсивно его перемешивают, что обеспечивает ускорение протекания процессов восстановления. Дутье обеспечивает необходимый барботаж ванны и генерирование тепла в результате неполного сжигания углерода до СО. Капли восстановленного в шлаковой ванне железа науглероживаются, укрупняются и опускаются на подину агрегата через зону спокойного шлака, образуя металлическую ванну с температурой 1375-1450°С. Выходящие из расплава газы, содержащие в том числе оксид углерода и водород, частично дожигаются над поверхностью шлаковой ванны кислородом, а интенсивное перемешивание шлака способствует передаче тепла от газовой атмосферы к шлаковой ванне.

Выпуск металла и шлака из печи осуществляется непрерывно через отдельные сифонные устройства летками.

Процесс характеризуется высокой тепловой эффективностью, а также высоким уровнем извлечения железа или сопутствующих элементов.

Полученный из руды чугун содержит (в %): углерода - 4,0-4,8, марганца - 0,05-0,15, кремния - 0,01-0,1, фосфора - 0,05-0,12 и серы - 0,025-0,06%. На 1 т металла (чугуна) расходуется 1000-1200 кг угля, 700-1000 м<sup>3</sup> кислорода.

#### **6.3.4. Требования к железорудному сырью для бескоксовой металлургии**

Новые способы - электро- и порошковая металлургия предъявляют высокие требования к качеству железорудного концентрата. Это прежде всего относится к содержанию железа, шлакообразующих оксидов и вредных примесей. В.П.Орлов [102] предлагает все промышленные типы руд объединить в три класса:

1. Порошковометаллургические руды, обладающие способностью обогащаться до суперконцентратов, пригодных для производства порошков. К ним относятся почти исключительно руды архейских высокометаморфизованных образований железисто-кремнисто-гнейсового типа (Оленегорское, Тарыннахское, Мариупольское, Куксунгурское и другие месторождения);

2. Электрометаллургические руды, из которых возможно получение высококачественных концентратов для окомкования, металлизации и последующего передела в электропечах. К ним относятся железистые кварциты средних и высоких степеней метаморфизма (Лебединское, Приосколь-



ское, Стойленское и другие месторождения), а также руды некоторых гидросиликатовых и известково-скарновых месторождений;

3. Доменно-металлургические руды, пригодные в природном или обогащенном виде только для доменного или сталеплавильного передела. К ним относятся руды всех промышленных типов.

Минчерметом СССР по результатам пересчета ГОСТов 16412.0-80 и 16412.7-80 разработаны требования бескоксовой металлургии к качеству железорудных концентратов применительно к магнетитовым рудам, которые несомненно более технологичны, чем гематитовые или смешанные магнетит-гематитовые (табл. 47).

Таблица 47

**Требования к качеству железорудных концентратов для бескоксовой металлургии**

Назначение концентрата	Минимальное содержание Fe <sub>общ</sub> , %	Максимальные допустимые содержания, %								
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	S	P	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
Электрометаллургия	69,5	3,0				0,05	0,06	0,04	0,08	
Аккумуляторное производство	71,0	1,0	0,13	0,04	0,04	0,04				0,03
Порошковая металлургия:										
низкий сорт	71,4	0,4	0,20	0,10	0,10	0,50	0,05	0,03		0,08
средний сорт	71,8	0,3	0,10		0,04	0,30	0,02	0,02		0,04
высший сорт	72,0	0,15	0,10		0,02	0,02	0,015	0,015		0,015

*Примечание.* Пустые графы обозначают отсутствие строго лимитируемых требований.

С точки зрения электросталеплавильного производства основным требованием является минимальное содержание в металлизированном и, соответственно, в исходном железорудном сырье для металлизации вредных примесей (сера, фосфор, мышьяк) и примесей цветных металлов (медь, никель, хром и др.).

В большинстве случаев железорудное сырье практически свободно от примесей цветных металлов и основным источником их поступления в металлошихту для выплавки стали является металлолом.

Содержание шлакообразующих оксидов (прежде всего SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) также должно быть минимальным. Однако, при применении железорудных концентратов или окатышей оптимальное их содержание определяется в каждом конкретном случае соотношением затрат, учитывающих как положительный эффект в электросталеплавильном производстве, так и удорожание исходного железорудного сырья в процессе обогащения.

В процессах получения губчатого железа, протекающих при умеренных температурах, шлакообразующие оксиды и примеси исходного сырья полностью переходят в металлизированный продукт. Вследствие удаления кислорода при восстановлении оксидов железа, содержание шлакообразующих в губчатом железе примерно на 40% выше, чем в исходном сырье, что учитывается при определении требований к нему по этому показателю. Содержание шлакообразующих в количестве 7-8% в металлизированном продукте (соответствует содержанию примерно 5-6% в исходном железорудном

сырье) является предельно допустимым с точки зрения экономической целесообразности электросталеплавильного производства. По расчетам, на каждый 1% кремнезема в шихте электросталеплавильных печей расход электроэнергии на 1 т стали увеличивается на 20-25 кВт·ч. При содержании кремнезема в металлizedанном сырье около 3,5% уровень расхода электроэнергии сопоставим с расходом ее при плавке стального скрапа. Это соответствует содержанию кремнезема порядка 2,5% в гематитовых рудах (или окатышах) с 65-66% железа, что рассматривается в качестве базового при оценке влияния содержания шлакообразующих в руде (при условии допустимого содержания в ней серы, фосфора и легирующих примесей) [162]. По другим данным железорудное сырье для производства металлizedанных окатышей, используемых в шихте электросталеплавильных печей, должно содержать более 66% железа общего, менее 2,5% кремнезема, менее 0,02% серы и фосфора, следы цветных металлов.

К числу физико-механических свойств железорудного сырья, оказывающих влияние на восстановление и качество губчатого железа, следует отнести восстановимость, прочность, гранулометрический состав, истираемость, разупрочнение при восстановлении и др. Причем требования к физическим свойствам железорудного сырья существенно различаются в зависимости от специфики процессов металлization. Так, для процессов металлization в шахтных печах и, в меньшей степени, в ретортах с целью создания необходимых газодинамических условий требуется применение окатышей или кусковой руды, достаточно прочных в исходном состоянии и при восстановлении, с высокой температурой начала размягчения, а также с узкими пределами по крупности и минимальным содержанием мелких фракций (менее 5%). Например, для процессов металлization в шахтных печах крупность окатышей должна находиться в пределах 9,5-16 мм, содержание мелочи (0-5 мм) не должно превышать 5%, механическая прочность - не ниже 2000 Н на окатыш, прочность по ГОСТу 19545-84: на удар - более 92%, на истираемость - менее 5%. Для вращающихся печей, в которых слой восстанавливаемого материала относительно невелик, и его газопроницаемость не ограничивает скорость процесса и производительность агрегата, требования не являются столь жесткими, как для шахтных печей. В практике известны примеры работы вращающихся печей не только на обожженных окатышах и кусковых рудах, но также на тонких концентратах (Новая Зеландия) и необожженных окатышах из пылей и шламов металлургического производства (Япония).

Для процессов, осуществляемых в кипящем слое, применяются неокускованный концентрат или железорудная мелочь, гранулометрический состав которых обеспечивает газодинамические условия процесса. Обычно крупность частиц материала, образующих кипящий слой, колеблется в пределах 0,1-0,4 мм [14].

#### 6.4. Производство стали

Производство стали является вторым этапом в двухстадийной схеме извлечения железа из руды путем передела в сталь первичного (чугуна или металлizedанного сырья) и вторичного (стального лома, железосодержащих отходов) металла.

Сущность сталеплавильных процессов заключается в окислении примесей (углерода, кремния, марганца, фосфора и др.), растворенных в железе расплавленных чугуна и стального лома, доведении жидкого металла до

заданного состава данной марки стали с последующим ее раскислением и легированием. Окисление примесей производится оксидами железа, растворенными в шлаке, железной рудой, чистым кислородом, кислородом воздуха.

Важная и весьма обширная область применения стали предопределяет многообразие ее видов и свойств и соответственное число марок, отличающихся по химическому составу, назначению и качеству.

По химическому составу стали подразделяются на углеродистые и легированные. Углеродистые стали (низкоуглеродистые до 0,25% С, среднеуглеродистые 0,25-0,6% и высокоуглеродистые - более 0,6% С) содержат помимо углерода также марганец (0,1-1,0%) и кремний (до 0,4%). Кроме того, в состав легированных сталей для придания необходимых технологических и физико-механических характеристик вводятся легирующие элементы - хром, никель, молибден, вольфрам, кобальт и др. По суммарному содержанию легирующих элементов различают низколегированные (менее 2,5%) и легированные (более 10%) стали, называемые по преобладающему элементу (хромо-никелевая, вольфрамовая и др.).

По назначению выделяются следующие группы сталей: конструкционные, инструментальные и стали с особыми свойствами. Конструкционные стали (углеродистые и легированные) используются в машиностроении (подшипниковая, котельная, рессорно-пружинная, судостроительная, броневая), строительстве, на транспорте и т.п. Инструментальная сталь (углеродистая - 0,8-1,3% С или легированная) применяется для изготовления фрез, резцов, штампов и другого инструмента. К сталям с особыми свойствами относятся нержавеющая, электротехническая, трансформаторная, динамная и т.п.

По качеству стали делят на рядовые, качественные и высококачественные, различаемые по допустимому содержанию вредных примесей - фосфора, серы и других включений (сульфидов, оксидов, нитридов и прочих).

По типу плавильного агрегата и, соответственно, способу производства стали подразделяют на конвертерную, мартеновскую, электросталь.

Наряду с тремя главными способами производства применяются также переплавные способы вторичного рафинирования стали под вакуумом или шлаком для получения металла очень высокого качества, с особыми свойствами: вакуумный дуговой, вакуумно-индукционный, электрошлаковый, а также в электроннолучевых и плазменных печах.

К числу новых, получивших распространение методов обработки жидкого металла в ковше или специализированном агрегате - вакуумом, жидкими или порошкообразными шлаковыми смесями, продувкой инертными газами, - относятся методы внепечной обработки стали или ковшевой металлургии [119]. При применении такой технологии в традиционном сталеплавильном агрегате (конвертере, мартеновской или электропечи), осуществляется расплавление и предварительная обработка жидкого металла, а окончательная доводка стали с целью достижения заданных качеств или свойств производится в ковше или специализированном агрегате [58,60].

#### **6.4.1. Конвертерное производство**

Основным, наиболее распространенным способом производства стали в настоящее время является кислородно-конвертерный (см. табл. 45).

Мировые мощности кислородных конвертеров составляли, по данным на 1990 г., 553,5 млн т при производстве стали 763,0 млн т [93,97,121].

Кислородно-конвертерный процесс производства стали из металлошхты, состоящей в основном из жидкого чугуна с добавкой металлического лома, осуществляется в конвертере с основной футеровкой путем продувки металлической ванны технически чистым кислородом через водоохлаждаемую фурму.

Исходный жидкий чугун обычно содержит (в %): углерода - 3,5-4,5, кремния - 0,3-1,7, марганца - 0,2-2,5, серы до 0,08 и фосфора до 1,7%. Тепла, выделяемого при окислении составляющих чугуна, достаточно для поддержания температурного режима и переработки в конвертере до 25-30%. Применение технически чистого кислорода (98,3-98,7%) снижает потери тепла с отходящими газами, что практически снимает ограничения по составу чугуна. Однако, повышение содержания кремния, марганца и фосфора сверх указанного выше уровня вызывает необходимость применения специальной технологии плавки. Так, при повышении содержания кремния увеличивается расход извести и, соответственно, выход шлака и потеря с ним металла. Повышение содержания марганца, наряду с указанными выше последствиями, приводит также к потерям его со шлаком, и следовательно, к неоправданным издержкам, связанным с использованием дорогой марганцевой руды. Плавка чугуна с повышенным содержанием фосфора связана с необходимостью промежуточного слива шлака и наведения нового, что снижает производительность конвертера на 15-30%. Однако, при переработке фосфористых чугунов в качестве побочного продукта получают фосфат-шлаки, используемые в качестве удобрения в сельском хозяйстве.

Кислородно-конвертерный процесс позволяет перерабатывать природнолегированные чугуны, обеспечивая тем самым использование комплексных железных руд с извлечением сопутствующих элементов. Примером может служить переработка на Нижне-Тагильском металлургическом комбинате ванадийсодержащего чугуна из руд Гусевогорского месторождения с получением шлака с 18-25% пентоксида ванадия, используемого для производства ванадиевой продукции.

Собственно кислородный конвертер представляет собой поворачивающийся на цапфах сосуд, заключенный в стальной кожух с огнеупорной футеровкой изнутри. Цилиндрический в средней части конвертер имеет суживающуюся верхнюю часть (горловину), а отъемное или вставное днище снабжено леткой для выпуска стали.

Футеровка конвертера толщиной 500-750 мм выполняется из смолодоломитового, смолодоломит-магнезитового или смоломагнезитового кирпича. Стойкость футеровки из безобжигового кирпича составляет 400-700 плавов, а из термообработанного - 800-900 плавов. Емкость конвертеров изменяется от 10 до 400 т жидкой стали (преимущественно от 130 до 350 т).

Кислород в конвертер подают через вертикальную водоохлаждаемую стальную фурму с медными соплами под давлением 1,0-1,6 МПа при интенсивности подачи кислорода от 2,5 до 5-7 м<sup>3</sup>/т в минуту.

Плавка начинается с загрузки лома, которая производится через горловину конвертера, находящегося в наклонном положении. Затем производится заливка чугуна, после чего конвертер возвращается в вертикальное (рабочее) положение, в рабочую полость вводится фурма и начинается продувка. Одновременно в конвертер загружается от половины до двух третей шлакообразующих материалов (известь, окалина, окатыши и т.п.), остальные - по ходу плавки.

За счет вводимого кислорода происходит окисление углерода и в течение первых 3-4 мин - кремния и марганца. Из образующихся окислов и

шлакообразующих добавок формируется шлак, основность которого по мере растворения извести достигает 2,5-3,7. Во время продувки из металла в шлак переходят сера и фосфор.

Газообразные продукты окисления углерода удаляются из конвертера через горловину, образуя высокотемпературный поток отводящих газов, содержащих до 250 г/м<sup>3</sup> мелкодисперсных оксидов железа. Система отвода и очистки газов позволяет использовать их тепло для выработки пара.

В зависимости от интенсивности подачи кислорода продувка продолжается от 12 до 20 мин и заканчивается по достижении для данной марки стали заданного содержания углерода. К этому времени температура металла составляет 1580-1650°С, а содержание серы и фосфора не превышает допустимого уровня.

После выполнения необходимых операций металл выпускают в ковш, куда одновременно вводятся раскислители и легирующие добавки.

Общая продолжительность плавки в конвертерах емкостью от 50 до 400 т составляет 30-55 мин. С целью сокращения продолжительности плавки и увеличения производительности конвертера применяют методы непрерывного контроля плавки с использованием ЭВМ, а также автоматизации управления плавкой на базе статической и, в особенности, динамической модели.

В кислородно-конвертерном процессе на 1 т стали расходуется 830-850 кг чугуна и 290-240 кг скрапа. В последние 20 лет на предприятиях СССР расход чугуна уменьшился в среднем с 885 до 840 кг, а скрапа - увеличился с 242 до 285 кг. В США, Японии, ФРГ наблюдалась противоположная тенденция: расход чугуна возрастал в США с 825 до 905 кг, в Японии - с 959 до 1033 кг, при одновременном сокращении расхода скрапа соответственно с 326 до 292 и с 123 до 59 кг.

При кислородно-конвертерной плавке на 1 т стали расходуется 47-57 м<sup>3</sup> кислорода, 50-80 кг извести, от 1,5 до 40 кг плавикового шпата и до 80 кг железорудных материалов (окалины, окатышей и т.п.).

#### **6.4.2. Мартеновское производство**

Мартеновский процесс - получение стали из чугуна и скрапа (металлургического лома и других видов металлошихты) на поду пламенной отражательной печи с регенераторами. Поставка в рабочее пространство тепла, необходимого для нагрева, плавления металлошихты и других технологических операций, производится от факела сжигаемого топлива.

Мартеновская печь условно делится на верхнее и нижнее строения. Верхнее строение, расположенное над рабочей площадкой цеха, состоит из собственно рабочего пространства печи, образуемого сводом арочного типа, наклонными стенами и подиной, головок с отходящими вниз вертикальными каналами. Нижняя часть печи под рабочей площадкой состоит из шлаковиков, регенеративных камер с огнеупорной насадкой.

Подина, стены и откосы основной мартеновской печи футеруются магнетитовыми огнеупорными материалами (кирпич и порошок), своды изготавливаются из хромомagnesитового кирпича. Кислые печи футеруют диносовым кирпичом и наваривают кварцевым песком.

Завалка твердой шихты и заливка (по специальному желобу) жидкого чугуна в печь производится через рабочие окна в передней стенке, выпуск стали - через выпускное отверстие в задней стенке.

Через головки топливо и воздух подаются в печь, а продукты горения отводятся из печи в шлаковики, где оседает до 75% крупной пыли, затем в регенераторы, выполненные из футеровочного, а нижняя часть из шамотного кирпича, и далее через систему боровов и дымовую трубу в атмосферу. Направление движения газов в печи периодически изменяется, т.е. производится реверсирование.

Емкость (садка) мартеновских печей изменяется от 10 до 900 т металла.

Для отопления мартеновских печей применяется газообразное, жидкое и твердое топливо, чаще всего смесь коксодоменного, природного газа и мазута.

Условия теплопередачи в рабочем пространстве определяются конструктивными параметрами печи и технологическими особенностями плавки, существенно изменяясь по ее ходу. Мартеновская плавка состоит из следующих периодов: заправка (подготовка) печи, завалка шихты, плавление шихты, кипение ванны (доводка), раскисление и легирование, выпуск плавки. На нагрев металла и шлака расходуется всего от 18 до 26% тепла. С отходящими газами уносится 58-64% тепла, из которых 30% используются повторно в регенераторах.

Удельный расход тепла на 1 т стали в зависимости от емкости печи колеблется от 840 (для 10-20-тонных печей) до 210-290 МДж (для 600-900-тонных печей).

Получение стали в мартеновской печи возможно из чугуна и скрапа в любом соотношении. В зависимости от типа и состава проплавляемой металлошихты (чугуна, скрапа) применяют следующие разновидности технологии плавки.

*Скрап-процесс*, применяемый на передельных металлургических и машиностроительных заводах, - плавка стального скрапа (55-75% в шихте) и чушкового чугуна (25-45%).

*Скрап-рудный процесс*, применяемый на металлургических заводах с полным циклом, - предназначен для переработки жидкого чугуна (от 55-75% до 100% - рудный процесс), скрапа и руды. В рудном процессе скрап не применяют.

Расход сырья и материалов на 1 т мартеновской стали составляет (кг): чугуна - 575-585, скрапа - 490-515 (на заводах с полным циклом - 550-700 кг жидкого чугуна, остальное скрап; на передельных заводах - 300-400 кг чушкового чугуна, остальное скрап); известняка - 46-48; извести - 20; руды - 170 в скрап-рудном процессе на заводах с полным циклом и около 20 в скрап-процессе на передельных заводах; заправочных материалов (доломита) - около 29.

Требования к железорудному сырью, применяемому в сталеплавильном производстве, обусловлены в основном технологическими факторами соответствующих процессов производства стали.

В мартеновском процессе, являющимся основным потребителем железорудного сырья, последнее используется в качестве твердого окислителя. Следует, однако, отметить, что прогресс в традиционной технологии мартеновской плавки, состоящий прежде всего в применении кислорода, предопределил сокращение потребления твердого окислителя и, следовательно, железорудного сырья. В мартеновском производстве применяется богатая кусковая руда с содержанием железа 63% и более, при минимальном содержании серы, фосфора и диоксида кремния. Руда должна быть кусковой, крупностью от 10 до 250 мм с низким содержанием мелочи и

сухой. В качестве заменителя мартеновской руды применяется офлюсованный агломерат, в том числе повышенной основности (до 2-2,5 и даже до 6-7). Постоянный и благоприятный химический состав агломерата, отсутствие в нем влаги способствуют быстрому усвоению и активизации процесса шлакообразования. В последнее время в ряде стран в сталеплавильном производстве применяют железорудные окатыши.

Тенденция сокращения мартеновского производства стали обусловлена в значительной мере тяжелыми условиями труда, сложной организацией производства и относительно неблагоприятными технико-экономическими показателями. Вместе с тем, совершенствование технологических процессов и оборудования позволяет разрабатывать новые направления в мартеновском производстве. К ним относится применение двухванных печей, обеспечивающих более высокую производительность (в 1,8-2,8 раза), ритмичную выдачу плавок, существенную экономию огнеупоров и затрат труда на ремонты (в 2,0-2,5 раза в расчете на 1 т стали) [61]. Дальнейшим этапом явилось переоборудование двухванных агрегатов на прямоточные со сводовым отоплением мощными горелками и аэродинамическими завесами на заволочных окнах, что позволило работать с более низким удельным расходом жидкого чугуна и снизить расход топлива более чем в четыре раза, но при увеличении расхода кислорода на 25%. Высокопроизводительные прямоточные двухванные сталеплавильные агрегаты улучшают экологические условия производства и приняты в качестве основы для реконструкции и модернизации мартеновских цехов.

### **6.4.3. Электросталеплавильное производство**

Процессы выплавки стали осуществляются в дуговых и индукционных электропечах, различающихся по принципу преобразования электроэнергии в тепловую: в первом случае посредством электрической дуги между графитизированными электродами и металлической ванной и во втором - посредством наводимых в металлической ванне вихревых токов.

Основные преимущества электросталеплавильных печей заключаются в возможности быстрого нагрева металла, ввода необходимого количества легирующих добавок, плавного и точного регулирования температуры, создания восстановительной атмосферы и наведения безокислительных шлаков, предохранения от угара легирующих элементов, хорошего раскисления стали, получения стали с низким содержанием серы. Все это предопределило ориентацию электрометаллургии на выплавку в основном легированных и высококачественных сталей в печах малой и средней емкости (от 0,5 до 25-40 т стали). В настоящее время крупные большегрузочные электродуговые печи емкостью от 100 до 300-400 т применяются для выплавки стали по упрощенной технологии, в том числе для выплавки стали рядовых марок или стали для последующего внепечного рафинирования жидкого металла или для переплавных процессов.

**Выплавка стали в дуговых электропечах.** Дуговая электропечь состоит из рабочего пространства (собственно печь), заключенного в металлический кожух с огнеупорной кладкой пода и стен, со съемным сводом, электродами и токопроводами (короткая сеть), механизмов для наклона печи, удержания и перемещения (в вертикальной плоскости) электродов. Печь питается трехфазным током, подаваемым под напряжением от 6 до 10 кВ при рабочем напряжении на электродах 110-800 В (нижний уровень для малых печей). Для понижения напряжения служит трехфазный печной

трансформатор, мощность которого на современных мощных печах должна обеспечить расплавление металлошихты в течение 1-1,5 ч, т.е. порядка 600 кВА на 1 т емкости печи.

Печи большей емкости (свыше 25 т) оборудованы устройствами для электромагнитного перемешивания ванны, способствующими ускорению плавания шихты, выравниванию состава и температуры металла, раскисления, десульфации и удаления неметаллических включений.

Футеровка основных дуговых печей выполняется из магнезитовых, магнезитохромитовых и других огнеупоров и теплоизоляционных материалов (асбест, диатомит). Для увеличения стойкости футеровки и свода применяют водоохлаждаемые стеновые панели и водоохлаждаемые своды.

Футеровка кислых печей выполнена из динасового кирпича и набивной массы из кварцевого песка.

Главным компонентом шихты электросталеплавильных печей является стальной лом, доля которого составляет 75-100%. В последнее время увеличивается потребление металлизированного сырья (окатышей и брикетов губчатого железа), содержание которых в шихте может изменяться от 10-30 до 70-80%. В качестве углеродсодержащих добавок применяют чугуны, расход которого в шихте колеблется от 10% в малых печах до 25% в большегрузных печах, а также кокс и электродный бой. Шлакообразующими компонентами служат известь, известняк, плавиковый шпат, боксит.

Для легирования и раскисления металла применяются практически все известные ферросплавы и легирующие.

*Выплавка стали из металлолома.* Технология плавки углеродистой шихты с окислением, применяемая в дуговых электропечах малой и средней емкости (до 40 т) при выплавке качественных легированных сталей включает следующие периоды: заправка (исправление образовавшихся дефектов футеровки); загрузка шихты (90-100% скрапа, 10% чугуна) бадьями или корзинами; плавление с поворотом ванны и применением газо-кислородной горелки или продувки кислородом для уменьшения продолжительности данного периода; окислительный период, в течение которого под воздействием оксидов железа или кислорода снижается содержание в металле углерода, фосфора, а также водорода и азота (в результате кипения и перемешивания ванны); восстановительный период, осуществляемый для десульфации, науглероживания и раскисления металла с легированием его до заданного состава; выпуск стали.

Плавки на шихте из легированных отходов проводят методом переплава, без окисления (окислительного периода) или с ограниченной продувкой ванны кислородом. Это позволяет сократить значительную часть содержащихся в отходах ценных легирующих элементов.

При плавке без окисления углерод и фосфор не окисляются. Угар легирующих элементов колеблется от 5-15% для вольфрама, 10-15% для хрома, до 80-90% для титана и 100% для алюминия. Промежуточное положение занимают марганец и ванадий (15-25%) и кремний (40-60%).

Помимо легированных отходов металлошихта для переплава включает шихтовую заготовку с низким содержанием углерода и фосфора.

При выплавке методом переплава снижается расход ферросплавов, производительность печи увеличивается на 10-30%, а расход электроэнергии и электродов сокращается на 10-20%.

В отличие от рассмотренной выше технологии выплавки стали в печах малой и средней мощности специфика выплавки стали в большегрузных печах емкостью 80-300 т состоит в отказе от восстановительного пери-



ода и диффузионного раскисления при реализации следующих возможных технологий: выплавка рядовых сталей одношлаковым процессом или выплавка высококачественных сталей по упрощенной технологии с последующим внепечным рафинированием металла путем обработки в ковше восстановительными шлаками, инертными газами, вакуумом и порошкообразными реагентами с легированием металла (при необходимости) в процессе внепечной обработки.

На 1 т стали расходуется (уменьшаясь с ростом емкости печи): извести - 40-80 кг, железной руды - 25-75 кг, плавикового шпата - 5-9 кг, кислорода - 5-20 м<sup>3</sup>, электроэнергии - 500-800 кВт·ч.

*Выплавка стали из металлizedованного сырья.* Металлизированное сырье (металлизированные окатыши и губчатое железо) переплавляется в сталь главным образом в электропечах. В России и за рубежом работают электросталеплавильные цехи, использующие металлizedованное сырье в качестве основного компонента металлошихты, наряду с оборотным или привозным металлоломом.

Металлизированные окатыши (губчатое железо) состоят из восстановленного металлического железа с содержанием от 0,2-0,5 до 2% углерода, некоторого количества невосстановленного железа (в виде оксидов) и порядка 3-7% шлакообразующих оксидов (в основном представленной SiO<sub>2</sub> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Отличительная особенность металлizedованного сырья заключается в весьма низком содержании вредных и легирующих примесей. Это предопределяет возможность получения стали высокого качества, практически свободной от примесей, содержание которых в 5-10 раз ниже, чем в стали, выплавляемой из металлолома.

При ограниченном содержании металлizedованного сырья в шихте (25-30%) технология электроплавки практически не отличается от технологии работы электропечи на металлическом скрапе.

Плавка металлizedованного сырья при содержании его 60-80% от массы металлошихты требует применения специальной технологии, различные варианты которой применяются в практике. Наиболее совершенная технология электроплавки металлizedованного сырья характеризуется непрерывной загрузкой металлizedованного сырья, совмещением плавления и окисления, упрощением технологии в связи с низким содержанием в шихте вредных примесей (серы и фосфора).

Загрузка в печь металлizedованного сырья начинается после расплавления скрапа и образования металлической ванны и проводится с интенсивностью, пропорциональной подводимой в печь электрической мощности. Период загрузки и расплавления металлizedованного сырья совмещается с окислительным. По ходу плавки в печь загружают известь для ошлакования кислой пустой породы. Процесс активизируется в результате перемешивания ванны при окислении углерода. Это обеспечивается присутствием остаточного кислорода в металлizedованном сырье, оптимальная степень металлизации которого составляет 90-97%. Заданное содержание углерода в стали после завершения плавления получают путем продувки ванны кислородом или, наоборот, путем добавления карбюризатора.

Доводка, раскисление и легирование металла проводится в печи и вне ее.

Перечисленные особенности плавки металлizedованного сырья, в сочетании со стабильным и относительно эффективным электрическим режимом работы печи, обеспечивают достижение благоприятных показателей по производительности и расходу электроэнергии, которые находятся

практически на том же уровне, что и при работе на металлоломе или незначительно ухудшаются при увеличении содержания металлизированного сырья в шихте сверх 50-60% [31,162].

**Выплавка стали в индукционных печах.** Плавка стали в индукционных бессердечниковых печах производится в тигле, расположенном внутри индуктора, представляющего собой спираль с несколькими витками из токопроводящего материала. Индуктор выполняет роль первичной цепи, а расплавленный металл - вторичной. Создаваемый внутри индуктора переменный магнитный поток наводит в металле вихревые токи, которые обеспечивают его нагрев, плавление и перемешивание.

Индукционные печи подразделяются на высокочастотные, питаемые током повышенной частоты (от 50 до 1000 кГц), и печи, работающие на токах промышленной частоты (50 Гц). В качестве источников питания (преобразователей частоты) используют ламповые и машинные генераторы, тиристорные преобразователи.

Индукционные печи обычно используют для выплавки высоколегированных сталей и сплавов на железной основе. Плавку ведут без окисления примесей, без удаления фосфора и серы. Стали и сплавы выплавляют из легированных отходов (метод переплава) или из чистого шихтового металла (железа) с добавкой ферросплавов (метод сплавления). Расход электроэнергии на выплавку 1 т стали в индукционных печах составляет 500-700 кВт·ч.

Для выплавки стали и сплавов с пониженным содержанием газов, неметаллических включений и примесей цветных металлов или в случае применения легкоокисляющихся легирующих элементов без их угара используют вакуумные индукционные печи.

#### **6.4.4. Непрерывная разливка стали (НРС)**

Разливка стали является заключительным этапом сталеплавильного производства, в значительной степени определяющая качество готового металла и количество отходов при дальнейшем переделе стальных слитков, которые составляют от 6 до 18%, достигая иногда 25%. Обычно выплавленную в сталеплавильных агрегатах сталь выпускают в разливочный ковш и далее разливают в чугунные изложницы.

Прогрессивным решением этой проблемы явилось применение непрерывной разливки стали, которая была разработана в нашей стране более трех десятилетий назад и в настоящее время является основным способом разливки стали в передовых в техническом отношении странах.

Способ непрерывной разливки состоит в том, что жидкую сталь заливают непрерывно в водоохлаждаемую медную изложницу без дна - кристаллизатор. Перед началом разливки в кристаллизатор снизу вводят металлическую штангу (затравку), сечение которой совпадает с сечением кристаллизатора. Верхняя часть затравки служит дном кристаллизатора, а нижний конец находится в тянущих валках. Затвердевший по периферии слиток с жидкой сердцевиной вытягивается из нижней части кристаллизатора и попадает в зону вторичного охлаждения, состоящую из опорных роликов и форсунок для подачи воды, где полностью затвердевает. Далее слиток попадает в валки тянущей клетки и затем в газорезку, где разрезается на куски мерной длины.

Процесс разливки ведется периодически, до израсходования металла в сталеплавильном ковше, или непрерывно из нескольких ковшей последовательно (метод разливки "плавка на плавку").

В зависимости от числа одновременно отливаемых слитков установки непрерывной разливки стали могут быть одно-, двух- и многоручьевыми. Существует несколько типов машин непрерывной разливки: вертикальные, криволинейные, радиальные с изгибом слитка и горизонтальные.

На машинах непрерывной разливки стали отливают заготовки квадратного сечения размером до 350x350 мм, круглые диаметром до 540 мм, слэбы толщиной 70-350 мм и шириной до 2600 мм.

Способ непрерывной разливки стали имеет преимущества по сравнению с разливкой в изложницы: увеличивается выход годного металла (обрез не превышает 5%), упрощается и удешевляется последующий его передел (отпадает необходимость в обжимных станах - блюмингах или слэббингах), улучшается качество поверхности и уменьшается химическая неоднородность слитка, облегчаются условия труда, создаются условия для механизации и автоматизации процесса разливки стали.

Таблица 48  
Динамика внедрения непрерывной разливки стали в 1960-1990 гг., % от общей выплавки

Страна	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
СССР	0,6	1,4	4,3	7,8	11,2	13,6	17,9
США	-	-	3,8	9,1	20,3	44,4	67,1
Япония	-	-	6,9	31,4	59,5	91,1	94,0
ФРГ	-	2,1	8,4	24,7	46,0	79,5	91,3

Указанные преимущества непрерывной разливки стали определяют интенсивное расширение применения этой технологии в большинстве стран мира (табл. 48).

Указанные преимущества непрерывной разливки стали определяют интенсивное расширение применения этой технологии в большинстве стран мира (табл. 48).

Наряду с Японией, доля непрерывно разлитой стали приближается к 95% также во Франции и Италии. Около 60% выплавляемой в мире стали разливается непрерывным способом [1,121].

## 6.5. Порошковая металлургия

### 6.5.1. Методы и современное состояние производства

Порошковая металлургия - нетрадиционная область металлургической и машиностроительной технологии, основанная на получении металлов и изделий из них с необычной структурой и особыми свойствами.

Основа порошковой металлургии (получение порошков) базируется на методах восстановления, синтеза и распыления [78, 86]. Восстановлением оксидов или их смесей углеродом, водородом, гидридами металлов методы порошковой металлургии позволяют получать ряд химических соединений (карбидов, нитридов и т.п.) и легированных сплавов в широком диапазоне агрегатного состояния.

Распыление расплавов для производства порошка расширяет область использования качественных сталей и сложнoleгированных сплавов, получение изделий из которых традиционной технологией затруднялось из-за ликвиции легирующих элементов и возникновения трещин при затвердевании и деформировании слитков.

Компактирование порошков, получаемых методами восстановления и распыления, обеспечивает возможность изготовления заготовок и готовых изделий сложной формы.

Все это предопределило возможность создания методами порошковой металлургии разнообразных материалов на основе металлов и керамик с контролируемой пористостью, композиционных материалов, пропитанных

другими металлами и сплавами, представляющих собой единое структурное образование из двух или более разнородных металлов или химических соединений, материалов на основе карбидов, нитридов, боридов и т.п.

Порошковая металлургия обеспечивает повышение качества материалов и придание им комплекса физико-химических и специальных свойств, которые невозможно решить традиционными металлургическими методами. К числу этих проблем относятся получение тугоплавких металлов и сплавов на их основе, жаропрочных сплавов и соединений, жаростойких режущих абразивных, фрикционных, коррозионностойких и износостойких материалов, сплавов с высокими демпфирующими и звукопоглощающими свойствами, различного рода электротехнических сплавов и электроконтактных материалов, тепло- и электропроводных сплавов, материалов для биологической защиты, теплоизоляционных материалов и чистых металлов.

Порошковая металлургия обеспечивает также существенную экономию металла, прежде всего в машиностроении, за счет сокращения потерь в виде стружки при механической обработке, а также в металлургии. Так, в машиностроении при механической обработке коэффициент использования металла составляет 0,4-0,5, а при изготовлении металлоизделий методами порошковой металлургии - 0,9-0,95 [116].

Основным материалом порошковой металлургии является железный порошок, который применяется как самостоятельно, так и в качестве основы для изготовления различного рода комбинированных материалов.

В настоящее время из многочисленных способов получения железных порошков применяют в промышленных масштабах: восстановление оксидов железа твердым или газообразным восстановителем; распыление жидких чугуна или стали; электролитическое осаждение железа; механическое измельчение стружки; карбонильный метод.

В 1980-1990 гг. производство железных порошков в СССР возросло в два раза, а в РСФСР в три раза (табл. 49).

Производство железных порошков за рубежом в объеме около 500 тыс.т осуществляется практически во всех промышленно развитых странах. При этом около 95% мощностей приходится на долю способов восстановления оксидов и распыление жидкого металла.

Наиболее крупным продуцентом восстановленных порошков (165 тыс.т) является Швеция, что в значительной степени обусловлено возможностью использования в качестве исходного сырья сверхбогатых концентратов.

На долю метода с распылением приходится в настоящее время около 55% мощностей: в Канаде и ФРГ - 97 и 100%, в США и Японии - 56 и 52% соответственно.

Таблица 49

Динамика производства железных порошков  
в СССР и РСФСР в 1950-1990 гг.,  
тыс.т/год

Год	СССР	В том числе РСФСР
1950	0,3	0,3
1955	1,2	1,2
1960	2,5	2,3
1965	13,2	4,6
1970	27,7	8,7
1975	36,8	15,4
1980	45,7	19,8
1985	60,5	21,0
1990	89,0	57,0

Электролитическим способом производится небольшое количество порошка повышенной чистоты и прессуемости в США, Индии и Японии. Получение порошков методом измельчения стружки в ограниченных масштабах осуществляется в США, ФРГ и Японии [116].

Карбонильным методом железный порошок производится в ограниченном объеме в ФРГ ( 1,0-1,5 тыс.т/год) и в США ( 0,5 тыс.т/год).

Требования к железорудному сырью и типы руд, пригодные для производства железных порошков приведены в разделе 6.3.4.

### **6.5.2. Технология производства и применение железных порошков**

Технология производства железных порошков методами восстановления оксидов и распыления жидкого металла рассмотрена ниже на примере Сулинского металлургического завода, являвшегося основным производителем железного порошка в СССР. В составе этого завода имеются два цеха: первый мощностью 20 тыс.т/год железного порошка, получаемого восстановлением окалины, и второй мощностью 80 тыс.т/год (один из крупнейших цехов в мире) - путем распыления жидкого металла водой.

**Схема производства железного порошка способом Хеганес из окалины** (72% железа, до 0,18% кремния, до 0,5% марганца и до 0,022% серы и фосфора) с использованием в качестве восстановителя антрацитового термоштыба включает следующие операции: подготовку шихтовых материалов, восстановление, дробление, измельчение и классификацию губчатого железа, отжиг порошка в водороде, измельчение спеков и классификацию порошка, магнитную сепарацию и усреднение порошка, упаковку готовой продукции.

Собственно процесс восстановления прокатной окалины (измельченной до минус 0,1 мм) производится в карбидокремниевых капсулях высотой 1500 мм, внутренним диаметром 450 мм. Окалина и восстановитель (в смеси с известняком в соотношении 7:1) крупностью 2,5 мм загружаются цилиндрическими слоями (по периферии и в середине находится восстановитель, а между ними окалина). Капсули по 16 штук, установленные на вагонетке, подаются в туннельную печь, где осуществляется восстановление оксидов с получением губчатого железа и последующего его отжига для обезуглероживания. Общая продолжительность технологического цикла пребывания вагонеток с капсулями в печи составляет около 89 ч, в том числе в зоне восстановления при температуре 1150-1180°C 88 ч (нагрев 20, выдержка - 40 и охлаждение - 28 ч), в зоне отжига при температуре 750-800°C - около 1 ч.

Отработанный восстановитель отсасывается из капсулей и передается на магнитную сепарацию, а губчатое железо (в виде спеченных труб) на последующую переработку по указанной выше технологической схеме.

На 1 т готового порошка расходуется 1,4 т окалины, 1,2 т восстановителя, 0,15 т известняка, 780 кВт·ч электроэнергии, 650 м<sup>3</sup> природного газа, 380 м<sup>3</sup> водорода и 120 м<sup>3</sup> азота.

**Технологическая схема производства железного порошка распылением расплава металла водой** включает следующие основные операции: выплавку металла заданного состава, распыление расплава водой высокого давления, обезуглероживание и сушку порошка-сырца, отжиг порошка в среде диссоциированного аммиака, измельчение спеков, классификацию и усреднение порошка, упаковку готовой продукции.

К исходной шихте для выплавки металла в электропечах предъявляются весьма жесткие требования по содержанию примесей, обусловленные высокой чистотой расплава (предельное содержание серы и фосфора - 0,02%, кремния - 0,05%, хрома, никеля и меди - 0,1%).

Расплавленный металл с температурой 1650°C подается через металлоприемник в зону распыления двумя струями диаметром по 18 мм, где диспергируется потоком воды высокого давления (10-12 МПа) и осаждается в виде порошка в нижней части камеры распыления, заполненной водой.

Из камеры распыления пульпа с содержанием твердого 80-100 г/л направляется на обезвоживание последовательно в гидроциклонах и вакуум-фильтрах до остаточной влажности кека 6-8%.

После обезвоживания порошок проходит сушку продуктами сжигания природного газа при температуре 700-800°C. После отсева фракции более 630 мкм порошок направляется на отжиг при температуре 1050°C в атмосфере диссоциированного аммиака (75% водорода и 25% азота).

Спеки порошка после отжига подвергаются двухстадийному дроблению до крупности менее 20 мм, измельчению и усреднению. Готовый продукт крупностью менее 200 мкм поступает в упаковку.

На 1 т порошка расходуется 1,3 т металлошихты (лом, чугун и др.), 1600 кВт·ч электроэнергии, 310 м<sup>3</sup> природного газа, 160 м<sup>3</sup> диссоциированного аммиака, 124 м<sup>3</sup> азота и 280 Гкал пара.

Подавляющая часть железных порошков (около 80-90%) используется для изготовления спеченных изделий (около 70% выпускаемого железного порошка) и в сварочном производстве (15-20%). Спеченные изделия применяются в автотракторной промышленности и других областях машиностроения. Восстановленные порошки обладают по сравнению с распыленными более высокой прочностью прессовки, что особенно важно при производстве спеченных изделий сложной конфигурации с тонкими стенками. Однако в последние годы совершенствование технологии распыления позволило существенно улучшить качество распыленных порошков, а возможность использования не дефицитной металлошихты повысило конкурентоспособность этого метода.

В сварочном производстве железный порошок используется для обмазки электродов и изготовления порошковой проволоки.

Железный порошок применяется также при магнитной дефектоскопии, в химической промышленности (производство красителей) и др.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются железные порошки достаточно разнообразного марочного состава, удовлетворяющие требованиям различных потребителей, в частности, по производству спеченных изделий различной плотности - от 5,9 до 7,1 г/см<sup>3</sup>. Причем восстановленные порошки используются для производства изделий по всему указанному диапазону, а распыленные - для изделий повышенной плотности (6,3-7,1 г/см<sup>3</sup>).

**Железные порошки, получаемые электролитическим способом** (электролитическое осаждение), отличаются повышенной чистотой и применяются для изготовления изделий в электротехнической промышленности и катализаторов в фотокопировальных машинах.

**Карбонильный метод производства порошков**, технологическая схема получения которых предусматривает синтез карбонила путем обработки губчатого железа под давлением до 30 МПа с последующей очисткой пентокарбонила и его термическим разложением при атмосферном давлении и температуре 300°C. Эти порошки, характеризующиеся весьма высокой чис-

тотой и дисперсностью, применяются для изготовления, например, магнитных материалов с высокими характеристиками.

Порошковая металлургия позволяет производить легированные порошки с заранее заданными свойствами путем введения легирующих добавок в количестве 10% и более. Технология получения легированных порошков в основном аналогична описанной выше. Различие состоит лишь в химическом составе расплава стали, при выплавке которой применяются в качестве легирующих добавок соответствующие ферросплавы (никель, медь, молибден, фосфор). Никель может применяться в виде карбонильного порошка, медь и молибден в виде порошкообразных оксидов, фосфор - в виде феррофосфора [78,115,116].

## Глава 7

### ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР В 1956-1990 годах

#### 7.1. Metallургическое производство

Развитие производства черных металлов с целью удовлетворения потребности различных отраслей экономики СССР в 1956-1990 гг. осуществлялось как за счет повышения технического уровня черной металлургии на основе совершенствования и внедрения новых технологических процессов, улучшения конструкции агрегатов, интенсификации производственных процессов, так и за счет создания новых мощностей на действующих и строительства новых металлургических предприятий. О масштабах и соотношении этих направлений можно судить по задачам, которые ставились на первые 15 лет: выплавить в 1970 г. на агрегатах, действовавших в 1955 г., 48,5 млн т (51%) чугуна и 49,1 млн т (46%) стали; остальное потребное количество металла обеспечивалось за счет ввода новых мощностей на существующих и вновь сооружаемых предприятиях [66].

В середине 50-х годов на территории СССР производство черных металлов на предприятиях с полным металлургическим циклом концентрировалось в основном в четырех металлургических центрах: на Украине (Донецкая, Запорожская, Днепропетровская области), Урале (Свердловская, Челябинская области), в меньших объемах в Центральном и Центрально-Черноземном районах (Тульская, Липецкая области) и в Западной Сибири (Кемеровская область), т.е. в регионах, обладающих разведанными запасами железных руд или коксующихся углей (табл. 50).

В 1956-1990 гг. крупной реконструкции с вводом новых мощностей подверглись действующие металлургические предприятия:

в РСФСР - Ново-Липецкий, Магнитогорский, Нижне-Тагильский, Челябинский металлургические комбинаты;

на Украине - комбинаты Криворожский со строительством доменной печи № 9 объемом 5,0 тыс.м<sup>3</sup>, Азовсталь, им.Ильича [61,62].

Строительство новых металлургических предприятий обосновывалось необходимостью удовлетворения потребности в металле отдельных республик и районов, сокращения необоснованных встречных и дальних перевозок железорудного сырья, коксующихся углей и готового проката. За этот период в РСФСР было осуществлено строительство Череповецкого металлургического комбината в Вологодской области на базе разведанных запасов железистых кварцитов Мурманской области и Карелии, Орско-Халиловского комбината в Оренбургской области на базе комплексных железохромо-никелевых руд южноуральских месторождений, Западно-Сибирского металлургического комбината в Кемеровской области на базе запасов коксующихся углей Кузнецкого угольного бассейна, Оскольский металлургический комбинат в Белгородской области на базе железистых кварцитов Лебединского и других месторождений КМА. Завершено строительство передельного завода Амурсталь в Хабаровском крае.

Были построены и введены в число действующих Руставский металлургический завод в Грузии на базе Дашкесанского железорудного месторождения, Карагандинский металлургический комбинат в Казахстане на базе Лисаковского месторождения бурых железняков, передельные металлургические заводы в Белоруссии и Молдавии. В итоге к 1990 г. география



Динамика производства чугуна (числитель) и стали (знаменатель) в СССР в 1955-1990 гг., млн т [97]

Республика, район	1955 г.	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.	1990:1955
<b>СССР</b>	33,3/45,3	46,8/65,3	66,2/91,0	85,9/115,9	103,1/141,3	107,3/147,9	110,0/154,7	110,6/154,4	3,32/3,41
<b>РСФСР*</b>	16,6/28,3	21,5/23,2	31,2/36,3	42,0/63,9	51,8/81,0	55,2/84,4	57,1/88,7	59,3/89,6	3,57/3,17
Северо-Западный	-/0,2	1,3/1,5	3,0/4,2	4,8/5,5	5,1/6,6	5,2/6,8	6,2/9,2	9,5/12,0	7,31**/60,00
Центральный и Центрально-Черноземный	2,3/0,5	1,9/0,3	4,4/0,4	6,8/3,6	8,8/6,8	10,7/9,0	11,4/10,0	11,9/11,3	5,17/22,60
Уральский	11,6/16,3	15,5/16,7	19,0/26,1	23,0/32,4	28,5/38,3	28,5/39,6	28,2/40,0	26,8/38,7	2,31/2,37
Западно-Сибирский	2,7/4,5	3,3/4,0	4,8/4,5	7,3/7,0	9,4/10,9	9,9/11,5	10,3/12,1	10,2/11,9	3,78/2,64
Восточно-Сибирский	-/0,3	-/0,3	-/0,4	-/0,4	-/0,4	-/0,4	-/0,4	-/0,3	-/1,00
Дальневосточный	-	-/0,4	-/0,7	-/0,8	-/1,0	-/1,0	-/1,0	-/1,4	-/3,50**
<b>Украина</b>	16,7/16,8	24,2/23,5	32,6/33,9	41,4/46,6	46,4/52,0	46,5/53,7	47,1/55,0	44,9/52,6	2,69/3,13
<b>Казахстан</b>	-	0,3/0,3	1,6/1,2	1,8/2,2	3,6/4,8	4,8/6,0	4,9/6,2	5,2/6,8	17,33**/22,67**
<b>Грузия</b>	-	0,7/1,1	0,8/1,3	0,8/1,4	0,8/1,4	0,8/1,3	0,9/1,4	0,7/1,3	1,0**/1,18**
<b>Узбекистан</b>	-/0,2	-/0,2	-/0,2	-/0,4	-/0,4	-/0,8	-/0,9	-/1,0	-/5,00
<b>Другие республики</b>	-	-	-	-/1,4	-/1,6	-/1,8	-/2,5	-/3,1	-/2,21***

\* Выплавка стали по районам РСФСР приведена без заводов спецсталей и мелких переделных заводов.

\*\* 1990 г. к 1960 г.

\*\*\* 1990 г. к 1970 г.

размещения предприятий черной металлургии с полным металлургическим циклом на территории СССР расширена до семи основных металлургических центров. Черная металлургия СССР до 1990 г. развивалась как единый технологический комплекс, в котором осуществлялись довольно сложные кооперированные поставки сырья, полуфабрикатов и металлопродукции. Так, в соответствии со сложившейся специализацией производства в Россию в 1990 г. ввозилось (млн т): готового проката - 18, заготовки для переката - 1,4, стальных труб - 5,6, метизов - около 1,0. Вместе с тем вывозилось (млн т): готового проката - 16, заготовки для переката - 20, стальных труб - 3,3, метизов - 2,5, слябов - около 0,5. Только с Украины в РСФСР объем ввоза готового проката составил 13,6 млн т, а обратно - 6,4 млн т. Наряду с этим РСФСР являлась монопольным производителем различной металлопродукции: электротехнической и кинескопной стали, некоторых типов рельсов и спецпрофилей, ванадиевых сплавов и др.

Начавшаяся в 1985 г. перестройка с переходом экономики страны на рыночные условия в значительной мере нарушила связи между горно-добывающими и металлургическими предприятиями бывших республик СССР, что потребовало внесения определенных корректив в схему обеспечения металлургических предприятий России железорудным сырьем в новых условиях.

Высокие темпы прироста черных металлов в СССР сохранялись вплоть до 1975 г. В 1975-1980 гг. по сравнению с предыдущим пятилетием произошло некоторое снижение темпов прироста выпуска стали. Однако по абсолютным размерам прирост производства оставался достаточно высоким по сравнению с другими промышленно развитыми странами. При этом доля СССР в мировом производстве чугуна и стали сохранялась в этот период на уровне 21-22%. Для сравнения можно указать, что соответствующая доля США в это же время снизилась с 17 и 15 до 10 и 12%, Японии - с 17 и 18 до 14 и 15% [1,5].

Следует отметить, что для экономики СССР была характерна относительно высокая металлоемкость национального дохода, которая в 2,4 раза превышала аналогичный показатель в экономике США. Металлоемкость значительной части отечественных машин и механизмов остается более высокой по сравнению с лучшими зарубежными аналогами. Главными причинами этого являются недостаточное исполтзрвание заменителей черных металлов (пластмасс, композиционных материалов, алюминия и т.д.), относительно низкая доля качественных легированных сталей в металлопродукции, нерациональное использование металлов в потребляющих отраслях.

Другой отличительной особенностью экономики черной металлургии СССР, в том числе и РСФСР, являлась высокая степень концентрации производства (примерно на трети металлургических предприятий выплавлялось около 90% чугуна и более 70% стали).

Черная металлургия - одна из наиболее материалоемких отраслей экономики. Так, на одну тонну проката расходуется в среднем 5-7 т сырых материалов, а доля материальных затрат в издержках производства составляет примерно 80-85%. Расход железной руды и флюсов в доменной плавке, изменяясь в относительно широких пределах, составляет в среднем 1800-2000 кг на 1 т чугуна. Соответственно доля рудно-флюсовой составляющей в капиталоемкости чугуна достигает 70%, а в себестоимости - примерно 60%. Суммарная доля рудно-флюсовой и топливной составляющих в капиталоемкости и себестоимости чугуна составляет около 90% (табл. 51), а в

## Структура себестоимости чугуна на ряде металлургических предприятий, %

Статьи затрат	Металлургические комбинаты			
	Череповецкий	Магнитогорский	Западно-Сибирский	Запорожский
Сырье (металлошихта, флюсы)	52	59	63	48
Топливо (кокс, природный газ)	38	33	29	42
Расходы по металлургическому переделу	10	8	8	10

готовой продукции черной металлургии - около 60-65%. Это объясняется удаленностью металлургических предприятий от источников снабжения сырьем и топливом, уровнем цен на них. Транспортные перевозки связаны с большими капитальными и эксплуатационными издержками, существенно удорожают продукцию металлургического производства. Затраты на транспортировку железорудного сырья, топлива, флюсов по ряду металлургических предприятий составляют 15-20% себестоимости чугуна.

Недостаточная увязка в планах развития черной металлургии, вопросов региональной потребности в определенном сортаменте металлопродукции и размещения соответствующих прокатных мощностей обуславливает значительный объем встречных перевозок готового проката, которые достигли 50 млн т в год.

Существенным фактором экономики черной металлургии является значительная фондоемкость, обусловленная сложностью и многоотраслевым характером металлургического комплекса. На долю черной металлургии приходится около 10% стоимости основных фондов промышленности в целом. Объем капиталовложений в черную металлургию СССР в рассматриваемый ретроспективный период характеризуется следующими данными (в сопоставимых с 1986 г. ценах), млрд р.: 1956-1960 гг. - 5,1, 1961-1965 гг. - 8,7, 1966-1970 гг. - 10,5, 1971-1975 гг. - 13,9, 1976-1980 гг. - 18,1, 1981-1985 гг. - 18,7, 1986-1990 гг. - 22,6.

Отраслевая структура черной металлургии по производствам характеризуется двумя определяющими направлениями капиталовложений и соответственно долями образуемых фондов (табл. 52) - это собственно металлургическое производство (примерно от 47 до 54%) и горно-рудная, главным образом железорудная, подотрасль (примерно от 25 до 32%). Остальная часть капиталовложений направлялась в основном на развитие трубных, метизных, ферросплавных и огнеупорных заводов и цехов - в пределах 3-6%

Таблица 52

## Производственно-отраслевая структура капиталовложений в 1956-1990 гг., %

Подотрасли и производства	1956-1960	1961-1965	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990
Металлургические и коксохимические (коксохимическое, доменное, сталеплавильное, прокатное)	51,6	51,7	52,2	54,1	50,3	52,4	47,4
Горно-рудные	32,2	29,9	26,9	24,9	28,7	27,8	26,1

в каждую из перечисленных подотраслей черной металлургии.

Приведенные в табл. данные указывают, что в 1986-1990 гг. наблюдалось резкое уменьшение доли капиталовложений в основное металлургическое производство и горно-рудную отрасль и увеличение их в цехи четвертого передела (трубное и метизное производства). Это свидетельствует о стремлении к повышению качества, увеличению доли металлопродукции повышенного технологического уровня и ее конкурентоспособности.

Стоимость основных производственных фондов черной металлургии СССР по данным на 01.01.1991 г. составляла 93,3 млрд р.

Экономические показатели по черной металлургии СССР за 1990 г. характеризуются следующими данными:

прибыль от реализации товарной продукции в оптовых ценах предприятия - 9,7 млрд р.;

рентабельность к себестоимости - 15,8%, к среднегодовой стоимости основных фондов и нормируемых оборотных средств - 11,4%.

## 7.2. Горно-рудное производство

Горно-рудное производство черной металлургии характеризуется значительными масштабами горных работ, высокой степенью концентрации производства.

До середины 70-х годов отрасль развивалась быстрыми темпами: среднегодовой прирост производства товарной железной руды составлял около 5%. При этом развитие шло главным образом экстенсивным путем, за счет строительства новых и расширения действующих предприятий. Увеличение масштабов производства в рассматриваемый ретроспективный период предопределило вовлечение в разработку месторождений с более сложными горно-геологическими условиями, более низким содержанием железа в добываемой руде и предварительном ее обогащении, быстрым понижением горных работ, необходимостью отведения новых больших площадей для складирования отходов производства - вскрыши и хвостов обогащения.

Доля новых основных производственных фондов увеличивалась за счет введения в эксплуатацию новых мощностей. В то же время обновление фондов на ранее введенных мощностях происходило недостаточно интенсивно путем частичной модернизации и замены изношенного оборудования, отработавшего, часто со значительным превышением, свой амортизационный срок. Начиная с середины пятилетия 1981-1985 гг., темпы производства товарной руды замедлились, качество ее не улучшалось, а производственные затраты постоянно возрастали.

Совершенствование технического уровня и систем разработки железорудных месторождений, техники и технологии добычи и подготовки железных руд к металлургическому переделу не смогли в полной мере компенсировать негативное влияние указанных выше условий разработки месторождений. К началу 90-х годов резервы перечисленных направлений технического прогресса в железорудном производстве практически были исчерпаны, а заметного повышения эффективности производства не отмечалось.

Увеличение размеров горно-рудного и транспортного оборудования одновременно с ростом производительности сопровождалось увеличением металлоемкости, энергоемкости, снижением маневренности и подвижности транспортных средств, требовало увеличения размеров рабочих площадок и соответственно затрат на выемку горной массы. Комплексы циклично-

поточной технологии (ЦПТ) отличались значительной капиталоемкостью, что, в свою очередь, вело к увеличению амортизационных отчислений в издержках производства.

С учетом этих тенденций на протяжении рассматриваемого периода происходило постоянное удорожание добычи и рудоподготовки, ухудшение экономических показателей: рост удельных капитальных вложений на прирост и поддержание мощностей, увеличение себестоимости продукции, снижение фондоотдачи и рентабельности производства.

Инвестиции в железорудную отрасль (табл. 53) происходили не всегда равномерно. В середине 60-х годов капитальные вложения были меньше объективных потребностей для реконструкции и технического перевооружения многих железорудных предприятий. Из-за нарушения пропорционального освоения капитальных вложений в предшествующий период в 70-х годах совпали сроки реконструкции и замены мощностей на многих действующих карьерах и шахтах.

Географическая структура размещения капитальных вложений (табл. 54) указывает на сохранение тенденции к снижению их доли от общих капиталовложений в железорудное производство Сибири и Урала. Неблагоприятное экономическое последствие для отрасли имело истощение железорудной базы Урала, где сосредоточена почти треть металлургического потенциала, что привело к необходимости поставки сырья из других регионов России, расположенных на расстоянии 2,0-2,5 тыс.км. Неоправданным было

Таблица 53

**Динамика капитальных вложений  
в железорудное производство СССР**

Год	Капитальные вложения, млн р.	Отношение к предыдущему году, %	Год	Капитальные вложения, млн р.	Отношение к предыдущему году, %
1956	140		1973	633	106,7
1957	189	135,0	1974	667	105,4
1958	243	128,6	1975	711	106,6
1959	312	128,4	1976	702	98,7
1960	394	126,3	1977	758	108,0
1961	381	96,7	1978	803	105,9
1962	405	106,3	1979	987	122,9
1963	406	100,2	1980	858	86,9
1964	334	82,3	1981	814	94,9
1965	304	91,0	1982	883	108,5
1966	349	114,8	1983	894	101,2
1967	403	115,5	1984	888	99,3
1968	474	117,6	1985	816	91,9
1969	562	118,6	1986	696	85,3
1970	613	109,1	1987	720	103,4
1971	635	103,6	1988	702	97,5
1972	593	93,4	1989	734	104,5
			1990	691	94,1

**Географическая структура производственных капитальных вложений  
в железорудное производство СССР, млн р/%**

Годы	РСФСР	В том числе				Украина	Казах- стан	Азер- байджан
		Северо-Запад	Центр	Урал	Сибирь			
1956-1960	487/39	49/4	135/11	164/13	139/11	556/44	221/16	14/1
1961-1965	676/37	51/3	196/11	244/13	185/10	902/49	242/13	10/1
1966-1970	961/40	58/2	400/17	320/13	183/8	1141/48	292/11	7/1
1971-1975	1570/48	195/6	788/24	329/10	258/8	1260/39	397/12	12/1
1976-1980	1947/47	689/17	835/20	232/6	191/4	1847/45	300/7	14/1
1981-1985	2124/49	825/19	774/18	242/6	283/6	1687/39	464/11	20/0,6
1986-1990	1440/40,6	297/8	540/15	317/9	286/8	1711/48	376/11	16/0,4

сокращение объемов капитальных вложений в развитие железорудного производства Западной Сибири за счет резервных разведанных месторождений.

В течение всего рассматриваемого периода наблюдается постоянный рост удельных капиталовложений на единицу прироста производства товарной железной руды (табл. 55). Снижение эффективности капитальных вложений объясняется прежде всего постоянным ростом ввода мощностей для поддержания производства на действующих предприятиях. На эти цели направлялась значительная часть капиталовложений в железорудное производство.

**Удельные капитальные вложения  
в железорудное производство**

Годы	Капитальные вложения, млн р.	Прирост объема производства товарной руды, млн т	Удельные капитальные вложения на прирост производства товарной руды, р/т
1956-1960	1278	32,5	39,3
1961-1965	1830	48,6	37,7
1966-1970	2401	42,5	56,5
1971-1975	3239	37,0	87,5
1976-1980	4108	10,0	410,8
1981-1985	4295	3,0	1431,7
1986-1990	3543	-11,4	-

Происходило также увеличение удельного веса производственных фондов рудоподготовительных фабрик с 7,8% в 1965 г. до 11,8 в 1990 в связи с постоянным вовлечением в переработку железных руд с более низким содержанием железа. Возросла стоимость производственных фондов транспортных цехов с 13,4% в 1965 г. до 15,0 в 1990 в связи с углублением горных работ и увеличением дальности транспортирования горной массы (табл. 56).

Несмотря на периодический пересмотр цен на железорудную продукцию, в частности в 1982 г., по некоторым предприятиям (Азербайджанский, Коршуновский, Центральный, Новокриворожский, Южный ГОКи) происхо-

Состав основных производственных фондов предприятий железорудной отрасли по видам производства, млн р/%

Вид производства	1965 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.
Всего по железорудной отрасли	2725,5/100	6853,3/100	9447,6/100	12742,1/100	14102,4/100
Карьеры	514,8/18,8	1232,5/18,0	1436,2/15,2	1720,7/13,5	1999,2/14,2
Шахты	479,3/17,6	1210,8/17,7	1591,7/16,8	1943,5/15,2	2196,5/15,6
Обогатительные и дробильно-сортировочные фабрики	646,9/23,7	1608,4/23,5	2369,9/25,1	3540,9/27,8	3869,4/27,4
Агломерационные и окомковательные фабрики	212,2/7,8	647,5/9,4	1154,1/12,2	1642,0/12,9	1666,3/11,8
Транспортные цехи	364,6/13,4	853,1/12,4	1105,0/11,7	1796,4/14,1	2113,2/15,0
Прочие объекты общерудничного назначения	474,7/17,4	1226,6/17,9	1678,7/17,8	1947,8/15,3	2061,6/14,6
Объекты, не относящиеся к железорудной отрасли	33,0/1,2	74,4/1,1	112,7/1,2	150,8/1,2	196,2/1,1

дило постоянное снижение выпуска товарной продукции в стоимостном выражении на 1 р. основных производственных фондов, сохраняясь на одном уровне в целом по отрасли (табл. 57).

Таблица 57

Динамика фондоотдачи на горно-обогатительных комбинатах, р/р

Район, ГОК	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1985 г.	1990 г.
1	2	3	4	5	6
<b>РСФСР</b>					
<i>Северо-Западный</i>					
Оленегорский	0,39	0,34	0,47	0,42	0,41
Ковдорский	0,30	0,27	0,37	0,37	0,34
Костомукшский	-	-	0,09	0,21	0,19
<i>Центральный и Центрально-Черноземный</i>					
Михайловский	0,23	0,23	0,30	0,31	0,33
Стойленский	0,15	0,12	0,25	0,20	0,21
Лебединский	0,35	0,31	0,37	0,37	0,41
<i>Уральский</i>					
Качканарский	0,42	0,43	0,46	0,46	0,45
<i>Восточно-Сибирский</i>					
Коршуновский	0,32	0,30	0,28	0,24	0,23

1	2	3	4		
<b>Казахстан</b>					
Соколовско-Сарбайский	0,40	0,39	0,42	0,37	0,42
Лисаковский	0,25	0,26	0,30	0,36	0,38
<b>Азербайджан</b>					
Азербайджанский	0,36	0,38	0,34	0,25	0,19
<b>Украина</b>					
Северный	0,35	0,34	0,41	0,37	0,35
Центральный	0,29	0,24	0,31	0,26	0,20
Новокриворожский	0,44	0,37	0,44	0,33	0,36
Южный	0,57	0,55	0,69	0,59	0,54
Ингулецкий	0,27	0,27	0,35	0,30	0,30
Полтавский	0,32	0,31	0,39	0,34	0,35
<i>Всего</i>	0,34	0,31	0,37	0,33	0,33

Динамика себестоимости основных видов железорудной продукции по подотрасли в целом (табл. 58) свидетельствует о неуклонном ее повышении на протяжении всего рассматриваемого периода.

Таблица 58

Динамика себестоимости железорудной продукции по СССР за 1960-1990 гг., р/т

Вид продукции	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1985 г.	1990 г.	1990/1960
Сырая руда, всего	1,67	1,63	1,86	2,11	2,44	2,51	2,64	2,82	3,02	1,81
В том числе:										
при подземной добыче	2,47	2,81	3,38	4,22	5,22	5,38	5,96	6,27	7,0	2,83
при открытой добыче	1,11	1,16	1,46	1,66	1,95	2,01	2,06	2,25	2,48	2,23
Товарная руда	3,10	4,04	5,38	6,55	8,16	8,56	9,23	10,26	11,08	3,57
Агломерат	5,68	6,88	9,69	11,35	12,97	13,66	16,17	17,82	19,03	3,35
Окатыши	-	17,43	15,74	13,54	16,69	16,96	17,68	18,27	19,49	1,12*

\* 1990 г. к 1965 г.

Тенденция повышения себестоимости сырой и товарной железной руды наблюдалась также на отдельных предприятиях, кроме ГОКов КМА, где эта закономерность нарушалась за счет изменения объемов добычи природно богатых руд (табл. 59).



## Стоимость 1 т сырой (числитель) и товарной (знаменатель) железной руды по отдельным ГОКах СССР, р.

Район, ГОК	1960 г.	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1985 г.	1990 г.
<b>РСФСР</b>									
<i>Северо-Западный</i>									
Оленегорский	0,95/5,79	1,15/5,58	1,57/6,71	1,79/7,71	2,70/11,10	2,88/12,08	2,57/11,57	2,56/11,63	2,72/12,58
Ковдорский	-	0,74/5,29	1,35/6,69	1,47/7,67	2,19/9,90	2,08/9,99	2,15/10,21	2,30/10,42	2,32/11,29
Костомукшский	-	-	-	-	-	-	3,22/24,83	2,33/11,78	3,23/14,27
<i>Центральный и Центральнo-Черноземный</i>									
Михайловский	-	2,70/3,37	3,07/3,89	2,88/7,54	3,05/3,65	3,16/7,25	2,68/8,74	2,43/11,84	2,54/13,19
Стойленский	-	-	5,16/7,82	5,14/6,08	7,79/8,60	7,58/8,28	8,16/8,93	4,68/11,84	3,22/12,94
Лебединский	-	-	-	1,16/9,70	2,25/11,25	1,95/11,15	1,77/11,24	1,60/12,34	1,56/9,64
<i>Уральский</i>									
Качканарский	-	0,50/10,03	1,02/11,49	0,85/10,27	0,98/10,97	0,96/10,92	1,02/11,46	1,02/11,65	1,09/12,35
<i>Восточно-Сибирский</i>									
Коршуновский	-	2,02/13,95	1,45/6,78	2,09/8,60	2,12/9,33	2,28/9,88	2,96/12,46	3,43/13,50	4,09/15,23
<b>Казахстан</b>									
Соколовско-Сарбайский	1,95/3,03	1,88/5,56	2,31/7,11	2,28/9,57	3,15/11,55	3,11/12,10	3,63/13,85	4,34/13,85	5,02/14,75
Лисаковский	-	-	-	0,96/10,02	0,50/5,05	0,50/4,83	0,51/5,25	0,57/5,13	0,59/5,12
<b>Азербайджан</b>									
Азербайджанский	-	н.д./4,39	1,66/5,11	1,74/7,96	2,09/11,51	2,29/11,28	2,78/13,31	4,24/22,03	4,58/26,54
<b>Украина</b>									
Северный	-	-	1,31/6,66	1,38/6,26	1,69/8,11	1,65/7,11	1,69/7,76	1,92/8,89	2,00/9,95
Центральный	-	0,98/-	1,39/10,21	1,46/10,19	2,21/11,28	2,31/12,08	2,26/14,24	2,79/15,57	3,24/17,25
Новокриворожский	0,72/4,88	0,78/4,23	1,22/5,83	1,42/7,32	1,73/8,25	2,06/9,90	2,29/11,07	2,94/16,31	2,30/13,04
Южный	0,59/3,07	0,51/3,44	0,70/4,31	0,72/4,47	0,84/5,43	1,06/6,08	1,14/6,83	1,32/7,66	1,55/8,72
Ингулецкий	-	-	0,89/5,41	0,74/5,54	1,09/9,36	1,10/10,20	1,12/10,87	1,59/9,34	1,72/9,92
Полтавский	-	-	1,45/7,70	1,92/7,51	1,78/8,84	1,72/8,90	1,86/9,79	2,10/10,92	2,33/11,34

Обобщающим показателем работы железорудных предприятий является показатель рентабельности - отношение балансовой прибыли к стоимости основных производственных и нормируемых оборотных средств. Рост себестоимости в рассматриваемом периоде привел к постоянному падению прибыли; уменьшение прибыли и рост стоимости производственных фондов - к падению рентабельности производства (табл. 60).

Колебания рентабельности по отдельным предприятиям и в целом по отрасли обусловлены в основном периодическим пересмотром цен на продукцию железорудного производства.

Таблица 60

Динамика рентабельности работы горно-обогатительных комбинатов, %

Район, ГОК	1975 г.	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1985 г.	1990 г.
<b>РСФСР</b>						
<i>Северо-Западный</i>						
Оленегорский	10,2	Убыт.	Убыт.	6,7	4,4	3,8
Ковдорский	4,3	Убыт.	Убыт.	6,7	7,8	6,1
Костомукшский	-	-	-	Убыт.	3,9	4,9
<i>Центральный и Центрально-Черноземный</i>						
Михайловский	1,3	Убыт.	Убыт.	4,2	6,0	5,5
Лебединский	9,1	6,7	4,4	9,1	9,9	11,4
Стойленский	Убыт.	Убыт.	Убыт.	0,5	0,8	4,0
"КМАруда"	15,0	6,2	6,2	13,9	11,6	8,0
<i>Уральский</i>						
Качканарский	11,6	10,5	11,4	12,1	12,6	11,8
<i>Восточно-Сибирский</i>						
Коршуновский	8,4	6,9	5,2	2,8	1,0	Убыт.
<b>Казахстан</b>						
Соколовско-Сарбайский	13,8	9,6	8,4	11,2	7,8	4,3
Лисаковский	Убыт.	7,2	7,0	10,7	13,4	14,8
<b>Азербайджан</b>						
Азербайджанский	6,9	6,0	8,7	4,2	Убыт.	Убыт.
<b>Украина</b>						
Южные	24,4	15,5	12,7	18,8	14,6	11,8
Новокриворожский	10,6	5,2	0,7	4,8	Убыт.	2,9
Центральный	5,2	Убыт.	Убыт.	Убыт.	Убыт.	Убыт.
Северный	14,5	3,7	4,5	10,4	6,6	5,9
Полтавский	4,6	Убыт.	Убыт.	5,0	3,7	5,2
Запорожский	5,9	1,9	1,8	8,0	7,6	10,4
Ингулецкий	9,6	Убыт.	Убыт.	5,3	1,6	1,8
Камыш-Бурунский	15,7	5,6	2,2	1,8	Убыт.	0,1
<i>Всего по отрасли</i>	9,5	3,4	2,2	6,6	4,9	4,9

Ряд железорудных предприятий являлись убыточными вследствие роста цен на горно-обогатительное оборудование и запасные части.

Несмотря на указанные недостатки в работе горно-рудных предприятий черной металлургии, они все же полностью обеспечивали потребности металлургических предприятий СССР и стран членов СЭВ железорудным сырьем.

### 7.3. Обеспечение металлургических предприятий железорудным сырьем

Сырьевая, в первую очередь железорудная, база, оценка запасов и качества сырьевых ресурсов, сроки обеспеченности ими горно-рудных предприятий имели принципиальное значение для определения возможностей, условий развития и экономики черной металлургии страны и отдельных республик.

Обеспечение потребности в железорудном сырье союзных республик - основных потребителей - исходя из количества разведанных запасов и уровня развития горно-добывающих мощностей по состоянию на 1990 г. иллюстрируется рис. 19.

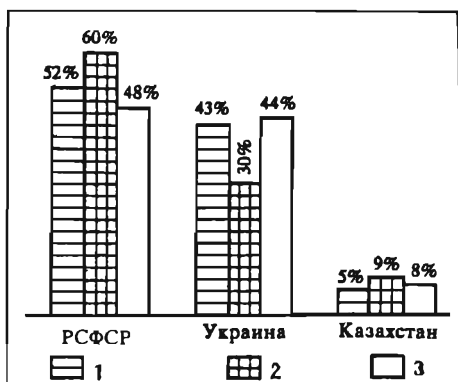


Рис. 19. Потребление железорудного сырья, запасы и добыча руды в союзных республиках

1 - потребление, 2 - запасы, 3 - добыча

Разведанные и изученные сырьевые и топливные ресурсы черной металлургии СССР - железная руда, коксующийся уголь и природный газ - характеризуются крайней неравномерностью распределения на территории СССР и не всегда благоприятным их размещением по отношению к потребителям. Так, на начало 1991 г. около 67% балансовых запасов железных руд находилось в европейской части СССР западнее Урала, 10 - на Урале, 11,4 - в Сибири и на Дальнем Востоке и 11,3% - в Казахстане; две трети запасов железных руд СССР и свыше половины производства чугуна и стали было сосредоточено в РСФСР (табл. 61).

В то же время большая часть топливных ресурсов СССР находилась в восточных районах РСФСР: 70% запасов коксующихся углей - восточнее Урала, в том числе 46% - в Кузнецком бассейне, на долю Донецкого бассейна на Украине приходилось лишь 26%. Основные запасы природного газа СССР также были сосредоточены в РСФСР (в Сибири).

Указанные особенности географического размещения сырьевых и топливных ресурсов в значительной мере характерны и для РСФСР. Так, запасы железных руд на ее территории распределены следующим образом: 67,5% запасов сосредоточены в европейской части, в пределах которой находится крупнейший железорудный бассейн - Курская магнитная аномалия, около 15% - на Урале и примерно 17 - в восточных районах.

Потенциал горно-добывающих предприятий СССР по добыче сырой руды в 1990 г. использован на 84,6% (табл. 62).

## Основные показатели работы черной металлургии СССР в 1990 г., млн т

Республика, район	Запасы руды по категориям А+В+С <sub>1</sub> /С <sub>2</sub>	Добыча руды сырой/товарной	Производство чугуна/стали
Всего по СССР	93289,4/54219,7	535,0/236,0	110,6/154,4
РСФСР	55564,2/41812,1	264,9/107,0	59,3/89,6
Северо-Западный	2844,5/347,3	55,7/21,0	9,5/12,0
Центральный и Центрально-Черноземный	31863,2/30657,2	100,7/47,6	11,9/11,3
Уральский	9284,5/5525,8	73,0/19,9	26,8/38,7
Западно-Сибирский	1858,7/856,7	9,3/5,4	10,2/11,9
Восточно-Сибирский	5260,3/1853,2	26,2/13,1	-/0,3
Дальневосточный	4453,0/2571,9	-	-/1,4
Украина	28335,2/4588,5	221,1/112,2	44,9/52,6
Казахстан	8803,4/7806,4	47,1/23,8	5,2/6,8
Азербайджан	232,8/12,7	1,9/0,5	-/0,7
Армения	293,9/-	-	-
Грузия	-	-	0,7/1,3
Другие республики	-	-	-/3,7

*Примечание.* Выплавка стали по районам РСФСР приведена только по предприятиям Минчермета СССР.

Рудниками и горно-обогатительными комбинатами в 1990 г. произведено 243,5 млн т товарной железной руды, что обеспечило выплавку 110,6 млн т чугуна и 154,4 млн т стали.

При достигнутом на 1990 г. уровне развития железорудной промышленности СССР в целом, в том числе РСФСР, потребность черной метал-

## Производственный потенциал железорудной отрасли

Республика, район	Проектные мощности, млн т/год	Фактическая производительность, млн т/год	Использование мощностей, %
Всего по СССР	632,6	535,0	84,6
РСФСР	300,8	264,9	88,0
Северо-Западный	57,1	55,7	97,5
Центральный и Центрально-Черноземный	115,6	100,7	87,1
Уральский	81,6	73,0	89,5
Западно-Сибирский	12,3	9,3	75,8
Восточно-Сибирский	34,2	26,2	76,6
Украина	239,4	221,1	92,4
Казахстан	93,0	47,1	50,4
Азербайджан	3,0	1,9	63,3

лургии (доменного, сталеплавильного производства и безкоксовой металлургии) и прочих потребителей, включая экспорт, удовлетворялась полностью.

Потребность металлургического производства РСФСР в подготовленном железорудном сырье в основном удовлетворялась продукцией собственных железорудных предприятий и в меньшей степени поставками из Казахстана (до 14 млн т в год) в виде окатышей и аглосырья, а также с Украины - в ограниченном количестве (около 0,6 млн т) кусковой доменной руды для заводов, не имеющих агломерационных фабрик. В балансе подготовленного железорудного сырья по РСФСР ввоз его компенсировался соответствующим (до 30%) по объему экспортом железорудной продукции с горно-добывающих предприятий Центра (КМА) и Севера в основном в восточно-европейские страны (12 млн т в 1990 г.).

Ресурсы железорудных месторождений Украины, главным образом Кривбасса, и производственные мощности крупнейших в стране горно-обогатительных комбинатов и рудников, полностью обеспечивали потребности 12 собственных металлургических предприятий и значительную (до 70%) часть экспорта СССР.

Железородная база и производственные мощности Казахстана обеспечивали железорудным сырьем расположенный на его территории Карагандинский металлургический комбинат (Лисаковский ГОК), а Соколовско-Сарбайский ГОК поставлял железорудное сырье на заводы Южного Урала (Магнитогорский, Орско-Халиловский металлургические комбинаты) и Западной Сибири (Западно-Сибирский металлургический комбинат).

В Азербайджане Дашкесанский ГОК, обрабатывающий Дашкесанское, Южно-Дашкесанское, Демировское месторождения, поставлял железорудное сырье Руставскому металлургическому заводу и Бакинскому заводу утяжелителей.

При весьма высокой общей обеспеченности черной металлургии СССР балансовыми запасами железных руд категорий А+В+С<sub>1</sub> (более 200 лет по уровню добычи в 1990 г.) географическое размещение металлургических предприятий с полным циклом не в полной мере соответствовало размещению горно-рудных предприятий - источников железорудного сырья. Это прежде всего относится к особенностям развития черной металлургии Урала и Сибири в предвоенные и послевоенные годы. Решения о сооружении металлургических предприятий в этих районах были продиктованы необходимостью удовлетворения потребности восточных районов в металлопродукции, сокращения транспортных затрат на сырье, топливо и готовую продукцию. С учетом этих положений новые металлургические заводы размещались непосредственно у собственных сырьевых баз.

В этот период на Востоке страны были построены и интенсивно развивались крупнейшие металлургические комбинаты: Магнитогорский, Орско-Халиловский, Челябинский - на Урале, Кузнецкий и Западно-Сибирский - в Сибири.

Так, Магнитогорский металлургический комбинат, построенный на железорудной базе одноименного месторождения, первоначальную свою мощность по выплавке чугуна увеличил почти в 20 раз и практически полностью отработал запасы Магнитогорского месторождения.

Орско-Халиловский и Челябинский металлургические комбинаты были построены благодаря разведанным запасам железо-хромоникелевых руд и бурых железняков Южного Урала с содержанием железа 30-45%. Однако, с развитием добычи железистых кварцитов КМА и скарново-магне-

титовых руд Северного Казахстана с предварительным их обогащением и производством высококачественных магнетитовых концентратов с содержанием железа 62-68% переработка местных руд стала нерентабельной. В итоге традиционные собственные железорудные базы указанных металлургических предприятий оказались или практически исчерпанными или неэффективными к переработке; добыча их была сокращена или прекращена полностью.

Отсутствие в Челябинской области и на Урале в целом резерва разведанных крупных месторождений и возможности их выявления обусловили необходимость изыскивать для них сырьевые базы в других районах.

Гипрометом с участием научно-исследовательских и проектных институтов, а также институтов по обогащению железорудного сырья и подготовке его к металлургическому переделу на протяжении ряда лет были выполнены работы по технико-экономическому обоснованию снабжения металлургических предприятий отрасли с учетом показателей металлургического передела и транспортных расходов в условиях планово-распределительной экономики страны и стабильных нормативов на транспортировку сырья.

В связи с распадом СССР на 15 суверенных государств существовавшая схема снабжения металлургических предприятий железорудным сырьем оказалась нарушенной и неэффективной и требует существенной корректировки.

Состояние железорудной базы, возможные пути ее освоения и основные направления развития черной металлургии России на ближайшую перспективу в условиях рыночной экономики приводятся во второй части монографии.

## Глава 8

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

#### 8.1. Черная металлургия Российской Федерации в 1991-1994 гг.

Черная металлургия Российской Федерации имеет в своем составе около 200 предприятий, производящих металлопродукцию различного назначения в объеме около 60% от общего объема производства СНГ.

В 1988 г. в РСФСР был достигнут наиболее высокий уровень производства черных металлов (выплавлено чугуна 61,6 млн т, стали 94,1 млн т). Однако уже с 1989 г. объемы производства основных видов продукции начали снижаться, и в 1990 г. выплавлено чугуна на 3,6 и стали на 4,8% меньше по сравнению с 1988 г.

В 1991-1994 гг. ситуация продолжала ухудшаться. Так, добыча сырой железной руды в 1994 г. снизилась против 1990 г. на 64,9 млн т, или на 25,0%, производство товарной руды - на 33,7 млн т, или на 31,5%, выплавка чугуна сократилась на 23,0 млн т, или на 38,7%, и стали на 40,8 млн т, или на 45,5% (рис. 20).

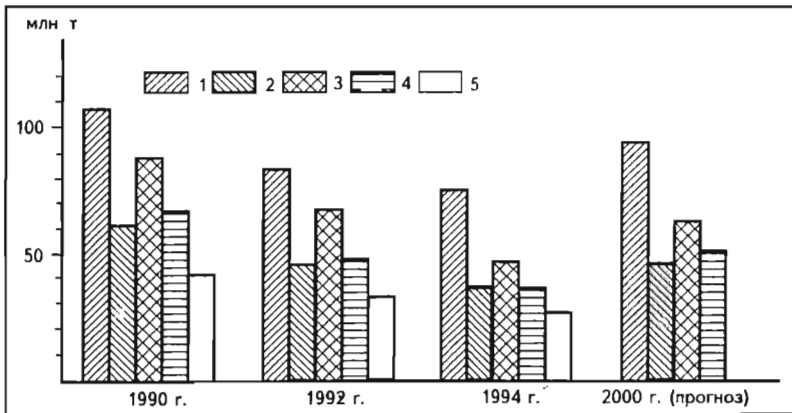


Рис. 20. Диаграмма производства основных видов продукции черной металлургии

1 - железная руда (товарная); 2 - чугун; 3 - сталь; 4 - готовый прокат; 5 - кокс

В целом по сравнению с уровнем 1990 г. объем производства основных видов продукции в 1991-1994 гг. сократился на 25-50%. В результате среднегодовое использование производственных мощностей в 1994 г. составило: по чугуну - около 70%, стали - около 60%, готовому прокату - 56,8% (табл. 63), т.е. снизилось до существенно более низкого уровня, чем в промышленно развитых странах.

По районам России спад показателей работы черной металлургии за 1990-1994 гг. находится примерно на сопоставимом уровне (табл. 64).

## Производственные мощности черной металлургии России

Продукция	Производственные мощности, млн т			Использование производственных мощностей, %		
	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.
Руда железная	103,6	100,5	93,9	79,1	75,7	78,1
Кокс	34,8	34,4	33,8	87,9	81,1	75,1
Чугун	62,8	62,5	51,9	72,9	65,3	70,4
Сталь	89,3	89,3	77,4	74,9	65,3	59,9
Прокат готовый	65,7	66,0	57,1	71,2	64,7	56,8

С 1995 г. обстановка в черной металлургии начала стабилизироваться главным образом за счет увеличения доли экспорта и некоторого оживления внутреннего рынка\*.

Значительными составляющими рынка металлопродукции традиционно являются рынки ближнего и дальнего зарубежья. Однако конкурентоспособность черной металлургии России ограничивается высокими издержками производства на большинстве предприятий отрасли. Расход ресурсов и трудозатраты более чем в два раза превышают уровень аналогичных показателей в странах с развитой экономикой.

Значительную роль в повышенных издержках производства играет высокий расход электроэнергии. Например, удельная энергоемкость 1 т готового проката в среднем по России больше, чем в Японии, на 0,2 т условного топлива. Ориентировочные расчеты показывают, что даже в наиболее благоприятных случаях материальные и энергетические затраты на производство 1 т готового проката в России выше, чем на большинстве современных зарубежных заводах, что значительно сужает рынок сбыта металлопродукции.

Низкая конкурентоспособность товарной продукции обусловлена также и неудовлетворительной ее структурой, представленной в основном концентратами.

В 1992 г., наряду со спадом производства в черной металлургии на 6-17% против 1991 г., отмечается резкий рост цен на товарную продукцию (в 26,5 раза). При этом рентабельность продукции (к себестоимости) снижается. Если в I квартале 1992 г. она составляла в целом по отрасли 116,5% и все предприятия были рентабельны, то во II квартале из-за увеличения затрат этот показатель составил 54,3%.

В 1993 и 1994 гг. финансовое состояние предприятий черной металлургии продолжало оставаться крайне напряженным. Рост задолженности и недостаток финансовых средств в значительной степени был обусловлен беспрерывным ростом цен. Так, в 1993 г. цены на коксующиеся угли повы-

\* От гл. редактора. Тем не менее в 1997 г. товарной руды произведено 70,8 млн т, или 96,6% к уровню 1994 г. Элементы стабилизации проявились в резком снижении темпов спада объемов производства и в улучшении показателей использования производственных мощностей. В частности, в 1997 г. производственные мощности по добыче железной руды использованы на 81%, выплавке чугуна - на 74,7%, выплавке стали - на 67,2.



## Показатели работы черной металлургии

Район	1990 г.			1991 г.			1992 г.		
	Запасы руды*	Добыча руды**	Производство металла***	Запасы руды	Добыча руды	Производство металла	Запасы руды	Добыча руды	Производство металла
Северо-Западный	$\frac{2844,5}{347,3}$	$\frac{55,7}{21,0}$	$\frac{9,5}{12,0}$	$\frac{2800,9}{485,4}$	$\frac{56,3}{19,0}$	$\frac{8,1}{10,6}$	$\frac{2754,1}{484,0}$	$\frac{49,1}{17,0}$	$\frac{7,9}{9,9}$
Центральный и Центральнo-Черноземный	$\frac{31863,2}{30657,2}$	$\frac{100,7}{47,6}$	$\frac{11,9}{11,3}$	$\frac{31772,2}{30657,1}$	$\frac{88,0}{40,7}$	$\frac{8,9}{9,1}$	$\frac{32246,2}{32603,8}$	$\frac{76,9}{36,9}$	$\frac{9,7}{9,0}$
Уральский	$\frac{9284,5}{5525,8}$	$\frac{73,0}{19,9}$	$\frac{26,8}{38,7}$	$\frac{9242,9}{5509,4}$	$\frac{57,5}{16,5}$	$\frac{24,3}{34,8}$	$\frac{9208,2}{5530,0}$	$\frac{50,9}{15,1}$	$\frac{21,7}{31,3}$
Западно-Сибирский	$\frac{1858,7}{856,7}$	$\frac{9,3}{5,4}$	$\frac{10,2}{11,9}$	$\frac{1853,1}{856,7}$	$\frac{7,8}{3,6}$	$\frac{8,2}{9,5}$	$\frac{1856,6}{829,3}$	$\frac{7,5}{4,4}$	$\frac{6,7}{7,8}$
Восточно-Сибирский	$\frac{5260,3}{1853,2}$	$\frac{26,2}{13,1}$	$\frac{-}{0,3}$	$\frac{5264,4}{1855,1}$	$\frac{25,7}{11,2}$	$\frac{-}{0,4}$	$\frac{5247,9}{1853,3}$	$\frac{22,1}{9,9}$	$\frac{-}{0,3}$
Дальневосточный	$\frac{4453,0}{2571,9}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{1,4}$	$\frac{4453,0}{2571,9}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{1,4}$	$\frac{4453,0}{2571,9}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{1,2}$
Итого	$\frac{55564,2}{41812,1}$	$\frac{264,9}{107,0}$	$\frac{59,4}{89,6}$	$\frac{55386,3}{41935,6}$	$\frac{253,2}{91,0}$	$\frac{48,9}{77,1}$	$\frac{57765,9}{43845,3}$	$\frac{209,2}{83,4}$	$\frac{46,1}{67,0}$

\* В числителе - запасы категорий А+В+С<sub>1</sub>, в знаменателе - С<sub>2</sub>;

\*\* В числителе - добыча сырой руды, в знаменателе - производство товарной руды;

\*\*\* В числителе - выплавка чугуна, в знаменателе - стали. Выплавка стали по районам

сились в 3,2 раза, электроэнергию - в 11,7, природный газ - в 8,7, транспортные перевозки - в 12 раз.

Снижение инвестиционной активности в металлопотребляющих отраслях привело к спаду потребности на металлопродукцию на внутреннем рынке. Так, потребление готового проката в России в 1992 г. снизилось против уровня 1991 г. на 8,0 млн т (15,5%), стальных труб - на 2,6 млн т (28%). При этом неостребованными оказались транспортный металл, рельсы (до 30% сложившейся потребности), стальные трубы (до 28%), подшипниковая сталь (до 40%), канаты (до 20%) и т.п.

В 1993 г. потребление проката из черных металлов в стране снизилось против 1992 г. на 29%. Неостребованной оказалась значительная часть металлопродукции, определяющей уровень экономического развития: нержавеющая, электротехническая, подшипниковая сталь, транспортный металл.

Причины спада производства состоят не только в общеэкономических и финансовых трудностях перехода от централизованной планово-распределительной к рыночной экономике, но и в значительной степени могут быть

Таблица 64

России в 1990-1994 гг., млн т

1993 г.			1994 г.			1994 г. к 1990 г., %		
Запасы руды	Добыча руды	Производство металла	Запасы руды	Добыча руды	Производство металла	Запасы руды	Добыча руды	Производство металла
2713,8 483,1	41,7 14,4	6,8 8,5	2677,1 482,3	36,0 13,3	5,8 7,1	94,1 138,9	64,6 63,3	61,0 59
34168,2 32602,8	75,7 33,1	7,7 8,2	34086,9 32602,5	78,0 33,0	8,0 7,7	107,0 106,3	77,4 64,9	67,2 68,1
9158,6 5499,9	53,4 15,7	19,3 28,0	9117,6 5495,7	56,7 14,6	15,9 22,0	98,2 99,4	77,7 57,8	59,3 56,8
1851,9 829,3	6,3 3,6	6,9 8,3	1855,8 829,3	6,3 3,5	6,7 8,3	99,8 96,8	67,7 64,8	65,7 69,7
5230,5 1852,9	20,4 9,2	- 0,3	5213,6 1852,7	19,5 8,9	- 0,2	99,1 100,0	74,7 67,9	- 66,7
4453,0 2571,9	- -	- 0,8	4453,0 2571,9	- -	- 0,7	4453,0 2571,9	- -	- 0,4
57576,0 43839,7	197,5 76,1	40,9 58,3	57404,0 43834,3	194,5 73,3	36,4 48,9	103,3 104,8	73,4 63,6	61,3 59,7

России приведена без заводов спецсталей и других мелких передельных заводов.

отнесены на счет предшествующего периода развития черной металлургии. Широко используемый ранее преимущественно экстенсивный путь развития привел к тому, что капитальные вложения направлялись главным образом на увеличение объемов производства с сохранением физически и морально стареющего оборудования. В течение длительного времени коэффициент обновления основных фондов составлял 0,9-1,2, что в 3-4 раза меньше технически и экономически обоснованного уровня. Более 60% стали и 50% металлопроката производилось на устаревшем оборудовании. Технический уровень черной металлургии России в достаточной мере характеризуется данными о структуре сталеплавильного производства в сопоставлении с аналогичными показателями других стран (табл. 65).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в России основным способом производства стали (более 50%) остается наименее эффективный мартеновский способ, в то время как развитые капиталистические страны полностью от него отказались (Япония, Германия) или используют в минимальных объемах (США). Россия в 3-4 раза отстает также и по приме-

## Структура продукции сталеплавильного производства в 1992 г.,%

Страна	Способ производства стали			
	Кислородно-конвертерный	Электросталеплавильный	Мартеновский	Непрерывная разливка стали
Россия	34,5	14,0	50,7	23,6
КНР	60,3	21,2	18,5	26,5
Япония	70,0	30,0	-	93,9
Германия	82,5	17,5	-	90,0
США	59,6	36,8	3,6	66,3

нению метода непрерывной разливки стали от таких стран, как США и Япония.

Эксплуатация устаревших фондов на предприятиях черной металлургии сопровождается отрицательным воздействием на окружающую среду и общим ухудшением экологической обстановки в районах с высокой концентрацией металлургического производства. В целом по стране на долю предприятий черной металлургии приходится около 20% промышленных выбросов.

Состояние запасов железных руд категорий А+В+С<sub>1</sub> по Российской Федерации в 1994 г., несмотря на резкое сокращение геологоразведочных работ и добычу сырой руды в количестве 854,4 млн т, осталось примерно на уровне 1990 г. (соответственно 57,4 и 55,6 млрд т). Некоторое увеличение запасов категорий А+В+С<sub>1</sub> произошло за счет переутверждения их по Стойленскому месторождению КМА с применением более льготных условий. По остальным районам уменьшение запасов произошло в объемах добычи (см. табл. 64).

Снижение объемов производства чугуна с 59,4 млн т в 1990 г. до 36,4 млн т в 1994 г. и соответственно стали - с 89,6 до 48,8 млн т неизбежно повлекло за собой снижение добычи сырой руды с 259,4 млн т до 194,5 млн т и производства товарной руды со 107,0 до 73,3 млн т.

На снижение объемов добычи сырой и производства товарной железной руды отразилось также нарушение интеграционных связей с бывшими странами-членами СЭВ.

Таким образом, основными факторами, вызвавшими снижение объемов производства в черной металлургии в 1991-1994 гг., кроме уменьшения спроса, явились разбалансированность поставок сырья и материалов, изношенность основных производственных фондов и тяжелое финансовое положение предприятий отрасли и предприятий-потребителей металлопродукции.

## 8.2. Перспективы развития черной металлургии до 2000 г.

Анализ экономической ситуации, сложившейся в черной металлургии России в 1991-1994 гг., является основой для рассмотрения перспективы ее развития до 2000 г. и определения комплекса первоочередных мер по стабилизации работы предприятий и структурной перестройки отрасли в соответствии с одобренной Правительством "Федеральной программой технического перевооружения и развития металлургии России (1993-2000)", разработанной Комитетом Российской Федерации по металлургии с привлечени-

ем предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций отрасли и скорректированной по итогам работы за 1997 г. в Программе Правительства Российской Федерации "Структурная перестройка и экономический рост в 1997-2000 годах".

Основные задачи черной металлургии в рассматриваемый период до 2000 г. и более отдаленной перспективе состоят в следующем:

обновление основных фондов, вывод устаревших мощностей;  
совершенствование структуры производства и оптимизация производственных мощностей;

повышение качества и расширение сортамента металлопродукции и на этой основе существенное снижение металлоемкости национального дохода;

поддержание рудно-сырьевого потенциала;  
ресурсосбережение и снижение издержек производства;  
улучшение экологической обстановки в районах с высокой концентрацией металлургического производства.

Оценивая реальные возможности решения перечисленных стратегических задач, следует учесть, что черная металлургия России обеспечена на длительную перспективу собственными ресурсами минерального сырья и топлива, в том числе разведанными запасами железных руд и коксующихся углей, запасами природного газа и нефти, и только марганцевые и хромовые руды должны поставляться из других стран.

Черная металлургия России обладает значительным экспортным потенциалом по ряду позиций, включая экспорт металлургического сырья, полуфабрикатов и отдельных видов готовой продукции (табл. 66).

Таблица 66

Экспорт продукции черной металлургии

Продукция	1993 г.			1994 г.			1994 г. к 1993 г., %	
	Количество, тыс.т	Сумма, млн дол.	Удельный вес, %	Количество, тыс.т	Сумма, млн дол.	Удельный вес, %	Количество	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Руды и концентраты, включая окатыши	10570,1	247,2	5,5	12845,0	251,9	4,9	121	102
Кокс	244,6	13,7	0,3	307,2	14,9	0,3	-	109
Окатыши металлизированные	331,6	26,8	0,6	399,9	41,4	0,8	121	154
Чугун	2268,4	238,8	5,3	2699,0	316,5	6,1	119	132
Ферросплавы	294,9	172,6	3,9	301,7	287,8	5,6	102	167
Отходы и лом	380,9	45,2	1,0	329,7	41,3	0,8	86	91
Стальные слитки	852,7	156,0	3,5	1512,1	274,3	5,3	177	176
Заготовка литая и катаная	6397,4	1198,9	26,8	7517,0	1420,7	27,6	117	118
Листовой прокат	4169,8	949,0	21,2	5624,3	1331,1	25,8	135	140

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сортовой прокат	4548,8	1014,8	22,7	3682,7	808,5	15,7	81	80
Трубы	175,4	77,7	1,7	102,5	37,6	0,7	58	48
Изделия дальнейшего передела:	253,0	93,2	2,1	322,8	110,6	2,1	131	119
лист с покрытием	145,8	71,0	1,6	278,0	99,5	1,9	191	140
калибровка	26,4	8,0	0,2	29,1	6,8	0,1	110	85
гнутые профили	78,0	13,8	0,3	11,5	2,6	0,1	15	19
железнодорожный крепеж	2,8	0,4	0,0	4,2	1,7	0,0	150	425
Метизы	236,6	61,1	1,4	224,5	60,1	1,2	95	98
Прочая		181,6	4,1		158,3	3,1		87
Всего		4476,6	100,0		5155,1	100,0		115

Вместе с тем для обеспечения устойчивого режима работы российской металлургии должен сохраняться сырьевой импорт из стран СНГ: товарной железной руды (концентрата и окатышей) и хромовой руды из Казахстана, марганцевых руд с Украины.

Принципиальным для прогнозирования развития черной металлургии России является вопрос о продолжительности экономического кризиса и уровня падения производства в различных отраслях экономики. По оценке Совета по изучению производительных сил (СОПС), исходящей из возможности стабилизации экономики после 1995 г., спрос на готовый прокат по сравнению с 1990 г. должен снизиться почти на 15 млн т и стать ниже уровня его фактического производства в 1990 г. на 10 млн т в связи с тем, что крупные потребители качественного металла (заводы авто- и тракторостроения, электротехники, предприятия ВПК) резко сократили производство сложной машиностроительной продукции.

Спрос на стальные трубы, после его падения в 1991-1995 гг., повысится к 2000 г. до 15,8 млн т.

Спрос на метизы и калиброванную сталь в 1995 г. ожидался в объеме 7 млн т, что на 3,6% ниже уровня фактического потребления в 1990 г., к 2000 г. его рост прогнозируется до 8,8 млн т.

Принятые предпосылки о возможной емкости рынка черных металлов позволяют прогнозировать объемы производства готового проката в 2000 г. в размере 43-45 млн т (табл. 67).

Увеличение экспорта готового проката потребует реализации мероприятий, повышающих конкурентоспособность металлопродукции как с точки зрения снижения издержек производства, так и улучшения ее качества.

Специалистами Роскомметаллургии, Минэкономики, Минфина, Роскомнедр, Роскомпрома определена область возможных путей развития сырьевой базы в зависимости от размера инвестиций.

В качестве нижней границы этой области принят уровень мощностей до 2000 г. при действующем объеме инвестиций, состоящем в основном из собственных источников горно-рудных предприятий, при котором за счет

## Фактическая и прогнозируемая потребность в металлопродукции, млн т

Показатели	1993 г.	1994 г.	1995 г.	2000 г.
Производство готового проката	42,7	35,8	37,5	43,0
Внутреннее потребление готового проката	29,8	20,7	23,0	26,2
Экспорт (включая в страны СНГ):				
чугуна	2,3	2,7	3,0	3,1
готового проката	15,0	17,2	17,9	18,5

амортизационных отчислений и прибыли будет осуществляться частичная замена оборудования, горно-проходческие и подготовительные работы в объемах от 10 до 80% от необходимых в зависимости от финансового состояния предприятий. При этом, как и в период с 1991 по 1995 г., до 2000 г. не представляется возможным ввод новых мощностей взамен выбывающих за исключением шахты "Яковлевская" на КМА, которая может быть введена к 2000 г. на мощность 300 тыс.т богатой железной руды.

Расчеты показывают, что при полном отсутствии инвестиций в освоение железорудной базы черной металлургии до 2000 г. произойдет выбытие около 60 млн т мощностей по добыче сырой и свыше 24 млн т по производству товарной руды. За счет собственных средств предприятий возможно поддержание мощностей около 11 млн т по сырой и около 4,5 млн т по товарной руде. При этом 49 млн т по добыче сырой и около 20 млн т по производству товарной руды будут выведены из баланса.

Если по Центрально-Черноземному району возможные потери мощности составят только 15%, то по Уралу они достигнут 24%, а по Сибирскому региону - 43%. В этом случае в России может быть произведено только около 61 млн т товарной железной руды, что с учетом импорта из Казахстана (3 млн т) обеспечит выплавку 28,5 млн т чугуна (при потребности в 42,5 млн т).

Следовательно, для обеспечения минимально необходимой выплавки чугуна (42,5 млн т) мощности по производству товарной железной руды к 2000 г. должны быть доведены до 80 млн т (без учета импорта из Казахстана 6,0 млн т), что выше уровня 1994 г. на 9%.

Компенсация выбывающих мощностей должна осуществляться как за счет поддержания их на действующих предприятиях, так и за счет освоения новых разведанных месторождений, для чего потребуются значительные инвестиции. В этом случае ввод мощностей по производству товарной железной руды возможен в количестве 1,7 млн т на Стойленском ГОКе, доведение добычи богатой руды к 2000 г. до 1,0 млн т на шахте "Яковлевская" в Центрально-Черноземном районе, освоение в Иркутской области Красноярского месторождения для поддержания мощности Коршуновского ГОКа, строительство новых карьеров на базе Изыхольского и Бурлукского месторождений в Красноярском крае и ввод в разработку новых участков разрабатываемых месторождений почти на всех действующих рудниках АО "Сибруда". Реализация инвестиционной программы в Сибири позволит не только не допустить спад объема производства железной руды, но и увеличить производство на 10-15% и тем самым сократить к 2000 г. завоз руды в Сибирь из Центрально-Черноземного района России.

В связи с ухудшением в последние годы рудной базы Урала вкладываемые средства могут дать ощутимый результат только после 2000 г. Поэтому в этот период объем перевозок на Урал из Центрально-Черноземного района сохранится и даже возрастет.

Анализ состояния рудной базы показывает, что даже при поддержании мощностей на действующих предприятиях неизбежны потери их после 2000 г. из-за отработки запасов руды на ряде горных предприятий Урала, Сибири, Северного района.

Наряду с поддержанием и развитием мощностей по добыче железных руд, намечается развитие мощностей по подготовке железорудного сырья к металлургическому переделу, включая реконструкцию и модернизацию фабрик и цехов по обогащению, окомкованию и агломерации, с целью повышения содержания железа в концентрате, улучшения металлургических свойств окускованного сырья, организация производства качественно нового вида сырья для российских металлургов - металлизированных брикетов (Лебединский ГОК).

В основу концепции выхода черной металлургии России из кризиса и развития ее в рассматриваемый перспективный период до 2000 г. положена структурная перестройка отрасли (в том числе завершение приватизации) с использованием современных ресурсосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих конкурентоспособность металлопродукции на внутреннем и внешнем рынках, а также развитие и поддержание на необходимом уровне минерально-сырьевой базы за счет недропользователей.

В числе первоочередных мероприятий следует выделить:

комплексное использование сырья и образующихся в процессе металлургического производства отходов;

глубокое обогащение руды и повышение металлургических свойств подготовленного железорудного сырья и металлолома, расширение производства металлизированного сырья для электросталеплавильного передела;

структурную перестройку сталеплавильного передела с заменой мартеновского процесса современными - конвертерным и электросталеплавильным, а также с развитием непрерывной разливки стали;

рационализацию транспортных связей с целью сокращения издержек на перевозку сырья, полуфабрикатов, готовой продукции;

сокращение затрат энергоресурсов и прочих материалов.

К 2000 г. прогнозируется существенное улучшение структуры металлургического и, в частности, сталеплавильного производства (табл. 68).

Таблица 68

**Фактическая и прогнозируемая структура сталеплавильного производства России, %**

Способ производства стали	СССР	Россия		
	1990 г.	1992 г.	1994 г.	2000 г.
Кислородно-конвертерный	37,9	34,5	43,7	52,0
Электросталеплавильный	9,2	14,0	12,4	18,0
Мартеновский	52,9	50,7	43,9	30,0
Непрерывная разливка стали	17,9	23,6	32,1	69,0

"Федеральной программой технического перевооружения и развития металлургии России (1993-2000)" к 2000 г. в черной металлургии предусматривается снижение материальных, энергетических и трудовых затрат на 25-30%, сокращение экологически вредных выбросов в два раза. Согласно данным расчетов экономической эффективности срок окупаемости капитальных вложений составит 6-7 лет. В качестве источников финансирования определены: собственные средства (амортизация, прибыль, внебюджетные фонды) - 80%, средства государственной поддержки (льготные кредиты, отмена пошлины) - 8%, прочие инвесторы, включая потребителей и иностранных инвесторов - 12%.

Однако практика реализации указанной программы в 1995-1997 гг. показала, что в реальной жизни количество воздействующих факторов оказывается значительно больше, чем учитывается на этапе составления программных документов. Прежде всего труднопрогнозируемы основные ценнообразующие факторы: стоимость электроэнергии и энергетического сырья, транспортных перевозок, импортруемого сырья, состояние налоговой системы, устойчивость рубля, способность экономики к взаиморасчетам и т.д. Важнейшим отрицательным моментом является отсутствие комплексных долгосрочных прогнозов и схем развития производительных сил страны. Имеющиеся по состоянию на 1997 г. примерно у 40% субъектов Российской Федерации программы социально-экономического развития, как правило, краткосрочны и абсолютно не увязаны ни по горизонтали (на межрегиональном уровне), ни по вертикали (на отраслевом и межотраслевом общероссийском уровнях). Значительные сложности испытывает отрасль и из-за незавершенности внутриотраслевой структурной перестройки и институциональных преобразований, неоднократных реорганизаций органов управления на федеральном уровне. В связи с этим достоверность прогнозов развития черной металлургии страны во многом определяется внеотраслевыми экономическими и политическими факторами, которые по состоянию на начало 1998 г. не были благоприятными.





*Часть вторая*

**Железорудная база  
черной металлургии  
Российской Федерации**



## Глава 1

### ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ ПРОВИНЦИИ, ГЕНЕТИЧЕСКАЯ И ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Выполненный большой объем поисковых, разведочных и научно-исследовательских работ (в период 1956-1994 гг.) позволил создать в Российской Федерации надежную железорудную базу, способную обеспечить не только потребности всех металлопотребляющих отраслей промышленности страны, но и внешнюю торговлю железорудным сырьем и металлопродуктами на многие десятилетия. Полученная геологическая информация значительно расширила теоретические познания в вопросах формирования железорудных месторождений, закономерностях их размещения в земной коре, минерального и химического состава, а также промышленной значимости отдельных геолого-генетических и геолого-промышленных типов руд. Разработанные Н.С.Шатским основы формационного анализа и выполненная коллективами ВСЕГЕИ (Д.В.Рундквист и др.), ВИМСа (Г.С.Момджи, В.Т.Покалов и др.) формационная классификация применительно для железных руд положена в основу легенды карты "Железорудные формации Евразии" масштаба 1:5 000 000 (главный редактор Г.С.Момджи, 1988 г.).

Характеристика главнейших железорудных формаций на территории России содержится в работах Б.М.Алешина и др. (1989), А.Я.Архипенковой (1976, 1984), Я.П.Баклаева (1989), Я.Н.Белевцева и др. (1972, 1981, 1984, 1986, 1988, 1991), Н.И.Голивкина и др. (1982, 1984), Г.Ф.Горелова (1984), М.Н.Доброхотова (1964, 1974), А.М.Дымкина (1989), Э.Г.Кассандрова (1984), Е.А.Кулиша (1986), Н.Г.Магакьяна (1969), Г.С.Момджи (1970, 1976, 1977), В.П.Орлова и др. (1984), В.А.Павлова (1976, 1985), И.И.Пастушенко (1984, 1989), Н.А.Плаксенко (1966, 1988), Б.А.Попова (1989), В.Е.Попова (1978, 1986), Л.В.Пустовалова (1957), Н.П.Семененко (1956, 1959, 1978), Г.А.Соколова (1957, 1967), Ю.Г.Старицкого (1978, 1986), Л.Н.Формозовой (1973), И.Н.Щеголева (1985, 1988), М.А.Ярошук (1983) и других. Наиболее полная характеристика железисто-кремнистых формаций приведена в десяти томной монографии "Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР" под редакцией Я.Н.Белевцева (1988-1991). Связь конкретных геолого-промышленных типов железных руд с определенными рудными формациями обоснована в работах М.И.Веригина (1981, 1990), Н.И.Голивкина (1988, 1989, 1991, 1993), Ю.М.Епатко (1991), В.П.Орлова (1991), Н.А.Корнилова (1991), Ю.С.Лебедева (1991), В.П.Мальшева (1991), Д.М.Ефремова (1988, 1993), С.Я.Медведовского (1988, 1993), И.И.Пастушенко (1988, 1989), Н.Ю.Шапошниковой (1988, 1993), Э.Г.Кассандрова (1990) и других исследователей.

В результате всех выполненных научно-исследовательских и геолого-разведочных работ количество разведанных запасов увеличилось в 4,9 раза и составляет на 01.01.1995 г. 101238,3 млн т, в том числе по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 57404,0 млн т и категории С<sub>2</sub> - 43834,3 млн т.

Размещение железорудных месторождений на территории России крайне неравномерное. К настоящему времени уточнены границы девяти основных железорудных провинций: Карело-Кольской, Курской, Уральской, Алтае-Саянской, Ангарской, Ангаро-Енисейской, Забайкальской, Алданской, Дальневосточной; потенциально рудоносными следует считать Анабарскую, Северо-Восточную, Саяно-Байкальскую и Колпашевскую (рис. 1), краткая характеристика которых приведена ниже.

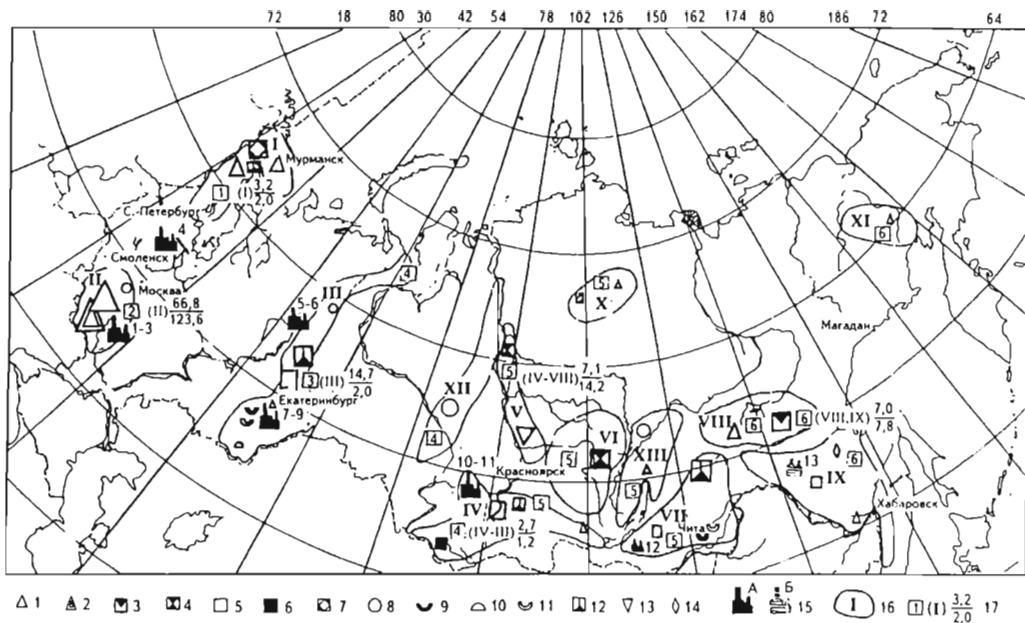


Рис. 1. Размещение железных руд на территории России

1-14 - геолого-промышленные типы месторождений железных руд, распространенные в провинциях (по размеру знака - крупные, средние, мелкие месторождения): 1 - железистые кварциты железисто-кремнистых формаций (верховцевский, оленегорский, костомукшский, лебединский, михайловский, сутамский, веретинский типы), 2 - мартитовые, гематит-мартитовые, мартит-гидрогематитовые, иногда сидеритизированные богатые руды коры выветривания железистых кварцитов (белгородский тип), 3 - магнетитовые метаморфизованной скарнированной формации (алданский тип), 4 - магномагнетитовые магнезиоферритовые скарновой формации (ангарский тип), 5 - магнетитовые скарново-магнетитовой формации (тагильский, кондомский типы), 6 - магнетитовые метаморфизованной скарнированной формации (холзунский тип), 7 - апатит-магнетитовые (ковдорский тип), 8 - сидерит-шамозит-гидрогетитовые бурых железняков (аятский, лисаковский, керченский типы), 9 - гидрогетит-гетитовые бурых железняков коры выветривания сидеритов (новобакальский тип), 10 - хромоникелевые гидрогематит-гетитовых коры выветривания ультраосновных пород (орско-халиловский тип), 11 - сидеритовые (бакальский тип), 12 - титаномагнетитовые (качканарский тип), 13 - кремнисто-гематитовые (ангаро-питский тип), 14 - кремнисто-гематит-магнетитовые марганцовистые (удской тип); 15 - металлургические заводы и комбинаты: А - действующие: 1 - Оскольский, 2 - Тульский, 3 - Новоліпецкий, 4 - Череповецкий, 5 - Серовский, 6 - Нижнетагильский, 7 - Челябинский, 8 - Магнитогорский, 9 - Орско-Халиловский, 10 - Западно-Сибирский, 11 - Кузнецкий, 12 - Петровск-Забайкальский; Б - проектируемые: 13 - Дальневосточный; 16 - железорудные провинции (в скобках - район): I - Карело-Кольская (Северный), II - Курская (Центральный и Центрально-Черноземный), III - Уральская (Уральский, северо-западная часть Западно-Сибирского), IV - Алтае-Саянская (Западно-Сибирский, западная часть; Восточно-Сибирский, центральная и восточная части); V - Ангаро-Енисейская (Восточно-Сибирский), VI - Ангарская (Восточно-Сибирский), VII - Забайкальская (Восточно-Сибирский), VIII - Алданская (Дальневосточный, Восточно-Сибирский, юго-западная часть), IX - Дальневосточная (Дальневосточный). Потенциально-рудные провинции: X - Анабарская (Восточно-Сибирский), XI - Северо-Восточная (Дальневосточный), XII - Колпашевская (Западно-Сибирский), XIII - Саяно-Байкальская (Восточно-Сибирский); 17 - районы: 1 - Северный, 2 - Центральный и Центрально-Черноземный, 3 - Уральский, 4 - Западно-Сибирский, 5 - Восточно-Сибирский, 6 - Дальневосточный, в скобках - номер провинции на территории района, в числителе - разведанные запасы, в знаменателе - прогнозные ресурсы района в млрд т

**Карело-Кольская железорудная провинция** расположена в восточной части Балтийского щита и охватывает Мурманскую, западную часть Архангельской областей и Республику Карелия. На территории провинции расположено 15 разведанных месторождений железистых кварцитов, апатит-магнетитовых и титаномагнетитовых руд с запасами 3159,4 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 2677,1 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>. По добыче сырой и производству товарных железных руд провинция занимает третье место после Курской и Уральской провинций, хотя обладает значительно меньшими по сравнению с другими провинциями балансовыми запасами и прогнозными ресурсами (1445 млн т).

В настоящее время добыча сырой руды осуществляется на семи месторождениях тремя горно-обогатительными комбинатами и составила в 1994 г. 36,1 млн т, товарной руды произведено 13,3 млн т; в 1990 г. соответственно 55,7 и 21,0 млн т.

Основным потребителем железорудного сырья Карело-Кольской провинции является Череповецкий металлургический комбинат.

**Курская железорудная провинция (КМА)** является крупнейшей не только в России, но и в мире. На ее территории в Белгородской, Курской, Орловской областях разведаны и подготовлены к промышленному освоению 18 месторождений, в том числе уникальные по своим масштабам, с разведанными запасами 66689,3 млн т, из них 34066,4 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>, оценены также прогнозныe ресурсы. Железорудный потенциал Курской провинции связан с железисто-кремнистыми формациями докембрия (магнетитовые, гематитовые кварциты, богатые железные руды) Воронежского кристаллического массива. В провинции на 01.01.1995 г. сосредоточено 65,8% общероссийских балансовых запасов и 82,2% (123610 млн т) прогнозных ресурсов железных руд. По добыче сырой и производству товарной железной руды Курская железорудная провинция с начала 80-х годов обошла Уральскую провинцию и вышла на первое место. Добыча руд осуществляется тремя горно-обогатительными комбинатами (ГОКами) открытым и одним комбинатом (КМАруда) подземным способами. В 1994 г. добыча сырой руды из недр составила 78,0 млн т, производство товарных руд - 33,0 млн т, в 1990 г. соответственно 108 и 47,6 млн т.

Потребителями железорудного сырья Курской провинции являются металлургические заводы (комбинаты) Центральных районов России, Урала (главным образом Южного) и частично Западной Сибири.

**Уральская железорудная провинция** уже почти 300 лет обеспечивает железорудным сырьем потребности России. Она охватывает территории Свердловской, Челябинской, Оренбургской, Курганской областей и Республику Башкортостан с разведанными запасами в 74 месторождениях 14613,3 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 9117,6 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub> и прогнозными ресурсами 1988 млн т. Последние оценены также по западной части Тюменской области (600 млн т по категориям Р<sub>1</sub>+Р<sub>2</sub>), которая с точки зрения металлогенического районирования входит в состав Уральской железорудной провинции.

В Уральской железорудной провинции, как ни в какой другой, установлено и изучено большое разнообразие генетических, геолого-промышленных и промышленных типов руд. Объектами добычи являются скарно-во-магнетитовые, титаномагнетитовые, сидеритовые, бурые железняки, железо-хром-никелевые руды и железистые кварциты. По количеству разведанных запасов (15,9%), добыче сырой (27,1%) и производству товарной (19,8%) руды Уральская провинция занимает второе место после Курской.

Отработка месторождений осуществляется семью рудоуправлениями (РУ), одним ГОКом и тремя металлургическими комбинатами. Добыча сырой руды в 1994 г. составила 54,5 млн т, производство товарных руд - 14,9 млн т против 65,8 и 19,9 млн т в 1990 г.

Потребителями железорудного сырья Уральской провинции являются металлургические заводы (комбинаты) Урала. Дефицит в железорудном сырье восполняется за счет поставки его из Курской железорудной провинции и в меньшей мере из Карело-Кольской, а также за счет импорта из Казахстана.

**Алтае-Саянская железорудная провинция** охватывает Алтайский край, Республику Алтай, Кемеровскую область, Республику Хакасия, юг Красноярского края и Иркутской области. На ее территории выявлены и в разной степени изучены 34 месторождения преимущественно скарно-магнетитовых руд и железистых кварцитов докембрия (Байкальская группа месторождений). Железорудный потенциал ее по состоянию на 01.01.95 г. оценивается в 2658,1 млн т запасов категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> (2,6% от общероссийских), в том числе 1806,5 млн (3,1%) категорий А+В+С<sub>1</sub>. Кроме того, в провинции учтено 2695 млн т прогнозных ресурсов (1,8% от общероссийских).

По добыче сырой и производству товарной железной руды Алтае-Саянская провинция занимает четвертое место после Курской, Уральской и Карело-Кольской провинций.

Добыча руд осуществляется восемью рудоуправлениями подземным способом на 11 месторождениях и в 1994 г. составила 14,3 млн т, производство товарных руд - 7,9 млн т против 23,3 и 19,8 млн т в 1990 г.

Потребителями железорудного сырья Алтае-Саянской провинции являются Западно-Сибирский и Кузнецкий металлургические комбинаты.

**Ангарская железорудная провинция** расположена на юге Сибирской платформы и охватывает юго-восточную часть Красноярского края и северную часть Иркутской области. На территории провинции разведано 17 месторождений магнетитовых железных руд скарно-магнетитового типа. Запасы категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> по состоянию на 01.01.1995 г. оцениваются в 2743,4 млн т (или 2,7% от общероссийских), в том числе 2432,0 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub> (4,2%), прогнозные ресурсы оцениваются в 1865 млн т (1,2%). Кроме того известны четыре месторождения, запасы которых оцениваются как забалансовые.

Ангарская железорудная провинция - это пятая из девяти выделенных провинций, на которой осуществляется добыча сырой и производство товарной железной руды. В разработке находятся три месторождения, разрабатываемые Коршуновским ГОКом. Добыча сырой руды из недр в 1994 г. составила 11,6 млн т, производство товарных руд - 4,5 млн т против 14,4 и 5,7 млн т в 1990 г.

Товарные руды Ангарской железорудной провинции подвергаются металлургическому переделу на Западно-Сибирском металлургическом комбинате.

**Ангаро-Енисейская железорудная провинция** занимает западную часть Красноярского края от устья р.Ангары на юге до устья р.Нижней Тунгуски на севере. На ее территории известны три месторождения осадочных гематитовых руд и одно месторождение магнетитовых руд.

Запасы двух месторождений гематитовых руд (Ангаро-Питский железорудный бассейн) оцениваются по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> в 1407,0 млн т, в том числе 854,5 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub> с содержанием железа от

39 до 51,5%; запасы одного месторождения (1269,6 млн т) квалифицируются как забалансовые. Запасы Ангаро-Енисейской железорудной провинции не разрабатываются как из-за отдаленности их местоположения (устье Нижней Тунгуски), так и из-за трудной их обогатимости (гематитовый состав руд).

Вместе с тем месторождения Ангаро-Питского железорудного бассейна являются одними из наиболее крупных по запасам на территории Западной и Восточной Сибири. Доизучение обогатимости руд с использованием полиградиентных сепараторов может принципиально изменить их промышленное значение и создать надежную сырьевую базу для металлургических комбинатов Западной Сибири.

**Забайкальская железорудная провинция** охватывает территорию Республики Бурятия и Читинской области (кроме самой северной части). Здесь известны более 20 месторождений железных руд в основном позднепротерозойско-палеозойского возраста с оцененными ресурсами от нескольких миллионов до 1,1 млрд т (Тыйское месторождение). Однако большая часть месторождений не учтена государственным балансом из-за небольших их масштабов в основном скарново-магнетитовых руд (от 6 до 100 млн т) и из-за расположения более крупных месторождений железистых кварцитов (от 100 до 1100 млн т) в охранной зоне оз. Байкал. В настоящее время на государственном балансе учтены два месторождения на территории Читинской области, запасы одного из которых квалифицированы как забалансовые (Железный кряж). Промышленный интерес представляют запасы резервного разведанного Березовского месторождения сидеритов и бурых железняков. Разведанные запасы провинции составляют 437,5 млн т (0,4% от общероссийских).

Большое промышленное значение могут представлять титаномагнетитовые руды Чинейского месторождения для Петровск-Забайкальского металлургического завода под электро-гидрометаллургическую технологию их передела с извлечением железа, титана и ванадия. Запасы месторождения в зависимости от значения бортового содержания железа оцениваются в 340-900 млн т, прогнозные ресурсы - в несколько миллиардов тонн.

**Алданская железорудная провинция** расположена на Алданском щите и охватывает южную часть Республики Саха (Якутия) и самую северную часть Читинской области. Железорудный потенциал провинции изучался и подготавливался к эксплуатации намечавшимся к строительству Дальневосточным металлургическим комбинатом с использованием коксующихся углей Южно-Якутского угольного бассейна.

Всего в провинции известны и в разной степени изучены 16 месторождений железных руд, восемь из которых из-за небольших масштабов отнесены к забалансовым. Разведанные запасы Алданской провинции составляют 6410,4 млн т (6,3% от общероссийских), в том числе 3918,3 млн т (6,6%) по категориям А+В+С<sub>1</sub>; прогнозные ресурсы оцениваются в 3315 млн т (2,2%). Подготовлены к промышленному освоению три месторождения (Таежное, Десовское, Тарыннахское) с запасами 2960,7 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 2417,6 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>.

Железные руды представлены метаморфизованными железистыми кварцитами и борсодержащими скарново-магнетитовыми рудами докембрия.

**Дальневосточная железорудная провинция** охватывает восточную часть Амурской области, Хабаровский и Приморский края. В провинции известны восемь месторождений железных руд, в том числе Южно-Хинганское, запасы которого из-за трудной обогатимости руд (окисленные желе-



**Геолого-генетическая классификация**

Региональный геолого-промышленный тип - ГПТ (подтип)	Морфология и условия залегания рудных тел	Размеры рудных тел			Минеральные типы, структурно-текстурные особенности и состав руд (минералы) 1. Главные 2. Второстепенные 3. Нерудные
		Протяженность, км		Мощность, м	
		по простиранию	по падению		
1	2	3	4	5	6
<b>1*. Месторождения метаморфизованных</b>					
<b>1.1. Месторождения</b>					
1.1.1. <i>Сутамский</i> (шолгъяврский, бесединский, тараташский, байкальский)	Крутопадающие (50-85 <sup>0</sup> ) пласты, линзы в толщах гнейсов и гранулитов, часто гранитизированные, катаклазированные	0,5-3,0	редко до 8,0	0,1-1,0	Силикатно (пироксен-, гранат-, амфибол-)магнетитовые, гематит-магнетитовые, магнетит-силикатные с полевыми шпатами, полосчатые и разнополосчатые, средне- и крупнозернистые 1. Магнетит 2. Гематит, пирит 3. Кварц, гиперстен, диопсид, глиногиперстен, полевые шпаты
1.1.2. <i>Оленегорский</i> (тарыннахский)	Согласные, крутопадающие (60-85 <sup>0</sup> ) линзы, пласты в толщах зоны контакта, амфиболовых и амфибол-биотитовых гнейсов, кристаллосланцев амфиболитов и слюдяных гнейсов, местами гранитизированных	0,2-3,0 до 5,0-15,0	0,1-1,5 до 3,0	0,5-65,0 до 180-250	Магнетитовые, силикатно (куммингтонит-, роговообманково-, пироксен-) магнетитовые, иногда с гранатом и биотитом, гематит-магнетитовые, магнетит-силикатные, местами с полевыми шпатами, полосчатые, средне-, крупнозернистые 1. Магнетит, гематит 2. Пирит, мартит 3. Кварц, силикаты
1.1.3. <i>Костомукшский</i>	Согласные крутопадающие (45-85 <sup>0</sup> ) пласты и линзы среди углеродистых, слюдяных кварц-биотитовых, слюдяно-амфиболовых, тальк-тремолит-хлоритовых и других сланцев и амфиболитов	0,3-5,0, редко до 10-15,0	0,1-0,5 до 2,0	1-70 до 310-360	Силикатно (грюнерит-роговообманково-, биотит-, щелочно-амфибол-) магнетитовые, магнетитовые, изредка гематит-магнетитовые, магнетит-силикатные с сульфидами, разнополосчатые; мелко-, среднезернистые 1. Магнетит 2. Гематит, пирротин, пирит 3. Кварц, силикаты
1.1.4. <i>Лебединский</i>	Пласты, реже линзы, согласно залегающие в крутопадающих (45-88 <sup>0</sup> ) толщах слюдяных, нередко углистых сланцев и кварцитовидных песчаников	1-3 до 20, нередко до 50-100	0,3-2,5 до 6,0	10-500 и более	Магнетитовые, силикатно (куммингтонит-, актинолит-, тремолит-, биотит-)магнетитовые, нередко с щелочными амфиболами, иногда с эгиринном; карбонат-магнетитовые, гематит-магнетитовые, гематит-магнетитовые с амфиболами, тальком, магнетит-силикатные; полосчатые; мелко- до среднезернистых 1. Магнетит 2. Гематит, мартит, пирит, сидерит 3. Кварц, амфиболы, щелочные амфиболы, слюды, карбонаты, тальк

\* Рубрикация месторождений: 1. - класс, 1.1. - подкласс, 1.1.1. - геолого-промышленный тип.

Таблица 1

## железородных месторождений России

Содержание. %		Обогащаемость; содержание Fe в концентрате, %; применение	Типовые объекты, степень освоенности месторождений и их масштабы	Удельный вес по России, %	
1. Fe <sub>общ</sub> 2. Fe <sub>магн</sub> 3. Fe <sub>гем</sub>	Другие компо- ненты			в запасах ка- тегорий A+B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	в добы- че
7	8	9	10	11	12
<b>руд (железистые кварцы)</b>					
<b>магнетитовых кварцитов</b>					
1. 15,3-47,8 2. 7,2-40,2 3. 0-8	S - 0,15	Весьма легко- и легкообога- тимые; 65,4-72,0; для качественной металлургии, доменного передела	Радостное (Челябинская обл.) - разрабатывается; Байкальское (Иркутская обл.) - резервное; Бесединское (Курская обл.) - прогнозное; Сутамское (Республика Саха - Якутия) - прогнозное; Шолгьяв- рское (Мурманская обл.) - про- гнозное Средние-мелкие	0,02	0,15
1. 20-42 2. 10-31 3. 0,08-0,13	S - 0,01-0,3 P - 0,03 Au	Весьма легко- и легкообога- тимые; 65,1-71,5; для качественной металлургии, доменного передела	Оленегорское, Кировогорское (Мурманская обл.) - разрабаты- ваются; Тарынихское, Горкит- ское (Республика Саха - Яку- тия) - резервные; Чарское (Чи- тинская обл.) - резервное От мелких до весьма крупных	5,63	5,59
1. 20,0-44,5 2. 10-32 3. 1,0-8,5	S - 0,12-0,60 P - 0,001-0,19 Ge, Au, Tr	Легко- и среднеобога- тимые; 63,0-68,9; для доменного передела	Костомукшское - разрабатыва- ется, Корпангское (Республика Карелия) - резервное Весьма крупные, крупные до мелких	1,66	8,83
1. 20-40 2. 10-38 3. 3-10	S - 0,05-0,66 P - 0,06-0,11 Ge, Au	Легко- и среднеобога- тимые; от 66 до 71; для качественной металлургии, доменного передела	Лебединское, Стойленское, Ко- робковское - разрабатываются, Чернянское - резервное (Белго- родская обл.) Уникальные, весьма крупные, крупные	18,88	21,85

1	2	3	4	5	6
<b>1.2. Месторождения гематит-</b>					
1.2.1. <i>Михайловский</i> (малохинганский)	Пластовые, реже линзовидные тела, согласно залегающие в крутопадающих (45-88°) толщах слюдяных, часто углистых сланцев и кварцитовидных песчаников	1-5 до 20, нередко до 50-100	0,3-2,5 до 6,0	20-500	Гематит-магнетитовые, магнетит-гематитовые с щелочными амфиболами, иногда с эгирином, зеленой слюдой, тальком; карбонат-магнетитовые, силикатно-магнетитовые; полосчатые, тонко-, мелкозернистые 1. Магнетит, гематит 2. Мартит, пирит 3. Кварц, амфиболы, слюды
<b>2. Месторождения коры выветривания</b>					
<b>2.1. Месторождения окисленных</b>					
2.1.1. <i>Веретенский</i>	Пластовые, линзовидные, клиновидные, лентообразные тела	0,1-3 до 15 и больше	0,25-0,50, иногда до 1,5-2,0	1-100 и более	Мартитовые, железослюдково-мартитовые, мартит-железослюдковые, магнетит-мартитовые, дисперсногематит-мартитовые, сидерит-мартитовые 1. Мартит, гематит, гидроокислы железа, магнетит 2. Сидерит, пирит 3. Кварц, хлорит
<b>2.2. Месторождения богатых руд</b>					
2.2.1. <i>Белгородский</i> (стойленский, чернянский)	Плаще- и лентообразные тела, линзы и гнезда богатых руд при площадной и клиновидные - при линейной трещинно-площадной коре выветривания на головах и среди окисленных железистых кварцитов и сланцев	0,2-8,0 до 20,0 и больше	Ширина 0,02-0,50 до 3,1; по падению до 0,4-0,6	0,5-80 до 250-370	Мартитовые, железослюдково-мартитовые, гетит-дисперсно-гематит-мартитовые, магнетит-мартитовые, местами сидеритизированные, хлоритизированные Реликто-полосчатые, плотные, рыхлые, высокопористые 1. Мартит, железная слюдка, гематит, гидроокислы железа, сидерит, магнетит 2. Пирит, марказит
<b>3. Месторождения скарново-</b>					
<b>3.1. Месторождения магнетитовых руд</b>					
3.1.1. <i>Алданский</i>	Крутопадающие (45-88°) пластовые и пластообразные рудные тела в ассоциации с магнезиальными скарнами и реже пироксен-скаполитовыми метасоматитами, переслаивающимися с карбонатными и алюмосиликатными породами	0,2-0,5 до 4,0 и больше	0,1-12 и больше	2-50 до 70-200	Магнетитовые с сульфидами, серпентинитом, флогопитом, диопсидом, роговой обманкой, диопсид-скаполит-магнетитовые; комплексные борсодержащие магнетитовые 1. Магнетит 2. Пирротин, пирит, мартит, халькопирит, людовигит, ашарит 3. Форстерит, клиногумит, пироксены, серпентины, скаполит, флогопит, роговая обманка, полевые шпаты

7	8	9	10	11	12
<b>магнетитовых кварцитов</b>					
1. 25-42 2. 10-28 3. Более 10	S - 0,02-0,08 P - 0,05-0,18 Au	Трудно- и среднеобогатимые; сложная схема обогащения - магнитно-гравитационная; 63-66; для доменного передела	Михайловское (Курская обл.) - разрабатывается; Осколецкое, Салтыковское (Белгородская обл.) - резервные; Кимканское, Сутарское (Хабаровский край, Еврейская АО) - резервные Уникальные, крупные, средние	12,94	10,41
<b>железистых кварцитов</b>					
<b>железистых кварцитов</b>					
1. 32-39 2. 1-12 3. 20-32		Весьма трудно- и труднообогатимые; 60-65,7; для доменного передела	Михайловское (Курская обл.), Лебединское, Стойленское (Белгородская обл.) - разрабатываются От мелких до крупных	3,42	5,11
<b>по железистым кварцитам</b>					
1. 45,5-69,0 (среднее 50,2-63,3)	S - 0,03-0,90 P - 0,02-0,11	Без обогащения для доменного передела и качественной металлургии	Михайловское (Курская обл.) - разрабатывается; Стойленское - разрабатывается, Яковлевское, Гостишевское, Висловское Погромцеюкское - резервные (Белгородская обл.) От средних до уникальных	30,18	4,30
<b>магнетитовых руд</b>					
<b>складчатых комплексов древних платформ</b>					
1. 26,1-53,8	S - 1,25-2,1 P - 0,02-0,07 В, Си, Со	Руды комплексные; сложная схема обогащения; 62-68; для доменного передела	Таежное, Десовское, Пионерское (Республика Саха - Якутия) - резервные От мелких до крупных	1,87	-

1	2	3	4	5	6
<b>3.2. Платформенные месторождения</b>					
3.2.1. <i>Ангарский</i>	Серии крутопадающих (60-80 <sup>0</sup> ) субвертикальных штоко-, столбо-, линзо- и жилообразных рудных тел и скарнов; полого-залегающих экранизированных пласто- и линзообразных, а также чашеобразных залежей, приуроченных к вулканотектоническим эксплозивным структурам в чехле древних платформ и в ассоциации с траппами	0,2-1,1 до 3,8-4,5	0,1-0,3 до 1,5 и больше	1-14 до 60-100 и больше	Скарново-магномагнетитовые и скарново-магнетитовые, магнетитовые, магномагнетитовые, гематит-магнетитовые; массивные, брекчиевидные, брекчиевидновкрапленные, полосчатые, оолитовые, сетчато-прожилковые 1.Магномагнетит, магнетит 2.Мартит, гематит, пирит, халькопирит, пирротин, лимонит 3.Пироксены, гранат, кальцит, серпентин, хлорит, флогопит, галит, апатит
<b>3.3. Месторождения магнетитовых руд</b>					
3.3.1. <i>Тагильский</i>	Группы крутопадающих (30-90 <sup>0</sup> ) рудных тел весьма изменчивой (пласто-, линзо-, штокообразные) формы и размеров в толщах метаморфизованных, альбитизированных, серицитизированных, пропицитизированных вулканогенных (основного и среднего состава) и вулканогенно-осадочных (терригенно-карбонатного состава) пород; в метаморфизованных породах кровли интрузивных массивов или внутри их	0,04-0,5 до 2,0	0,3-0,5 до 1,6-1,8 и больше	1-10 до 30-160, иногда до 360	Скарново (гранат-пироксен)-магнетитовые, скаполит-магнетитовые, полевшпат-скаполит-магнетитовые, кальцит-магнетитовые, пирит-магнетитовые; массивные, полосчатые; вкрапленные, прожилково-вкрапленные, брекчиевые 1. Магнетит, пирит 2. Гематит, мартит, мушкетовит, сидерит, халькопирит 3. Гранат, пироксены, эпидот, амфиболы, плагиоклаз, биотит, апатит
3.3.2. <i>Кондомский (кустанайский)</i>	Крутопадающие (40-80 <sup>0</sup> ) рудные тела, представленные сложными линзами, пластами, штоками, гнездами, трубами и жилами среди метаморфизованных, смятых и разбитых разломами, брекчированных вулканогенно-осадочных и терригенных пород в ассоциации с субвулканическими гранитами и сиенитами габбро-сиенитового комплекса	0,01-0,3 до 1,0 и больше	0,1-0,5 до 0,8-1,5 и больше	2-5 до 60-100 и больше	Магнетитовые, сульфидно-магнетитовые, скарново-магнетитовые; массивные, прожилковые, полосчатые; вкрапленные, рлбчиковые, бурундучные, брекчиевидные; мелко- до крупнозернистых 1. Магнетит 2. Мартит, мушкетовит, пирротин, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит 3. Амфиболы, пироксены, гранат, эпидот, скаполит, хлорит, карбонаты (кальцит, доломит, сидерит), альбит, шпинель, флогопит, серпентин, полевые шпаты, кварц
3.3.3. <i>Холзунский</i>	Крутопадающие (60-85 <sup>0</sup> ) пластовые и линзовидные стратиформные залежи руд среди вулканитов кислого состава, песчаников, туфопесчаников и известняков	0,5-1,0 до 8,0 и больше	0,5 до 1,3	20-50 до 130 и больше	Магнетитовые, апатит-магнетитовые с гидросиликатами, альбитом и кварцем; линзовидно-полосчатые, плойчатые, сланцеватые, массивные; тонкозернистые, местами до крупнозернистых 1. Магнетит, гематит 2. Пирит 3. Биотит, альбит, актинолит, хлорит, кальцит, кварц, апатит, эпидот

7	8	9	10	11	12
<b>магнетитовых руд</b>					
1. 15,0-55,3 (среднее 28,0-43,3)	S - 0,001- 0,63 P - 0,01-0,67 В, Mg, NaCl, Mo, Sr, Sn, Cu, Au	Легко- и среднебогатимые; 60-66; для доменного передела	Коршуновское, Рудногорское - разрабатываются; Нерюндинское, Копаевское (Иркутская обл.) - резервные; Тагарское, Огненское (Красно- ярский край) - резервные От мелких до крупных	3,04	4,74
<b>складчатых областей фанерозоя</b>					
1. 15,0-60,1 (среднее 25,0-47,1)	S - сл. - 4,8 P - сл. - 1,93 Cu, Co, Au, Zn	Простая; легко-, среднебогатимая; 52,1-60,0; для доменного передела	Песчанское, Гороблагодатское, Высокогорское, Лебяжинское, Естюнинское - разрабатываются; Северо-Гороблагодатское, Северное Третье - резервные (Свердловская обл.); Ирбинское, Рудный Каскад, Одиночное - разрабатываются; Бурлукское, Знаменское - ре- зервные (Красноярский край); Гаринское (Амурская обл.) - ре- зервное От мелких до крупных	1,96	6,01
1. 20-62 (среднее 29,4-46,7)	S - 1,57-3,24 P - 0,06-0,52 Ni, Co, Ag, Au, Cu, As, Bi, Mo, Pb, Zn	Легкообогатимые; сухая и мокрая магнитная сепарация; от 58-60 до 64; для доменного передела	Магнитогорское (Челябинская обл.), Таштагольское, Шерегеш- ское (Кемеровская обл.), Аба- канское, Тейское (Республика Хакасия) - разрабатываются; Ампалыкское (Кемеровская обл.), Белорецкое, Инское (Ал- тайский край), Волковское (Ре- спублика Хакасия) - резервные От мелких до крупных	3,35	5,06
1. 20-67 (среднее 28,3-45,2)	S - 0,1-2,0 P - 0,1-2,5 MnO - 0,18- 0,22, иног- да до 3,0	Легко-, среднебогатимые; 59-67; для доменного передела	Холзунское (Республика Гор- ный Алтай) - резервное; Гурвунур (Республика Бурятия) - прогнозное Средние, крупные	0,7	-

1	2	3	4	5	6
<b>4. Месторождения магматогенных</b>					
<b>4.1. Месторождения</b>					
4.1.1. Качканарский (чинейский)	Полого-, крутопадающие (20-90°) зоны развития вкрапленных и шлировых сплошных руд пласто-, линзо-, жиллообразных залежей и штокообразных тел в лополитообразных габбро-норитовых или в лакколитообразных габбро-пироксенитовых массивах	0,2-0,4 до 2,75	Массивные 2-4 до 11-65 и больше; зоны вкрапленных руд до 100 и более	0,1-0,3 до 0,8-2,0 и больше	Низкотитаномагнетитовые, среднетитаномагнетитовые, ильменит-титаномагнетитовые; сплошные и вкрапленные; от крупно- до дисперсно-вкрапленных 1. Титаномагнетит, магнетит, ильменит 2. Минералы платиновой группы, хрома; пирит, пирротин, халькопирит 3. Клинопироксен, оливин, роговая обманка, плагиоклаз, шпинель, хлорит, биотит
<b>4.2. Месторождения апатит-</b>					
4.2.1. Ковдорский (дубравинский)	Серии крутопадающих (70-90°) рудных тел штокообразной, цилиндрической, конической, линзообразной, неполнокольцевой, жиллообразной форм, осложненные апофизами, жильными ответвлениями, зонами дробления и брекчирования в ассоциации с карбонатами, среди пироксенитов, ийолитов, оливинитов, фенитов	0,1-0,3 до 1,3 и больше	До 1-2 и больше	До 100-800	Комплексные (бадделейт-apatит-магнетитовые, апатит-форстерит-магнетитовые), маложелезистые (магнетит-apatит-карбонатные, магнетит-apatит-силикатные, апатит-штаффелитовые) и редкометалльные; массивные, полосчатые, вкрапленные, пятнистые, брекчированные; крупнозернистые 1. Магнетит, магноферрит, апатит, бадделейт 2. Ильменит, пирит, пирротин, халькопирит, марказит 3. Форстерит, кальцит, доломит, флогопит, полевые шпаты, диопсид, вермикулит, штаффелит
<b>5. Месторождения</b>					
<b>5.1. Месторождения</b>					
5.1.1. Бакальский	Пласто-, гнездо- и линзовидные залежи в карбонатных и терригенных толщах	0,05-0,1 до 3,5 и больше	0,3-0,7 и больше	0,5-50 до 80-120 и больше	Магнезиальные сидериты, сидериты, глинистые сидериты, полуюкисленные сидериты 1. Сидероплезит, пистомезит, сидерит 2. Гидрогетит, гидрогематит, гетит 3. Анкерит, кальцит, магнетит, доломит, кварц, глинистые минералы
<b>5.2. Месторождения</b>					
5.2.1. Ангаро-Питский	Пластовые и линзовидные полого- и крутопадающие (15-70°) залежи в складчатых, разбитых разломами толщах, представленных переслаиванием рудных пачек с песчаниками и аргиллитами	0,3-5,0 до 14,0	До 0,4-0,5 и больше	0,4-5,0 до 15-25	Гематитовые, гематит-песчанистые, хлорит-гематитовые, гематит-сидеритовые; гравелитовые, конгломератовые, песчаниковые 1. Гематит, гидрогематит, сидерит, магнетит, гетит 2. Пирит 3. Кварц, хлорит, глинистые минералы, серицит

7	8	9	10	11	12
<b>железных руд</b>					
<b>титаномагнетитовых руд</b>					
1. 14,0-17,1 до 34,0 и больше	S - 0,047 P - 0,12 TiO <sub>2</sub> - 0,8-4,7 и больше V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0,05-0,31 и больше Co, Cu, Sc, Ni, Pt, Os	Простая, легкообогатимые; 50-58-61,5; для доменного передела	Гусевогорское, Первоуральское - разрабатываются, Качканарское (Свердловская обл.) - резервное; Чинейское (Читинская обл.) - разведывается; Харловское (Алтайский край) - прогнозное Крупные, весьма крупные до уникальных	12,19	18,27
<b>магнетитовых руд</b>					
1. 8,8-60,0 (среднее 24,4)	S - 0,03-0,4 P - 0,8-13,0 Zr, Nb	Сложная, комбинированная; 63-64; для доменного передела	Ковдорское (Мурманская обл.) - разрабатывается; Дубравинское (Белгородская обл.), Ессей, Ыраас (Красноярский край) - прогнозные Мелкие, средние, крупные	0,68	7,63
<b>осадочных руд</b>					
<b>сидеритовых руд</b>					
1. 20-46 (среднее 33-37)	S - 0,01-0,824 P - 0,009-0,022	Простая гравитационная, обжиг-магнитная; для доменного передела	Ахтенское, Ново-Бакальское, Шихановское (Челябинская обл.) - разрабатываются; Березовское (Читинская обл.) - резервное От мелких до крупных	1,28	1,43
<b>гематитовых руд</b>					
1. 20-55 (среднее 35,6-40,4)	S - 0,002-0,17 P - 0,02-0,09	Труднообогатимые; 48-53; для доменного передела	Нижне-Ангарское, Ишимбинское (Красноярский край) - резервные Средние, крупные	1,45	-



1	2	3	4	5	6
<b>6.0. Месторождения кор выветривания</b>					
<b>6.1. Месторождения бурых железняков в коре</b>					
6.1.1. <i>Новооб- кальский (ала- паевский)</i>	Пластовые, плаще-, линзо-, гнездообразные залежи в коре выветривания на головах пластов и участках дробления сидеритовых руд в зоне окисления; инфильтрационные - в аллювиально-делювиальных отложениях на закарстованных известняках	0,05-0,1 до 1,5-3,0	0,01-0,02 до 0,08-0,20	1-40 до 150-200	Гидрогетитовые, гетит-гидрогетитовые, стриговит-гидрогетитовые бурые железняки, плотные, рыхлые, скорлуповато-ячистые, кавернозные, окристые, охристо-глинистые, сильнопористые, кусковатые, конгломератовидные, обломочные 1. Гидрогетит, гетит, гидрогематит 2. Сидерит, стриговит 3. Кварц
<b>6.2. Месторождения хромистых бурых железняков</b>					
6.2.1. <i>Орско-Халиловский (серовский)</i>	Плащеобразные, пластовые, карстовые залежи в коре выветривания перидотитов, дунитов и продуктов их переотложения (осадочные); в углублениях и карстовых воронках известняков	Площади залежей 0,3-2,75 до 5,0 км <sup>2</sup>		0,7-15,0 до 50,0	Гидрогетитовые, гидрогетит-хлоритовые, гидрогематитовые хромо-никелевые руды, окристые из кор, переотложенные бобово-конгломератовидные, оолитовидные, слоистые 1. Гидрогетит, гетит, гидрогематит 2. Железистые хлориты, сидерит, пиролюзит, псиломелан, хромшпинелиды, нонтонит

зистые кварциты) отнесены к забалансовым. Разведанные запасы провинции оцениваются в 1272,9 млн т (1,3% от общероссийских), в том числе 934,1 млн т (1,6%) по категориям А+В+С<sub>1</sub>; прогнозные ресурсы оцениваются в 6090 млн т (4,0%). К промышленному освоению подготовлены и утверждены ГКЗ СССР запасы категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> двух месторождений: Гаринского в Амурской области - 388,7 млн т и Кимканского в Хабаровском крае - 221,7 млн т. Руды представлены магнетитовыми кварцитами докембрия.

Разведанные запасы Дальневосточной провинции, как и Алданской, рассматривались в качестве сырьевой базы намечавшегося к строительству Дальневосточного металлургического комбината.

ВИМСом разработана и получила широкое признание геолого-генетическая классификация железорудных месторождений России с подробной характеристикой геолого-промышленных типов руд (табл. 1).

По генетическому признаку выделяются шесть классов железорудных месторождений России:

- метаморфизованные железистые кварциты;
- коры выветривания железистых кварцитов;
- скарново-магнетитовые руды;
- магматогенные железные руды;
- осадочные руды;
- коры выветривания сидеритов и ультрабазитов.

Классы месторождений, в свою очередь, подразделяются на тринадцать подклассов, среди которых выделяются региональные геолого-промышленные типы руд.

7	8	9	10	11	12
<b>сидеритов и ультрабазитов</b>					
<i>выветривания сидеритов и инфильтрационные</i>					
1. 20-58 (среднее 37,0-47,2)	S - 0-0,19 P - 0,027- 0,059 до 0,19	Без обогащения; для качественной металлургии	Петлинское, Бакальская группа (Челябинская обл.), Зигазино-Комаровская группа (Республика Башкортостан) - разрабатываются; Алапаевская группа (Свердловская обл.), Березовское (Читинская обл.) - разведанные От мелких до средних	0,42	0,54
<i>в коре выветривания ультраосновных пород</i>					
1. 30-38	Cr - 0,3-1,73 Ni - 0,3-0,7 Co - 0,1 V, Mn, Se, Ca	Без обогащения; для качественной металлургии, легированные	Новопетропавловское, Аккермановское - разрабатываемые; Орловское, Ново-Георгиевское - резервные (Оренбургская обл.); Серовское (Свердловская обл.) - разведываемое От мелких до крупных	0,33	0,08

## 1.1. Месторождения метаморфизованных руд (железистые кварциты)

### 1.1.1. Месторождения магнетитовых кварцитов

В подкласс магнетитовых (метаморфизованных) железистых кварцитов отнесены кварциты сутамского, оленегорского, костомукшского, лебединского региональных геолого-промышленных типов [27,92].

*Сутамский* геолого-промышленный тип представлен высокометаморфизованными силикатно-магнетитовыми и магнетитовыми, иногда и гематит-магнетитовыми рудами, которые приурочены к шовным и межблоковым зонам, обрамляющим купольные гранитоидные поднятия. В пределах зон залежи железистых кварцитов образуют разобщенные моноклиналильные и брахиантиклинальные складки среди мигматитов или гранитоидов.

Руды связаны с осадочно-вулканогенными железисто-кремнисто-гнейсово-гранулитовыми формациями раннего архея и приурочены к толщам пород кольской серии (Центрально-Кольский район), обоянской серии (Курско-Бесединская зона), тараташского комплекса (Уральская провинция), гидатской серии (Алданский район).

Руды сутамского типа в магнитном поле проявляются в виде локальных положительных магнитных аномалий интенсивностью от 2-5 до 20-30 тыс.нТл, длиной 0,5-3 км (иногда до 8 км), шириной от 30-40 до 200-500 м. Группируются они в линейные, изогнутые зоны длиной до 15-17 км. В гравитационном поле сопровождаются слабоинтенсивными локальными положитель-

ными аномалиями. Взаимосвязь гравитационных и магнитных аномалий просматривается в трансформированных полях.

Железистые кварциты находятся в парагенетической ассоциации с гнейсами, амфиболитами, кристаллическими сланцами и гранулитами, которые интенсивно послойно магматизированы плагио-микроклиновыми гранитами и испытывают интенсивное скарнирование, особенно в краевых частях рудных тел.

Рудные залежи сложены многочисленными и кулисообразно залегающими линзовидными телами железистых кварцитов. Размеры рудных залежей по простиранию 0,5-8,0 км (реже больше), а по мощности до 200-300 м. Отдельные рудные линзы, слагающие залежи, имеют длину обычно 0,5-3 км (реже до 8 км), мощность 0,5-40 м (иногда до 150 м). Протяженность рудных залежей на глубину по геофизическим данным до 1 км.

Железистые кварциты преимущественно двупироксен-магнетитовые и роговообманково-пироксен-магнетитовые с гранатами, иногда гематит-магнетитовые с силикатами. Содержание  $Fe_{\text{общ}}$  в рудах изменяется от 15 до 48%,  $Fe_{\text{магн}}$  - от 7,2 до 40,2,  $Fe_{\text{гем}}$  - от 0 до 8, S - до 0,15%.

Руды этого типа, метаморфизованные в условиях гранулитовой и высокотемпературной амфиболитовой фаций, легко- и весьма легкообогащаемые, образуют мелкие и средние месторождения; отрабатываются они на Урале (месторождение Радостное).

Руды *оленегорского* геолого-промышленного типа (тарыннахский подтип) представлены железистыми кварцитами, связанными с вулканогенно-осадочными железисто-кремнисто-амфиболито-гнейсовыми и метабазит-лептит-граувакковыми геологическими формациями, сформировавшимися в эвгеосинклинальных условиях на интрагеосинклинальных поднятиях или прибортовых частях протогеосинклиналей. Железистые кварциты оленегорского геолого-промышленного типа в России приурочены к породам кольской серии Центрально-Кольского металлогенетического и Заимандровского рудного районов Кольского п-ова, обоянской серии в Медвенско-Истобнянской рудной зоне КМА, борсалинской серии Чаро-Токкинской металлогенетической зоны Алданского щита (тарыннахский подтип) [23,37,48,49,92].

Руды оленегорского типа в магнитном поле проявляются в виде локальных положительных магнитных аномалий интенсивностью от 5-10 до 50-60, иногда до 100 тыс. нТл, которые группируются в линейные и изогнутые зоны длиной до 15-20 км. В гравитационном поле они сопровождаются слабоинтенсивными положительными аномалиями или проявляются изгибами изоаномал в зонах высоких градиентов силы тяжести. Взаимосвязь аномалий просматривается в трансформированных полях.

Для железистых кварцитов оленегорского типа характерна парагенетическая ассоциация с гнейсами, амфиболитами и кристаллическими сланцами. Наблюдается переслаивание пачек железистых кварцитов с пачками слюдяных, гранат-амфибол-сланцевых, биотит-амфиболовых, силлиманит-биотитовых гнейсов и сланцев с преобладанием в низах разрезов (в подстилающей толще) амфиболитов, кристаллических сланцев, амфиболовых и биотит-амфиболовых гнейсов, а в верхах разреза (в кроющей толще) глиноземистых (гранат-, силлиманит-, кианит-, ставролитсодержащих) гнейсов, лептитов. Железистые кварциты в разрезах группируются на одном или нескольких уровнях. Породы и руды метаморфизованы в условиях амфиболитовой фации и подвержены интенсивной гранитизации, катаклазу и милонитизации.

В структурном отношении рудоносные толщи приурочены к фрагментарным участкам линейных складчатых зон, нередко ограниченных разломами, находятся среди полей развития гранито-гнейсов и мигматитов или в пределах узких линейных прогибов, ограничивающих гнейсово-гранитные купола. В пределах их отдельные залежи железистых кварцитов представляют собой моноклинали, синклинали, амёбовидные брахисинклинали. Размеры рудных тел, слагающих залежи, обычно невелики - от десятков метров до 3-5 км, иногда до 15 км по простиранию, при мощности 0,5-65 м, иногда до 180-250 м. Падение рудных тел крутое ( $60-85^\circ$ ), согласное с вмещающими породами, местами опрокинутое. На глубину рудные тела распространены от первой сотни метров до полутора-трех километров (Оленегорское, Тарыннахское месторождения). Руды представлены полосчатыми преимущественно силикатно (роговообманково-куммингтонит-, грюнерит-, пироксен)-магнетитовыми, реже магнетитовыми с актинолитом, разностями железистых кварцитов.

Железистые кварциты характеризуются однообразным химическим составом. Содержание  $Fe_{\text{общ}}$  изменяется от 20 до 42%,  $Fe_{\text{магн}}$  - от 10 до 31%, реже больше,  $Fe_{\text{гем}}$  - от 0 до 13%, с небольшим содержанием железа сульфидного. Вредные примеси присутствуют в незначительном количестве: сера 0,01-0,3%, фосфор 0,03-0,08%.

Руды оленегорского типа в основном весьма легко- и легкообогатимые и формируют месторождения от мелких до крупных. На базе руд этого типа работает Оленегорский ГОК в Мурманской области.

К *костомукшскому* геолого-промышленному типу относятся железистые кварциты, приуроченные к вулканогенно-осадочной терригенно-флишевой железисто-кремнисто-сланцевой геологической формации, сформировавшейся в верхнем архее в эв- и миогеосинклинальных условиях. Мощность ее изменяется от 150-400 до 850 м и больше, возраст - более 2,7 млрд лет. Она связана с породами гимольской серии Балтийского щита [23,48,90].

Рудоносная толща (формация) на месторождениях сложена переслаиванием пачек железистых кварцитов разных минеральных типов с кварцсодержащими сланцами разного состава, а также филлитовидными сульфид- и углеродсодержащими сланцами, безрудными и слаборудными кварцитами. Среди осадочных пород формации встречаются метаморфизованные разности магматических пород ультраосновных, основных и кислых, образующих псевдостратифицированные тела. Осадочные породы и руды формации метаморфизованы в условиях эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций, интенсивно гранитизированы и подвергнуты щелочному метасоматозу. Для них характерна отчетливо выраженная слоистость, частое переслаивание в разрезе.

На территории России железистые кварциты костомукшского типа развиты в Карело-Кольской провинции - в пределах Гимольско-Костомукшского рудного узла. В магнитном поле они проявляются в виде локальных магнитных аномалий линейной, дугообразной, округлой формы интенсивностью от 1-5 до 60, иногда до 100 тыс. нТл, протяженностью от 1,5 до 15-20 км, шириной 100-2000 м. В гравитационном поле они проявляются в виде положительных локальных аномалий значительной интенсивности.

Железистые кварциты, образующие моноклиналильные залежи, структурно приурочены к крыльям синклинальных складок (Костомукшское месторождение), дугообразным и кольцевым структурам (Корпангское, Зеворо-Костомукшское месторождения), а также к линейно-складчатым зонам среди гранитоидов и мигматитов. Для локализации оруденения наиболее

благоприятными структурами являются флексурообразные изгибы железорудных толщ.

Железорудные пачки сложены серией сближенных пластообразных тел и линз железистых кварцитов, согласно чередующихся с безрудными и слаборудными кварцитами и сланцами. Мощность пластов и линз железистых кварцитов от 1-70 до 135-200 м и увеличивается в изгибах до 360 м при длине от 0,3-5,0 до 10-15 км, по падению рудные тела прослеживаются до глубины 2 км. Падение рудных тел  $45-85^\circ$ , согласное с вмещающими их породами.

Содержание  $Fe_{\text{общ}}$  меняется от 20 до 44,5%,  $Fe_{\text{магн}}$  - от 10 до 32,  $Fe_{\text{карб}}$  - 0,6,  $Fe_{\text{гем}}$  - 1,0-8,5, серы в среднем по залежам (большая часть из которых представлена пирротинном и уходит в концентрат) - 0,12-0,6, фосфора - от 0,001 до 0,19%. Повышенное содержание серы наблюдается в двуамфиболовых и грюнеритсодержащих магнетитовых кварцитах. Руды легко- и среднеобогатимые формируют месторождения от мелких до весьма крупных. На базе руд этого типа работает Костомукшский ГОК.

*Лебединский* геолого-промышленный тип руд представлен железистыми кварцитами, приуроченными к хемогенно-осадочной железисто-кремнисто-сланцевой формации, сформировавшейся в нижнем протерозое в миогеосинклинальных условиях. Мощность формации до 2000 м, возраст - 2,6-2,2 млрд лет. В Курской провинции она связана с породами курской серии [23,48,55].

На территории Курской железорудной провинции железистые кварциты лебединского типа развиты в основном в Орловско-Оскольской, Крупецкой и ограничено в Курско-Корочанской и Михайловско-Белгородской металлогенических зонах.

В магнитном поле руды проявляются в виде положительных линейно вытянутых, протяженных (от 5-15 до 50 км и больше) высокоинтенсивных (от 5-8 до 150 тыс. нТл) локальных аномалий. В гравитационном поле они проявляются в виде положительных линейно вытянутых локальных аномалий и отдельных крупных максимумов.

В структурном отношении рудные тела приурочены к крыльям или замковым частям крупных синклинальных структур типа Тим-Ястребовской, Волоатовской с глубиной погружения шарниров до 3-5 км и более и к более мелким синклиналям и брахисинклиналям типа Орловской, Салтыково-Волоконовской, Чернянской с глубиной погружения до 2,5 км.

Руды лебединского типа приурочены к коробковской свите, имеющей мощность до 1200 м, и группируются на двух уровнях, соответствующих нижней и верхней железорудным подсветам, разделенным и перекрытым подсветами сланцев.

Рудные залежи сложены полосчатыми железистыми кварцитами с подчиненными пластами сланцев и реже безрудных кварцитов. Железистые кварциты представлены в основном магнетитовыми и силикатно-магнетитовыми разновидностями, подчиненное значение имеют гематит-магнетитовые, силикатно-карбонатно-магнетитовые и магнетит-силикатные разновидности.

Залежи железистых кварцитов имеют пластовую форму, протяженность от 3 до 50-100 км, мощность от первых метров до 500 и более. Падение залежей  $45-88^\circ$ , иногда опрокинутае. Железистые кварциты залегают согласно с вмещающими породами. Содержание  $Fe_{\text{общ}}$  в них меняется от 20 до 40% (в среднем 32-38%),  $Fe_{\text{магн}}$  - от 10 до 38% (в среднем 26-29%),  $Fe_{\text{гем}}$  - от 3 до 10%,  $Fe_{\text{карб}}$  - от 0 до 5%.

Руды лебединского типа метаморфизованы в условиях эпидот-амфиболитовой, амфиболитовой и реже зеленосланцевой фаций. На железистых кварцитах повсеместно развита кора выветривания мощностью 5-90 м и более.

Месторождения руд лебединского геолого-промышленного типа по масштабам соответствуют крупным и весьма крупным месторождениям. Важной особенностью руд данного типа является их в основном легкая, реже средняя обогатимость. На базе руд этого типа работают Лебединский, Стойленский и Коробковский ГОКи КМА.

### **1.1.2. Месторождения гематит-магнетитовых кварцитов**

Руды *михайловского* (малохинганского подтипа) геолого-промышленного типа развиты на КМА в основном в центральной части Михайловско-Белгородской зоны, меньшее развитие они имеют в Орловско-Оскольской металлогенической зоне и Дальневосточной железорудной провинции в Малохинганском и Удско-Шантарском железорудных районах [27,49,50,92].

Руды михайловского типа в Курской провинции, как и руды лебединского типа, связаны с хемогенно-осадочной железисто-кремнисто-сланцевой формацией нижнего протерозоя. Развиты они на двух стратиграфических уровнях, соответствующих железорудным подсвитам коробковской свиты курской серии.

В магнитном поле руды проявляются в виде положительных линейно вытянутых (протяженностью до 50-100 км) высокоинтенсивных (10-80 тыс. нТл) локальных магнитных аномалий. В гравитационном поле они фиксируются в виде положительных линейно вытянутых аномалий и отдельных крупных по размерам максимумов.

В структурном отношении рудные залежи приурочиваются к крыльям крупных синклинальных структур типа Михайловской, Белгородской, Тим-Ястребовской с глубиной погружения шарниров до 6-8 км и к ядрам синклинальных структур типа Шаблыкнской, Жигаевско-Реутецкой, Корочанско-Большестроицкой и брахисинклиналей типа Погромецкой с глубиной погружения до 1,5-2,0 км.

Рудные залежи сложены полосчатыми железистыми кварцитами с резко подчиненными прослоями безрудных кварцитов и сланцев. Железные руды представлены преимущественно гематит-магнетитовыми и магнетит-гематитовыми (45-78% общей мощности железистых кварцитов разреза) разновидностями, подчиненное значение имеют магнетитовые, силикатно-магнетитовые и карбонатно-силикатно-магнетитовые разности.

Железистые кварциты образуют залежи протяженностью от 1-5 до 20, нередко до 50-100 км. Мощность их изменяется от 20 до 500, иногда до 730 м, увеличиваясь до 2100 м в ядрах складок и усложненных крыльях структур (Михайловское месторождение КМА). Иногда они образуют линзовидные залежи типа Погромецкой размером до 7,5x3 км. Падение залежей крутое (45-88°), иногда опрокинутое, согласное с вмещающими толщами. Форма их пластовая, иногда линзовидная. Содержание  $Fe_{общ}$  в рудах изменяется от 25 до 42% (в среднем от 32 до 41),  $Fe_{магн}$  - от 10 до 28%,  $Fe_{гем}$  - более 10%. Руды малохинганского подтипа отличаются повышенным содержанием марганца, иногда до 17%. Метаморфические изменения руд соответствуют зеленосланцевой и реже эпидот-амфиболитовой фации. На железистых кварцитах повсеместно развита кора выветривания мощностью от 5-20 до 100-150 м, повышаясь в зонах дробления до 250-300 м, опускаясь по зонам

линейных разломов до глубины 800 м и более от поверхности докембрия (Белгородский рудный район).

Руды михайловского типа тонко- и мелкозернистые, реже среднезернистые, труднообогатимые, иногда среднеобогатимые. На базе руд этого типа на КМА работает Михайловский ГОК.

## **1.2. Месторождения коры выветривания железистых кварцитов**

Среди руд коры выветривания железисто-кремнистых формаций выделяются окисленные железистые кварциты и богатые мартитовые и гематит-мартитовые руды, промышленные концентрации которых связаны главным образом с железистыми кварцитами железисто-кремнисто-сланцевой и железисто-кремнисто-сланцево-карбонатной формаций нижнего протерозоя [23,48]

### **1.2.1. Месторождения окисленных железистых кварцитов**

К *веретененскому* геолого-промышленному типу относятся окисленные кварциты, образующие плащеобразные залежи мощностью от 1-2 до 80-100 м и более. В зонах разломов окисленные руды прослеживаются в Белгородской области на глубину до 800 м. Запасы руд этого типа разведаны в КМА в пределах Михайловского и Лебединского месторождений. Прогнозные ресурсы имеются на более широких площадях.

Содержание  $Fe_{\text{общ}}$  в окисленных железистых кварцитах составляет 32-39%,  $Fe_{\text{магн}}$  от 1 до 12% (в среднем 6-7).

По минеральному составу выделяются мартитовые, железослюдково-мартитовые, мартит-железослюдковые, дисперсногематит-мартитовые, сидерит-мартитовые, магнетит-мартитовые, плотные и рыхлые руды. Руды весьма трудно- и труднообогатимые и требуют сложных схем обогащения. Они приобретают большее промышленное значение с разработкой новых технологий обогащения и оборудования.

Наиболее крупные месторождения окисленных железистых кварцитов находятся в Михайловско-Белгородской металлогенической зоне Курской провинции.

### **1.2.2. Месторождения богатых руд по железистым кварцитам**

*Белгородский* геолого-промышленный тип руд (стойленский, чернянский подтипы) - это богатые руды, представляющие собой конечные продукты гипергенного преобразования железистых кварцитов железисто-кремнисто-сланцевой и железисто-кремнисто-сланцево-карбонатной формаций протерозоя (курской, оскольской серий Курской провинции) в условиях латеритного выветривания.

Руды данного типа широко развиты в Белгородском и меньше в Михайловском и Оскольском рудных районах, где они формируют залежи площадного и линейного типов.

Основная масса богатых железных руд белгородского типа Курской железорудной провинции сформировалась за счет гематит-магнетитовых кварцитов михайловского геолого-промышленного типа. В Белгородском районе [48,55,80] богатые руды почти сплошным плащом покрывают выходы железистых кварцитов, которые и определяют размеры их залежей: длина от 0,5-8 до 20,0 км и больше, ширина 20-500 м, а в сложных складчатых участках до 1500-3120 м и мощность от 0,5 до 250 м, изредка до

370 м. Средняя мощность залежей колеблется от 27-30 до 110-125 м (Яковлевское, Гостищевское, Висловское, Большетроицкое, Мелихово-Щебекинское, Разуменское месторождения). Залежи богатых руд линейного типа приурочиваются к зонам дробления и контактам со сланцами. Линейные залежи обычно имеют неправильную клиновидную форму, крутопадающие; протяженность таких залежей до 6,0 км и более. Нижняя граница их иногда погружается на 500-600 м ниже поверхности фундамента. Мощность на уровне эрозионного среза достигает 300 м (Яковлевское месторождение), а на глубине 400-600 м снижается до 50-80 м и выклинивается.

Рыхлые и слабо цементированные руды по минеральному составу представлены в основном мартитовыми, железослюдково-мартитовыми, мартит-железослюдковыми и меньше гидроксил-мартитовыми разностями. Они характеризуются высокой пористостью и представляют собой рыхлую, порошковатую или слегка цементированную массу, в отличие от нее мартит-гидрогематит-гидрогетитовые руды (краски), имеющие небольшое развитие, обычно представлены глинистыми образованиями.

Плотные железные руды мощностью 1-25 м, иногда больше, локализуются в приповерхностных частях залежей. Плотность руд обусловлена цементацией их рыхлых разностей минералами (сидерит, хлорит, кальцит, сульфиды и другие) в процессе инфильтрации растворов с образованием карбонатизированных и хлоритизированных разностей.

Кроме руд белгородского геолого-промышленного типа, среди богатых руд коры выветривания выделяются руды стойленского и чернянского геолого-промышленных подтипов, которые по сути своей являются минералогическими разновидностями руд белгородского типа.

Таблица 2

Химический состав богатых железных руд, %

Компоненты	Стойленский подтип (плотные руды)	Белгородский тип (рыхлые руды)	В среднем по плотным и рыхлым рудам
<i>Оскольский и Михайловский рудные районы</i>			
Fe <sub>общ</sub>	46,4-53,3	56,4-61,3	52,0-56,6
SiO <sub>2</sub>	3,9-10,5	4,1-9,4	4,3-8,7
TiO <sub>2</sub>	0,14-0,30	0,18-0,28	0,16-0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,0-3,7	2,0-3,0	2,6-3,1
S	0,24-0,90	0,15-0,32	0,26-0,55
P	0,024-0,09	0,026-0,03	0,027-0,09
П.п.п.	7,12-13,72	2,8-6,33	6,5-11,4
<i>Белгородский рудный район</i>			
Fe <sub>общ</sub>	48,61-57,3	56,1-67,59	58,2-63,6
SiO <sub>2</sub>	1,69-10,9	0,92-8,01	2,7-5,77
TiO <sub>2</sub>	0,04-0,29	0,05-0,30	0,09-0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,30-6,83	0,55-7,79	1,1-3,4
S	0,07-0,43	0,03-0,7	0,016-0,150
P	0,022-0,080	0,02-0,098	0,030-0,113
П.п.п.	3,8-17,5	0,9-10,6	2,7-5,7

Среднее содержание основных компонентов в рудах белгородского геолого-промышленного типа приведено в табл. 2.



### 1.3. Месторождения скарново-магнетитовых руд

Эти месторождения известны на докембрийских щитах (алданский геолого-промышленный тип), в осадочном чехле в зонах активизации древних платформ (ангарский геолого-промышленный тип) и особенно широко развиты в складчатых областях фанерозоя (тагильский, кондомский, холзунский геолого-промышленные типы) [23].

#### 1.3.1. Месторождения магнетитовых руд складчатых комплексов древних платформ

Руды алданского геолого-промышленного типа представлены магнетитовыми и комплексными магнетитовыми рудами.

Распространены руды алданского типа в Алданской железорудной провинции в Южной Якутии и связаны с магнезиально-скарново-магнетитовой вулканогенно-осадочной формацией алданского типа [23].

Они располагаются по периферии брахисинклинальных структур (Леглиерской и Дес-Хатыминской) Алданского щита, сложенных породами федоровской свиты иенгрской серии, на сочленении их с гранито-гнейсовыми куполами.

В магнитном поле оруденение алданского типа проявляется в виде положительных линейно вытянутых аномалий интенсивностью 3-25 тыс. нТл. Оруденение стратиформное, приурочено к леглиерскому и хатыминскому горизонтам средней подсвиты федоровской свиты.

Рудные тела залегают обычно среди диопсидсодержащих кальцифиров, превращенных в результате метасоматических процессов в эпидот-скаполит-гранатовые скарны, образуя рудоносные горизонты. Рудоконтролирующими породами для рудных тел являются магнезиальные скарны, реже околоскарновые пироксен-скаполитовые метасоматиты. На всех месторождениях руды и скарны испытывали локальную серпентинизацию, актинолитизацию и карбонатизацию, неизвестные за пределами рудных полей. Руды и скарны секутся жилами пегматитов и пегматоидных гранитов и мезозойскими дайками сиенит-порфиоров [49,50,53].

Мощность рудоносных горизонтов 200-400 м, выходы их на поверхность прослеживаются на 6-10 км. В рудоносных горизонтах руды формируют линзо- и пластообразные либо более сложной формы рудные тела мощностью от 2-50 до 70-200 м, длиной от 200-500 м до 4 км (Таежное, Десовское месторождения) и протяженностью на глубину 100-1200 м и более.

В рудах алданского типа среднее содержание по месторождениям составляет, %: Fe<sub>общ</sub> - 26,1-53,8, S - 1,30-2,43, P - 0,02-0,07. Для руд алданского типа характерно повышенное содержание MgO (2,13-11,40%). Наиболее богатые разности руд тяготеют к подошве рудных пачек.

Кроме магнетита значительное участие в рудах принимают магнезиально-железистые бораты (людовигиты) и продукты их гисторогенного разложения (ашарит и др.).

Руды требуют сложной схемы обогащения. Из них возможно получение железорудных и сульфидных концентратов, а также борсодержащих металлургических шлаков. Формируют они месторождения от мелких до крупных.

### **1.3.2. Месторождения магнетитовых руд платформ**

*Ангарский* геолого-промышленный тип представлен магномагнетитовыми рудами, связан с гидротермально-метасоматической водносиликатно-скарново-магномагнетитовой (магнезиоферри-скарновой) формацией, развитой в зонах тектоно-магматической активизации древних (Сибирской) платформ, локализуется в породах осадочного чехла. Руды данного типа развиты в пределах Ангарской и Ангаро-Енисейской железорудных провинций [23,53].

В магнитном поле руды ангарского типа проявляются в виде локальных аномалий изометричной, округлой или продолговатой формы интенсивностью от 5 до 15-25, иногда до 50 тыс.нТл преимущественно отрицательного (из-за обратнополярной суммарной намагниченности руд), редко положительного знака.

В гравитационном поле рудные тела сопровождаются локальными положительными аномалиями.

Месторождения руд ангарского типа распространены в наиболее тектонически активных краевых частях Сибирской платформы. Они приурочены к вулкано-тектоническим структурам, к трубкам взрыва, которые располагаются вдоль и на пересечении глубинных разломов.

Рудные залежи представляют собой в большинстве случаев сочетания секущих крутопадающих ( $45-85^{\circ}$ ), столбо-, трубо-, линзо-, жилообразных, полукольцевых и сложноветвящихся неправильной формы рудных тел, реже согласных-пластообразных и иногда чашевидных рудных тел.

Размеры рудных тел различные, длина их от 200-1100 до 4500 м, мощность от 1-14 до 60-100 м и распространение по падению от 100-300 до 1500 м и больше.

По составу руды магнетитовые (магномагнетитовые), кальцит-магнетитовые, гематит-магнетитовые, силикатно-магнетитовые и другие. Главными рудными минералами являются магнетит, магномагнетит; второстепенные - гематит, маргит, пирит, халькопирит, лимонит, пирротин; нерудные - пироксены, гранат, серпентин, эпидот, актинолит, хлорит, кальцит, халцедон, хлорапатит, галит, флогопит.

Содержание железа в рудах ангарского типа 15-50 до 67% в жильных (в среднем 28,0-43,3), оксида магния 5,3-13,4, оксида кальция 1,3-11,8, серы от 0,001 до 0,63, фосфора 0,01-0,67%.

Руды обогащаются с применением простых схем обогащения.

Размер месторождений от мелких до крупных. На базе руд этого типа работает в Восточной Сибири Коршунувский ГОК.

### **1.3.3. Месторождения магнетитовых руд складчатых областей фанерозоя**

*Тагильский* геолого-промышленный тип магнетитовых руд формируется в геосинклинальных сложно-дислоцированных вулканогенно-осадочных и вулканогенных толщах пород нижнего и среднего кембрия (Дальневосточная, Алтае-Саянская, Забайкальская провинции), нижнего и верхнего силура и нижнего девона (Уральская провинция). Руды находятся в парагенетической ассоциации с позднегеосинклинально-раннеорогенными вулкано-плутоническими образованиями известково-щелочной серии (габбро-альбитовыми и габбро-диорит-граносиенит-диоритовыми комплексами).

ми), секутся дайками диорит-порфириров, плагиогранит-порфириров, порфириров, диабазов [22,23,53,56].

В магнитном поле руды тагильского типа характеризуются положительными локальными аномалиями интенсивностью от 1 до 50 тыс.нТл. В гравитационном поле они сопровождаются положительными локальными гравитационными аномалиями интенсивностью до 3-5 мГл.

Магнетитовое оруденение обычно связано со скарнами и замещает вместе с ними вмещающие карбонатсодержащие туфогенные породы, известняки и известковистые брекчии, образуя скарново-рудные зоны длиной от 300-800 до 2000-3000 м, иногда до 5-8 км, шириной от 60-100 до 500-700 м, которые располагаются как на некотором удалении (1-2 км) от интрузивного комплекса в зоне бокового воздействия, так и в зоне его экзоконтакта.

В пределах отдельных зон оруденение носит прерывистый характер и проявляется обычно в виде серии крутопадающих и пологозалегающих рудных тел пласто- и линзообразной формы, согласных с вмещающими их толщами, реже встречаются секущие жило-, столбо-, штоко-, гнездообразные тела. Количество рудных тел варьирует от первых единиц до 55-60 и более. Размеры их колеблются по простиранию от 40-500 до 2000 м, по падению от 300-500 до 1600-1800 м и больше, мощность от 1-10 до 30-160 м, иногда до 360 м.

Руды данного геолого-промышленного типа неоднородны по своему составу. В основном это магнетитовые, силикатно-магнетитовые, мушкетовит-магнетитовые, реже сульфидно-магнетитовые. Содержание компонентов в рудах составляет, %: Fe<sub>общ</sub> - 15,0-60,1, в среднем по месторождениям 25-47,1; S - от следов до 4,8; P - от следов до 1,93; SiO<sub>2</sub> - 3,36-34,45; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2,2-12,05; CaO - 1,7-17,0; MgO - 1,52-11,8; Mn - 0,15-2,29; Cu - от следов до 2,39. В связи с этим руды тагильского типа в основной своей массе обогащаются по простым схемам, комплексные руды требуют сложных схем обогащения. Они формируют мелкие, средние и реже крупные месторождения.

*Кондомский* геолого-промышленный тип (кустанайский подтип) магнетитовых руд генетически связан со скарново-водносилкатно-магнетитовой формацией и парагенетически - с позднеорогенной формацией субвулканических гранитов и сиенитов габбро-сиенитового комплекса, производных основной магмы [23,52,53,74].

По многим признакам и основным характеристикам Кондомский геолого-промышленный тип руд близок Тагильскому типу, поэтому их разделение в какой-то мере условно.

Развиты месторождения данного типа в Алтае-Саянской (Таштагольское, Шерегешевское, Белорецкое и другие месторождения), Забайкальской и меньше в Уральской металлогенических провинциях.

В геофизических полях месторождения кондомского типа проявляются положительными локальными магнитными аномалиями интенсивностью от 3-5 до 20-50 тыс.нТл и гравитационными локальными положительными аномалиями интенсивностью до 1,5-3 мГл.

Месторождения приурочены к рудным зонам: кольцевым, серповидным и линейным, имеющим протяженность до 7,5 км, шириной до 500 м и более. Оруденение размещается в интенсивно дислоцированных и метаморфизованных вулканогенно-осадочных и осадочных породах от кембрия до девона, иногда венда, служащих кровлей, или располагается висячем боку интрузий габбро-сиенитового комплекса.

Месторождения имеют протяженность по простиранию от 300-500 м до 2,5-3,5 км, по падению до 1,5 км. Рудные зоны на месторождении нередко представлены серией сближенных рудных тел, количество которых на раз-

ной глубине колеблется от одного до четырех и больше. Рудные тела, перемежаемые с метасоматитами, иногда с параллельными им дайками мелкозернистых сиенитов (Шерегешевское месторождение), крутопадающие (40-90°), пласто- и линзообразные, гнездообразные, штокверковые, трубовидные, жильные. Они вытянуты по простиранию от нескольких десятков метров до 1 км и более, по падению от первых метров до 800-1500 м, мощность их от 2-5 до 60-100 м и более. Главным рудным минералом является магнетит нескольких генераций, второстепенные - мушкетовит, мартит, пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит, арсенопирит и др., нерудные - гранаты, амфиболы, эпидот, пироксены, хлорит, карбонаты (кальцит, доломит, сидерит), альбит, шпинель, флогопит, серпентинит, полевые шпаты, кварц, апатит, сфен.

Выделяются руды магнетитовые, сульфидно-магнетитовые и скарново-магнетитовые.

Содержания в рудах  $Fe_{\text{общ}}$  - 20-62%, S - 1,57-3,24%, P - 0,06-0,52%.

Руды кондомского типа обогащены сульфидами, содержащими медь, кобальт, никель, мышьяк, висмут, а также серебро и золото, в связи с чем требуют сложных схем обогащения. В настоящее время попутные компоненты не извлекаются. По запасам месторождения - от мелких до крупных.

*Холзунский* геолого-промышленный тип магнетитовых и гематит-магнетитовых руд ассоциирует с водносиликатно-гематит-магнетитовой формацией вулканогенно-осадочных комплексов кислого состава.

Встречаются месторождения данного типа в Алтае-Саянской (Холзунское месторождение) и в Забайкальской провинциях [23,53].

Руды холзунского типа локализируются в сложнорасположенных мигеоосинклиналях, в различной степени метаморфизованных отложениях палеозоя и приурочены к определенному горизонту.

В рудном горизонте, имеющем мощность 70-300 м, руды составляют более 25% общей мощности. Руды магнетитовые и апатит-магнетитовые, нерудная часть их представлена альбит-гидросиликатно-кремнистой массой. Рудный горизонт состоит из сближенных рудных тел пласто- и линзообразной формы, залегающих согласно со смятыми в складки вмещающими метаморфизованными туфогенно-осадочными породами.

Рудные тела имеют протяженность от 0,5 до 8 км, мощность их 20-50 м, иногда до 150 м, по падению (геофизические данные) они распространяются до глубины более 1,3 км.

По простиранию магнетитовые рудные тела на Холзунском месторождении сменяются кварц-гематитовыми рудами типа железистых кварцитов.

Содержание железа в рудах холзунского типа в среднем 28,3-45,2%, для них характерно повышенное содержание фосфора в среднем 0,26-0,47% и марганца иногда до 3%.

Руды легко- и среднеобогатимые, формируют мелкие, средние, иногда крупные месторождения.

## 1.4. Месторождения магматогенных руд

### 1.4.1. Месторождения титаномагнетитовых руд

Руды *качканарского* геолого-промышленного типа генетически связаны с интрузиями основного и ультраосновного состава - габбро, пироксенидами, реже перидотитами, анортозитами, оливинитами, габбро-норитами, габбро-диабазамы. Наибольшее развитие эти руды получили на территории

Уральской, Забайкальской, Карело-Кольской и Алтае-Саянской железорудных провинций. Наиболее характерными примерами месторождений данного геолого-промышленного типа являются месторождения Урала (Гусевогорское, Собственно-Качканарское, Первоуральское), в стадии геологического изучения находятся руды Чинейского интрузивного комплекса в Забайкалье [23,53,105,123].

Формирование титаномагнетитовых руд происходит при кристаллизационной дифференциации интрузивов и в процессе ликвационного расслоения расплава на силикатную и окиснорудную часть (Шабалин, 1984). При кристаллизационной дифференциации образуется относительно бедновкрапленное оруденение, а при ликвации - богатые до сплошных руд. При этом в окиснорудную часть, кроме железа, обособляются также титан и ванадий, в связи с чем титаномагнетитовые руды являются комплексными железо-титано-ванадиевыми. Содержание и соотношение титана, ванадия и железа в титаномагнетитовых рудах существенно варьируют: они могут быть существенно титановыми или существенно железорудными. По соотношению количества в рудах железа валового и двуокиси титана выделяются: низкотитанистые ( $Fe/TiO_2$  больше 8) железо-ванадиевые руды; среднетитанистые ( $Fe/TiO_2$  от 5 до 8) существенно железо-ванадиевые руды; высокотитанистые ( $Fe/TiO_2$  от 2,3 до 5) железо-титано-ванадиевые руды; весьма высокотитанистые ( $Fe/TiO_2$  меньше 2,3) существенно титановые руды.

К качканарскому геолого-промышленному типу условно отнесены низкотитанистые железо-ванадиевые руды ( $Fe/TiO_2$  больше 8) по экономическим (извлечение титана считается невыгодным из-за низкого содержания) и технологическим соображениям (отработана технология доменный процесс - двойное конвертирование с извлечением ванадия из сталеплавильных шлаков). Вместе с тем уже разработаны пиро-гидрометаллургические технологии, позволяющие извлекать титан как экономически выгодный попутный компонент (доменный процесс - электроплавка - гидрометаллургия; глубокая металлизация титаномагнетитовых окатышей с селективной коагуляцией железного королька и переводом сопутствующих элементов в шлаковую оболочку).

Руды данного геолого-промышленного типа формируют месторождения в виде вкрапленных или шпиро-вкрапленных зон, вытянутых согласно с простиранием вмещающих пород с размерами до 8-10 км при ширине до 3 км. Основным рудным минералом является титаномагнетит в виде идиоморфных, ксеноморфных или пылевидных включений. Содержание  $Fe_{общ}$  колеблется от 14 до 34% (в среднем 16-18),  $TiO_2$  - от 0,8 до 4,7,  $V_2O_5$  - от 0,05 до 0,31%.

Руды качканарского геолого-промышленного типа легко обогащаются с применением методов сухой и мокрой магнитной сепарации. Образуют месторождения крупные до уникальных.

#### 1.4.2. Месторождения апатит-магнетитовых руд

Апатит-магнетитовые руды *ковдорского* геолого-промышленного типа связаны с интрузиями щелочных ультраосновных пород с форстерит-кальцитовыми карбонатами и локализуются на контакте пироксенитов и щелочных пород (йолитов, йолит-уртитов). Они известны в пределах Карело-Кольской (Ковдорское месторождение), возможно выявление в Курской и Анабарской железорудных провинциях [23,37,53]. Возраст их может изме-

няться от позднего архея - раннего протерозоя в КМА до палеозоя (Ковдорское месторождение).

Массивы ультраосновных щелочных пород и карбонатитов, с которыми связано оруденение, представляют собой типичные образования активизированных зон щитов древних платформ и участков завершённой складчатости молодых платформ. Наиболее характерной особенностью их размещения является приуроченность к зонам глубинных разломов, грабенов. Специфической чертой таких массивов является их богатство щелочами, а также накопление в них железа, фосфора, уголекислоты, редкометаллических и других компонентов, главным образом в поздних магматогенных дериватах сложного полистадийного процесса.

Руды ковдорского геолого-промышленного типа играют небольшую роль в балансовых запасах России (0,67%), но в добыче значение их выше (7,65%).

Руды ковдорского типа представлены бедными магнетитовыми рудами, содержащими кроме железа фосфор и некоторые редкие элементы.

Для месторождений ковдорского типа характерны рудные тела штокообразной цилиндрической, конической, линзообразной, неполнокольцевой, жилообразной формы, длиной от первых десятков до 1300 м, шириной от первых метров до 150-800 м, по падению до 1,2 км и более. Падение пластов руд крутое до вертикального. Выделяются три типа руд: комплексные (бадделеит-апатит-магнетитовые, апатит-форстерит-магнетитовые), маложелезистые (магнетит-апатит-силикатные, магнетит-апатит-карбонатные, апатит-штаффелитовые) и редкометаллические. Текстуры руд массивные, вкрапленные, пятнистые, полосчатые, брекчированные. Главными минералами руд являются магноферрит, апатит, магнетит, бадделеит; второстепенными - ильменит, пирит, пирротин, халькопирит, марказит; нерудные - флогопит, штаффелит, кальцит, доломит, форстерит, диопсид, вермикулит, полевые шпаты.

Характерной особенностью руд ковдорского типа является наличие в магнетите изоморфных примесей или мельчайших включений шпинели, оливина и ильменита, т.е. магнетит преимущественно магнезиальный ( $MgO$  - 5-9%). Вследствие этого содержание железа в минерале значительно ниже теоретического и колеблется в пределах 62-69%. Содержание  $Fe_{общ}$  в рудах колеблется от 8,8 до 66,0%, в среднем 24,4%,  $Fe_{магн}$  - от 8 до 36%, P - от 0,8 до 13%, S - от 0,03 до 0,4%.

Руды хорошо обогащаются сухой и мокрой магнитной сепарацией. Размер месторождений от мелких до крупных.

## 1.5. Месторождения осадочных руд

### 1.5.1. Месторождения сидеритовых руд

*Бакальский* геолого-промышленный тип руд развит главным образом на западном склоне Южного Урала (Уральская железорудная провинция), образуя группу Бакальских железорудных месторождений, и в Забайкальской железорудной провинции - Березовское месторождение (березовский подтип) [17,23,53].

В структурном плане Бакальское рудное поле представляет собой крупную синклиналию шириной 8-12 км, сложенную осадочными породами верхнего протерозоя и осложненную складчатостью второго и третьего порядков. Представлению об эндогенном постмагматическом образовании

рудных залежей путем метасоматического замещения карбонатных пород рудным веществом противостоит представление о первично-осадочном образовании этих руд и вторичном метасоматическом преобразовании их в процессах метаморфизма и воздействия пострудных даек основных магматическими породами.

Среди руд данного геолого-промышленного типа выделяются безсульфидные магнезиальные (бакальский тип) и немагнезиальные (березовский подтип) карбонатные руды, сопровождающиеся сульфидными полиметаллическими залежами.

Руды бакальского типа отличаются преобладанием в них сидерита, изоморфно содержащего магнезитовый, родохрозитовый и кальцитовый миналы, причем иногда содержание их настолько значительно, что делает эти руды непригодными для доменного передела. В них нередко повышено содержание фосфора, а иногда и серы. Карбонатный состав предопределяет высокое содержание в руде  $\text{CO}_2$ . Кроме сидерита в состав руд входят сидероплезит, пистомезит, брейнерит, анкерит, доломит, магнезит, реже - кальцит, барит, флюорит, пирит, пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит и другие. Содержание  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  в рудах колеблется от 20 до 46% (в среднем 33-37%).

Руды бакальского типа образуют пласто- и гнездообразные залежи длиной до 3,5 км и мощностью от 0,5 до 50 м, иногда до 120 м; по падению прослежены до 700 м.

Доля запасов и добычи руд бакальского типа составляет единицы процентов, тем не менее на эти руды имеется устойчивый промышленный спрос в связи с возможностью использования их без обогащения или после предварительного обжига, а также легкоплавкостью и легковосстановимостью.

Размеры месторождений руд бакальского геолого-промышленного типа колеблются от мелких до средних, изредка крупные.

### 1.5.2. Месторождения гематитовых руд

В данную группу отнесены руды *ангаро-питского* геолого-промышленного типа, получившие распространение на территории Ангаро-Енисейской железорудной провинции. Формирование их связано с краевым прогибом протерозойской геосинклинали [23,53].

Руды ангаро-питского геолого-промышленного типа образуют пластовые и линзовидные тела, залегающие согласно с вмещающими их пачками песчаников и аргиллитов в дислоцированных толщах нижнеангарской свиты верхнего протерозоя. Они приурочены к рудному горизонту, мощность которого на месторождениях 40-130 м, протяженность до 18 км. Рудные залежи имеют протяженность от 0,3 до 14 км, мощность от 0,4 до 25 м.

Руды представлены в основном гематитовыми, гематит-песчанистыми, хлорит-гематитовыми и меньше гематит-сидеритовыми разностями. Руды гравелитовые, конгломератовые, песчаниковые. Рудообразующими являются гематит, гидрогематит, гетит, изредка присутствуют сидерит, магнетит и очень редко пирит. Содержание  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  в рудах колеблется от 20 до 55% (в среднем 35,6-40,4%), S - 0,002-0,17%, P - 0,02-0,09%.

Основная масса руд труднообогащаемая, требует сложных схем обогащения и только небольшая часть их представлена богатыми гематитовыми разностями, не требующими обогащения. Руды ангаро-питского типа формируют месторождения средних и крупных размеров.

## 1.6. Месторождения кор выветривания сидеритов и ультрабазитов

### 1.6.1. Месторождения бурых железняков в коре выветривания сидеритов

Руды *новобакальского* геолого-промышленного типа формируются в складчатых областях молодых платформ (эквиваленты щитов) непосредственно в корях выветривания железосодержащих сидеритовых руд за счет преобразования карбонатов железа в оксиды и гидроксиды, а также выноса кальция, магния, сульфидной серы. В результате на рудных залежах сидеритов образуются "железные шляпы", сложенные окисленными рудами совершенно иного состава и сложения, чем первичные.

Площади развития руд новобакальского геолого-промышленного типа ограничиваются площадями распространения руд бакальского геолого-промышленного типа (Уральская и Забайкальская железорудные провинции) [23,53].

Руды этого типа образуют плащеобразные, пластовые, линзо- и гнездообразные залежи на "головах" пластов сидеритовых руд, главным образом в участках интенсивного дробления. Длина залежей колеблется от первых десятков метров до 3 км, мощность изменяется от 10 до 200 м при ширине до 200 м.

Руды представлены гидрогетитовыми, гетит-гидрогетитовыми, стриговит-гидрогетитовыми плотными и рыхлыми разностями.

Главными минералами их являются гидрогетит, гетит, гидрогематит. По сравнению с сидеритовыми рудами они более богаты железом, не магnezияльны и малосернисты при пониженном содержании летучих компонентов. Содержание железа в них колеблется от 20 до 58% (в среднем 37-47,2%).

Часть руд используется без обогащения. Они формируют мелкие и средние месторождения. Доля их в запасах и добыче железных руд России небольшая.

### 1.6.2. Месторождения хромистых бурых железняков в коре выветривания ультрабазитов

Железо-хром-никелевые руды *орско-халиловского* геолого-промышленного типа относятся к рудной формации так называемых природно-легированных бурожелезняковых руд, связанных с корами выветривания гипербазитов (дуниты, гарцбургиты, перидотиты). Месторождения руд данного типа в России известны на Урале, территория которого в мезозое вступила в платформенный этап развития [23,146]. Выделяются два периода образования латеритного типа кор выветривания - триас-юрский и альб-сеноманский. Триас-юрский этап обусловил образование охристых остаточных хромо-никельсодержащих бурожелезняковых руд (Орско-Халиловская группа месторождений Урала). Альб-сеноманский этап - формирование осадочных бобово-конгломератовых руд в озерно-болотных условиях (Серовское месторождение Урала) за счет переотложенных кор выветривания гипербазитов.

Руды орско-халиловского геолого-промышленного типа, формирующиеся в коре выветривания ультрабазитов, образуют плащеобразные, пла-



стовые и реже карстовые залежи площадью от 0,3 до 5,0 км<sup>2</sup>, мощностью от долей до 50 м. Переотложенные разности их образуют залежи бобово-конгломератовидного, оолитового, слоистого строения. Представлены они гидрогетитовыми, гидрогетит-хлоритовыми, гидрогомаитовыми хромо-никелевыми минеральными типами, охристыми и плотными их разностями.

Содержание железа в рудах 30-38%, хрома 0,3-1,73%, никеля 0,3-0,7%.

Руды используются в металлургии обычно без обогащения. Формируют месторождения от мелких до крупных. Запасы и промышленное значение руд невелики.

*Обогащаемость железных руд.* В зависимости от сложности применяемых схем обогащения железные руды России подразделяются на три типа (табл. 3): используемые без обогащения, обогащаемые по простым схемам, требующие сложных схем обогащения.

К рудам, используемым без обогащения (7,7 млрд т, или 13,4% от российских запасов категорий А+В+С<sub>1</sub>), относятся главным образом богатые полигенные руды - гематит-мартитовые, мартитовые, магнетит-мартитовые руды и их сидеритизированные разности Курской железорудной провинции (Белгородская, Курская и Орловская области). Остальная часть руд представлена бурыми железняками Урала, Читинской и Тульской областей, сидеритами Урала и Читинской области, а также богатыми гематитовыми рудами Ангаро-Питского железорудного бассейна Красноярского края и мартитовыми, магнетит-мартитовыми, мартит-магнетитовыми и магнетитовыми рудами скарново-магнетитовой формации Дальневосточного, Восточно-Сибирского и Уральского районов.

К рудам, обогащаемым по простым схемам (44,4 млрд т, или 77,1% от российских запасов категорий А+В+С<sub>1</sub>), относятся главным образом магнетитовые и гематит-магнетитовые железистые кварциты Белгородской, Курской, Орловской областей Центрального и Центрально-Черноземного районов, Мурманской области и Республики Карелия Северного района, Иркутской и Читинской областей Восточно-Сибирского района, Республики Саха (Якутия), Хабаровского края Дальневосточного района.

Значительная доля руд, обогащаемых по простым схемам, представлена скарново-магнетитовыми рудами, которые распространены в Республике Саха (Якутия), в Амурской, Иркутской, Кемеровской областях, Красноярском и Алтайском краях, Республике Алтай, Свердловской и Челябинской областях.

По простым схемам обогащаются также титаномагнетитовые руды, развитые в Свердловской области, сидериты и бурые железняки Челябинской и Читинской областей.

К рудам, требующим сложных схем обогащения (5,5 млн т, или 9,5%), относятся комплексные полиминеральные апатит-магнетитовые руды в Мурманской области, магнетитовые борсодержащие руды в Республике Саха (Якутия), а также сульфидно-магнетитовые и ванадий-железо-медные руды в Свердловской области. По таким же схемам обогащаются окисленные гематит-мартитовые, мартитовые и неокисленные гематитовые и магнетит-гематитовые кварциты, которые распространены в Белгородской, Курской и Орловской областях; часть сидеритовых руд в Челябинской области, железо-хромо-никелевые руды в Оренбургской области и гематитовые руды Красноярского края.

## Распределение разведанных запасов и добычи железных руд по промышленным и технологическим типам

Промышленный тип руд	Среднее содержание железа в рудах категорий А+В+С <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т/%					Добыча из недр за 1993 г., млн т/%	В том числе руд, млн т		
		А+В+С <sub>1</sub>	В том числе руд			С <sub>2</sub>		используемых без обогащения	обогащаемых по простым схемам	обогащаемых по сложным схемам
			используемых и намечаемых к использованию без обогащения	обогащаемых и намечаемых к обогащению по простым схемам	требующих сложных методов обогащения					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Магнетитовые (скарново-магнетитовые):</b>	33,8	<u>8404,8</u> 14,6	144,0	7034,5	1226,3	2433,1	<u>31,5</u> 16,5	-	30,3	1,2
магнетитовые (алданского, ангарского, тагильского, кондомского, холзунского ГПТ)	33,2	<u>7034,5</u> 12,2	-	7034,5	-	2085,2	<u>30,3</u> 15,9	-	30,3	-
магнетитовые борсодержащие (алданского ГПТ)	39,8	<u>962,4</u> 1,7	-	-	962,4	292,6	-	-	-	-
сульфидно-магнетитовые, ванадий-железосодержащие (тагильского ГПТ)	16,2	<u>263,9</u> 0,5	-	-	263,9	26,5	<u>1,2</u> 0,6	-	-	1,2
богатые магнетитовые, полумартитовые, мартитовые (богатые скарново-магнетитовые)	53,9	<u>144,0</u> 0,2	144,0	-	-	28,8	-	-	-	-
<b>Мартитовые, гематит-мартитовые, сидерит-мартитовые, магнетит-мартитовые (белгородского, стойленского ГПТ)</b>	60,0	<u>7021,8</u> 12,2	7021,8	-	-	22354,7	<u>5,5</u> 2,9	5,5	-	-
<b>Железистые кварциты:</b>	35,2	<u>32383,7</u> 56,2	-	29881,1	2502,6	12897,7	<u>98,1</u> 51,6	-	93,6	4,5
магнетитовые (лебединского, оленегорского, костомукшского, сугамского ГПТ)	33,8	<u>22196,0</u> 38,6	-	22196,0	-	6741,7	<u>76,7</u> 40,3	-	76,7	-
гематит-магнетитовые (михайловского, малохинганского ГПТ)	37,9	<u>7685,1</u> 13,3	-	7685,1	-	4528,5	<u>16,9</u> 8,9	-	16,9	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
окисленные гематит-марти- товые, мартиновые (веретенинско- го ГПТ), неокисленные гемати- товые, магнетит-гематитовые)	38,7	<u>2502,6</u> 4,3	-	-	2502,6	1627,5	<u>4,5</u> 2,4	-	-	4,5
Титаномагнетитовые (качканарско- го ГПТ)	16,6	<u>6930,0</u> 12,0	-	6930,6	-	4843,6	<u>38,6</u> 20,3	-	38,6	-
Апатит-магнетитовые (ковдорско- го ГПТ)	24,4	<u>543,4</u> 0,9	-	-	543,4	225,2	<u>13,1</u> 6,9	-	-	13,1
Бурые железняки (новобакальско- го ГПТ)	43,2	<u>367,8</u> 0,6	100,1	267,7	-	34,7	<u>1,1</u> 0,6	0,2	0,9	-
Сидеритовые (бакальского ГПТ)	32,4	<u>874,3</u> 1,5	333,6	239,1	301,6	366,7	<u>2,3</u> 1,2	-	1,3	1,0
Железо-хромо-никелевые (орско- халиловского ГПТ)	32,2	<u>194,7</u> 0,4	-	-	194,7	125,5	-	-	-	-
Гематитовые (ангаро-питского ГПТ):	40,2	<u>854,5</u> 1,5	99,2	-	755,3	561,5	-	-	-	-
бедные	40,0	<u>755,3</u> 1,3	-	-	755,3	561,5	-	-	-	-
богатые	51,4	<u>99,2</u> 0,2	99,2	-	-	-	-	-	-	-
Всего по России	35,9	<u>57575,6</u> 100,0	7698,7	44353,0	5523,9	43839,5	<u>190,2</u> 100,0	5,7	164,7	19,8

## Глава 2

### СТРУКТУРА ЗАПАСОВ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД И ИХ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

В результате выполнения геологоразведочных работ за период 1956-1993 гг. произошли большие изменения в географическом размещении в структуре запасов, их удельном весе и добыче руды как по Российской Федерации в целом (рис. 2), так и по ее субъектам (табл. 4).

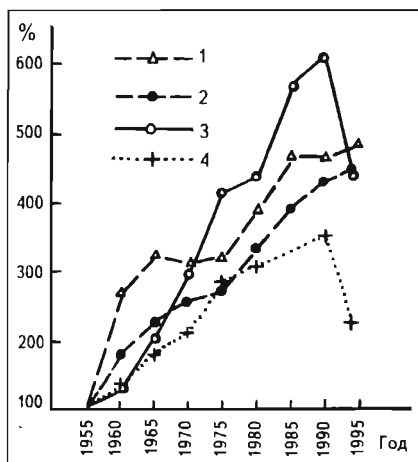


Рис. 2. Динамика изменения запасов, добычи сырья и производства товарной железной руды в России

1,2 - балансовые запасы категорий А+В+С₁+С₂ (1) и А+В+С₁ (2); 3 - добыча сырья руды; 4 - производство товарной руды

По состоянию на 01.01.1994 г. балансовые запасы железных руд по России составили 101,4 млрд т, в том числе 57,6 млрд т по категориям А+В+С₁, и превысили запасы на 01.01.1956 г. в 4,9 раза (по категориям А+В+С₁ в 4,3 раза). Прогнозные ресурсы по состоянию на 01.01.1993 г. оцениваются в 150,3 млрд т: по категориям Р₁ - 136,4; Р₂ - 13,6 и Р₃ - 0,3 млрд т.

Почти половина балансовых запасов размещена на эксплуатируемых (41,6 млрд т) и намеченных к освоению (4,6 млрд т) месторождениях. Кроме того, 12,4 млрд т учитывается по группе забалансовых запасов.

Всего государственным балансом Российской Федерации на 01.01.1994 г. учтено 190 месторождений, 172 из них с балансовыми запасами, 18 - с забалансовыми.

Количество месторождений, учитываемых балансом на 01.01.1994 г., по сравнению с 1995 г. (471 месторождение) уменьшилось в 2,5 раза. Это уменьшение связано в основном со снятием с баланса мелких месторождений бурых железняков и сидеритов в Липецкой, Тульской, Рязанской, Воронежской, Саратовской, Кировской, Пермской, Архангельской областях, Республике Коми, на Северном Кавказе и в других субъектах Российской Федерации, а также отработкой ряда месторождений.

На 01.01.1956 г. балансовые запасы (категорий А+В+С₁+С₂) железных руд России составляли 20,8 млрд т, в том числе 13,3 млрд т по категориям А+В+С₁. Небольшая часть балансовых запасов (2,3 млрд т, или 11,1%) относилась к разрабатываемым месторождениям, а больше половины их (11,7 млрд т, или 56,2%) к запасам строящихся рудников и намеченным к освоению объектов в Северном, Центрально-Черноземном, Уральском, Восточно-Сибирском районах.

После 1955 г. для удовлетворения потребности в товарных железных рудах существующих, реконструируемых, строящихся и намечаемых к строительству металлургических заводов в Северном, Центральном, Уральском районах, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке геологоразведочные работы продолжались в широких масштабах. Они привели к открытию новых месторождений, новых железорудных районов и расширили железорудную базу черной металлургии страны.

**Изменение структуры балансовых запасов, промышленных типов и добычи железных руд  
по субъектам Российской Федерации за 1955 и 1993 гг.**

Промышлен- ные типы руд	Содер- жание желе- за, %	Запасы на 01.01.1956 г. по категориям, млн т/%		Добыто из недр за 1955 г., млн т/%	Содер- жание желе- за, %	Запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т/%		Добыто из недр за 1993 г., млн т/%	Добыча сырой ру- ды за 1993 г., млн т	Производ- ство товар- ной руды за 1993 г., млн т	Содержа- ние железа в руде, %	
		A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>			A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>				сы- рой	товар- ной
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Северо-Западный район</b>												
Всего	30,1	1687,1/12,7	932,7/12,3	1,2/2,8	30,3	2713,8/4,7	483,1/1,1	40,44/21,3	41,7	14,4	27,6	66,2
В том числе:												
железистые кварциты	33,2	929,6/7,0	238,8/3,2	1,2/2,8	31,6	2152,8/3,7	257,9/0,6	27,24/14,3	28,5	10,8	30,4	67,0
апатит-магне- титовые	31,5	291,2/2,2	106,9/1,3	-	24,4	543,4/1,0	225,2/0,5	13,1/6,9	13,1	3,6	21,3	63,8
титаномагне- титовые	23,0	466,3/3,5	592,0/7,8	-	59,6	17,6/0,0	-	0,1/0,1	0,1	-	-	-
<i>Мурманская область</i>												
Всего	28,6	896,7/0,7	765,5/10,1	1,2/2,8	29,0	1335,6/2,3	303,9/0,7	23,95/12,6	24,7	7,6	25,6	64,8
В том числе:												
железистые кварциты	32,6	414,8/3,1	228,1/3,0	1,2/2,8	31,6	543,4/1,0	225,2/0,5	13,10/6,9	13,1	3,6	21,3	63,8
апатит-магне- титовые	31,5	291,2/2,2	101,9/1,3	-	24,4	774,6/1,3	78,7/0,2	10,75/5,6	11,6	4,0	30,4	65,8
титаномагне- титовые	15,6	190,7/1,4	435,5/5,8		59,6	17,6/0,0	-	0,10/0,1	-	-	-	-
<i>Республика Карелия</i>												
Всего	31,0	790,4/6,0	167,2/2,2	-	31,6	1378,2/2,4	179,2/0,4	16,49/8,7	16,9	6,8	30,5	67,6
В том числе:												
железистые кварциты	33,7	514,8/3,9	10,7/0,1	-	31,6	1378,2/2,4	179,2/0,4	16,49/8,7	16,9	6,8	30,5	67,6

титаномагнетитовые	28,1	275,6/2,1	156,5/2,1	-	-	Сняты с баланса		-	-	-	-	-
<b>Центральный район</b>												
Всего	41,5	66,1/0,5	6,7/0,1	0,68/1,6	56,40	138,0/0,2	19,9/0,0	-	-	-	-	-
В том числе:												
бурые железняки	41,5	66,1/0,5	6,7/0,1	0,68/1,6	47,3	20,4/0,0	-	-	-	-	-	-
богатые гематит-маритовые	-	-	-	-	58,6	117,6/0,2	19,9/0,0	-	-	-	-	-
<i>Тульская область</i>												
Бурые железняки	41,5	66,1/0,5	6,7/0,1	0,68/1,6	47,3	20,4/0,0	-	-	-	-	-	-
<i>Орловская область</i>												
Богатые гематит-маритовые	-	-	-	-	58,60	117,6/0,2	19,9/0,0	-	-	-	-	-
<b>Центрально-Черноземный район</b>												
Всего	38,0	2861,8/21,5	367,5/4,9	0,54/1,3	41,2	34030,0/59,1	32582,7/74,3	76,34/40,1	75,7	33,1	35,9	65,3
В том числе:												
богатые сидерит-маритовые, гематит-маритовые	56,5	634,0/4,7	140,1/1,9	-	60,1	6904,2/12,0	22334,8/50,9	5,47/2,9	6,2	5,7	54,1	53,9
железистые кварциты	33,2	2227,8/16,8	227,4/3,0	0,54/1,3	36,4	27125,8/47,1	10247,9/23,4	70,87/37,2	69,5	27,4	34,3	67,6
<i>Курская область</i>												
Всего	44,0	614,8/4,6	19,1/0,2	-	39,7	9105,4/15,8	5420,6/12,4	23,25/12,2	22,5	10,3	42,5	61,9
В том числе:												
богатые сидерит-маритовые, маритовые	55,6	257,3/1,9	19,1/0,2	-	53,7	338,8/0,6	257,8/0,6	3,64/1,9	4,2	3,7	54,9	54,8
железистые кварциты	37,7	357,5/2,7	-	-	39,2	8766,6/15,2	5162,8/11,8	19,61/10,3	18,3	6,6	39,6	65,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Белгородская область</i>												
Всего	36,4	2247,0/16,9	348,4/4,6	0,54/1,3	42,3	24924,6/43,3	27162,1/61,9	53,09/27,9	53,2	22,8	33,1	66,7
В том числе:												
богатые гематит-мартитовые, мартитовые, сидерит-мартитовые	56,9	376,7/2,8	121,0/1,6	-	60,4	6565,4/11,4	22077,0/50,3	1,83/1,0	2,0	2,0	52,3	52,3
железистые кварциты	32,7	1870,3/14,1	227,4/3,0	0,54/1,3	34,8	18359,3/31,9	5085,1/11,6	51,26/26,9	51,2	20,8	32,4	68,1
<i>Уральский район</i>												
Всего	21,8	5742,7/43,2	4217,2/55,7	34,76/81,3	20,4	9158,4/15,9	5499,8/12,6	51,79/27,2	53,4	14,9	20,2	57,4
В том числе:												
магнетитовые	44,1	860,4/6,5	83,1/1,1	24,51/57,3	31,4	1248,1/2,2	138,4/0,3	9,85/5,2	11,1	4,8	31,2	57,7
титаномагнетитовые	16,7	4229,2/31,8	3856,2/50,9	2,59/6,1	16,6	6913,0/12,0	4843,7/11,1	38,57/20,2	38,6	6,9	15,4	61,8
железо-хромоникелевые	34,3	245,0/1,8	17,3/0,2	0,62/1,4	33,2	194,7/0,3	122,5/0,3	0,02/0,0	0,1	0,1	43,9	46,5
бурые железняки	41,8	274,9/2,1	163,7/2,2	6,18/14,5	40,9	149,4/0,3	29,0/0,1	1,11/0,6	3,6	3,1	35,2	38,5
сидериты	33,2	136,5/1,0	97,6/1,3	0,86/2,0	31,2	634,9/1,1	362,3/0,8	2,24/1,2	-	-	-	-
железистые кварциты	-	-	-	-	33,8	18,5/0,0	3,9/0,0	-	-	-	-	-
<i>Республика Башкортостан</i>												
Бурые железняки	39,1	110,1/0,8	21,4/0,3	0,47/1,1	40,8	71,2/0,1	7,9/0,0	0,15/0,1	0,1	0,1	43,9	46,5
<i>Оренбургская область</i>												
Железо-хромоникелевые	34,3	245,0/1,8	17,3/0,2	0,62/1,4	33,2	194,7/0,3	122,5/0,3	0,02/0,0	-	-	-	-

<i>Свердловская область</i>												
Всего	17,6	4758,8/35,8	4072,6/53,8	12,52/29,3	18,6	8029,8/14,0	4964,1/11,3	47,30/24,8	48,6	10,9	18,5	59,8
В том числе:												
магнетитовые	39,9	486,5/3,7	82,4/1,1	8,33/19,5	35,3	1083,7/1,9	103,8/0,2	8,73/4,5	10,0	4,0	30,7	56,3
титаномагнетитовые	16,5	4202,8/31,6	3852,8/50,9	1,88/4,4	16,6	6904,7/12,0	4842,2/11,1	38,57/20,3	38,6	6,9	15,4	61,8
бурые железняки	37,3	70,0/0,5	137,1/1,8	2,31/5,4	38,5	41,4/0,1	18,1/0,0	-	-	-	-	-
сидериты	31,1	-	0,3/0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Челябинская область</i>												
Всего	46,6	628,8/4,7	105,9/1,4	21,15/49,5	33,1	862,9/1,5	405,3/1,0	4,32/2,3	4,7	3,9	35,4	43,6
В том числе:												
магнетитовые	49,6	370,6/2,8	-	16,18/37,8	36,3	164,4/0,3	34,6/0,1	1,12/0,6	1,1	0,8	36,1	64,6
титаномагнетитовые	40,3	26,9/0,2	3,4/0,0	0,71/1,7	38,8	8,3/0,0	1,5/0,0	-	-	-	-	-
бурые железняки	48,2	94,8/0,7	5,2/0,1	3,40/8,0	42,9	36,8/0,1	3,0/0	0,96/0,5	3,6	3,1	35,2	38,5
сидериты	33,2	136,5/1,0	97,3/1,3	0,86/2,0	31,2	634,9/1,1	362,3/0,9	2,24/1,2	-	-	-	-
железистые кварциты	-	-	-	-	33,8	18,5/0,0	3,9/0,0	-	-	-	-	-
<i>Западно-Сибирский район</i>												
Магнетитовые	45,7	273,2/2,0	19,9/0,3	4,70/11,0	36,7	1851,9/3,2	829,3/1,9	4,19/2,2	6,3	3,6	30,4	43,8
<i>Тюменская область</i>												
Магнетитовые	37,1	8,1/0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Кемеровская область</i>												
Магнетитовые	45,5	240,6/1,8	19,9/0,3	4,70/11,0	40,1	992,0/1,7	519,3/1,2	4,19/2,2	6,3	3,6	30,4	43,8
<i>Алтайский край</i>												
Магнетитовые	47,3	24,5/0,2	-	-	36,2	452,3/0,8	37,5/0,1	-	-	-	-	-
<i>Республика Алтай</i>												
Магнетитовые	-	-	-	-	28,9	407,6/0,7	272,5/0,6	-	-	-	-	-



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Восточно-Сибирский район</b>												
Всего	37,4	2026,1/15,2	961,1/12,7	0,01/0,0	35,0	5230,3/9,1	1852,9/4,2	17,50/9,2	20,4	9,2	29,7	53,6
В том числе:												
магнетитовые	32,6	763,3/5,7	410,2/5,4	-	33,6	3639,1/6,4	922,2/2,1	17,50/9,2	20,4	9,2	29,7	53,6
гематитовые	40,3	1033,8/7,8	539,4/7,1	-	40,2	854,5/1,5	561,5/1,3	-	-	-	-	-
железистые кварциты	-	-	-	-	30,0	299,3/0,5	359,1/0,8	-	-	-	-	-
бурые железняки	43,3	151,1/1,1	-	-	44,6	198,0/0,3	5,7/0,0	-	-	-	-	-
сидериты	35,7	77,9/0,6	-	-	35,7	239,4/0,4	4,4/0,0	-	-	-	-	-
титаномагнетитовые	30,0	-	11,5/0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Республика Хакасия</i>												
Магнетитовые	35,7	195,3/1,5	23,7/0,3	-	36,8	662,3/1,2	354,4/0,8	3,13/1,6	4,1	2,5	29,8	41,6
<i>Красноярский край</i>												
Всего	41,3	1067,5/8,0	743,1/9,8	-	37,1	1806,4/3,1	851,6/2,0	3,19/1,7	4,0	1,9	27,6	46,2
В том числе:												
магнетитовые	48,2	33,7/0,2	203,7/2,7	-	35,3	951,9/1,5	290,1/0,7	-	-	-	-	-
гематитовые	40,3	1033,8/7,8	539,4/7,1	-	40,2	854,5/1,6	561,5/1,3	-	-	-	-	-
<i>Иркутская область</i>												
Магнетитовые	37,4	531,0/4,0	66,8/0,9	-	31,8	2024,9/3,5	277,7/0,6	11,18/5,9	12,3	4,8	29,5	62,8
<i>Читинская область</i>												
Всего	43,3	232,3/1,7	127,5/1,7	0,01/0,0	35,8	736,7/1,3	369,2/0,8	-	-	-	-	-
В том числе:												
бурые железняки	43,3	151,1/1,1	-	-	-	198,0/0,4	5,7/0,0	-	-	-	-	-

сидериты	35,7	77,9/0,6	-	-	44,6	239,4/0,4	4,4/0,0	-	-	-	-	-
железистые кварциты	-	-	-	-	35,7	299,3/0,5	359,1/0,8	-	-	-	-	-
магнетитовые	45,4	3,3/0,0	116,0/1,5	0,01/0,0	30,0-	-	-	-	-	-	-	-
титаномагнетитовые	30,0	-	11,5/0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Дальневосточный район</b>												
Всего	41,8	537,3/4,0	813,8/10,8	0,01/0,0	32,9	4453,0/7,7	2571,9/5,9	-	-	-	-	-
В том числе:												
магнетитовые	46,9	343,5/2,6	30,6/0,4	-	38,5	1665,7/2,9	543,0/1,3	-	-	-	-	-
железистые кварциты	35,1	175,1/1,3	783,2/10,4	0,01/0,0	29,6	2787,3/4,8	2028,9/4,6	-	-	-	-	-
бурые железняки	38,9	18,7/0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Республика Саха (Якутия)</b>												
Всего	46,7	186,3/1,4	30,6/0,4	-	32,7	3518,9/6,1	2233,1/5,1	-	-	-	-	-
В том числе:												
магнетитовые	46,9	182,4/1,4	30,6/0,4	-	38,0	1454,3/2,5	365,7/0,8	-	-	-	-	-
бурые железняки	35,0	3,9/0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
железистые кварциты	-	-	-	-	28,4	2064,6/3,6	1867,4/4,3	-	-	-	-	-
<b>Амурская область</b>												
Магнетитовые	46,9	161,1/1,2	-	-	41,7	211,5/0,4	177,3/0,4	-	-	-	-	-
<b>Хабаровский край</b>												
Всего	35,4	189,7/1,4	654,0/8,7	-	33,2	722,6/1,2	32,3/0,1	-	-	-	-	-
В том числе:												
железистые кварциты	35,1	174,9/1,3	654,0/8,7	-	33,2	722,6/1,2	32,3/0,1	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
бурые железняки	39,9	14,8/0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Приморский край</i>												
Железистые кварциты	36,2	0,2/0,0	129,2/1,7	0,01/0,0	38,6	-	129,2/0,3	-	-	-	-	-
<b>Другие субъекты РФ</b> <i>(Архангельская, Калужская, Кировская, Горьковская, Липецкая, Саратовская, Пермская обл., республики: Коми, Бурятия, Тува)</i>												
Всего	37,2	108,6/0,8	190,7/3,3	0,85/2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
В том числе:												
бурые железняки и сидериты	40,1	56,2/0,4	163,9/2,2	0,85/2,0	-	-	-	-	-	-	-	-
магнетитовые и гематитовые	61,2	3,3/0,0	0,7/0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
гематит-барит-флюоритовые	32,2	49,1/0,4	26,1/0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
железистые кварциты	37,7	-	59,0/0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>В целом по Российской Федерации</b>												
Всего	30,6	13303,0/100	7568,6/100	42,75/100	35,9	57575,6/100	43839,5/100	190,2/100	197,5	75,2	29,1	61,4
В том числе:												
магнетитовые	40,8	2240,4/16,8	543,8/7,2	29,22/68,4	33,8	8404,8/14,6	2432,9/5,5	31,5/16,6	37,8	17,6	30,3	52,7

богатые сидерито-мартитовые и гематит-мартитовые	56,5	634,0/4,8	140,1/1,9	-	60,0	7021,8/12,2	22354,7/51,0	5,5/2,9	6,2	5,7	54,1	53,9
железистые кварциты	33,3	3332,5/25,0	1308,4/17,3	1,75/4,1	35,2	32383,7/56,2	12897,7/29,4	98,1/51,6	98,0	38,2	33,2	67,4
титаномагнетитовые	16,5	4695,5/35,3	4459,7/58,9	2,59/6,0	16,6	6930,6/12,1	4843,6/11,1	38,6/20,3	38,7	6,9	15,4	61,8
апатит-магнетитовые	31,5	291,2/2,2	101,9/1,3	-	24,4	543,4/0,9	225,2/0,5	13,1/6,9	13,1	3,6	21,3	63,8
бурые железняки	41,2	567,1/4,3	334,3/4,4	7,71/18,1	43,2	367,8/0,6	34,7/0,1	1,1/0,5	3,6	3,1	35,2	38,5
сидериты	34,1	214,4/1,6	97,6/1,4	0,86/2,0	32,4	874,3/1,5	366,7/0,8	2,3/1,2				
железо-хромоникелевые	34,3	245,0/1,8	17,3/0,2	0,62/1,4	32,2	194,7/0,4	122,5/0,3	0,05/0,05	0,1	0,1	43,9	46,5
гематитовые	40,2	1033,8/7,8	539,4/7,1	-	40,2	854,5/1,5	561,5/1,3	-	-	-	-	-
гематит-барит-флюоритовые	32,2	49,1/0,4	26,1/0,3	-	-	-		-	-	-	-	-

Распределение и степень освоения разведанных запасов и прогнозных ресурсов по районам Российской Федерации весьма неравномерны (табл. 4,5). Основная их масса - соответственно 66,8 и 123,6 млрд т (или 65,8 и 82,2%) - сосредоточена в Центральном и Центрально-Черноземном районах (КМА), небольшая доля - 3,2 и 1,4 млрд т (3,2 и 1,0%) - находится в Северном районе, остальная часть - 31,5 и 25,2 млрд т (31,0 и 16,8%) - в восточных районах страны: в Уральском - 14,7 и 2,0 млрд т (14,5 и 1,3%), Западно-Сибирском - 2,7 и 1,2 млрд т (2,6 и 0,8%), Восточно-Сибирском - 7,1 и 14,2 млрд т (7,0 и 9,5 %) и Дальневосточном - 7,0 и 7,8 млрд т (6,9 и 5,2%).

Таблица 5

**Распределение прогнозных ресурсов железных руд по субъектам Российской Федерации на 01.01.1993 г., млн т/%**

Район, субъект Российской Федерации	Всего	В том числе по категориям		
		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
<b>Северо-Западный</b>	1445/1,0	300/0,2	895/0,6	250/0,2
Мурманская обл.	790/0,5	100/0,1	440/0,3	250/0,2
Республика Карелия	655/0,4	200/0,1	455/0,3	-
<b>Центральный</b>	21000/14,0	21000/14,0	-	-
Орловская обл.	21000/14,0	21000/14,0	-	-
<b>Центрально-Черноземный</b>	102610/68,2	99050/65,8	3560/2,4	-
Курская обл.	28300/18,8	28300/18,8	-	-
Белгородская обл.	74310/49,4	70750/47,0	3560/2,4	-
<b>Уральский</b>	1988/1,3	1148/0,8	810/0,54	30/0,0
Свердловская обл.	365/0,2	160/0,1	205/0,1	-
Челябинская обл.	488/0,3	213/0,1	245/0,2	30/0,0
Оренбургская обл.	50/0,0	10/0,0	40/0,0	-
Курганская обл.	1000/0,7	730/0,5	270/0,2	-
Республика Башкортостан	85/0,1	35/0,0	50/0,0	-
<b>Западно-Сибирский</b>	1230/0,8	630/0,4	600/0,4	-
Тюменская обл.	600/0,4	200/0,1	400/0,3	-
Кемеровская обл.	530/0,4	360/0,2	170/0,1	-
Алтайский край	100/0,1	70/0,0	30/0,0	-
<b>Восточно-Сибирский</b>	14235/9,5	8565/5,7	5670/3,8	-
Красноярский край	520/0,3	195/0,1	325/0,2	-
Республика Хакасия	865/0,6	580/0,4	285/0,2	-
Иркутская обл.	2545/1,7	1705/1,1	840/0,6	-
Читинская обл.	8785/5,8	4565/3,0	4220/2,8	-
Республика Бурятия	1520/1,0	1520/1,0	-	-
<b>Дальневосточный</b>	7840/5,2	5760/3,8	2080/1,4	-
Республика Саха (Якутия)	1750/1,2	1750/1,2	-	-
Амурская обл.	2590/1,7	510/0,3	2080/1,4	-
Хабаровский край	2700/1,8	2700/1,8	-	-
Еврейская автономная обл.	800/0,5	800/0,5	-	-
<b>Всего по России</b>	150348/100	136453/90,7	13615/9,1	280/0,2

По состоянию на 01.01.1994 г. в обработку вовлечено 56 месторождений (9 - в Северном, 5 - в Центрально-Черноземном, 28 - в Уральском, 4 - в Западно-Сибирском и 10 - в Восточно-Сибирском районах) и два месторождения - Яковлевское в Центрально-Черноземном и одно в Красноярском крае - подготавливаются к освоению. На их долю приходится 54,8% запасов по категориям А+В+С<sub>1</sub>. Остальная часть запасов сосредоточена в основном в мелких и средних месторождениях: резервные разведанные (61 месторождение), разведываемые (13) и не намечаемые к освоению (40).

Наряду с общим ростом балансовых запасов, за 1956-1993 гг. произошли большие изменения в их распределении по районам и субъектам Российской Федерации, наиболее резко возросли они в Центрально-Черноземном (в 20,6 раза), Западно-Сибирском (в 9,2), Восточно-Сибирском (в 2,6) и Дальневосточном (в 5,3) и значительно меньше в Северном (в 1,2), Центральном (в 1,6) и Уральском (в 1,4) районах. Произошло изменение удельного веса отдельных районов в общих балансовых запасах железных руд России. Возросла доля запасов Центрально-Черноземного района с 16,2 до 65,0%, Дальневосточного - с 6,7 до 6,9%, Западно-Сибирского - с 1,4 до 2,5%, значительно уменьшилась Северного - с 12,7 до 3,1%, Уральского - с 47,8 до 14,2%, Восточно-Сибирского - с 15,0 до 7,0% и Центрального - с 0,4 до 0,16%.

На 01.01.1994 г. наибольшая доля (84,3%, или 85,4 млрд т) от балансовых запасов категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> железных руд страны приходится на Белгородскую - 51,5% (52,1 млрд т), Курскую - 14,3% (14,5 млрд т), Свердловскую - 12,8% (13,0 млрд т) области и на Республику Саха (Якутия) - 5,7% (5,8 млрд т). Остальные 15,7% (16,0 млрд т) балансовых запасов находятся в 17 других субъектах Российской Федерации, доля запасов каждого из которых колеблется от 0,1 до 2,6%. В запасах категорий А+В+С<sub>1</sub> доля их колеблется от 0,0-0,1 до 43,3% (рис. 3; табл. 4).

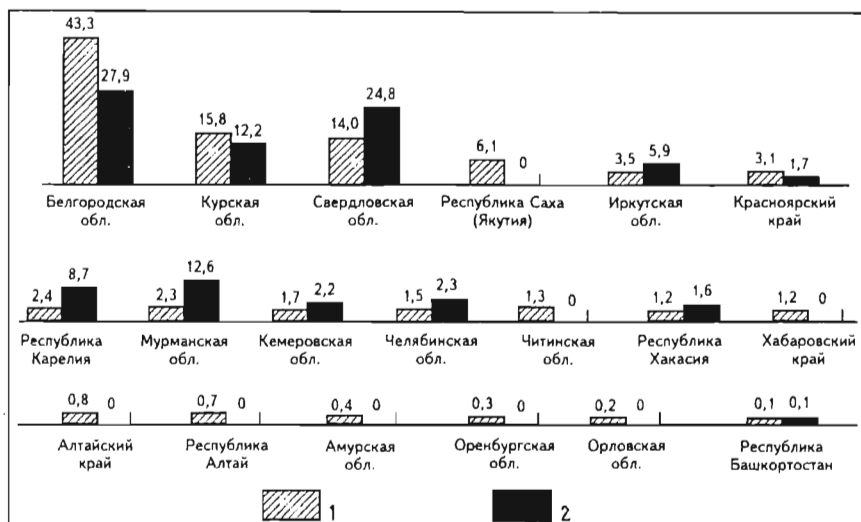


Рис. 3. Удельный вес субъектов Российской Федерации в запасах (категории А+В+С<sub>1</sub>) и добыче железных руд, %

1 - запасы; 2 - добыча

В европейской части России балансовые запасы железных руд по состоянию на 01.01.1994 г. по сравнению с запасами на 01.01.1956 г. возросли с 29,3 до 69,2% от общероссийских (с 8,1 до 70,0 млрд т), в том числе по категории  $A+B+C_1$  с 35,0 до 64,5% (с 4,7 до 36,9 млрд т), а на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке - сократились с 70,7 до 30,8% (при абсолютном росте с 12,7 до 31,4 млрд т), в том числе по категории  $A+B+C_1$  с 65,0 до 35,5% (при абсолютном росте с 8,6 до 20,7 млрд т).

За рассматриваемый период добыча руды из недр в России увеличилась в 4,5 раза (с 42,75 до 190,2 млн т), а производство товарных железных руд - в 2,4 раза (с 30,9 до 75,2 млн т).

Это увеличение произошло в основном за счет европейской части страны, где добыча возросла с 7,7 до 61,4% (с 3,3 до 116,8 млн т), а производство товарных железных руд с 7,1 до 63,2% (с 2,2 до 47,5 млн т).

К началу 80-х годов ведущей железорудной базой России вместо Уральской стала Курская железорудная провинция (Белгородская, Курская и Орловская области), где сосредоточено 65,9% (66,8 млрд т) балансовых запасов, в том числе 59,3% (34,1 млрд т) категорий  $A+B+C_1$  и 82,9% (123,6 млрд т) прогнозных ресурсов страны. Курская провинция вышла также на первое место по добыче сырой (76,3 млн т, или 40,1%) и производству товарной железной руды (33,1 млн т, или 44,0%).

Кроме КМА за этот период практически создана в Дальневосточном районе новая железорудная база в Республике Саха (Якутия), где выявлен и разведан новый железорудный район - Чаро-Токкинский и доразведаны запасы в Южно-Алданском районе. Балансовые запасы железных руд этих районов возросли с 217,1 до 5752,0 млн т, или в 26,5 раза.

В результате проведенных работ к 1995 г. наряду с изменениями запасов изменилась и сбалансированность железорудной базы России.

Сбалансированность железорудной базы России по степени разведанности и изученности отражена на диаграмме (рис. 4), построенной по методу В.П.Орлова [48]. Оценивается сбалансированность минеральных ресурсов страны в целом, а также отдельных районов и субъектов Российской Федерации по соотношению сумм категорий разведанных ( $A+B+C_1$  - резерв эксплуатации), предварительно оценен-

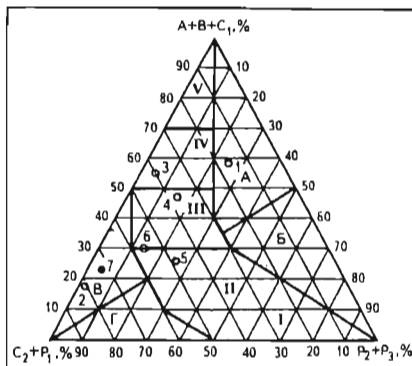


Рис. 4. Диаграмма структурной сбалансированности железорудной минерально-сырьевой базы России по состоянию на 1994 г.

I-V - области сбалансированного состояния минерально-сырьевой базы: I - стадия начального изучения ( $A+B+C_1 = 0...10\%$ ;  $C_2+P_1 = 0...50\%$ ;  $P_2+P_3 = 40...100\%$ ), II - стадия развития ( $A+B+C_1 = 10...30\%$ ;  $C_2+P_1 = 20...50\%$ ;  $P_2+P_3 = 20...70\%$ ), III - стадия зрелости ( $A+B+C_1 = 30...50\%$ ;  $C_2+P_1 = 20...50\%$ ;  $P_2+P_3 = 0...50\%$ ), IV - стадия истощения ( $A+B+C_1 = 50...70\%$ ;  $C_2+P_1 = 20...50\%$ ;  $P_2+P_3 = 0...30\%$ ), V - стадия выветия ( $A+B+C_1 = 70...100\%$ ;  $C_2+P_1 = 0...30\%$ ;  $P_2+P_3 = 0...10\%$ ); A-Г - площади структурной несбалансированности: А - в результате отставания прогнозно-поисковых и частично-оценочных работ, Б - в результате отставания поисково-оценочных работ, В - в результате опережения поисково-оценочных и отставания прогнозно-поисковых работ, Г - в результате отставания разведочных и прогнозно-поисковых работ.

1-6 - районы: 1 - Северный, 2 - Центрально-Черноземный (КМА), 3 - Уральский, 4 - Западно-Сибирский, 5 - Восточно-Сибирский, 6 - Дальневосточный; 7 - минерально-сырьевая база страны в целом

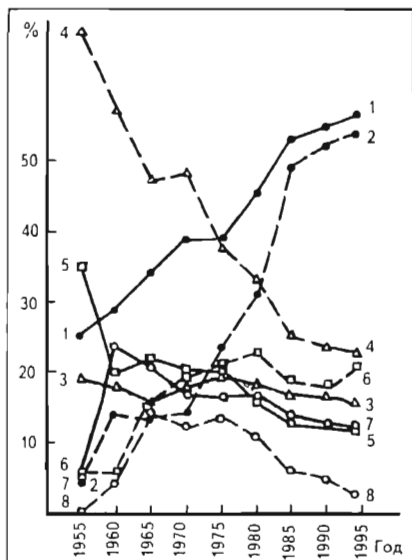


Рис. 5. Характер сбалансированности запасов и добычи главных промышленных типов железных руд России

1,2 - железистые кварциты; 3,4 - скарново-магнетитовые и апатит-магнетитовые руды; 5,6 - титаномагнетитовые руды; 7,8 - богатые мармитовые и гематит-мармитовые руды. Сплошная линия - запасы, пунктирная - добыча

Основным промышленным типом в запасах стали железистые кварциты и связанные с ними богатые железные руды.

Доля железистых кварцитов в балансовых запасах по категориям  $A+B+C_1$  с 1955 по 1993 г. возросла с 25 до 56,2%, в добыче - с 4,1 до 51,6%, производстве товарных руд - с 2,3 до 58,7%. Основная масса запасов железистых кварцитов (83,8%) и их добычи (72,2%) приходится на Белгородскую и Курскую области, значительно меньше - на Мурманскую область (соответственно 2,4 и 11,0%) и Республику Карелия (4,2 и 16,8%). Остальные запасы (9,6%) находятся в Читинской области, Республике Саха (Якутия) и Хабаровском крае.

Запасы богатых мармитовых, гематит-мармитовых и сидерит-мармитовых руд с содержанием железа 60% возросли с 4,8 до 12,2%, а добыча их составила 2,9%. Основная масса запасов богатых железных руд 93,5% сосредоточена в Белгородской области, остальные - в Курской и Орловской областях.

Меньшее значение стали играть магнетитовые (скарново-магнетитовые) руды. Несмотря на то, что запасы возросли с 2,2 до 8,4 млрд т, добыча с 29,2 до 31,5 млн т, однако доля их в общероссийских запасах уменьшилась с 16,8 до 14,6%, а в добыче - с 68,4 до 16,6%. Ухудшилось и качество магнетитовых руд: содержание железа с 40,8% понизилось до 33,8%. Основными районами развития магнетитовых руд являются Сибирь и Дальний Восток, а их добыча сосредоточена в основном в Свердловской, Челябинской,

ных ( $C_2+P_1$  - резерв разведки) и прогнозных ( $P_2+P_3$  - резерв поисковых и оценочных работ) запасов и ресурсов. Судя по структуре в различных экономических районах, а также по стране в целом, можно считать, что в областях структурной несбалансированности находится железорудная база Центрального и Центрально-Черноземного районов и всей страны в целом в результате опережения поисково-оценочных и отставания прогнозно-поисковых работ. Железорудная база Северного района в результате отставания прогнозно-поисковых и частично оценочных работ также находится в области структурной несбалансированности, а следовательно, и в области рискованного планирования прироста запасов по категориям  $A+B+C_1$ .

Железорудная база Уральского района находится в области истощения, Западно-Сибирского - в области зрелости, Дальневосточного - в начале области зрелости и только Восточно-Сибирского - в стадии развития.

Одновременно с ростом запасов в России произошли значительные изменения в соотношении промышленных типов железных руд в балансовых запасах, добыче и производстве товарных руд (рис. 5).



Кемеровской, Иркутской областях, Красноярском крае и Республике Хакасия. Значительный удельный вес в запасах и добыче по-прежнему принадлежит титаномагнетитовым рудам: хотя доля их в общероссийских запасах снизилась с 35,3 до 12,1%, в добыче руд она возросла с 6 до 20,3%. Развиты титаномагнетитовые руды на Урале, в Республике Карелия, в Мурманской и Читинской областях. Балансовые запасы их в основном сосредоточены в Свердловской области.

Апатит-магнетитовые руды, запасы которых сосредоточены в Мурманской области, весьма интенсивно стали обрабатываться после 1956 г., и добыча их достигла 13,1 млн т (6,9% от общероссийской). При некотором увеличении запасов удельный вес этих руд в общих запасах страны снизился с 2,2 до 0,9%.

Значительно снизилось значение бурых железняков, доля которых в запасах уменьшилась с 4,3 до 0,6%, а в добыче - с 18,1 до 0,5%. Развиты они в Челябинской, Свердловской и Читинской областях и в Республике Башкортостан.

Несколько возросли запасы сидеритов (с 0,2 до 0,9 млрд т) и их добыча (с 0,9 до 2,3 млн т), однако удельный вес их изменился незначительно (с 1,6 до 1,5% и с 2,0 до 1,2% соответственно). Сидериты распространены в Свердловской, Челябинской и Читинской областях.

Ничтожное значение в запасах играют железо-хром-никелевые руды (0,4%) и бедные гематитовые руды (1,5%).

Содержание железа в рудах балансовых запасов России за этот период повысилось с 30,6 до 35,9%, что связано с увеличением в запасах доли богатых железных руд.

## Глава 3

### ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ БАЗА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РАЙОНА

На территории Северо-Западного района расположена Карело-Кольская железорудная провинция, занимающая восточную часть Балтийского щита и охватывающая площадь Мурманской области, Республики Карелия и частично Архангельской области.

Она сложена тремя мегаблоками земной коры: Кольским, Беломорским и Карельским (рис. 6), каждый из которых формировался в течение длительного, самостоятельного этапа развития и характеризуется присутствием только ему вещественным составом пород и железорудной специализацией [37].

Кольский мегаблок расчленен Цагинско-Харловским разломом на Кольско-Норвежский и Кейвский блоки. Первый представлен преимущественно гнейсами, кристаллическими сланцами, амфиболитами и другими метаморфизованными образованиями кольской серии нижнего архея с линзами железистых кварцитов, во втором развиты в основном слабометаморфизованные глиноземистые сланцы кейвской серии архея. Для Кольского мегаблока характерно проявление интрузивного магматизма с непромышленным ильменит-титаномагнетитовым и апатит-ильменит-титаномагнетитовым оруденением в массивах основных, ультраосновных пород и щелочных габброидов. В строении Беломорского мегаблока преобладают интенсивно гранитизированные гнейсовые и амфиболит-гнейсовые комплексы, принадлежащие беломорской серии нижнего архея. Характерное отличие этой серии от кольской - отсутствие в ее разрезе железисто-кремнистых образований. Железные руды здесь связаны с раннепалеозойскими интрузиями щелочно-ультраосновных пород и представлены крупным Ковдорским месторождением апатит-магнетитовых руд и мелкими (Вуориярви и Турий Мыс) непромышленными месторождениями.

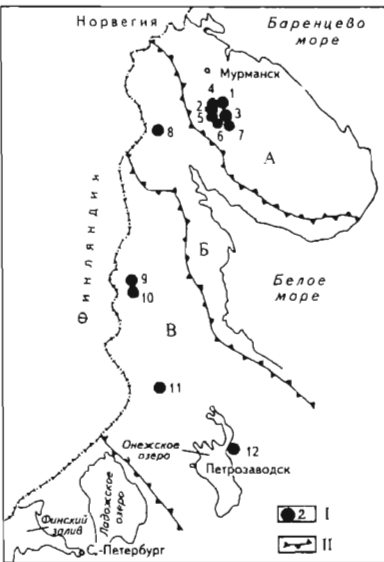


Рис. 6. Схема расположения главных месторождений железных руд Карело-Кольской железорудной провинции

I - месторождения: 1 - Оленегорское, 2 - Кировогорское, 3 - Комсомольское, 4 - Куркенпахк, 5 - им. 15-й годовщины Октябрьской революции, 6 - им. проф. Баумана, 7 - Печегубское, 8 - Ковдорское, 9 - Корпангское, 10 - Костомукшское, 11 - Межозерское, 12 - Пудожгорское; II - границы мегаблоков: А - Кольского, Б - Беломорского, В - Карельского

Карельский мегаблок, самый южный в Карело-Кольской железорудной провинции, представлен широким спектром разнообразных по составу саамско-лопийских комплексов, включающих контокскую, гимольскую, нюккозерскую и другие серии. Металлогеническая специализация мегаблока определяется развитием в его центральной части промышленного оруденения костомукшского типа, а также непромышленных проявлений железистых кварцитов (Ветренный пояс) и ильменит-титаномагнетитовых руд в Заонежье.

Балансовые запасы железных руд Карело-Кольской железорудной провинции по состоянию на 01.01.1994 г. составляют 3196,9 млн т (3,2% от общероссийских). Провинция занимает третье место по объему добычи железных руд в России после КМА и Урала и обеспечила в 1993 г. добычу 41,7 млн т сырой руды (21,1% от общероссийских). Всего здесь эксплуатируется семь собственно железорудных месторождений, наиболее крупные из них - Костомукшское, Ковдорское и Оленегорское. Балансовые запасы провинции представлены железистыми кварцитами (75,0%), апатит-магнетитовыми (24,0%) и комплексными титаномагнетитовыми (1,0%) рудами.

Добыча железных руд осуществляется открытым способом тремя горно-обогатительными комбинатами - Оленегорским (на пяти месторождениях), Ковдорским и Костомукшским. Обеспеченность ГОКов запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> в проектных контурах отработки отдельных карьеров составляет соответственно 9-17, 20 и 45 лет.

Прогнозные ресурсы Карело-Кольской провинции сосредоточены в Мурманской области (54,7%) и Республике Карелия (45,3%) и представлены железистыми кварцитами.

### 3.1. Мурманская область

Мурманская область занимает северную часть территории Карело-Кольской железорудной провинции.

Впервые железные руды (железистые кварциты горы Мишукова) на Кольском полуострове были обнаружены А.А.Полкановым на западном берегу Кольского фиорда в 1915 г., а все известные в настоящее время промышленные железорудные месторождения были открыты в 30-е годы в результате работ Ленинградского геологоразведочного треста.

В пределах Мурманской области распространены преимущественно железные руды архея, раннего протерозоя, раннего палеозоя, метаморфизованной и магматогенной природы, запасы которых сосредоточены в трех рудных районах (табл. 6).

Таблица 6  
Распределение запасов и прогнозных ресурсов по рудным районам и типам железных руд Мурманской области

Рудные районы (тип руд)	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т					Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			
		А	В	С <sub>1</sub>	А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям		
									Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>	Р <sub>3</sub>
Займандровский (железистые кварциты)	8	-	208,3	566,2	774,5	78,7	138,3	140	100	40	-
Ковдорский (апатит-магнетитовые)	1	-	139,5	403,8	543,3	225,2	69,4	-	-	-	-
Хибинский (апатит-титаномагнетитовые)	2	2,1	2,1	13,5	17,7	-	-	-	-	-	-
Другие районы	-	-	-	-	-	-	-	650	-	400	250
Всего	11	2,1	349,9	983,5	1335,5	303,9	207,7	790	100	440	250

## Месторождения железных руд Мурманской области

Рудный район (тип руд)	Месторождение	Содержание Fe в запасах категорий A+B+C <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Фактическая добыча сырой руды за 1993 г., млн т	Производство товарной руды за 1993 г., млн т	Возможная добыча по проектной мощности ГОКов, млн т/год
			A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>				
<b>Разрабатываемые месторождения</b>								
Заимандровский (железистые кварциты)	Оленегорское	30,6	448,6/448,6	0,1	-	5,8	4,0	5,2
	Кировогорское	30,3	76,9/76,9	8,2	-	3,4		3,8
	Им. проф. Баумана	30,7	43,7/43,7	-	8,2	2,7		2,8
	Южно-Кахозерское	30,8	25,3/-	20,2	27,6	-		0,5
	Им.15-й годовщины Октябрьской революции	29,6	31,9/31,9	2,3	60,3	0,5		0,5
Ковдорский (апатит-магнетитовые)	Ковдорское	25,2	543,3/517,5	225,2	69,4	13,1**	3,6	13,4
Хибинский (титаномагнетитовые)	Юкспорское	60,5	10,4/10,4	-	-	0,05***	-	-
	Кукисвумчорское	58,3	7,3/7,3	-	-	0,05***	-	-
<b>Итого</b>			1187,4/1136,3	256,0	165,5	25,6	7,6	26,2
<b>Резервные разведанные месторождения</b>								
Заимандровский (железистые кварциты)	Комсомольское	29,2	148,1/148,1	5,1	42,2	-	-	5,2
<b>Разведываемые месторождения</b>								
	Куркенпахк	36,2	-	19,2	-	-	-	-
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>								
	Печегубское	33,0	-	23,6	-	-	-	-
<b>Всего</b>		28,2	1335,5/1284,4	303,9	207,7	25,6	7,6	31,4

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

\*\* Часть маложелезистых руд добыта и заскладирована без переработки.

\*\*\* Руда складывается в хвостах обогащения.

Метаморфизованные руды докембрийского возраста представлены магнетитовыми, реже гематит-магнетитовыми кварцитами железисто-кремнистой формации оленегорского и сутамского геолого-промышленных типов (ГПТ), магматогенные - апатит-магнетитовыми, перовскит-титаномагнетитовыми рудами ковдорского типа и ильменит-титаномагнетитовыми, апатит-ильменит-титаномагнетитовыми рудами качканарского ГПТ.

Магматогенные руды сформировались в период каледонской активизации Балтийского щита и тесно ассоциируют с интрузиями центрального типа карбонат-щелочно-ультраосновных пород, с карбонатами и с разновозрастными дифференцированными интрузиями основных пород архея и раннего протерозоя.

В Мурманской области разрабатывается шесть железорудных месторождений, среди которых пять месторождений железистых кварцитов (Оленегорское, Кировогорское, им. 15-й годовщины Октябрьской революции, им. проф. Баумана и Южно-Кахозерское) и одно апатит-магнетитовое месторождение (Ковдорское). Кроме того, Государственным балансом учтены титаномагнетитовые руды Юкспорского и Кукисвумчоррского месторождений в Хибинах (табл. 7), добываемые попутно с апатит-нефелиновыми рудами объединением "Апатит". Титаномагнетит из апатит-нефелиновых руд не извлекается и полностью уходит в хвосты обогащения.

Все эксплуатируемые месторождения железистых кварцитов сосредоточены в Заимандровском железорудном районе и служат сырьевой базой Оленегорского горно-обогатительного комбината. Ковдорское месторождение является единственным источником сырья для Ковдорского горно-обогатительного комбината.

### **3.1.1. Заимандровский железорудный район**

Заимандровский железорудный район расположен в центральной части Мурманской области в пределах Мончегорского района.

Открытие железных руд в Заимандровском железорудном районе относится к 30-м годам. В 1931 г. отрядом АН СССР под руководством О.А.Воробьевой в Волчьих тундрах были обнаружены среди роговообманковых и биотит-роговообманковых гнейсов залежи магнетитовых кварцитов, а в 1932 г. в процессе маршрутных исследований студентом ЛГИ партии ЛГРТ Н.С.Зонтовым были выявлены выходы магнетитовых кварцитов на г.Муркпаркменч (г. им.Кирова), магнитные аномалии на г.Шелеспаркменч (г. им. XV лет Октября и г.Чокваренч, г. им. проф.Баумана). Почти одновременно коренные выходы магнетитовых кварцитов были закартированы партией А.М.Михайлова около разъезда Куна, а партией Ю.С.Серко - в районе Пече-губы и Железной Вараки. В том же году Д.В.Шифриным было открыто крупнейшее месторождение района Оленегорское (рис. 7).

Наряду с геологическим изучением района интенсивно проводились и геофизические работы. В течение 1932-1933 гг. В.А.Наумовым, А.С.Поповым, А.Е.Шарковым на месторождениях Кировогорском, им. 15-й годовщины Октябрьской революции, им. проф.Баумана, Железная Варака, Ягельный Бор, Оленегорском, Айварском были выполнены магнитометрические и гравиметрические исследования, которые подтвердили промышленную значимость изученных объектов.

В послевоенное время большой вклад в изучение месторождений Заимандровского железорудного района внесли геологи и геофизики

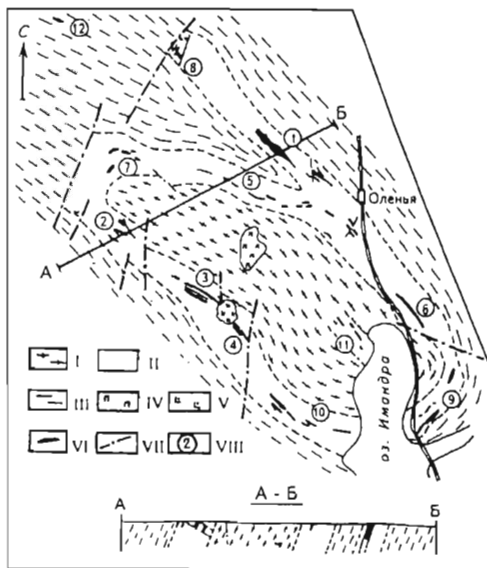


Рис. 7. Схематическая геологическая карта Заимандровского рудного района (по материалам ПГО "Севзапгеология")

I - плагио-гранито-гнейсовые комплексы; II - нерасчлененная гнейсово-железородная толща; III - амфиболит-гнейсовые и гранит-мигматит-гнейсовые комплексы; IV - клинопироксениты и верлит; V - оливинсодержащее андезитовое габбро; VI - железистые кварциты; VII - тектонические нарушения; VIII - месторождения (1-10) и рудопроявления (11, 12) железистых кварцитов: 1 - Оленегорское, 2 - Кировогорское, 3 - им. 15-й годовщины Октябрьской революции, 4 - им. проф.Баумана, 5 - Южно-Казозерское, 6 - Комсомольское, 7 - Куркенпахк, 8 - Айвар, 9 - Печегубское, 10 - Железная Варака, 11 - Безымянная Аномалия, 12 - Медвежий Тундры

Входятся на месторождения железистых кварцитов, которые преимущественно расположены в пределах северо-восточного и юго-западного крыльев овала. Структура гнейсовых толщ до конца не расшифрована, хотя наиболее вероятным представляется моноклиналиное их залегание.

В низах разреза железисто-кремнистой формации (подрудная толща) метабазиты представлены амфиболитами, амфиболовыми гнейсами и кристаллическими сланцами, отмечаются редкие прослои лейкократовых кварц-полевошпатовых гнейсов-лептитов.

Верхняя часть разреза (надрудная толща) сложена высокоглиноземистыми гнейсами с редкими прослоями амфибол-биотитовых гнейсов и амфиболитов. Железистые кварциты занимают в разрезе промежуточное положение. Они залегают в породах обеих толщ, нередко образуют пересла-

производственных и научных организаций Кольского п-ова, Карелии и Ленинграда - П.А.Гурвич, Е.А.Гедовиус, А.И.Иванов, В.П.Малышев, Г.И.Бобрышев, И.Ф.Мельников, П.М.Горяинов, Б.М.Гринченко, А.С.Сергиенко, Б.П.Ситников, Б.А.Боговский, Б.А.Шлайфштейн и др.

В тектоническом отношении Заимандровский железородный район выступает как блок третьего-четвертого порядка, ограниченный с северо-, юго-востока и юго-запада границами более крупных металлогенических элементов, а с северо-запада зоной субширотных разломов. Площадь рудного района около 250 км<sup>2</sup>. Внутренняя структура представлена сочетающимися между собой сериями гранито-гнейсовых куполов овальной формы 5-7х20-25 км, межкупольные пространства которых заполнены гнейсами кольской серии. Последняя представлена нижней железородной (амфиболит-гнейсовая железисто-кремнистая формация) и верхней глиноземистой (граувакко-песчанико-аргиллитовая формация) толщами.

Железные руды локализованы в высокометаморфизованных породах нижней толщи кольской серии, которые полосой шириной около 3 км окаймляют крупную овальную структуру, вытянутую в северо-западном направлении (см.рис. 7). Овально-кольцевая структура четко отражается повышенным магнитным полем, а максимумы его в 20-55 тыс. нТл при-

ивание с гнейсами различного состава и амфиболитами или содержат в себе их редкие прослои и линзы.

Мощность рудоносной формации в Оленегорской структуре достигает 1700-1900 м.

Заимандровский рудный район характеризуется высокой степенью освоенности с широко развитой транспортной сетью и промышленной инфраструктурой. Он включает месторождения железистых кварцитов: Оленегорское, Кировогорское, им.проф.Баумана, им.15-й годовщины Октябрьской революции, Южно-Кахозерское, Комсомольское, Куркенпахк и Айвар, а также ряд рудопоявлений. Первые пять месторождений эксплуатируются, Комсомольское месторождение детально разведано и находится в резерве.

Добыча и обогащение руд эксплуатируемых месторождений осуществляются Оленегорским ГОКом (табл. 8). Основным потребителем концентрата (более 85%) является Череповецкий металлургический завод, часть концентрата экспортируется.

Попутно с добычей и переработкой железистых кварцитов на ГОКе используются вскрышные скальные породы для производства гостированного щебня и хвосты дробильно-обогажительной фабрики для производства силикатного кирпича, основными потребителями которых являются строительные организации Мурманской области.

Таблица 8  
Основные технико-экономические показатели работы Оленегорского ГОКа

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	15,75	11,64
Содержание железа в сырой руде, %	28,51	30,4
Производство товарной руды, млн т	5,89	4,04
Содержание железа в товарной руде, %	65,40	65,8
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	2,72	1103,3
товарной	12,42	Нет свед.

### *Оленегорское месторождение*

Оленегорское месторождение железистых кварцитов расположено в 6 км к северо-западу от железнодорожной станции Оленья Октябрьской железной дороги и в 35 км на север от районного центра - г.Мончегорска.

Месторождение открыто Д.В.Шифриным в 1932 г. С 1932 по 1933 г. на месторождении проводились геолого-поисковые работы с составлением геологической карты, а в 1933 г. впервые были подсчитаны запасы железных руд с утверждением их комиссией по запасам при Ленинградском геологоразведочном тресте. В связи с решением правительства о строительстве Череповецкого металлургического комбината в 1940-1949 гг. на месторождении были проведены геологоразведочные работы, подсчитаны и утверждены в ВКЗ запасы по категориям, млн т: А - 101,3, В - 89,4, С<sub>1</sub> - 146,5. Месторождение было подготовлено к эксплуатации, и его разработка началась в 1955 г.

Переоценка запасов проводилась в 1960-1966 гг. В связи с наметившейся реконструкцией рудника и повышением его производительности в 1967-1976 гг. была проведена доразведка месторождения с пересчетом запасов железистых кварцитов и были выявлены большие перспективы рас-

пространения руд на глубину, что послужило основанием для проведения предварительной (1981-1984 гг.), а затем детальной разведки глубоких горизонтов месторождения. Результаты разведочных работ были использованы при оценке рентабельности подземной добычи железных руд Оленегорским ГОКом.

Месторождение расположено на северо-западном фланге северо-восточной полосы Заимандровской железорудной структуры и является наиболее крупным из всех известных в районе промышленных объектов. В его геологическом строении принимают участие метаморфические образования нижней (железорудной) толщи кольской серии. Вмещающие породы представлены комплексом биотитовых и амфибол-биотитовых гнейсов с прослоями лейкократовых биотитовых гнейсов (лептитов) и амфиболитов. Последние две разновидности соответственно составляют 10 и 10-15% от общей мощности разреза.

На месторождении широко развиты секущие или согласно залегающие плагио-микроклиновые пегматитовые жилы мощностью от нескольких сантиметров до 20-25 м. По отношению к железистым кварцитам пегматиты являются более поздними образованиями, они рассекают и частично уничтожают рудные тела. Количество пегматитовых жил с глубиной возрастает от 5-6% объема рудного тела на поверхности до 18-25% на глубине 450-750 м.

В центральной части рудное тело почти перпендикулярно рассечено дайкой оливиновых габбро-норитов мощностью 30-40 м. Дайка сечет не только железистые кварциты, но и крупные жилы микроклиновых пегматитов. Более мелкие дайки габбро-норита мощностью 2-4 м встречены у юго-восточного выклинивания рудного тела.

Месторождение представлено одной крупной рудной залежью линзообразной формы, залегающей согласно с вмещающими породами. Общее простирание залежи северо-западное ( $320^\circ$ ) с падением на юго-запад под углом  $50-85^\circ$ . Отчетливо устанавливается ее юго-восточное склонение - на северо-западном фланге месторождения ее нижняя граница фиксируется на глубине 200-250 м, в юго-восточной части - на глубине 1500 м. Залежь по простиранию прослежена на 4300 м, по падению - 1500-1700 м, мощность ее 50-60 м на флангах и 250-310 м в центральной части (рис. 8).

Крутопадающие тектонические нарушения, конт-

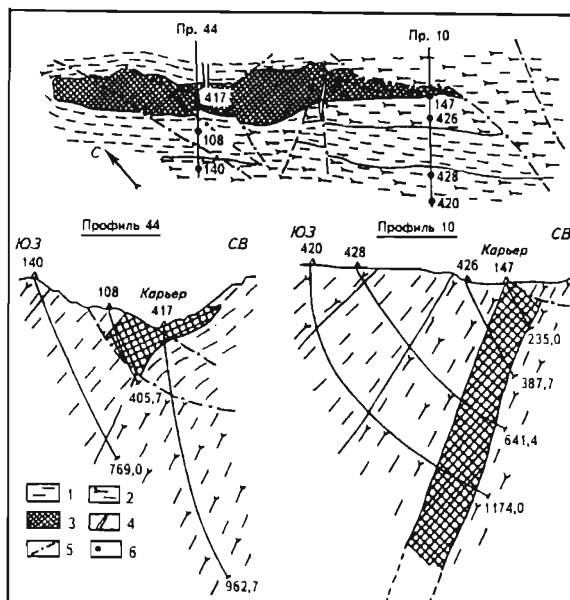


Рис. 8. Схематическая геологическая карта и разрезы Оленегорского месторождения [16]

1 - биотитовые, двуслюдяные, высокоглиноземистые гнейсы; 2 - амфибол-биотитовые, биотит-амфиболовые гнейсы; 3 - железистые кварциты; 4 - диабазы, габбро-диабазы; 5 - тектонические нарушения; 6 - разведочные скважины



ролируемые дайками основных пород, разбивают рудную залежь на смещенные относительно друг друга блоки. В центральной и юго-восточной частях месторождения рудная залежь осложнена продольносекущими, пологими (10-20°) надвиговыми нарушениями с амплитудой смещения от 20 до 150 м и перекрыта вмещающими породами.

Внутреннее строение залежи характеризуется частым переслаиванием железистых кварцитов с прослоями и линзами некондиционных руд и пустых пород наряду с многочисленными жилами гранитных пегматитов и дайками основных пород.

Руды месторождения относятся к оленегорскому ГПТ, характеризуются большим разнообразием минерального состава, обусловленного различным соотношением рудных и нерудных минералов. Главными рудными минералами являются магнетит (17-28%), гематит (1,3-22,3), встречаются пирит и пирротин (до 0,3). Отношение магнетита к гематиту в среднем по месторождению 4:1. Основные нерудные минералы: кварц (21-61%), пироксен (0-14), амфибол (0-20), слюда (0-5), полевые шпаты (0-30). Наиболее распространенными минеральными типами руд являются роговообманково-магнетитовые, пироксен-роговообманково-магнетитовые, пироксен-гематит-магнетитовые, куммингтонит-магнетитовые кварциты. На долю магнетитовых и гематит-магнетитовых кварцитов приходится 92,9% общих запасов. Существенно магнетитовые руды слагают периферические части рудных тел, а гематитсодержащие руды локализируются в их центральных частях и приурочены к верхним горизонтам месторождения. Средние содержания в рудах, %: Fe<sub>общ</sub> - 33,1, Fe<sub>магн</sub> - 23,32, Fe<sub>гем</sub> - 9,44, P - 0,02, S - 0,06. Средний химический состав руд в целом по месторождению, %: SiO<sub>2</sub> - 44,34; TiO<sub>2</sub> - 0,10; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,86; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 37,31; FeO - 12,98; MnO - 0,05; CaO - 1,82; MgO - 2,05; K<sub>2</sub>O - 0,23; Na<sub>2</sub>O - 0,13.

Месторождение обрабатывается открытым способом. Проектная производительность Оленегорского карьера - 5,5 млн т руды в год. Проектная глубина карьера - 420 м от поверхности, к 1994 г. его глубина достигла 280 м, коэффициент вскрыши - 2,04 т/т.

Добыча магнетитовых кварцитов в 1993 г. составила 5,8 млн т (с учетом разубоживания), потери при добыче - 109 тыс.т, или 1,6%.

Обеспеченность запасами на 01.01.1994 г. с учетом проектных потерь 1,8% и разубоживания 4% - 44 года, в проектных контурах карьера - 9 лет.

Руды Оленегорского ГОКа - легко- и среднеобогатимые. Магнетитовые кварциты легко обогащаются по магнитной, а гематит-магнетитовые - по магнитно-гравитационной схеме. При обогащении руд по магнитной схеме был получен концентрат с содержанием Fe<sub>общ</sub> 65-68% при извлечении 86,8%, при магнитно-гравитационной схеме содержание Fe<sub>общ</sub> в концентрате 66% при его выходе 34-37% и извлечении железа 82-88%. Доказана возможность получения из оленегорских руд электрометаллургического и порошково-металлургического концентратов.

Горно-технические условия обработки месторождения открытым способом осложняются повышенной сланцеватостью и нарушенностью горных пород всячего и лежащего боков рудной залежи.

Гидрогеологические условия открытой и подземной обработки месторождения простые. Расчетные водопритоки составляют: в карьер - 1522 м<sup>3</sup>/ч, в шахтные стволы - 273 м<sup>3</sup>/ч.

**Технико-экономические показатели отработки  
Оленегорского месторождения  
комбинированным способом**

Истощение запасов в контуре карьера и благоприятные гидрогеологические условия месторождения предопределили разведку запасов подкарьерных горизонтов для отработки подземным способом. Детальная разведка глубоких горизонтов осуществлена в 1985-1988 гг. до глубины 1300 м при плотности разведочной сети для запасов категорий В - 70-150 м, С<sub>1</sub> - 160-320 м. Одновременно была произведена оценка пород вскрыши в качестве сырья для производства щебня на проектируемом дробильно-сортировочном заводе производительностью 1,8 млн м<sup>3</sup> щебня в год.

По результатам детальной разведки институтом "Гипроруда" в 1988 г. выполнено ТЭО отработки запасов месторождения комбинированным способом - открытым и подземным (табл. 9).

Для подсчета запасов железистых кварцитов бывшим ГКЗ СССР в 1988 г. (протокол 10565 от 16 декабря 1988 г.) утверждены параметры постоянных кондиций.

Показатели	Способ обработки	
	открытый	подземный
Запасы по категориям, млн т:		
А+В+С <sub>1</sub>	182,6	213,1
С <sub>2</sub>	57,7	-
Содержание Fe <sub>общ</sub> в руде, %	32,7	31,6
Производительность предприятия по добыче, млн т/год	10,5	4,66
Показатели обогащения, %:		
выход концентрата	39,7	35,2
извлечение железа в концентрат	81,8	81,3
содержание железа в концентрате	65,6	65,9
Обеспеченность предприятия запасами, лет	15	44
Капитальные вложения, млн р.	138,7	Нет свед.
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	3,28	4,44
товарной	12,48	16,05
Оптовая цена 1 т концентрата, р.	13,62	Нет свед.
Прибыль годовая, млн р.	18,1	15,4
Рентабельность, %	5,96	6,7
Срок окупаемости, лет	6,7	Нет свед.

*Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе в контуре открытой отработки, %:*

*для отстройки внешних контуров рудных тел* 18

*для выделения внутриприродных прослоев* 14

*То же в контуре подземной отработки, %* 18

*Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке в контуре подземной отработки, %* 20,5

*Минимальная мощность рудных тел, м:*

*в контуре открытой отработки* 5

*в контуре подземной отработки* 4

*Максимальная мощность пустых прослоев и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м:*

*в контуре открытой отработки* 5

*в контуре подземной отработки* 6

Установлена возможность использования хвостов обогащения железистых кварцитов для производства силикатного кирпича, а также подсчитаны запасы пород вскрыши в количестве 112,6 тыс.м<sup>3</sup>, пригодных для производства щебня для строительных работ, использования в качестве заполнителя в бетоне, оснований и покрытий автомобильных дорог, балластового слоя железнодорожного пути и приготовления асфальтобетонных смесей. В 1990 г. для производства щебня использовано 1809 тыс.т вскрышных пород и получено 1221 тыс.м<sup>3</sup> щебня себестоимостью 5,08 р/м<sup>3</sup> и отпускной ценой 1 м<sup>3</sup> товарного щебня 8,98 р. (в ценах 1988 г.).

### *Кировогорское месторождение*

Месторождение находится в 16,5 км к западу от железнодорожной станции Оленья.

Железистые кварциты Кировогорского месторождения были открыты Н.С.Зонтовым и Д.В.Шифриным в 1932 г. В 1951 г. по результатам разведки подсчитаны запасы железных руд по категориям: А+В+С<sub>1</sub> - 78,8 млн т, С<sub>2</sub> - 27 млн т, которые были переданы на баланс Оленегорскому ГОКу для промышленного освоения. Более 20 лет месторождение числилось на балансе комбината в качестве резервного, в 1972 г. Минчермет СССР принял решение о проведении подготовительных работ по его освоению. В 1973-1977 гг. проведена доразведка месторождения до глубины 250-300 м, а также предварительная разведка юго-восточного фланга с целью оценки перспектив глубоких горизонтов.

Кировогорское месторождение расположено на северо-западном фланге юго-западной железорудной полосы Оленегорского рудного района. Оно сложено комплексами метаморфизованных пород нижней толщи кольской серии, состоящей из железистых кварцитов и вмещающих их преимущественно биотитовых гнейсов. Интрузивные породы представлены крутопадающими жилами гранитов и пегматитов, а также полого залегающими дайками диабазов и габбро-диабазов мощностью от долей метра до 40-50 м. Весь комплекс кристаллических пород перекрыт чехлом моренных отложений мощностью от 0,1-0,3 м на возвышенностях до 9 (реже 12-16 м) в низинах.

Рудоносная зона мощностью 500-700 м, прослеженная на расстояние около 3 км, включает три крупные залежи (Юго-Западную, Центральную и Северо-Восточную) и около 20 мелких рудных тел, половина из которых не имеет выхода на поверхность. Рудные залежи разделены между собой согласно залегающими пачками биотитовых и двуслюдяных высокоглиноземистых гнейсов, имеют обычно четкие границы, реже встречаются постепенные переходы (рис. 9).

Наиболее крупная Юго-Западная залежь включает около 2/3 запасов месторождения, имеет северо-западное простирание (315-320°), юго-западное падение под углом 35-40° и пологое погружение на юго-восток под углом 15-20°. В северо-западной части она сверху и снизу ограничена разломами, а в юго-восточной части не оконтурена. По простиранию залежь прослежена на 2150 м при мощности от 80-100 до 300-320 м. Среднее содержание Fe<sub>общ</sub> и Fe<sub>магн</sub> составляет соответственно 31,14 и 27,75%.

Северо-Восточная залежь расположена в 600 м к северо-востоку от Юго-Западной. Крутопадающая залежь, выполаживающаяся с глубиной, прослежена по простиранию (300-320°) на 1750 м и имеет крайне невыдср-

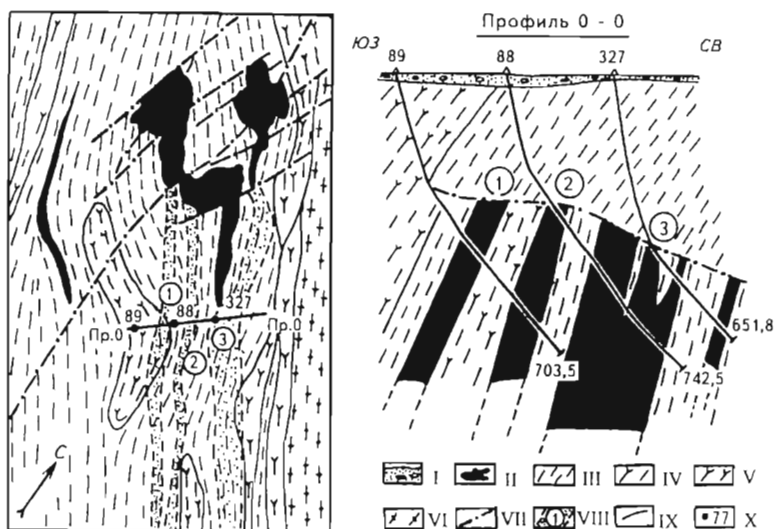


Рис. 9. Схематические геологическая карта и разрез Кировогорского месторождения [37]

I - четвертичные отложения; II - железистые кварциты; III - гнейсы биотитовые, двуслюдяные, силлиманит-биотитовые; IV - биотит-амфиболовые гнейсы; V - амфиболиты; VI - плагиогранито-гнейсы, гнейсо-граниты; VII - тектонические нарушения; VIII - контуры слепых рудных залежей в проекции на дневную поверхность: 1 - Юго-Западной, 2 - Центральной, 3 - Северо-Восточной; IX - литологические границы; X - разведочная скважина и ее номер

жанную мощность от 25-40 до 200-250 м при юго-западном падении под углом 60-65°. Среднее содержание в ней  $Fe_{общ}$  34,69%,  $Fe_{магн}$  31,44%.

Центральная залежь прослежена по простирацию на 660 м при мощности 60-85 м, падение ее юго-западное под углом 55-60°. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  и  $Fe_{магн}$  в залежи соответственно 33,52 и 30,45%.

На месторождении установлена еще серия рудных тел, залегающих согласно с основными залежами. Их протяженность по простирацию от 140-150 до 450-500 м, по падению от 70 до 270 м, редко 300 м; мощность колеблется от 5-7 до 35 м; содержание  $Fe_{общ}$  27,05%,  $Fe_{магн}$  23,0%.

Кроме того, выделена Юго-Западная магнитная аномалия, которая расположена в 450 м к югу от Юго-Западной залежи и представлена одним компактным рудным телом протяженностью по простирацию 1070 м, по падению 40-140 м. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  в руде - 25,55%.

Пологими тектоническими нарушениями надвигового типа рудные залежи месторождения расчленены на блоки, со смещением верхних частей по отношению к нижним на расстояние до 400 м, при этом сформировались слепые залежи, перекрытые гнейсовыми пластинами мощностью от 100 до 500 м (см.рис. 9). Такие залежи прослежены на 2 км в юго-восточном направлении.

Среди железистых кварцитов выделяются магнетитовые и гематит-магнетитовые типы руд, на долю последних приходится 6,4% общих запасов месторождения. Кварциты в основном представлены амфибол-магнетитовыми разностями. На глубоких горизонтах установлены амфибол-гематит-магнетитовые кварциты, залегающие в виде линз среди магнетитовых руд. Средние содержания железа в рудах месторождения для открытой отработки и подземной добычи соответственно, %:  $Fe_{общ}$  - 31,9 и 34,04;  $Fe_{магн}$  -

28,5 и 28,3;  $Fe_{гем}$  - 2,21 и 3,36; среднее содержание S - 0,07%, P - 0,04%. Усредненный химический состав руд следующий, %:  $SiO_2$  - 43,91;  $TiO_2$  - 0,03;  $Al_2O_3$  - 0,58;  $Fe_2O_3$  - 33,24; FeO - 14,61; MnO - 0,11; CaO - 3,30; MgO - 3,30;  $K_2O$  - 0,25;  $Na_2O$  - 0,16.

Руды Кировогорского месторождения легкообогатимые, обогащаются по схеме мокрой магнитной сепарации. При измельчении до 80% класса крупности -0,074 мм обеспечивается получение концентрата с содержанием железа 65-68% при выходе его 41,1-49,4% и извлечении железа 81-86%.

Из вскрышных скальных пород возможно получение щебня, пригодного согласно ГОСТ 8269-64 для приготовления различных марок бетона, для балластного слоя железнодорожных путей и автомобильных дорог.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия отработки месторождения несложные. В районе развиты грунтовые воды четвертичных отложений и трещинные воды кристаллических пород. Подземные безнапорные воды четвертичных отложений носят временный характер, средний коэффициент фильтрации их 3,3 м/с, а гидродинамический режим всецело определяется климатическими факторами. Глубина залегания трещинных вод метаморфических комплексов от поверхности составляет 1,5-40 м. Притоки подземных вод и атмосферных осадков в карьер колеблются от 180 до 318 м<sup>3</sup>/ч, максимальные расчетные - 630 м<sup>3</sup>/ч, причем максимум приходится на летние месяцы.

По данным доразведки (1973-1977 гг.) институтом "Гипроруда" в 1978 г. выполнено ТЭО отработки Кировогорского месторождения, показатели которого приведены ниже.

*Запасы по категориям, млн т:*

<i>A+B+C<sub>1</sub></i>	271,3
<i>C<sub>2</sub></i>	8,3
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в руде, %</i>	28,3
<i>Производительность предприятия по добыче, млн т/год</i>	4,0
<i>Способ отработки</i>	<i>Открытый</i>
<i>Коэффициент вскрыши, т/т</i>	2,05
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	35,5
<i>извлечение железа в концентрат</i>	81,5
<i>содержание железа в концентрате</i>	65,0
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	65
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	116,1
<i>Себестоимость 1 т руды, р.:</i>	
<i>сырой</i>	4,44
<i>товарной</i>	17,04
<i>Оптовая цена 1 т концентрата, р.</i>	13,12
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	-5,76

Для подсчета запасов железистых кварцитов Кировогорского месторождения ГКЗ СССР в 1978 г. утверждены параметры постоянных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	14
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	25
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность пустых прослоев, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5

Кировогорское месторождение обрабатывается открытым способом Оленегорским ГОКом. Проектная глубина карьера 310 м. Проектная производительность карьера 3,8 млн т руды в год, фактическая в 1993 г. составила 3,4 млн т. Среднее содержание железа в добытой руде 30,3%, потери при добыче 4,5%, разубоживание 5,5%. Средний коэффициент вскрыши - 2,2 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, 0,64 м<sup>3</sup>/т, 2,05 т/т. Обеспеченность балансовыми запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> на 01.01.1994 г. составляет 17 лет.

Ввиду того, что рудная зона в юго-восточном направлении не оконтурирована по простираению и на глубину, на месторождении имеются перспективы дальнейшего увеличения запасов.

### **Месторождение им. 15-й годовщины Октябрьской революции**

Месторождение расположено в 11 км юго-западнее станции Оленья и в 10 км юго-западнее Оленегорского ГОКа.

Магнитометрическими работами в 1933 г. на г.Шелеспарькменч была выявлена аномальная зона длиной 2 км и шириной до 240 м, в пределах которой горными работами подтверждена ее связь с рудной залежью железистых кварцитов. Предварительная разведка месторождения произведена на Северо-Западным ТГУ в 1963-1965 гг., а детальная - в 1971-1972 гг.

В геологическом строении месторождения принимают участие метаморфические комплексы кольской серии нижнего архея. В основании разреза указанных образований на площади месторождения залегает толща амфиболсодержащих гнейсов с прослоями биотитовых гнейсов и маломощными пропластками слабрудных и рудных кварцитов. Выше залегает горизонт железистых кварцитов, в составе которого снизу вверх выделяются безрудные и слабрудные амфибол-магнетитовые кварциты (первый подгоризонт) мощностью 10-40 м с прослоями двуслюдяных гнейсов и магнетит-пироксеновых кварцитов. Последние вверх по разрезу сменяются рудными амфибол-магнетитовыми кварцитами (второй подгоризонт) мощностью 10-140 м с прослоями лейкократовых биотитовых гнейсов и слабрудных кварцитов. В кровле горизонта железистых кварцитов залегают магнетит-амфиболовые безрудные и слабрудные кварциты (третий подгоризонт) мощностью 10-100 м с прослоями лейкократовых биотитовых гнейсов и магнетит-пироксеновых кварцитов (рис. 10).

Метаморфические образования имеют юго-восточное простираение и крутое падение к юго-западу под углом 70-85°.

Преимущественно в юго-восточной части месторождения железистые кварциты и вмещающие породы секутся крутопадающими (65-85°) жилами гранитоидов мощностью от нескольких сантиметров до десятков метров и пологозалегающими (30°) дайками диабазов субмеридионального простираения. В юго-восточной части месторождения породы и руды прорваны габбровой интрузией протерозой-

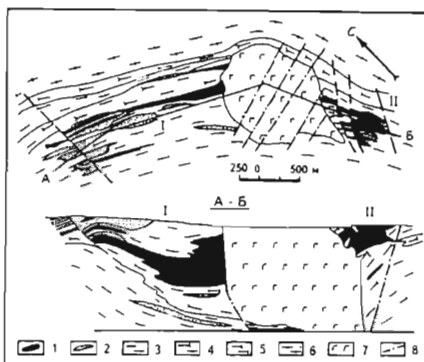


Рис. 10. Схематическая геологическая карта и продольный разрез месторождений им. 15-й годовщины Октябрьской революции (I) и им. проф. Баумана (II) (по материалам Мурманской ГРЭ)

1, 2 - железистые кварциты рудные (1) и малорудные (2); 3, 4 - гнейсы биотитовые (3), биотит-амфиболовые (4); 5 - амфиболиты; 6 - гранито-гнейсы; 7 - габбро; 8 - тектонические нарушения

ского возраста. Интрузия имеет сложную форму с заливами и языкообразными выступами с общим падением в юго-восточном направлении под углом  $70^\circ$ . В зоне эндоконтакта мощностью 12-15 м габбро содержат железо валовое до 3-35%, магнетитовое - 25-28%.

Кристаллические образования перекрыты четвертичной песчано-глинистой мореной мощностью 3-8 м.

Месторождение состоит из основной залежи и девяти более мелких залежей пластообразной формы.

Основная залежь представлена амфибол-магнетитовыми кварцитами северо-западного простирания с крутым падением ( $75-85^\circ$ ) на юго-запад, в северо-западной части месторождения углы падения -  $55-60^\circ$ . Длина залежи по простиранию - 2400 м, мощность - 15-20 до 100-120 м. В северо-западном направлении залежь выклинивается, замещаясь слаборудными и безрудными кварцитами, а в юго-восточной части месторождения срезается интрузией габбро. На юго-восточном фланге залежь прослежена по падению на глубину 580 м, а в северо-западной части предполагается срезание ее при общем уменьшении мощности рудного тела по падению и появление в нем прослоев слаборудных кварцитов. В северо-западной и юго-восточной частях залежь разбита тектоническими нарушениями со смещением блоков в плане до 35-60 м.

В непосредственной близости от основной залежи, к северо-востоку и юго-западу от нее, находятся еще девять тел магнетитовых кварцитов, также ориентированных в северо-западном направлении и параллельных ей. Длина рудных тел по простиранию колеблется от 130 м до 1 км, а мощность - от 6 до 9,2 м. Помимо этого на месторождении выделяется еще восемь тел слаборудных магнетит-пироксеновых кварцитов протяженностью 136-456 м при мощности 5,6-34,7 м и с содержанием железа валового - 23% и магнетитового - 7-10%.

Руды месторождения сложены существенно тонкозернистыми амфибол-магнетитовыми и пироксен-амфибол-магнетитовыми полосчатыми кварцитами с подчиненным количеством мелко- и крупнозернистых разновидностей.

Основным рудным минералом является магнетит, в незначительных количествах присутствуют пирит, пирротин, халькопирит, марказит, крайне редко - ильменит, лимонит, гетит.

Нерудные минералы помимо кварца, амфибола и пироксенов представлены в небольших количествах биотитом, хлоритом, полевым шпатом, кальцитом, гранатом.

Средневзвешенное содержание  $Fe_{общ}$  по блокам изменяется от 25,09 до 33,60%, а  $Fe_{раств}$  - от 17,57 до 32,35%. С магнетитом связано 80-89% общего содержания железа. Гематит и сульфиды в рудах практически отсутствуют. Среднее содержание P - 0,04%, S - 0,25%. Из других вредных примесей отмечаются Cu < 0,91%; Pb < 0,01%; Zn - 0,02-0,03%.

Средний химический состав руд, %:  $SiO_2$  - 49,59;  $TiO_2$  - 0,05;  $Al_2O_3$  - 0,88;  $Fe_2O_3$  - 24,59; FeO - 18,53; MnO - 0,12;  $K_2O$  - 0,21;  $Na_2O$  - 0,21;  $P_2O_5$  - 0,03.

Технологическими исследованиями установлено, что при измельчении руд до 95% класса крупности - 0,074 мм и трехстадийной мокрой магнитной сепарации может быть получен концентрат с содержанием железа 65,0-66,08% при извлечении 78,2-84,8%; выход концентрата - 35,6-41,4%.

Гидрогеологические и горно-технические условия месторождения благоприятны для отработки открытым способом. Водоносные горизонты приурочены к четвертичным отложениям и кристаллическим образованиям.

ям. В четвертичных отложениях воды безнапорные и тяготеют к пониженным участкам площади месторождения, коэффициент фильтрации - 0,03-1 м/сут. В кристаллических образованиях воды трещинные, безнапорные, зеркало их залегает на глубине 10-20 м от поверхности; водообильность пород зависит от степени трещиноватости. Коэффициент фильтрации в среднем составляет 0,107 м/сут, удельный дебит - 0,0009-3,33 л/с. Ожидаемый водоприток в карьер - 400 м<sup>3</sup>/ч, максимальный с учетом атмосферных осадков - 1000 м<sup>3</sup>/ч. Физико-механические свойства пород близки таковым на Оленегорском месторождении. Контур карьера определен по экономически допустимому коэффициенту вскрыши 12 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Размер карьера - 2400 x 270 м по верху и 2200 x 25 м по низу, максимальная глубина - 140 м.

Месторождение разведано до глубины 350-400 м скважинами и шурфами по разведочным профилям вкрест простирания рудных залежей преимущественно через 100-150 м с подсечением рудных тел по падению для запасов категории В через 50-100 м и категории С<sub>1</sub> - 120-150 м. Всего пройдено 78 скважин (13714,2 м), 16 шурфов (96 м) и 1 канава (859 м<sup>3</sup>).

По результатам детальной разведки (1971-1972 гг.) институтом "Гипроруда" выполнено ТЭО, показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы по категориям, млн т:</i>	
<i>A+B+C<sub>1</sub></i>	33,2
<i>C<sub>2</sub></i>	2,3
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub>,%</i>	29,6
<i>Производительность предприятия по добыче, млн т/год</i>	3,0
<i>Способ отработки</i>	<i>Открытый</i>
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	30,6
<i>извлечение железа в концентрат</i>	73,2
<i>содержание железа в концентрате</i>	64,0
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	19
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	94,7
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
<i>сырой руды</i>	6,40
<i>товарной руды</i>	25,03
<i>Оптовые цены 1 т концентрата, р.</i>	12,36
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	-12,05

Для подсчета запасов железистых кварцитов месторождения им.15-й годовщины Октябрьской революции ГКЗ СССР утверждены параметры постоянных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	23
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	25
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4



Запасы железных руд месторождения, подсчитанные по этим кондициям, приведены в табл. 10.

Для определения возможности использования вскрышных пород месторождения в качестве строительного камня проведен комплекс физико-механических испытаний, который показал, что гнейсы вскрыши месторождения вполне пригодны в качестве щебня для производства бетона и балласта для дорожного строительства, прослой слаборудных и безрудных кварцитов в качестве щебня для бетона не пригодны.

Перспективы месторождения на северо-западном фланге исчерпаны, а на юго-восточном - основная рудная залежь продолжается под интрузию габбро-норитов

и, возможно, соединяется с залежью месторождения им. проф. Баумана. По падению залежь не оконтурена, так как ее отработка ниже глубины 140 м является нерентабельной.

В 1990 г. Оленегорским ГОКом началась отработка месторождения карьером первой очереди с производительностью 0,5 млн т сырой руды в год, фактическая добыча составила 70 тыс.т. В 1993 г. на месторождении добыто 0,5 млн т с содержанием железа 29,6%, потеряно 2,2 млн т (4,6%). Обеспеченность карьера первой очереди разведанными запасами - 14 лет. После переноса шоссе Санкт-Петербург - Москва срок работы карьера будет продлен до 26 лет.

### *Месторождение им. проф.Баумана*

Расположено в 11 км юго-западнее станции Оленья, в 10 км юго-западнее Оленегорского ГОКа и в 2,5 км к юго-востоку от месторождения им. 15-й годовщины Октябрьской революции.

Месторождение известно с 1932 г., предварительная разведка его проведена в 1964-1965 гг., детальная - в 1970-1971 гг.

Сложено оно интенсивно метаморфизованными комплексами пород архея, прорванными крупной интрузией габбро-норитов, той же, что срезает юго-восточный фланг месторождения им.15-й годовщины Октябрьской революции (см. рис. 10). В основании разреза залегают подрудные амфибол-содержащие гнейсы и амфиболиты с прослоями биотитовых гнейсов, а также с маломощными пластами рудных и слаборудных железистых кварцитов. Выше располагается горизонт железистых кварцитов амфибол-магнетитового и пироксен-магнетитового состава с прослоями лептитов, глиноземистых гнейсов и сланцев, реже биотит-амфиболовых гнейсов. Заверша-

Таблица 10

Характеристика запасов железных руд месторождения им. 15-й годовщины Октябрьской революции

Категория запасов	Запасы, тыс.т	Среднее содержание, %			
		Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>раств</sub>	P	S
Балансовые запасы в контуре карьера					
B	8601,4	29,26	24,16	0,04	0,27
C <sub>1</sub>	24583,9	29,67	25,69	0,04	0,24
B+C <sub>1</sub>	33185,3	29,56	25,29	0,04	0,25
C <sub>2</sub>	2259,5	28,82	24,67	0,05	0,26
Забалансовые запасы ниже дна карьера					
B	2042,4	30,82	25,73	0,03	0,36
C <sub>1</sub>	58231,2	29,90	25,47	0,03	0,25
B+C <sub>1</sub>	60273,6	29,93	25,47	0,03	0,25

ют разрез гнейсы надрудной толщи, сложенные преимущественно глиноземистыми разностями: силлиманит-биотитовыми, а также гранат-биотитовыми, двуслюдяными, биотитовыми гнейсами и сланцами. Гнейсы местами интенсивно ороговикованы, залегают моноклинально с падением на юго-запад под углом 70-85° и перекрыты четвертичными отложениями мощностью от 2-3 до 6-8 м.

Рудный горизонт сечется крутопадающими поперечными дайками диабазов, габбро-диабазов, пологозалегающими жилами гранитов и пегматитов мощностью от 1-2 до 15-20 м, а на северо-западе, на глубине 250-300 м, срезан интрузией габбро.

Многочисленными разломами рудный горизонт разбит на несколько смещенных относительно друг друга блоков. Величина смещения в плане достигает 40 м и в разрезах - 20-30 м.

Таким образом, рудная зона представлена несколькими пласто- и линзообразными сближенными телами северо-западного простирания, падающими на юго-восток под углом 70-85°. Общая длина тел по простиранию - 900 м, на глубину они прослежены на 300-380 м от поверхности. Максимальная мощность наблюдается в центральной части рудной зоны, где она достигает 240-260 м, уменьшаясь к флангам до 15-30 м, вплоть до полного выклинивания. Внутреннее строение рудной зоны осложнено наличием прослоев лейкократовых гнейсов мощностью от 1-2 до 30-40 м.

Руды месторождения представлены полосчатыми тонко-, мелкозернистыми амфибол-магнетитовыми и пироксен-магнетитовыми кварцитами. Основным рудным минералом является магнетит, в незначительном количестве присутствуют пирротин, пирит, халькопирит, марказит и ильменит, изредка встречаются гематит и гидроокислы железа. Нерудные минералы, помимо кварца, амфибола и пироксена, представлены в небольшом количестве слюдой, гранатом, полевым шпатом, кальцитом, апатитом.

Содержание  $Fe_{\text{общ}}$  в рудах колеблется от 27 до 34% (в среднем 30,7%),  $Fe_{\text{раств}}$  - от 23 до 31 (27,7),  $Fe_{\text{силик}}$  - 2,5-3, серы - 0,02, фосфора - 0,14%.

Средний химический состав руд месторождения, %:  $SiO_2$  - 48,54,  $TiO_2$  - 0,06;  $Al_2O_3$  - 0,82;  $Fe_2O_3$  - 27,33;  $FeO$  - 17,17;  $MnO$  - 0,11;  $CaO$  - 2,99;  $MgO$  - 2,62;  $K_2O$  - 0,27;  $Na_2O$  - 0,16;  $P_2O_5$  - 0,02.

Руды легко обогащаются методом мокрой магнитной сепарации с получением кондиционных концентратов. При измельчении руд до 85-90% класса крупности -0,074 мм обеспечивается получение концентрата с содержанием железа 65-69% при выходе его 35-43% и извлечения железа 81-86%.

Гидрогеологические условия благоприятны для открытой разработки. Подземные воды приурочены в основном к трещиноватым кристаллическим образованиям, а в пониженных участках рельефа и к четвертичным отложениям, образуя в этом случае единый водоносный горизонт. Коэффициент фильтрации подземных вод в центральной и южной частях месторождения составляет 0,013 м/сут, а в северо-западной возрастает до 0,11-0,13 м/сут. При глубине карьера 100 м приток воды в него за счет подземных вод составит 100 м<sup>3</sup>/ч, а при 270 м - 246 м<sup>3</sup>/ч. За счет атмосферных осадков он может увеличиться до 1100-1300 м<sup>3</sup>/ч. Проектный коэффициент вскрыши - 2,2 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Размер карьера поверху - 980x960, а по низу - 500x220 м с углом откоса 50°. Максимальная глубина карьера ограничена нулевым горизонтом. Производительность карьера определена в 2,5-2,8 млн т сырой руды в год.

По данным геологоразведочных работ (1964-1971 гг.) институтом "Гипроруда" в 1971 г. разработано ТЭО, показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub>, млн т</i>	61,0
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в руде, %</i>	30,7
<i>Производительность предприятия по добыче, млн т/год</i>	2,8
<i>Способ отработки</i>	Открытый
<i>Коэффициент вскрыши, т/т</i>	1,77
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	38
<i>извлечение железа в концентрат</i>	82
<i>содержание железа в концентрате</i>	65
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	48,4
<i>Себестоимость 1 т руды, р.:</i>	
<i>сырой</i>	2,00
<i>товарной</i>	10,29
<i>Оптовая цена 1 т концентрата, р.</i>	14,75
<i>Рентабельность, %</i>	9,3

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1974 г. для пересчета разведанных запасов утверждены параметры постоянных кондиций.

<i>Бортное содержание Fe<sub>раств</sub>, %</i>	18
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	26
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4

Проведенными работами перспективы месторождения как на глубину, так и на флангах в основном исчерпаны. Небольшой прирост запасов железных руд (5-10 млн т) возможен в процессе эксплуатации месторождения за счет прирезки отдельных, смещенных по разрывным нарушениям рудных блоков в его юго-западной части.

Месторождение эксплуатируется с 1987 г. Оленегорским ГОКом. Коэффициент вскрыши - 1,23 м<sup>3</sup>/т. В 1990 г. на месторождении добыто 2,9 млн т сырой руды, в 1993 г. - 2,7 млн т с содержанием железа 30,7%. Обеспеченность работы карьера разведанными запасами 14 лет.

### ***Южно-Кахозерское месторождение***

Расположено в непосредственной близости от Оленегорского ГОКа (2,5-5 км) и в 3 км от г.Оленегорска.

Южно-Кахозерская гравимагнитная аномалия известна с 1932 г. Детальные геофизические работы проведены в 1965 г., а в 1965-1967 гг. на месторождении осуществлена предварительная разведка с оперативным подсчетом запасов.

Аномальная зона вытянута узкой субширотной полосой на 11 км и примыкает на западном фланге к Куркенпахкскому месторождению, а на восточном - к юго-восточному продолжению Оленегорского месторождения. Зона условно делится на четыре участка: Западный, Центральный, Восточный и Межозерный; три последних предварительно разведаны в

1965-1967 гг., на Западном участке поисковые работы не дали положительных результатов.

Метаморфический комплекс пород, вмещающий железистые кварциты, сложен гнейсами разнообразного состава, которые по существующей в настоящее время стратиграфической схеме относятся к заимандровской подтолще кольской серии. Породы представлены биотитовыми, биотит-амфиболовыми, амфибол-биотитовыми гнейсами, гранито-гнейсами и амфиболитами. Биотитовые гнейсы составляют 40% всего разреза и являются основными рудовмещающими образованиями. Условия залегания вмещающих толщ однообразные для всего месторождения.

Интрузивные породы представлены жилами гранитных пегматитов мощностью от нескольких сантиметров до 84 м, протяженностью по простиранию 27-700 м и на глубину от 20 до 600 м (занимают 8% объема пород); дайками диабазов и габбро-диабазов мощностью до 40 м и протяженностью до 1 км.

Четвертичные отложения мощностью от 3 до 40 м представлены валунно-галечной и супесчано-галечной мореной с примесью песчано-глинистого материала.

Общее простирание рудной залежи согласно с простиранием гнейсовых комплексов: для участка Межозерный оно составляет  $300-310^{\circ}$ , для остальных участков месторождения - субширотное  $265-285^{\circ}$ . Падение пород соответственно юго-западное и южное под углом  $50-80^{\circ}$ , с глубиной отмечается некоторое их выполаживание (рис. 11).

Железистые кварциты в пределах Южно-Кахозерского месторождения на всем своем протяжении образуют серию выклинивающихся линз мощностью от 5 до 80 м при глубине распространения от 20-50 до 250-400 м. Линзы железистых кварцитов на флангах обычно расчленяются, в центральной части они образуют раздувы и представлены одним рудным телом.

На участке Межозерный выделяются две залежи, отстоящие друг от друга на 150-200 до 350-400 м. Юго-западная залежь длиной около 1 км при мощности 20-25 м (в раздувах до 75 м) сложена переслаиванием рудных, слабрудных кварцитов и гнейсов. На долю кондиционных руд приходится около 50% мощности разреза. Северо-восточная залежь слабрудных кварцитов мощностью от 10-15 до 30-80 м сильно осложнена субвертикальными жилами гранитных пегматитов.

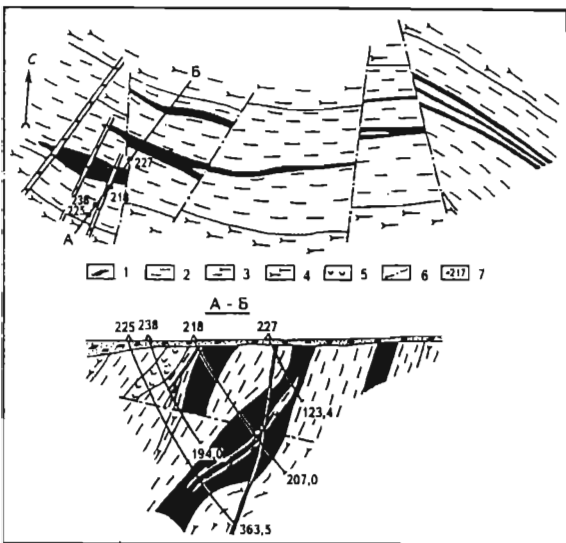


Рис. 11. Схематическая геологическая карта и разрез Восточного участка Южно-Кахозерского месторождения (по материалам Мурманской ГРЭ)

1 - железистые кварциты; 2 - биотитовые гнейсы; 3 - биотит-амфиболовые гнейсы; 4 - амфиболиты; 5 - диабазы и габбро-диабазы; 6 - тектонические нарушения; 7 - разведочные скважины

Рудная залежь Восточного участка протяженностью 1,5 км имеет сложноблоковое строение со смещением отдельных блоков относительно друг друга на 100-200 м в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Мощность залежи колеблется от 10-15 до 70 м.

В пределах Центрального участка железистые кварциты представлены тремя рудными телами, прослеженными в северо-западном направлении (280-290°) на 600-650 м. Максимальная мощность юго-западного тела - 40 м, юго-восточного - 12-20 м. Максимальная глубина подсечения залежи - 310 м, угол падения ее - около 70° на юг.

Руды Южно-Кахозерского месторождения относятся к оленегорскому ГПТ и представлены магнетитовыми кварцитами с минеральным составом, %: магнетит - 15-40; гематит - 0-1,5; темноцветные силикаты - 5-30; кварц - 25-60; в качестве вторичных минералов присутствуют гранат, эпидот, пирит. Темноцветные силикаты представлены роговой обманкой, актинолитом, куммингтонитом, биотитом и диопсидом. Распределение форм железа следующее, %: общее - 30,34; магнетитовое - 25,83; гематитовое - 1,79; силикатное растворимое - 0,94; силикатное нерастворимое - 1,40; сульфидное - 0,10. Из вредных примесей присутствуют, %: Cu - 0,0038; Zn - 0,0096; Pb - 0,00043. Средний химический состав руд, %: SiO<sub>2</sub> - 46,46; TiO<sub>2</sub> - 0,03; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,00; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 31,86; FeO - 14,24; MnO - 0,13; CaO - 3,41; MgO - 2,61; K<sub>2</sub>O - 0,11; Na<sub>2</sub>O - 0,16; S - 0,07; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,04.

Руды Южно-Кахозерского месторождения легкообогатимы. При измельчении руды до 50% класса крупности -0,074 мм и двухстадиальной схеме обогащения методом мокрой сепарации возможно получение концентрата с содержанием железа 68,8% при выходе его 41,2% и извлечении железа 93,5%. Скальные породы вскрыши, как и для всех других железорудных месторождений Оленегорского района, пригодны для производства строительного щебня различных марок.

Гидрогеологические и горно-технические условия отработки месторождения открытым способом относятся к категории средней сложности за счет повышенной трещиноватости пород в зоне дезинтеграции, что предполагает водоприток в карьер в количестве 3328 м<sup>3</sup>/сут.

Запасы месторождения разведаны по категориям C<sub>1</sub> (25,3 млн т) и C<sub>2</sub> (20,2 млн т) в геологических границах до глубины 300 м. Выклинивание рудных тел в нижних частях залежей железистых кварцитов указывает на исчерпание перспектив месторождения на глубоких горизонтах.

По данным предварительной разведки институтом "Гипроруда" в 1976 и 1990 гг. разработаны ТЭО (табл. 11).

Для подсчета разведанных запасов ЦКЗ Министерства черной металлургии СССР (протокол 148-вк от 11 октября 1990 г.) утверждены параметры временных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	14
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5
<i>Подсчет балансовых запасов выполнить в границах карьера, рекомендованных ТЭО.</i>	

В связи с истощением запасов на Оленегорском месторождении эксплуатация Южно-Кахозерского месторождения проводилась Оленегорским ГОКом в 1977 и 1979 гг. на Центральном участке. С 1979 г. карьер был вре-

**Технико-экономические показатели обработки  
Южно-Кахозерского месторождения**

Показатели	Межозерный участок	Восточный участок	
	1976 г.	1976 г.	1990 г.
Запасы по категориям, млн т:			
A+B+C <sub>1</sub>	41,6	30,3	24,6
C <sub>2</sub>	-	-	19,6
Содержание Fe <sub>свц</sub> в руде, %	30,5	31,9	31,2
Производительность предприятия по добыче, млн т/год	1,9	2,2	1,9
Способ обработки		Открытый	
Кoeffициент вскрыши, т/т	9,01	4,2	5,56
Показатели обогащения, %:			
выход концентрата	35,6	37,7	36,9
извлечение железа в концентрат	80,0	81,0	Нет свед.
содержание железа в концентрате	65,0	65,0	65,4
Обеспеченность предприятия запасами, лет	25	17	Нет свед.
Капитальные вложения, млн р.	60,7	46,2	Нет свед.
Себестоимость 1 т руды, р.:			
сырой	7,08	4,38	5,62
товарной	23,35	15,13	Нет свед.
Оптовая цена 1 т концентрата, р.	13,12	13,12	Нет свед.
Прибыль годовая, млн р.	-7,16	-1,73	-4,1

менно законсервирован. В 1989 г. добычные работы в Центральном карьере возобновились и было добыто 256 тыс.т сырой руды, потери составили 6 тыс.т. В 1993 г. в связи с резким спадом потребности в железорудном сырье добыча руд на месторождении прекращена.

***Комсомольское месторождение***

Месторождение расположено в 13 км юго-восточнее станции Оленья, в 200 м от берега оз. Имандра.

Месторождение открыто в 1933 г. А.С.Поповым при проведении магнитометрических работ с заверкой небольшим количеством шурфов. Предварительная разведка была осуществлена в 1963-1966 гг., а детальная - в 1978-1982 гг.

Месторождение приурочено к юго-восточному флангу северо-восточной железорудной полосы Заимандровского рудного района, которая представлена гнейсами кольской серии, сложенными преимущественно биотитовыми, реже роговообманково-биотитовыми, амфиболовыми гнейсами и их переходными разновидностями. Промышленные тела железистых кварцитов средней мощностью до 51 м залегают в верхней железорудной подтолще, сложенной биотитовыми, реже роговообманково-биотитовыми гнейсами с редкими прослоями железистых кварцитов мощностью менее 30 м. Азимут простирания железорудной толщи 290-350°, падение преимущественно на

юго-запад под углом 51-88°. Породы толщи смяты в складки и слабо трещиноваты. По всему разрезу наблюдаются жилы гранитных пегматитов, секущих и согласных с вмещающими породами, мощностью от нескольких сантиметров до 30 м и длиной 520 м, а также кварцевые жилы незначительной протяженности и мощностью до первых десятков сантиметров; реже встречаются дайки диабазов и диабазовых порфиритов длиной по простиранию до 70 м и мощностью не более первых метров (рис. 12).

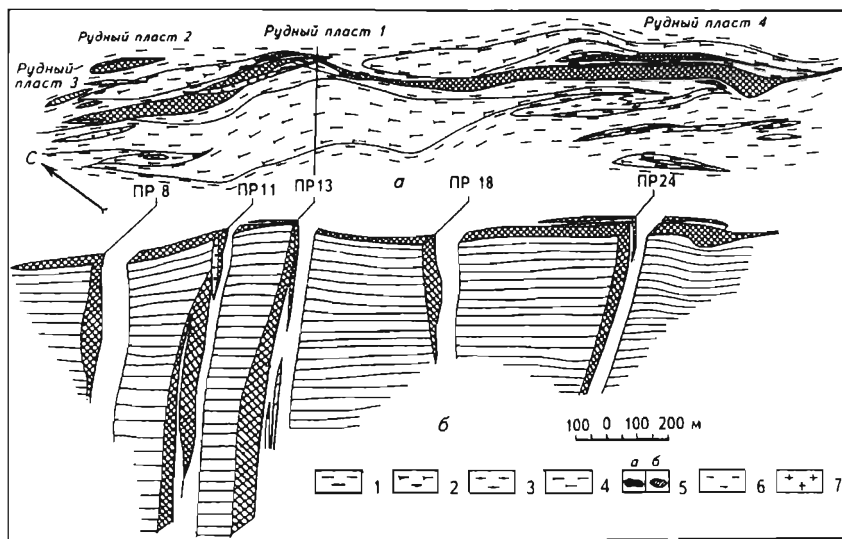


Рис. 12. Схематическая геологическая карта (а) и блок-диаграмма (б) Комсомольского месторождения

1-4 - гнейсы: 1 - биотитовые, 2 - биотит-амфиболовые, 3 - двуслюдяные, 4 - лептитовые; 5 - железистые кварциты рудные (а) и малорудные (б); 6 - амфиболиты; 7 - гранитные пегматиты

Четвертичные отложения развиты повсеместно и представлены валунными су-глинками морены мощностью 0,3-48 м и флювиогляциальными песками мощностью до 30 м; на отдельных участках развиты маломощные торфяники. Средняя мощность четвертичных отложений 16 м.

Месторождение состоит из Основной рудной залежи и четырех рудных пластов в ее лежачем боку. Основная рудная залежь прослежена по простиранию на 2400 м и по падению на 680 м. Мощность ее колеблется от 10 до 115 м (в среднем 51 м). На северо-западе залежь выклинивается по простиранию, а по падению (на горизонтах 200-300 м) расщепляется на две ветви, одна из которых выклинивается на гор. -400 м, а другая по геофизическим данным без уменьшения мощности прослеживается до гор. -500 м. Залежь сложена в кровле пироксен-роговообманковыми, а в подошве грюнерит-куммингтонитовыми магнетитовыми кварцитами. Содержание  $Fe_{общ}$  по залежи колеблется от 20,43 до 31,06%,  $Fe_{магн}$  - от 16,67 до 28,12% при средних значениях соответственно 29,41 и 25,1%.

Четыре рудных пласта (табл. 12) сложены преимущественно грюнерит-куммингтонит-магнетитовыми кварцитами. Рудный пласт 1 расположен в 10-12 м от подошвы Основной залежи в северо-западной части месторождения, пласт 2 - у северо-западной ее оконечности в 120-130 м от лежачего

## Характеристика рудных пластов Комсомольского месторождения

Номер рудного пласта	Длина по простиранию, м	Длина по падению, м	Мощность, м	Содержание, %	
				Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>
1	200	300	7-15	24,24	18,08
2	180	180	15-20	24,17	17,10
3	100	Не оконтурен	8-10	18,32	13,56
4	800	150-200	6-23	21,47	15,81

блока, пласт 3 - в 6-20 м выше по разрезу от пласта 2, пласт 4 - в юго-восточном окончании Основной залежи в 10-20 м от ее лежащего бока.

Все рудные тела залегают согласно с вмещающими породами, но имеют сложное внутреннее строение, обусловленное наличием прослоев безрудных и слаборудных кварцитов, гнейсов и жил различной мощности, нередко превышающих 5 м (рис. 13).

Руды месторождения относятся к оленегорскому ГПТ. Основным рудным минералом является магнетит, гематит встречается крайне редко, отмечаются пирит, пирротин, ильменит; из нерудных минералов кроме кварца присутствуют роговая обманка, куммингтонит и диопсид. Содержание Fe<sub>общ</sub> и Fe<sub>магн</sub> в целом по месторождению в пределах контура карьера составляет соответственно 29,22 и 24,44%. Содержание серы в рудах - в среднем 0,18% (на юго-восточном фланге месторождения до 0,89%). Среднее содержание фосфора по месторождению 0,05% при колебании от 0,03 до 0,07%.

Средний химический состав руд, %: SiO<sub>2</sub> - 50,2; TiO<sub>2</sub> - 0,04; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,25; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 26,64; FeO - 14,36; MnO - 0,16; CaO - 3,46; MgO - 3,10; K<sub>2</sub>O - 0,17; Na<sub>2</sub>O - 0,26.

Технологическими исследованиями установлена возможность обогащения железистых кварцитов Комсомольского месторождения по схеме, принятой для руд Кировогорского месторождения. Схемой предусматривается две стадии измельчения руд до 70-80% класса крупности -0,074 мм, три стадии мокрой магнитной сепарации, что позволяет проектировать совместную переработку руд этих месторождений на обогатительной фабрике Оленегорского ГОКа.

Гидрогеологические условия месторождения характеризуются наличием двух водоносных горизонтов, гидравлически связанных друг с другом - горизонта грунтовых вод, приуроченного к четвер-

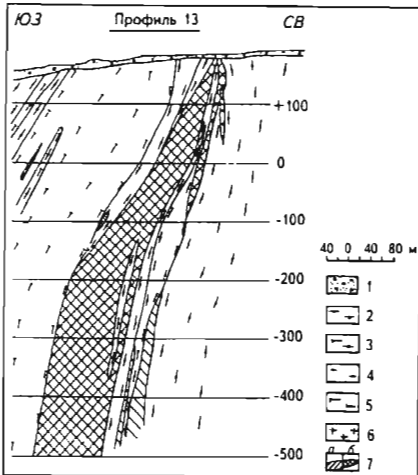


Рис. 13. Геологический разрез Комсомольского месторождения по профилю 13 (по И.Ф.Мельникову)

1 - четвертичные отложения; 2-5 - гнейсы: 2 - биотитовые, 3 - амфибол-биотитовые, 4 - двуслюдяные, 5 - лептитовые; 6 - гранитные пегматиты; 7 - железистые кварциты малорудные (а) и рудные (б)



тичным отложениям, с коэффициентом фильтрации 3,2 м/сут и горизонта трещинных вод в кристаллических образованиях с коэффициентом фильтрации в верхней трещиноватой части разреза 0,06 м/сут и менее трещиноватой - 0,056 м/сут. Возможные притоки подземных вод в карьер составят от 637 до 1225 м<sup>3</sup>/ч, ливневых осадков с учетом коэффициента стока (0,8) - 3200 м<sup>3</sup>/ч.

Инженерно-геологические условия отработки месторождения - средней сложности, что позволяет вести добычу руд открытым способом. Средний коэффициент вскрыши - 6,5 т/т, проектная глубина карьера - 485 м, высота уступов - 15 м.

Месторождение разведано наклонными буровыми скважинами по линии вкрест простирания продуктивной толщи. Фактическая плотность разведочной сети для запасов категории В - (40-100)х(40-110) м, категории С<sub>1</sub> - (200-100)х(30-170) м. Всего пробурено 125 скважин глубиной от 35 до 687 м, общим объемом 29,2 тыс.м.

По данным геологоразведочных работ (1963-1982 гг.) институтом "Гипроруда" в 1982 г. разработано ТЭО отработки Комсомольского месторождения, технико-экономические показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы по категориям, млн т:</i>	
<i>A+B+C<sub>1</sub></i>	171,4
<i>C<sub>2</sub></i>	27,4
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в руде, %</i>	29,53
<i>Производительность предприятия по добыче, млн т/год</i>	5,24
<i>Способ отработки</i>	Открытый
<i>Коэффициент вскрыши, т/т</i>	6,5
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	35,5
<i>извлечение железа в концентрат</i>	81,2
<i>содержание железа в концентрате</i>	64,7
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	30
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	155,8
<i>Себестоимость 1 т руды, р.:</i>	
<i>сырой</i>	4,77
<i>товарной</i>	19,97
<i>Оптовая цена 1 т концентрата, р.</i>	12,86

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1982 г. для подсчета разведанных запасов (протокол 9119 от 1 декабря 1982 г.) утверждены параметры постоянных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>магн</sub> в пробе, %</i>	10
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5

В 1982 г. ГКЗ СССР утвердила разведанные запасы по месторождению как подготовленные к промышленному освоению (табл. 13).

Балансовые запасы подсчитаны на глубину 485 м до абсолютной отметки -305 м, забалансовые - до -450 м.

Месторождение полностью оконтурено в пределах глубины открытой разработки. Выявление новых рудных залежей возможно на глубинах 200-

## Характеристика запасов железных руд Комсомольского месторождения

Категория запасов	Запасы, тыс.т	Среднее содержание, %				
		Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	S <sub>общ</sub>	S <sub>пирр</sub>	P
Балансовые запасы в контуре карьера						
В	31450	29,90	24,87	0,09	0,05	0,04
C <sub>1</sub>	116699	29,03	24,32	0,20	0,10	0,05
C <sub>2</sub>	5096	22,14	15,76	0,71	0,40	0,05
Забалансовые запасы за контуром карьера						
C <sub>1</sub>	25774	29,54	25,34	0,11		0,05
C <sub>2</sub>	16394	29,51	25,40	0,10		0,05

300 м от поверхности на юго-востоке месторождения, где зафиксирована локальная гравиметрическая аномалия.

В процессе детальной разведки месторождения произведена также оценка скальных пород вскрыши на щебень, запасы которых в пределах контура карьера подсчитаны по категориям, тыс.т: В - 38723, C<sub>1</sub> - 72523, C<sub>2</sub> - 200217. Проектная производительность предприятия по щебню - 1567 тыс.м<sup>3</sup>. Строительный щебень отвечает требованиям ГОСТ 8267-75.

Комсомольское месторождение находится в резерве Оленегорского ГОКа и планируется к отработке с 1996 г. взамен выбывающих мощностей.

### *Месторождение Куркенпах*

Расположено на запад в 9 км от Оленегорского ГОКа и в 19 км от станции Оленья.

Железистые кварциты месторождения фиксируются в магнитном поле серповидной аномальной зоной протяженностью до 2 км, шириной 250-750 м, интенсивностью до 50 тыс. нТл, которая состоит из мелких линейных и изометричных аномалий различного порядка и ориентировки.

В 1984 г. на месторождении проведена предварительная разведка. Подстилающими породами для железистых кварцитов являются высокоглиноземистые гранат-биотитовые гнейсы с силлиманитом, ставролитом и кинанитом, а перекрывающими - биотитовые, двуслюдяные (лейко-, мезократовые), амфибол-биотитовые гнейсы с прослоями и линзами амфиболитов.

Продуктивная толща имеет сложное мелкоблоковое строение. Рудные залежи состоят из серии мелких линзообразных тел амфибол-магнетитовых и пироксен-амфибол-магнетитовых кварцитов, моноклиально залегающих и круто падающих (70-90°) на юго-восток и юго-запад. Руды локализованы на четырех разобщенных участках, из которых только два (Северный и Западный) представляют промышленный интерес и включают от 6 до 8 рудных тел длиной 100-200 до 1300 м и мощностью от 6 до 58 м. Минеральный состав руд, %: магнетит - 38; сульфиды - 0,5; кварц - 45; амфиболы - 15; пироксен - 2; гранат - 0,7. Содержание Fe<sub>общ</sub> - 25-31,7% (среднее - 28,43), Fe<sub>магн</sub> - 19,1-27,4 (22,74), S - 0,25, P - 0,03%.

По данным предварительной разведки запасы категорий C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> при бортовом содержании железа магнетитового 10% составили 55,7 млн т до глубины 200-250 м. ТЭО целесообразности проведения детальной разведки

показало убыточность месторождения на ближайшую перспективу (протокол 101-ВК заседания ЦКЗ Минчермета СССР от 5 декабря 1984 г.).

### *Месторождение Печегубское*

Расположено в 3 км к югу от железнодорожной станции Ягельный Бор и в 15 км на юго-восток от Оленегорского ГОКа.

Залежи магнетитовых кварцитов образуют две полосы, которые в магнитном поле выражаются двумя субпараллельными аномальными зонами северо-восточного простирания, состоящими из мелких линейных и дугообразных аномалий интенсивностью до 10 тыс. нТл. Длина аномалий - 1,5-2,5 км, ширина - до 150-200 м. С магнитными аномалиями совпадает крупная гравиметрическая аномалия.

Рудовмещающие толщи представлены чередованием лейкократовых и мезократовых биотитовых, амфибол-биотитовых, высокоглиноземистых гнейсов и амфиболитов, прорванных жилами микроклиновых пегматитов и дайками диабазов.

Железистые кварциты образуют три крутопадающие залежи длиной 1-2,4 км, мощностью 5-72 м, разделенные пачками вмещающих пород мощностью 200-400 м. Железистые кварциты состоят в основном из кварца (32%), магнетита (35%), амфибола куммингтонит-грюнеритового ряда (28%), присутствуют сульфиды (0,5%), пироксен (2%), гранат, карбонаты, полевые шпаты (каждый из которых не превышает 2%).

Геологоразведочные работы, завершенные в 1990 г., подтвердили высокую перспективность месторождения. По данным проведенных поисково-оценочных работ запасы железных руд категории С<sub>2</sub> составили 209,7 млн т. На основании ТЭС получена положительная геолого-экономическая оценка месторождения и доказана целесообразность проведения предварительной разведки.

### *3.1.2. Ковдорский железорудный район*

Ковдорский железорудный район расположен в западной части Кольского п-ова, на северо-западном фланге Беломорского мегаблока, в пределах Ковдорского административного района.

Железорудный потенциал района представлен одним крупным месторождением комплексных апатит-бадделейт-магнетитовых руд - Ковдорским, на базе которого работает с 1962 г. одноименный горно-обогатительный комбинат (табл. 14). Проектная производительность Ковдорского ГОКа 16 млн т сырой руды в год (6,3 млн т концентрата).

Потребителями Ковдорского железорудного концентрата являются Череповецкий металлургический завод, Орско-Халиловский металлургический комбинат, НПО "Тулачермет", часть концентрата идет на экспорт.

Таблица 14  
Основные технико-экономические показатели работы Ковдорского ГОКа

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	16,3	13,1
Содержание железа в сырой руде, %	21,9	21,3
Производство товарной руды, млн т	5,8	3,6
Содержание железа в товарной руде, %	63,78	63,8
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	2,35	1324,6
товарной	11,29	6665,0

## Ковдорское месторождение

Ковдорское месторождение бадделеит-апатит-магнетитовых руд расположено в 2 км к юго-западу от г.Ковдор.

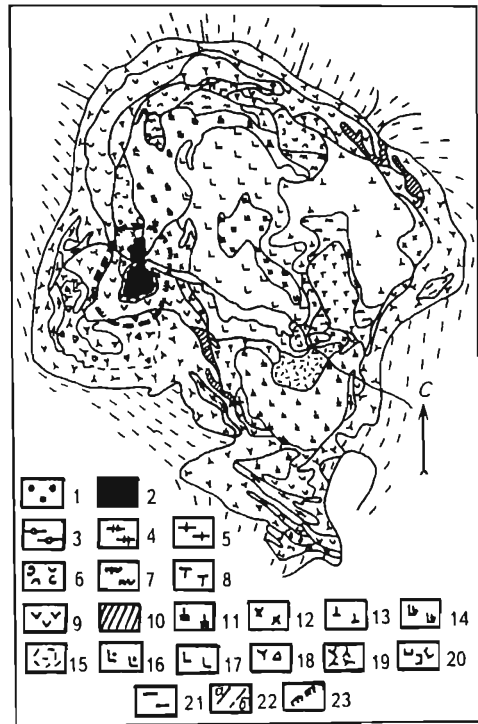
Месторождение открыто К.М.Кошицем в 1933 г. при геологической съемке масштаба 1:50 000. Разведка месторождения проводилась неоднократно - в 1939-1941, 1948-1950, 1963-1971, 1971-1975 гг. По материалам геологоразведочных работ 1963-1971 гг. месторождение впервые было оценено как промышленное, руды которого помимо железа содержат в промышленных количествах также фосфор, цирконий и редкоземельные элементы.

Ковдорский массив ультраосновных щелочных пород с карбонатитами нижнепалеозойского возраста, к которому приурочено месторождение, расположен на северо-восточном крыле Ено-Лоухского синклинали, сложенного биотитовыми гнейсами и гнейсо-гранитами беломорской серии нижнего архея. Массив занимает площадь около 40 км<sup>2</sup> и представляет собой интрузию центрального типа, имеющую концентрически-зональное строение. Формирование массива происходило в течение нескольких интрузивных фаз, каждая из которых характеризовалась внедрением различных по составу магматических пород (рис. 14).

Ковдорское месторождение находится в юго-западной части одноименного массива, имеет трубчатую форму с неправильными извилистыми контурами в плане, обусловленными раздувами и резкими пережимами.

Рис. 14. Схематическая геологическая карта Ковдорского ультраосновного щелочного массива [92]

1 - апатитовые оливиниты; 2 - магнетитовые руды; 3 - форстерит-кальцит-флогопитовые и кальцит-флогопит-магнетит-апатитовые породы; 4 - карбонатиты форстерит-кальцитовые, частично апатит-кальцитовые с флогопитом; 5 - карбонатиты эгирин-диопсид-кальцитовые со сфеном и воллостанитом; 6 - монтичеллиты, низковариты, монтичеллитовые перидотиты, кугдиты монтичеллитовые и оливиновые; 7 - переслаивание меллитололитов, ункомпагритов и компаэлитов; 8 - турьяиты пироксеновые и флогопитовые; 9 - ийолиты, частично с железисто-магнезиальной слюдой, шорломитом, сфеном; 10 - мельтейгиты; 11 - якупирангиты, в том числе слюдяные пироксениты; 12 - пироксениты с нефелином, флогопитом и кальцитом; 13 - пироксениты, преимущественно оливиновые, с флогопитом и кальцитом; 14 - пироксениты оливиновые, частично перидотиты флогопит-диопсидовые с кальцитом и апатитом; 15 - слюдиты флогопитовые с титаномagnetитом и оливином; 16 - оливиниты рудные; 17 - оливиниты, частично пироксеновые и сунгулитизированные; 18 - фениты, обогащенные фосфатами; 19 - фениты и фенитизированные гнейсы; 20 - слюдяно-актинолитовые породы (измененные гипербазиты); 21 - беломорская серия: биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсы, иногда с гранатом и прослоями амфиболитов; 22 - границы геологических контуров и свит: а - установленные, б - предполагаемые; 23 - проектный контур железорудного карьера



Длина залежи 1300 м, а ширина изменяется от 150 до 800 м. Падение залежи близкое к вертикальному. Она прослежена бурением на глубину более 1 км без видимых признаков выклинивания и отличается многообразием типов и разновидностей слагающих ее руд (рис. 15,16).

Руды месторождения относятся к ковдорскому ГПТ. По минеральному составу в них выделяется пять природных разновидностей: форстерит-магнетитовые, апатит-форстерит-магнетитовые, апатит-кальцит-магнетитовые, флогопит-форстерит-магнетитовые и карбонат-форстерит-магнетитовые. Первые три разновидности являются наиболее распространенными и составляют основную часть (87%) запасов.

Форстерит-магнетитовые руды относятся к наиболее ранним образованиям, характеризуются сравнительно высокой концентрацией магнетита и неравномерной примесью апатита, флогопита и кальцита. Форстерит и магнетит в них содержатся примерно в равных количествах, составляя в сумме 75-96% объема.

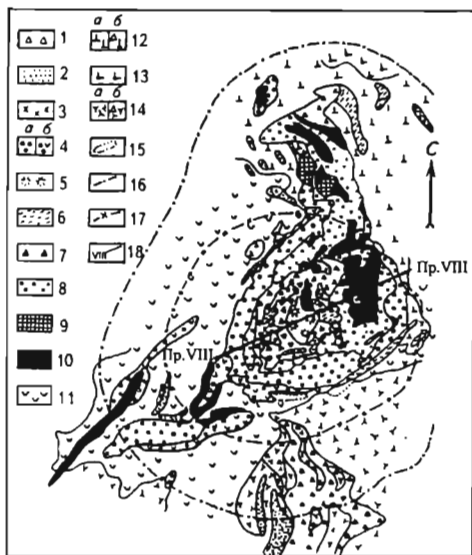


Рис. 15. Схематическая геологическая карта Ковдорского железорудного месторождения [92]

1 - руды апатит-штаффелитовые; 2 - карбо-

натиты кальцитовые; 3 - руды апатит-карбонатитовые; 4 - руды апатит-форстеритовые и апатит-флогопит-форстеритовые (а), то же с включениями ийолитов (б); 5 - руды клиногумит-апатит-кальцит-магнетитовые с форстеритом и редкометалльной минерализацией; 6 - руды карбонатно-форстерит-магнетитовые и кальцит-флогопит-магнетитовые; 7 - руды апатит-кальцит-магнетитовые с форстеритом и флогопитом; 8 - руды апатит-форстерит-магнетитовые; 9 - руды форстерит-магнетитовые и 10 - руды магнетитовые; 11 - ийолиты; 12 - пироксениты (а), то же с апатитом (б); 13 - оливиниты с магнетитом; 14 - фениты (а), фениты фосфатизированные (б); 15 - проекция контуров слепых тел; 16 - контур проектного карьера; 17 - контур действующего карьера; 18 - линия геологического разреза

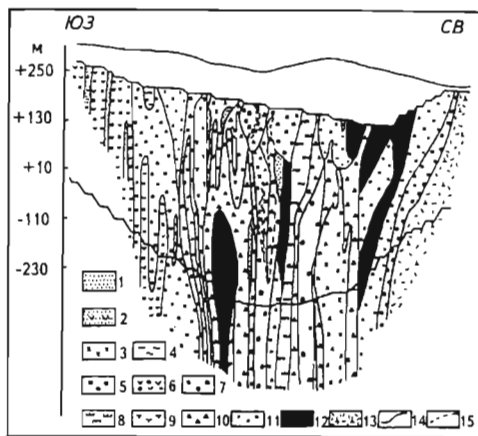


Рис. 16. Схематический геологический разрез по профилю VIII Ковдорского месторождения [92]

1 - карбонатиты кальцитовые с форстеритом; 2 - карбонатиты кальцитовые с включениями ийолитов; 3 - карбонатиты апатитовые; 4 - карбонатиты тетраферрифлогопит-кальцитовые; 5 - руды апатит-форстеритовые и апатит-флогопит-форстеритовые; 6 - то же, с включениями вмещающих пород; 7 - руды клиногумит-апатит-кальцит-магнетитовые; 8 - руды доломит-форстерит-магнетитовые, доломит-флогопит-магнетитовые; 9 - руды кальцит-форстерит-магнетитовые; 10 - руды апатит-кальцит-магнетитовые; 11 - руды апатит-форстерит-магнетитовые; 12 - руды магнетитовые и форстерит-магнетитовые; 13 - ослужденные пироксениты; 14 - границы установленные; 15 - границы условные

Апатит-форстерит-магнетитовые руды составляют около 50% общей массы руд. Они однородны по составу, обычно среднезернистые, иногда мелко- и крупнозернистые, содержат 35-40% магнетита и 20-25% апатита.

Апатит-кальцит-магнетитовые руды находятся в тесной перемежаемости с карбонат-форстерит-магнетитовыми разновидностями и карбонатами. Вследствие замещения магнетита и форстерита кальцитом содержание железа в рудах понижено. Эти разновидности руд малофосфористые и содержат соответственно 1,96 и 1,70% пентоксида фосфора.

Для руд ковдорского типа характерно наличие в магнетите примесей, изоморфно замещающих железо или находящихся в виде мельчайших включений (шпинель и иль-менит), как продукты распада твердых растворов. Вследствие этого содержание железа в минерале значительно ниже теоретического и колеблется в пределах 62-69%.

Содержание  $Fe_{общ}$  в рудах колеблется от 25 до 37% (в среднем 28,33%),  $Fe_{магн}$  - от 22 до 36% (26,68%),  $P_2O_5$  - от 2 до 9% (6,97%). Из других компонентов присутствуют, %:  $CaO$  - 10-25,  $MgO$  - 9-17,  $SiO_2$  - 5-12,  $CO_2$  - 3-15,  $TiO_2$  - 0,4-0,5,  $S$  - 0,2-0,4. В связи с пониженным содержанием железа и значительным количеством изоморфных примесей в магнетите руды ковдорского типа могут быть использованы только для доменного передела.

Руды Ковдорского месторождения комплексные и требуют сложных схем обогащения. Они обогащаются на обогатительной фабрике Ковдорского ГОКа по схеме мокрой магнитной сепарации, обеспечивающей получение магнетитового концентрата с содержанием 63,5-64,0% железа при выходе его 39,7% и извлечении железа 91,7%. Содержание кремнезема в концентрате - 0,5-1,5%. Апатит и бадделеит переходят в хвосты магнитной сепарации, откуда путем гравитации и флотации извлекаются в виде твердых продуктов. Выход апатитового концентрата, содержащего 36%  $P_2O_5$ , составляет 19,3% при извлечении последнего 60,5%.

Гидрогеологические условия месторождения сложные, что обусловлено большой водообильностью слагающих его пород, наличием р.Ковдор и оз.Ковдор. Оработка месторождения требует применения специальных мероприятий по осушению. Расчетные величины водопритоков в карьер подтверждаются данными эксплуатации или бывают несколько выше. Расчетный максимальный водоприток за счет подземных вод и атмосферных осадков в карьер оценивается в 2250 м<sup>3</sup>/ч, а на конец отработки - 2780 м<sup>3</sup>/ч. Водообильность четвертичных отложений высокая, удельный дебит скважин достигает 12 л/с, а коэффициент фильтрации по данным откачек колеблется от десятков до сотен метров в сутки.

Инженерно-геологические и горно-технические условия месторождения определили возможность его отработки карьером с наклоном бортов 37-40°. На конец отработки длина карьера составит 2140 м при ширине 1630 м и глубине по контуру 564 м, в нагорной части - 670 м.

По данным геологоразведочных работ институтом "Гипроруда" для Ковдорского месторождения в 1970 г. разработано ТЭО, показатели которого приведены ниже.

*Запасы по категориям, млн т:*

<i>A+B+C<sub>1</sub></i>	617,5
<i>C<sub>2</sub></i>	78,8
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в руде, %</i>	29,1

<i>Производительность предприятия по добыче, млн т/год</i>	15,75
<i>Способ обработки</i>	Открытый
<i>Коэффициент вскрыши, т/т</i>	3,61
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	38,3
<i>извлечение железа в концентрат</i>	89,5
<i>содержание железа в концентрате</i>	64,0
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	45
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	280,0
<i>Себестоимость 1 т руды, р.:</i>	
<i>сырой</i>	1,97
<i>товарной</i>	9,20
<i>Оптовая цена 1 т концентрата, р.</i>	10,08
<i>Стоимость концентрата годового выпуска, млн р.</i>	96,86
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	23,49
<i>Рентабельность, %</i>	8,2
<i>Срок окупаемости, лет</i>	12,2

По данным ТЭО ГКЗ СССР утвердила параметры постоянных условий для подсчета запасов комплексных железных руд в 1970 г., а мало-железистых апатитовых руд - в 1975 г.

#### Комплексные железные руды

<i>Минимальное промышленное содержание <math>Fe_{общ}</math> в подсчетном блоке, %</i>	19
<i>Бортовое содержание <math>Fe_{общ}</math> в пробе, %</i>	15
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6

#### Маложелезистые апатитовые руды

<i>Минимальное промышленное содержание <math>P_2O_5</math> в подсчетном блоке, %</i>	3
<i>Бортовое содержание <math>P_2O_5</math> в пробе для оконтуривания балансовых руд, %</i>	3
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6

В процессе разведки месторождения подсчитаны прогнозные ресурсы комплексных бадделеит-апатит-магнетитовых руд в количестве 995 млн т до отметки -1310 м ( $Fe_{общ}$  -28,5%;  $P_2O_5$  -7,2%) и маложелезистых апатитовых руд - 232 млн т ( $Fe_{общ}$  - 11,39%;  $P_2O_5$  - 6,33%), которые в ГКЗ СССР не рассматривались.

По состоянию на 01.01.1994 г. на месторождении числится балансовых запасов магнетитовых руд категорий А+В+С<sub>1</sub> 543,3 млн т, С<sub>2</sub> - 225,2 млн т и забалансовых запасов - 69,4 млн т.

### 3.2. Республика Карелия

Республика Карелия занимает юго-восточную часть Балтийского кристаллического щита (южная часть Карело-Кольской железорудной провинции). В геоструктурном плане она охватывает юг Беломорского и весь Карельский мегаблока, в пределах которых выделяются три рудных района (табл. 15).

Таблица 15  
Распределение запасов и прогнозных ресурсов по рудным районам и типам железных руд Республики Карелия

Рудный район (тип руд)	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т				Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		B	C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
								P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
Костомукшский (железистые кварциты)	2	278,3	1099,8	1378,2	179,3	1180,8	300	200	100
Пудожгорский (титаномагнетитовые)	1	-	-	-	-	316,6	-	-	-
Гимольский (железистые кварциты)	1	-	-	-	-	69,5	355	-	355
Всего	4	278,3	1099,8	1378,2	179,3	1566,9,3	655	200	455

В пределах Беломорского мегаблока распространены главным образом непромышленные комплексные титаномагнетитовые руды с апатитом магматогенной природы, генетически связанные с интрузиями щелочно-ультраосновных пород (Ельтьозерский массив и др.).

Главные промышленные запасы железных руд в Карельском мегаблоке приурочены к образованиям костомукшской свиты гимольской серии и представлены метаморфизованными железистыми кварцитами. Получили также развитие магматогенные титаномагнетитовые руды, генетически и пространственно связанные с дифференцированными интрузиями основных пород архейского и нижнепротерозойского возрастов (Пудожгорское месторождение и др.). Титаномагнетитовые руды являются комплексными; в них кроме основных компонентов железа и титана содержатся примеси ванадия, меди, кобальта, иногда фосфора.

Из 40 известных железорудных месторождений и рудопроявлений Карелии в настоящее время эксплуатируется одно Костомукшское месторождение, разведано и находится в резерве Корпангское месторождение, учтены отраслевым балансом и не намечаются к освоению железистые квар-



## Месторождения железных руд Республики Карелия

Рудный район (тип руд)	Месторождение	Содержание Fe в запасах категорий А+В+С <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Фактическая добыча сырой руды за 1993 г., млн т	Производство товарной руды за 1993 г., млн т	Возможная добыча сырой руды по проектной мощности ГОКов, млн т/год
			А+В+С <sub>1</sub> *	С <sub>2</sub>				
Разрабатываемые месторождения								
Костомукшский (железистые кварциты)	Костомукшское	32,2	$\frac{1064,2}{925,7}$	166,0	1014,8	16,9	6,8	24,0
Резервные разведанные месторождения								
Костомукшский (железистые кварциты)	Корпангское	29,5	$\frac{314,0}{314,0}$	13,3	165,9	-	-	-
Не намечаемые к освоению месторождения								
Гимольский (железистые кварциты)	Межозерское	32,9	-	-	69,5	-	-	-
Пудожгорский (титаномагнетиты)	Пудожгорское	28,7	-	-	316,6	-	-	-
Всего			$\frac{1378,2}{1239,7}$	179,3	1566,8	16,9	6,8	24,0

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

Таблица 17  
**Основные технико-экономические показатели  
 работы Костомукшского ГОКа**

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	23,6	16,9
Содержание железа в сырой руде, %	25,78	30,47
Производство товарной руды, млн т	9,3	6,8
Содержание железа в товарной руде, %	67,60	67,63
Себестоимость 1 т, р.:		
сырой руды	3,23	1001
концентрата	14,27	4650

иты Межозерского и титаномагнетитовые руды Пудожгорского месторождений (табл. 16). Железистые кварциты Костомукшского и Корпангского месторождений являются сырьевой базой действующего Костомукшского горно-обогатительного комбината с производительностью 24 млн т по сырой руде в год (табл. 17). Товарная продукция ГОКа представлена концентратом и офлюсованными окатышами, идущими потребителям России и частично за рубеж.

### **3.2.1. Костомукшский железорудный район**

Костомукшский железорудный район расположен в центральной части Карельского мегаблока и занимает площадь около 1500 км<sup>2</sup>.

После открытия в 1946 г. аэромагнитной съемкой аномалий в изучении геологии района и его месторождений активное участие принимали П.И.Иванов, З.А.Макарова, В.М.Чернов, В.Я.Горьковец, В.М.Малышев, Е.И.Мошков, Н.Н.Голубев, К.А.Инина, М.Б.Раевская, В.Е.Попов и другие геологи Северо-Западного геологического управления, Карельского филиала АН СССР, научных организаций Ленинграда. Благодаря их усилиям разведано и эксплуатируется в настоящее время крупнейшее на Северо-Западе Костомукшское месторождение железистых кварцитов, а Корпангское месторождение детально разведано и находится в резерве.

Докембрийские метаморфические породы района слагают два структурных этажа: нижний (фундамент) и верхний, включающий вулканогенно-осадочные образования контоксской и гимольской серий. Гранито-гнейсы, гнейсо-граниты, гранодиориты и другие породы фундамента образуют серию овално-вытянутых куполов северо-западного, северо-восточного и субширотного простирания, которые обрамляются сложнодислоцированными вулканогенно-осадочными отложениями, включающими продуктивные толщи железистых кварцитов (рис. 17).

Железистые кварциты залегают преимущественно в породах гимольской серии и в магнитном поле проявляются в виде локальных магнитных аномалий линейной, дугообразной, округлой форм интенсивностью от 5-10 до 60, иногда до 100 тыс.нТл, протяженностью от 1-5 до 10-12 км, шириной от 100 до 2000 м. В гравитационном поле они фиксируются в виде положительных локальных аномалий интенсивностью 0,5-1,5 мГл.

Полный разрез вулканогенно-осадочной толщи фиксируется в северо-западном крыле Костомукшской синклинали, наиболее крупной структурной единицы района. В основании толщи развиты метавулканы кон-



Рис. 17. Схематическая геологическая карта  
Костомукшского железорудного района  
(по материалам Костомукшской ГРП)

I - мигматиты по древнему основанию; II - биотитовые, мусковитовые и двуслюдяные гнейсы, гранито-гнейсы и мигматиты; III - образования неуставленного стратиграфического положения; *конттокская серия*: IV - шурловарская свита - переслаивание магнетитовых сланцев и кварцитов с кислыми эффузивами и амфиболовыми углеродсодержащими сланцами, V - рувинварская свита - зеленые сланцы, амфиболиты, метадиабазы, тальк-хлоритовые, серпентинит-тальковые сланцы; *гимольская серия*: VI - костомукшская свита - гелефлинты, порфиroidы и кварц-серичитовые сланцы, VII - сурлампинская свита - ритмичнослоистые кварц-биотитовые и биотит-кварцевые сланцы и гнейсо-сланцы с гранатом, ставролитом, андалузитом; VIII - мигматиты по гимольским образованиям; IX - плагиоклазовые, микроклин-плагиоклазовые граниты и гранодиориты; X - железистые кварциты: отдельные рудные тела (а), железорудные пачки (б); XI - железорудные месторождения (а) и перспективные участки (б): 1 - Костомукшское, 2 - Корпангское, 3 - Кентозерский, 4 - Южно-Корпангский, 5 - Северо-Костомукшский, 6 - Койвасозерский, 7 - Западный, 8 - Мутаярвинский, 9 - Юго-Западный, 10 - Таловейс, 11 - Петроярвинский, 12 - Южно-Костомукшский, 13 - Конттокский

токской серии основного состава с мало мощными линзо- и пластообразными телами железистых кварцитов (Западно-Костомукшский и Юго-Западный участки), а выше через базальные конгломераты залегают породы гимольской серии, вмещающие самое крупное в районе Костомукшское месторождение.

Северо-восточный фланг Костомукшской синклинали ограничен зоной разлома северо-западного простирания, за которым на продолжении структуры располагается Корпангское месторождение железистых кварцитов среднего масштаба, залегающее в породах гимольской серии, обрамляющих купольный выступ фундамента. Вместе с тем ресурсы рудного района выявлены не полностью. С северо-востока к Костомукшскому месторождению примыкают слабо изученные участки: Южно-Корпангский, Северо-Костомукшский; с юга - участок Таловейс. В восточной части района также выделяется целый ряд перспективных на железные руды участков и аномалий: Кентозерский, Койвасозерский, Петроярвинский, Южно-Костомукшский, Конттокский и др. (см. рис. 17), которые могут оказаться месторождениями мелкого и среднего масштабов. Однако основная масса ресурсов железных руд района сосредоточена в подкарьерных горизонтах эксплуатируемого Костомукшского месторождения.

## Костомукшское месторождение

Находится в Калевальском районе, в 80 км от райцентра пос.Калевала и в 65 км к западу от железнодорожной станции Юшкозеро. Месторождение открыто в 1946 г. в процессе аэромагнитной съемки.

Разведочные работы на месторождении были проведены в период 1946-1954 гг., а в 1971-1975 и 1978-1980 гг. проводилась доразведка соответственно глубоких горизонтов и флангов месторождения.

Впервые запасы железных руд утверждены ГКЗ СССР в 1965 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 926,5 млн т при среднем содержании железа растворимого 30,3%, С<sub>2</sub> - 284,8 млн т при содержании железа растворимого 29%.

За открытие и разведку Костомукшского железорудного месторождения коллективу геологов в составе: К.Д.Беляева, Н.Н.Голубева, А.Н.Егорушкова, П.И.Иванова, З.А.Макаровой, В.И.Макарьина, В.В.Морозова, Е.И.Мошкова, Е.Л.Тушевского, Н.Н.Хрусталева в 1985 г. присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники.

Месторождение сложено железистыми кварцитами, залегающими в толще метаморфизованных образований гимольской серии верхнего архея,

формирующих крыло синклинальной структуры. Продуктивная толща месторождения имеет в плане форму дуги. Выделяются Северный, Центральный (район перегиба) и Южный участки (рис. 18,19). Общая мощность продуктивной толщи от 100-150 м на флангах до 1800-1950 м на перегибе.

В лежащем боку продуктивной толщи расположена Основная залежь линзовидно-пластовой формы, прослеженная на 14,5 км, изогнутая в плане и меняющая простирацию с меридионального на северном фланге до широтного - на южном. Содержание основных элементов в рудах, %: Fe<sub>общ</sub> - 32,16-33,64; Fe<sub>магн</sub> - 26,19-27,93; S - 0,2-0,25 и P - 0,07-0,08.

В висячем боку продуктивной толщи в 500-600 м к востоку от Основной залежи располагается залежь Переслаивания. Она представляет собой частое чередование пластов железистых кварцитов и безрудных пород; доля железистых кварцитов в ней не превышает 25%. Длина пластов железистых кварцитов достигает 6,7 км при мощности от первых метров до 80 м. Содержание Fe<sub>общ</sub> по залежи Переслаивания составляет 27,5-29,9%, Fe<sub>магн</sub> - 21,9-23,9, S - 0,25-0,4, P - 0,05-0,07%. В ряде рудных тел залежи Переслаивания и в восточной ветви Основной залежи содержание серы превышает 0,50%. Запасы таких руд по категориям В+С<sub>1</sub> составляют 105 млн т.

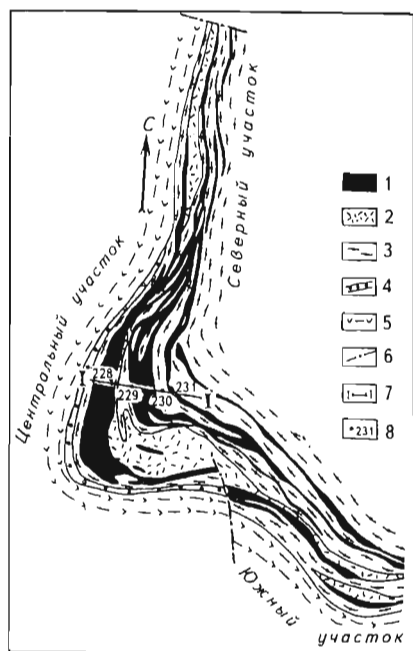


Рис. 18. Схематическая геологическая карта Костомукшского месторождения [48]

**Гимольская серия:** 1 - железистые кварциты, 2 - плагиопорфиры, геллефлинты, 3 - кварц-биотитовые, биотит-кварцевые, амфибол-биотит-кварцевые сланцы, 4 - полимиктовые конгломераты; **конттокская серия:** 5 - амфиболовые сланцы и амфиболиты; 6 - тектонические нарушения; 7 - линия геологического разреза; 8 - разведочные скважины

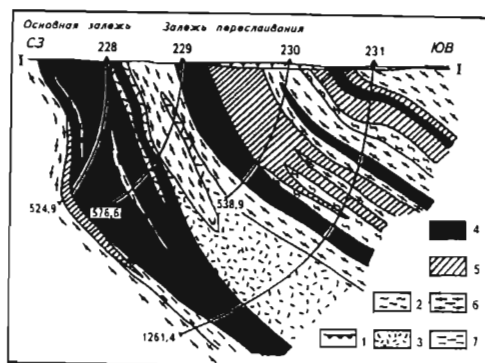


Рис. 19. Схематический геологический разрез Костомукшского месторождения по линии I-I [48]

1 - четвертичные отложения; 2 - тальк-карбонат-хлоритовые, тальк-тремолит-хлоритовые и другие сланцы по ультраосновным породам; 3 - геллефлинты, плагиопорфиры; 4 - железистые кварциты; 5 - переслаивание кварцитов рудных, слабрудных и безрудных; 6 - кварц-биотитовые, биотит-кварцевые, амфибол-биотит-кварцевые сланцы; 7 - графитистые филлитовидные сланцы с сульфидами

и наиболее чистый по сере, последний - самый бедный (20-35%) и содержит пирротина от 0,5 до 10%, пирита до 1,5% и апатита до 3%.

Средний химический состав руд Основной залежи и залежи Переслаивания соответственно, %:  $\text{SiO}_2$  - 48,01 и 50,88;  $\text{TiO}_2$  - 0,09 и 0,11;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 2,71 и 3,34;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 25,96 и 21,37;  $\text{FeO}$  - 15,96 и 16,60;  $\text{MnO}$  - 1,93 и 2,09;  $\text{K}_2\text{O}$  - 1,11 и 1,24;  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0,52 и 0,48; п.п.п. - 1,93 и 2,14.

Руды Костомукшского месторождения легкообогатимы. Обогащение руд осуществляется по трехстадиальной схеме мокрой магнитной сепарации, обеспечивающей получение магнетитового концентрата с содержанием железа 65,7-70% при извлечении  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  73,6-78,5%,  $\text{Fe}_{\text{магн}}$  94,6-95,4% и выходе концентрата 33,8-37,3%. Содержание серы в концентрате - от следов до 1%.

Гидрогеологические и горно-технические условия эксплуатации месторождения средней сложности, что определило обработку его карьерным способом.

По материалам геологоразведочных работ институтом "Гипроруда" в 1980 г. разработано ТЭО, технико-экономические показатели которого приведены ниже.

Запасы по категориям, млн т:	
A+B+C <sub>1</sub>	1107,1
C <sub>2</sub>	261,9
Содержание $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в руде, %	32,2
Производительность предприятия по добыче, млн т/год	24,3
Способ обработки	Открытый
Коэффициент вскрыши, т/т	2,82

<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	34,8
<i>извлечение железа в концентрат</i>	93,0
<i>содержание железа в концентрате</i>	66,5
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	68
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	659,6
<i>Себестоимость 1 т руды, р.:</i>	
<i>сырой</i>	1,67
<i>товарной</i>	10,28
<i>Оптовая цена 1 т окатышей, р.</i>	23,02
<i>Стоимость окатышей годового выпуска, млн р.</i>	191,2
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	53,6
<i>Рентабельность, %</i>	7,8
<i>Срок окупаемости, лет</i>	13

В 1980 г. по данным ТЭО ГКЗ СССР утвердила для пересчета запасов Костомукшского месторождения параметры постоянных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>магн</sub>, %</i>	17
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	5
<i>Максимальная мощность прослоев некондиционных руд и пустых пород (кроме филлитовидных сланцев), включаемых в подсчет запасов, м</i>	5
<i>То же для филлитовидных сланцев, м</i>	2
<i>В пределах блоков определить и подсчитать статистическим способом, по данным технологического картирования, запасы руд, в концентратах из которых содержание серы составляет, %</i>	<0,5; 0,5-1 и >1
<i>Запасы с содержанием железа 10-17% относятся к забалансовым</i>	
<i>В подсчетных блоках по представительному количеству проб определить среднее содержание Fe<sub>общ</sub>, Fe<sub>магн</sub>, S и P.</i>	

Балансовые запасы, подсчитанные и утвержденные в 1980 г. ГКЗ СССР как подготовленные для промышленного освоения, составили по категориям, млн т: В - 328,2, С<sub>1</sub> - 779,4 и С<sub>2</sub> - 261,9.

Отработка железных руд Костомукшского месторождения начата с 1982 г. одноименным ГОКом с проектной производительностью 24 млн т сырой руды в год.

Обеспеченность Костомукшского ГОКа разведанными запасами по проектной производительности комбината составляет 45 лет, с учетом резервного разведанного Корпангского месторождения - 58 лет.

Кроме железных руд на месторождении практическую ценность представляют породы скальной вскрыши - геллефлинты. В 1993 г. на месторождении добыто 1219 тыс.м<sup>3</sup> геллефлинтов, из которых для производства 615 тыс.м<sup>3</sup> щебня использовано 930 тыс.м<sup>3</sup>.

## Корпангское месторождение

Расположено в Калевальском районе в 4 км к северу от Костомукшского месторождения, в 19 км от обогатительной фабрики и является резервной сырьевой базой Костомукшского ГОКа.

Месторождение выявлено в 1970 г., в 1971-1974 гг. проводились поисково-оценочные работы, в 1974-1976 гг. - предварительная разведка.

Рудная зона месторождения располагается среди метаморфизованных, осадочно-вулканогенных образований верхнего архея (костомукшская свита гимольской серии). Породы гимольской серии образуют узкую полосу длиной до 7 км и шириной до 500 м, изогнутую в плане в виде дуги, огибающей Корпангскую антиклиналь купольного типа (2,5х3 км), сложенную гнейсо-гранитами и мигматитами верхнего архея. В юго-западной части породы гимольской серии собраны в синклинальную складку. Простираение пород крыльев антиклинали в пределах западной ветви - северо-восточное, падение - северо-западное под углом 35-45°. Простираение пород восточной ветви - субмеридиональное, падение - на восток под углом 60-87° (рис. 20). Западной и восточной ветвям Корпангской антиклинали соответствуют одноименные участки и проектируемые карьеры.

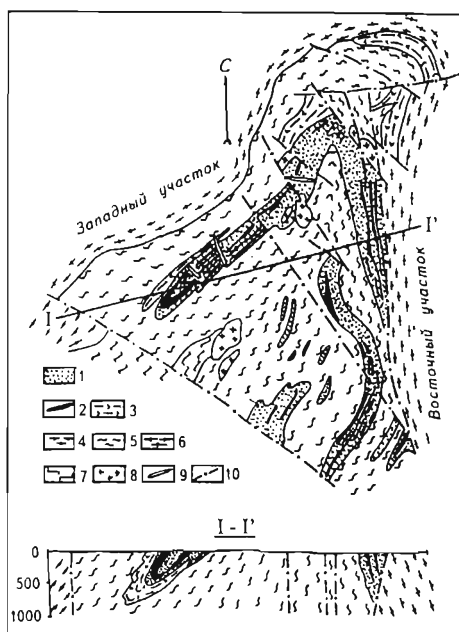


Рис. 20. Схематическая геологическая карта и разрез Корпангского месторождения (по материалам Костомукшской ГРП)

1 - переслаивание кварц-биотитовых, биотит-кварцевых и углеродистых сланцев с магнетитовыми кварцитами (толща переслаивания); 2 - железистые кварциты; 3 - амфиболиты, метадиабазы, зеленые сланцы; 4 - кварц-хлоритовые сланцы с магнетитом; 5 - мигматиты; 6 - гнейсы, гранито-гнейсы; 7 - кислые эффузивы; 8 - плагио-оклазовые, плагио-микроклиновые граниты и гранодиориты; 9 - метагаббро-диабазы, габбро, габбро-нориты; 10 - разрывные нарушения

Рудная зона представлена 18 пластообразными телами железистых кварцитов, переслаивающихся с кварц-биотитовыми и биотит-кварцевыми сланцами. Протяженность рудных тел по простиранию - 200-2900 м, мощность - 8-110 м.

Руды Корпангского месторождения соответствуют костомукшскому ГПТ и представлены в основном двумя природными разновидностями - биотит-магнетитовыми и амфибол-магнетитовыми. Содержание магнетита в них 24-42%, гематита - до 1, пирита с пирротинном - 0,2-1,1, кварца - 37-41, роговой обманки - 4-7, куммингтонита - до 3, рибекита - до 3, биотита - 4-17, полевых шпатов - 3,9, апатита - до 1%.

Среднее содержание  $Fe_{общ}$  в рудах 29,5%,  $Fe_{магн}$  - 24,29, P - 0,06,  $S_{общ}$  - 0,21, в том числе связанной с пирротинном - 0,11%. Зависимость между содержаниями S и  $Fe_{магн}$  обратная. С глубиной содержание серы в рудах несколько уменьшается. Химический состав руд по Западному и Восточному участкам соответственно следующий, %:  $SiO_2$  - 48,26 и 48,52;  $TiO_2$  - 0,16 и 0,21;  $Al_2O_3$  - 3,59 и 5,03;  $Fe_2O_3$  -

26,64 и 25,01; FeO - 14,78 и 13,95; MnO - 0,07 и 0,08; CaO - 1,44 и 1,64; MgO - 1,93 и 2,0; K<sub>2</sub>O - 1,39 и 1,78; Na<sub>2</sub>O - 0,76 и 0,86.

Месторождение по гидрогеологическим условиям сравнительно простое. Специальных мероприятий по водопонижению при отработке карьеров не потребуется. Осушение возможно осуществить средствами карьерного водоотлива. Годовая потребность предприятия в воде составит 15-18 тыс.м<sup>3</sup>. Для этой цели могут быть использованы воды оз.Корпанга с общим запасом воды 21 млн м<sup>3</sup>.

Горно-технические условия эксплуатации месторождения простые и позволяют вести отработку Восточного и Западного участков изолированными карьерами.

Руды Корпангского месторождения легко обогатимы. Методы сухой и мокрой магнитной сепараций при измельчении руд до различной крупности (от -3 мм до 90% класса -0,044 мм) обеспечивают получение концентратов с содержанием железа общего 70,62-71,84% при извлечении железа в концентрат 81-89%, что позволяет перерабатывать руды на обогатительной фабрике Костомукшского ГОКа. Установлена возможность получения из крупнозернистых руд пятнистой структуры высококачественных магнетитовых концентратов, пригодных для бездоменной металлургии. Одним из факторов, препятствующих использованию получаемых концентратов в бездоменной металлургии, является примесь серы в форме пирротина, трудно отделяемая в процессе магнитного обогащения.

В 1980 г. институтом "Гипроруда" разработано ТЭО, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы в недрах, млн т</i>	485,9
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в руде, %</i>	30,01
<i>Производительность предприятия по добыче, млн т/год</i>	18,5
<i>Способ отработки</i>	<i>Открытый</i>
<i>Коэффициент вскрыши, т/т</i>	2,39
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>  выход концентрата</i>	32,7
<i>  извлечение железа в концентрат</i>	79,5
<i>  содержание железа в концентрате</i>	70,0
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	28
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	163,4
<i>Себестоимость 1 т руды, р.:</i>	
<i>  сырой</i>	1,80
<i>  товарной</i>	11,36
<i>Оптовая цена 1 т окатышей, р.</i>	27,76
<i>Стоимость окатышей годового выпуска, млн р.</i>	170,1
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	46,7
<i>Рентабельность, %</i>	7,5
<i>Срок окупаемости, лет</i>	3,5

Подсчет запасов произведен по утвержденным кондициям ГКЗ СССР 10.01.1980 г.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>магн</sub> в пробе, %</i>	10
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5



Месторождение подготовлено для промышленного освоения. Производительность предприятия определена в 17,4 млн т руды. Запасы Корпангского месторождения на 01.01.1995 г. составляют по категориям, млн т: А+В+С<sub>1</sub> - 314; С<sub>2</sub> - 13,3; забалансовые - 165,9. Увеличение запасов возможно за счет разведки глубоких горизонтов. Обеспеченность рудника запасами около 28 лет.

Кроме того, в пределах Западного участка подсчитаны и оценены запасы вскрышных пород по категории С<sub>2</sub>: гнейсо-гранитов (123,8 млн м<sup>3</sup>) и лептитовых гнейсов (16,5 млн м<sup>3</sup>), отвечающих требованиям ГОСТ 23845-79 (сырье для производства щебня из естественного камня для строительных работ) и пригодных для производства щебня марки 1400 по ГОСТ 8267-75. Обезжелезненные концентраты из лептитовых гнейсов пригодны также для производства стекла марки КПШС 0,20-14 по ГОСТ 13451-77 и хозяйственной фарфоровой посуды первого сорта по ОСТ 17-84-71.

### Межозерское месторождение

Месторождение расположено на восточном берегу оз. Суккозеро в 3-4 км к югу от станции Суккозеро. Выявлено аэромагнитной съемкой в 1946 г. Геологоразведочные работы на нем проводились в 1947-1948 гг. и затем в 1951-1954 гг.

Крутопадающие, пластообразные тела амфибол-магнетитовых кварцитов и сланцев залегают согласно с вмещающей их метаморфической толщей лептитовых гнейсов, туфосланцев, кварц-полевошпат-биотитовых сланцев лопийского возраста. Породы железорудной формации расчленены

комплексом интрузивных и жильных пород, представленных метагаббро-диабазами, грано-диоритами, а также пегматитами, гранитами и аплитами кислого состава.

Рудоносная зона шириной 200-500 м и длиной до 5 км вытянута узкой полосой почти в меридиональном направлении и имеет крутой изгиб в своей юго-восточной части (рис. 21). В пределах рудной зоны выделяется три рудных залежи: Северная, Восточная и Западная. Восточная и Западная залежи располагаются субпараллельно на расстоянии 300-500 м друг от друга. Северная залежь находится в 1 км к северо-востоку от северной оконечности

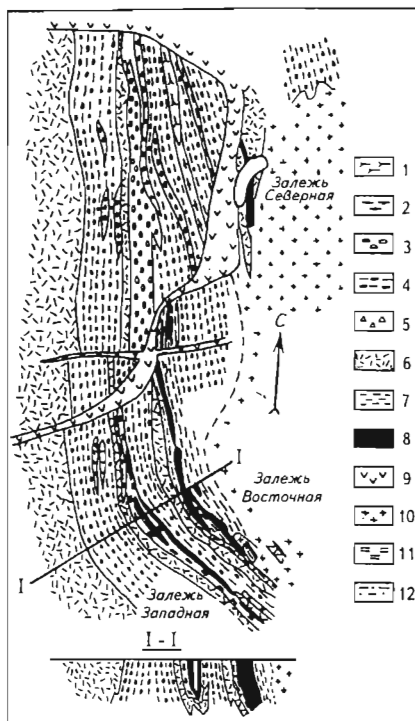


Рис. 21. Схематическая геологическая карта и разрез Межозерского месторождения [19]

1 - гнейсо-граниты и гнейсо-гранодиориты; 2 - полевошпат-амфиболовые сланцы по андезитам; 3 - "гранитные" конгломераты; 4 - туфоконгломераты; 5 - туфобрекчии; 6 - лептитовые гнейсы; 7 - кварц-биотитовые и биотит-полевошпат-кварцевые туфогенные гнейсо-сланцы; 8 - железистые кварциты; 9 - метагаббро-диабазы; 10 - плагио-микроклиновые граниты; 11 - мусковит-полевошпат-кварцевые гнейсо-сланцы; 12 - биотит-полевошпат-кварцевые графитистые гнейсо-сланцы

Восточной залежи. Каждая рудная залежь состоит из нескольких эшало- нированных или расположенных кулисообразно рудных тел.

Восточная залежь прослежена на 2,5 км и состоит из шести рудных тел, Западная - длиной 2 км представлена четырьмя рудными телами и, на- конец, Северная залежь имеет протяженность 860 м и состоит из одного руд- ного тела. Протяженность рудных тел колеблется от 160 до 1140 м при мощ- ности от 3-5 до 35-50 м. Падение их почти вертикальное. На глубину от- дельные тела прослежены от 50-60 до 300-375 м от поверхности без призна- ков их выклинивания.

Породы фундамента перекрыты ледниковыми и болотными образова- ниями мощностью 0,5-3 м, в отдельных случаях 13-14 м.

Рудные тела сложены амфибол-магнетитовыми кварцитами и амфи- бол-магнетитовыми сланцами. Последние составляют около 12% всей руд- ной массы. Руды Межозерского месторождения отвечают костомукшскому ГПТ и состоят из магнетита, кварца, роговой обманки, хлорита, биотита. Зона окисления практически отсутствует.

Содержание в рудах  $Fe_{общ}$  составляет 31,9-37,1%,  $Fe_{раств}$  - 31,58-34,26,  $SiO_2$  - 40-45, P - 0,1-0,22, S - 0,3-0,6 (иногда до 2),  $TiO_2$  - сотые доли процента, а  $Al_2O_3$ , CaO, MgO - в пределах 0,05-3,5%.

Амфибол-магнетитовые кварциты относятся к легкообогатимым ру- дам. Из исходной руды с содержанием железа общего 32-37% при дробле- нии до класса крупности -0,074 мм методом мокрой магнитной сепарации получены концентраты с содержанием железа 59-65% при выходе их 45-54% и извлечении железа 78-90%. Хуже обогащаются амфибол-магнетитовые сланцы. Из проб при исходном содержании железа общего 32,2%, даже при измельчении до класса крупности -0,044 мм, получен концентрат с содер- жанием железа всего 56% при выходе концентрата 37% и извлечении же- леза 65%. Низкий процент извлечения железа обусловлен тем, что значи- тельная его часть связана с силикатами.

Гидрогеологические условия месторождения простые. Месторожде- ние обводнено слабо; максимальные ожидаемые притоки подземных вод в выработки определяются примерно в 30-40 м<sup>3</sup>/ч.

Месторождение детально разведано в 1954 г., и ГКЗ утверждены за- пасы по следующим кондициям.

<i>Бортное содержание <math>Fe_{общ}</math> в пробе, %</i>	25
<i>Среднее содержание <math>Fe_{общ}</math> по залежи, %</i>	≥ 28.

Межведомственной комиссией запасы месторождения переведены в группу забалансовых. На 01.01.1994 г. они оценены в 69,5 млн т. Месторож- дение в ближайшее время к освоению не намечается.

### ***Пудожгорское месторождение***

Месторождение расположено в Карелии в 3,5 км к востоку от Онеж- ского озера и в 138 км юго-восточнее железнодорожной станции Медвежь- егорск.

Открыто месторождение в 1959 г. Разведочные работы на нем проведены в 50-е годы с бурением скважин по сети 100x100 м для запасов категории А, 200x200 м - для категории В и 400x400 - для категории С<sub>1</sub>.

Месторождение приурочено к среднепротерозойской габбро-диабазо- вой интрузии, внедрившейся в гранитоидный массив. Рудоносная интрузия

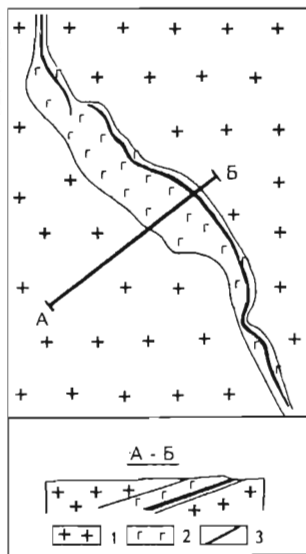


Рис. 22. Схематическая геологическая карта и разрез Пудожгорского месторождения

1 - граниты; 2 - габбро-диабазы; 3 - титаномагнетитовые руды

имеет пластообразную форму и пологое падение на запад под углом  $20-30^{\circ}$  (рис. 22). Мощность ее достигает 140 м, а длина 7 км. В разрезе интрузия имеет асимметричное строение, выражающееся в том, что более лейкократовые разновидности габброидов располагаются ближе к ее кровле, а более меланократовые тяготеют к подошвенной части.

Руды в пределах интрузии образуют пластообразное тело, залегающее вблизи лежачего ее бока и простирающееся параллельно контактам на расстояние около 7 км при мощности 11-13 м. Угол падения рудного тела изменяется от  $15$  до  $48^{\circ}$  и в среднем составляет около  $30^{\circ}$ . На современном эрозионном срезе рудный горизонт рас-

членен на два или три изолированных тела, прерывающихся в тех местах, где мощность габ-бро-диабазовой интрузии резко уменьшается, однако с глубины 60-80 м горизонт представляет единое тело, повторяющее все контуры нижнего контакта интрузии с гранитами.

Руды Пудожгорского месторождения соответствуют качканарскому ГПТ и представлены диабазами и габбро-диабазами с вкрапленностью титаномагнетита. Характерной особенностью является то, что практически весь титаномагнетит представлен отчетливо идиоморфными зернами октаэдрических очертаний, иногда с признаками коррозии со стороны более поздних метасоматических минералов. Другие породообразующие минералы рудных габбро-диабазов - плагиоклаз и клинопироксен при подчиненном количестве уралита, хлорита, эпидота, биотита, кварца. Титаномагнетит довольно равномерно распределен в массе породы по простиранию интрузива, но наблюдается постепенное обогащение им нижних горизонтов рудного тела. В зависимости от содержания в рудных диабазе и габбро-диабазе титаномагнетита выделяются две разновидности руд: содержащие 40-75% титаномагнетита или, согласно кондициям, свыше 25%  $Fe_{общ}$  и содержащие 25-40% титаномагнетита или 20-25%  $Fe_{общ}$ .

Среднее содержание  $Fe_{общ}$  в рудах первой и второй разновидностей соответственно равно 29,7 и 22,4%. В целом по всему месторождению в руде в среднем содержится, %:  $Fe_{общ}$  - 28,7, S - 0,07-0,16, P - 0,08-0,12, Cu - 0,07-0,15. В титаномагнетите установлены многочисленные тонкие пластинчатые вроски ильменита в виде свободных зерен и содержится 14-16%  $TiO_2$  и 1,1%  $V_2O_5$ .

Генезис месторождения типичный магматический [19]. Образование руд происходило в результате ранней кристаллизации зерен титаномагнетита из расплава, осаждения и концентрации их в виде залежей густовкрапленных руд в придонной части полого залегающей габбро-диабазовой интрузии.

Месторождение находится в благоприятных горно-технических условиях и может разрабатываться открытым способом. Центральная часть залежи имеет благоприятные гидрогеологические характеристики.

Руды месторождения легко обогащаются в процессе мокрой магнитной сепарации с получением высокотитанистого титаномагнетитового концентрата в количестве 33-40% от массы руды с содержанием 53% железа, 14% диоксида титана, 1,08% пентоксида ванадия и извлечением их соответственно 67, 70 и 76%. Проведены полупромышленные испытания по переработке концентратов двухстадийным безфлюсовым металлургическим переделом с получением ванадиевого чугуна и высокотитанистого шлака, содержащего до 66%  $TiO_2$ . Шлаки подвергаются гидрометаллургической обработке с получением высококачественного пигментного диоксида титана. Ванадий из чугуна переводится в шлак на втором этапе при продувке кислородом в конвертерах и затем извлекается химическим способом. Для переработки концентратов необходимо строительство специализированного металлургического цеха или предприятия по двухстадийной электротермической плавке руд.

По месторождению были подсчитаны запасы руд по категориям, млн т: А - 30, В - 105, С<sub>1</sub> - 113, С<sub>2</sub> - 68. Среднее содержание в рудах железа 28,7%, пентоксида ванадия 0,43%. С 1972 г. все запасы переведены в разряд забалансовых. Месторождение в ближайшее время не намечается к освоению.

## Глава 4

# ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ БАЗА ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНОВ

На территории Центрального и Центрально-Черноземного районов расположена Курская железорудная провинция, месторождения железных руд которой связаны с докембрийским фундаментом и осадочным чехлом его. Первые развиты в основном в центральной, западной и юго-западной частях провинции в пределах Курской магнитной аномалии (КМА), вторые - в северо-восточной и восточных частях (рис. 23).

**Курская железорудная провинция** - крупнейшая в мире железоносная докембрийская мегаструктура. Она широко известна в литературе как Курская магнитная аномалия. Провинция располагается в юго-западной

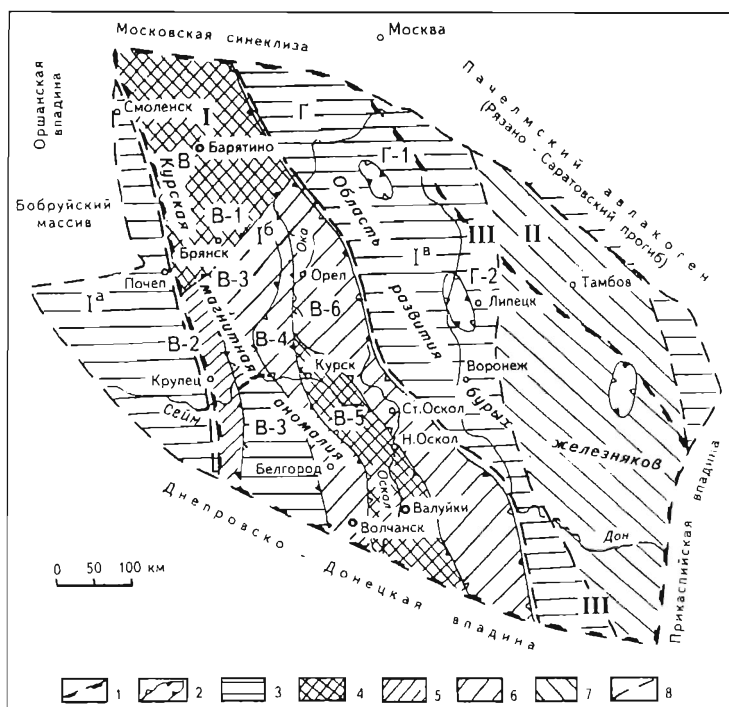


Рис. 23. Схема тектонического строения и металлогенического районирования Курской железорудной провинции

1 - граница Курской железорудной провинции; 2 - границы металлогенических площадей; *возраст пород*: 3 - архей ( $AR_{1,2}$  - обоянская, михайловская серии); 4 - архей-ранний протерозой ( $AR_{1,2}$ - $PR_1$  - обоянская, михайловская, курская серии); 5 - ранний протерозой ( $PR_1^1$  - курская серия); 6 - ранний-поздний протерозой ( $PR_1^{1-2}$  - курская, оскольская серии); 7 - поздний-ранний протерозой ( $PR_2^1$  - воронцовская серия); 8 - разломы: I - Курско-Воронежский мегаблок (макроблоки: Ia - Деснянский, Ib - Курский, Ic - Елецко-Воронежский); II - Калачско-Эртильский мегаблок; III - Лосевско-Мамонский глубинный разлом. *Металлогенические подразделения*: В - Курская магнитная аномалия (В-1 - Брятинская область, В-2 - Крупецкая, В-3 - Рыльско-Ракитянская, В-4 - Михайловско-Белгородская, В-5 - Курско-Корочанская, В-6 - Орловско-Оскольская зоны); Г - Донская область развития бурых железняков (железорудные районы: Г-1 - Тульский, Г-2 - Липецкий, Г-3 - Хоперский)

части России на территории Белгородской, Курской, Орловской, Брянской, частично Воронежской, Тульской, Липецкой, Калужской и Смоленской областей.

Территорию провинции в меридиональном и широтном направлениях пересекает ряд железнодорожных магистралей, имеющих общегосударственное значение.

Курская магнитная аномалия была открыта в 1783 г. русским ученым П.Б.Иноходцевым и до 1917 г. оставалась неизученной, несмотря на многолетние исследования, проводившиеся И.Н.Смирновым, Э.Е.Лейстом и другими учеными. Планомерное изучение КМА началось в трудные годы гражданской войны, для чего в 1919 г. Советом Рабоче-Крестьянской обороны было принято решение о создании Комиссии Академии наук по исследованию КМА. К работе были привлечены геологи - И.М.Губкин, А.П.Карпинский, А.Д.Архангельский, Н.С.Шатский, математики и физики - П.П.Лазарев, В.А.Стеклов, А.Ф.Иоффе, А.Н.Крылов, А.Н.Ляпунов, О.Ю.Шмидт.

Комиссия при изучении КМА большое внимание уделяла комплексным геологическим и геофизическим исследованиям, что и в настоящее время является основой всех геологоразведочных работ, проводимых в других регионах.

В 1923 г. скважиной впервые была вскрыта мощная залежь существенно магнетитовых железистых кварцитов в районе г.Щигры Курской области и, таким образом, доказана связь магнитных аномалий с залежами железных руд. В 1931 г. в Оскольском районе геологоразведочные работы расширились, и в 1934-1937 гг. здесь были разведаны богатые железные руды Лебединского месторождения и выявлено Стойленское месторождение.

После Великой Отечественной войны геологоразведочные работы на КМА выполняются без перерыва до настоящего времени. В 1947-1955 гг. были разведаны Коробковское, Михайловское, Салтыковское, Осколецкое месторождения железистых кварцитов, разведывалось Лебединское, выявлены Яковлевское и Гостищевское месторождения богатых руд. В 1956-1993 гг. проведена доразведка Лебединского, Коробковского месторождений, разведаны Стойленское, Стойло-Лебединское, Приоскольское, Чернянское, Погромецкое, Яковлевское, Гостищевское, Висловское, Михайловское, Дичнянско-Реутецкое и Новоялтинское месторождения. Проведен большой объем поисковых и поисково-оценочных работ, выполнена прогнозная оценка железорудного потенциала провинции. Выявлен ряд новых объектов. Вместе с тем изученность докембрийских образований, с которыми связаны железорудные руды, явно недостаточна из-за повсеместного развития мощного осадочного чехла. Только на 140 (18%) из 770 гравимагнитных аномалий, выявленных в пределах провинции, проведено бурение скважин. Из них лишь на 8 аномалиях железные руды разведаны детально в соответствии с современными требованиями, а на 18 - оценены предварительно. Отдельные площади, масштабы которых соответствуют металлогеническим областям и рудным зонам, исследованы единичными скважинами [48,55,80].

В результате геологоразведочных и научно-исследовательских работ, выполненных коллективами Курской, Белгородской, Юго-Западной геологоразведочных и Воронежской геофизической экспедиций ПГО "Центргеология", Воронежского Государственного университета, НИИКМА и других организаций, Курская железорудная провинция в структуре сырьевой базы черной металлургии заняла первое место в России по разведанным запасам и прогнозным ресурсам. Это позволило в 1990 г. довести добычу сырой и

производство товарных железных руд на КМА соответственно до 41,6 и 44,5% от общероссийских.

Крупный вклад в изучение геологии, закономерностей размещения, разведку и оценку прогнозных ресурсов и промышленных запасов железных руд КМА в этот период внесли В.И.Белых, В.Н.Бойдаченко, Л.С.Богунова, С.Ф.Борисов, И.С.Вассерман, Н.И.Визириякин, И.И.Воевода, Е.П.Воротильников, Н.И.Голивкин, В.П.Дмитриев, М.Н.Доброхотов, В.К.Дульчевский, Е.И.Дунай, В.В.Двойнин, Б.П.Епифанов, И.А.Жаворонкин, Ю.С.Зайцев, В.И.Иванов, Н.И.Иванченко, Э.П.Извеков, А.А.Илларионов, М.И.Калганов, И.П.Калинин, В.Н.Каймаков, И.Д.Кармазин, Б.Д.Клагитш, В.Н.Клекль, Н.Д.Кононов, Р.С.Красовицкая, Г.И.Кузьмин, И.Е.Куренкина, М.В.Миткеев, И.Н.Леоненко, Я.Г.Лифиц, В.Ф.Небосенко, В.П.Орлов, В.И.Павловский, Б.М.Петров, В.Г.Пименов, Н.А.Плаксенко, В.Д.Полищук, В.И.Полищук, А.А.Полковников, А.А.Прозоровский, И.И.Романов, А.К.Романщак, И.А.Русинович, А.А.Саар, М.И.Сахарова, В.Н.Силаков, Н.А.Скулков, Н.А.Соколов, В.С.Стрельцова, А.В.Троицкий, Д.Н.Утехин, А.Н.Цибизов, С.И.Чайкин, М.Г.Чмаро, И.А.Шевырев, Н.Г.Шмидт, В.Е.Шпаков, Л.М.Штернова, И.Н.Щеголев, Ю.С.Щекин и др.

Курская железорудная провинция приурочена к Воронежскому кристаллическому массиву (ВКМ), который является фундаментом Воронежской антеклизы - крупнейшей положительной структуры Восточно-Европейской платформы. Внешним структурным обрамлением ВКМ являются: на севере - Московская синеклиза, на северо-востоке и востоке - Рязано-Саратовский прогиб (Пачелмский авлакоген), на юго-востоке - Прикаспийская, на юго-западе и юге - Днепровско-Донецкая и на северо-западе - Оршанская впадины (см. рис. 23) [48]. Абсолютные отметки поверхности докембрийского фундамента изменяются от +100 до -1000 м и более. Массив вытянут в северо-западном направлении на 1000 км и имеет ширину до 500 км, трансгрессивно перекрыт почти горизонтально залегающими верхнепалеозойскими и мезокайнозойскими отложениями мощностью от 37-150 м в сводовой части до 600-1200 м и более на склонах.

На территории Курской провинции (на КМА) по геофизическим данным выделяются две основные линейно вытянутые, протяженные на сотни километров интенсивные магнитные аномальные полосы положительного знака - Юго-Западная и Северо-Восточная и ряд более мелких аномалий между ними и вне их, которые обусловлены залежами железистых кварцитов (рис. 24).

Юго-Западная полоса аномалий прослеживается в направлении с северо-запада на юго-восток от Бярятино (на севере) до Волчанска (на юге) более чем на 600 км при ширине от нескольких до 30-40 км. Северо-Восточная полоса расположена почти параллельно Юго-Западной, имеет протяженность более 400 км с северо-запада на юго-восток от г.Орла (на севере) до Валук (на юге) при ширине от 3-5 до 25-30 км. Эти основные полосы аномалий на севере и в центральной части через участки более мелких аномалий сближаются между собой, а на юге удаляются друг от друга на 60-70 км. Положительные магнитные аномалии интенсивностью от 5 до 150 тыс. нТл и более вызываются железистыми кварцитами, связанными с метаморфическими толщами пород кристаллического фундамента.

Кристаллический фундамент расчленяется Лосевско-Мамонским глубинным разломом на два крупных мегаблока: восточный - Калачско-Эртильский и западный - Курско-Воронежский. Собственно Курская магнитная

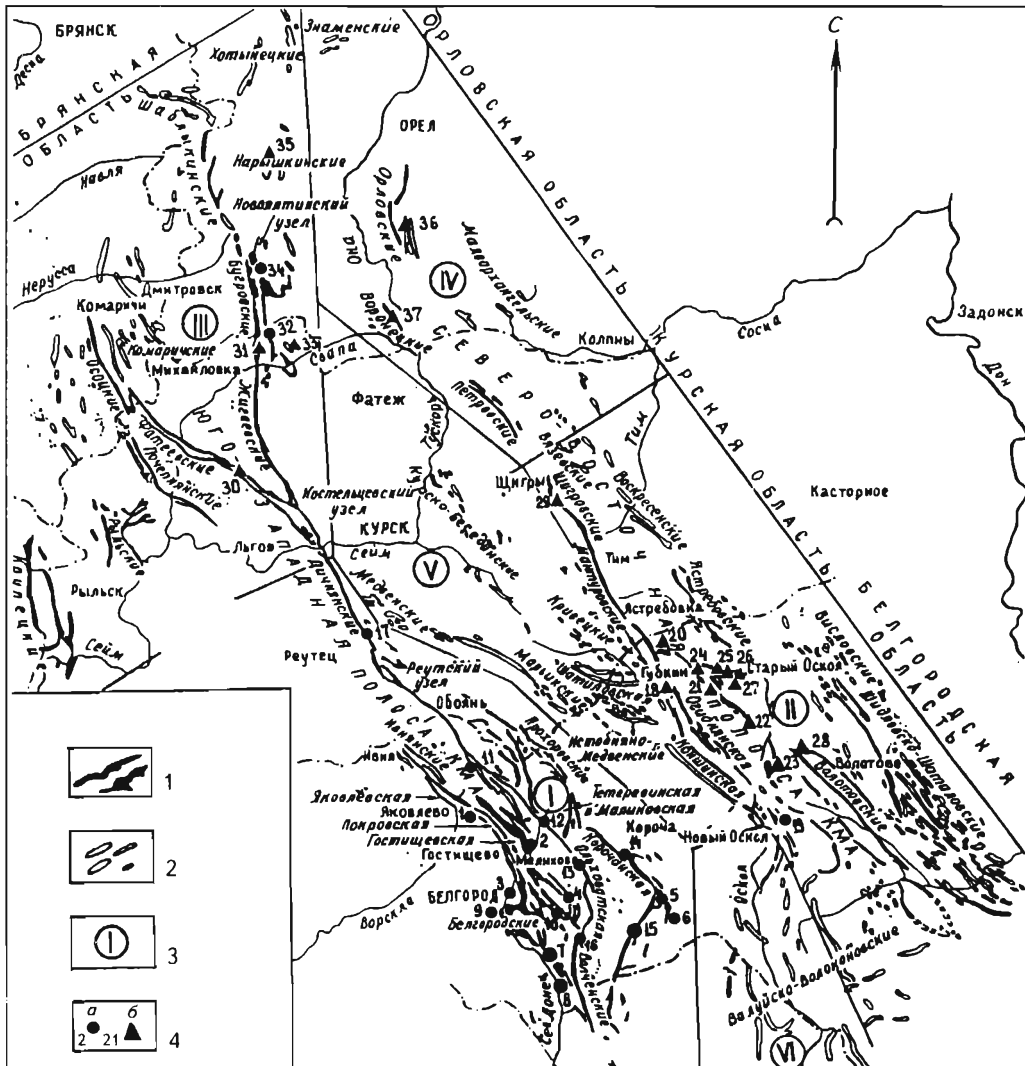


Рис. 24. Схема расположения месторождений и участков железных руд Курской железорудной провинции (без Тульского железорудного района)

1,2 - пласты железистых кварцитов, вызывающие интенсивные (1) и слабые (2) магнитные аномалии; 3 - железорудные районы: I - Белгородский, II - Оскольский, III - Михайловский, IV - Орловский, V - Курский, VI - Валуйский; 4 - железорудные месторождения, участки богатых железных руд (а), железистых кварцитов (б): *Белгородский железорудный район*: 1 - Яковлевское, 2 - Гостищевское, 3 - Вислоевское, 4 - Мелихово-Шебекинское, 5 - Больше-Троицкое, 6 - Шемраевский, 7 - Разумовский, 8 - Таволжанский, 9 - Олимпийское, 10 - Соловьевское, 11 - Ольховатское, 12 - Ольшанский, 13 - Ушаковский, 14 - Корочанский, 15 - Мухинский, 16 - Купиновский, 17 - Дичнянско-Реутецкое; *Оскольский железорудный район*: 18 - Осколецкое, 19 - Погромцево, 20 - Панковский, 21 - Салтыковское, 22 - Приоскольское, 23 - Чернянское, 24 - Коробковское, 25 - Лебединское, 26 - Стойло-Лебединское, 27 - Стойленское, 28 - Северо-Волотовское, 29 - Щигровский; *Михайловский железорудный район*: 30 - Яценское, 31 - Михайловское, 32 - Курбакинское, 33 - Лев-Толстовский, 34 - Ново-Ялтинское, 35 - Нарышкинский; *Орловский железорудный район*: 36 - Орловское, 37 - Воронежское



аномалия находится на площади западного мегаблока, кристаллический фундамент которого сложен глубокометаморфизованными складчатыми комплексами и прорывающими их магматическими образованиями архея и протерозоя (см. рис. 23).

Железистые кварциты КМА залегают на различных стратиграфических уровнях. Наиболее крупными стратиграфическими единицами являются: нижнеархейская, верхнеархейская и нижнепротерозойская [48,75].

**Нижнеархейские образования** (более 3000 млн лет [48,124]), слагающие нижний (первый) структурный ярус, представлены серыми плагиогнейсами и гранито-гнейсами обоянской серии, а также тесно связанными с ними основными и ультраосновными породами и гранитоидами. Они залегают в ядрах куполовидных структур (Сумской, Курской, Корочанской, Россошанской и др.), слагающие их образования подвергались интенсивному метасоматозу, гранитизации и сохранились лишь в виде отдельных реликтов. Наряду с гнейсами в составе обоянской серии встречаются прослой и пачки метабазитов, ультрабазитов и высокометаморфизованных железистых кварцитов сутацкого (бесединского подтипа) ГПТ. Однако по поводу последних среди исследователей КМА нет единого мнения об их возрастной принадлежности. Тем не менее все единодушны в оценке тесной парагенетической связи железистых кварцитов и гнейсов [48,55,75,80,112,134,156].

**Верхнеархейские образования** (более 2680 млн лет [55,134]), слагающие второй структурный ярус, представлены глубокометаморфизованными вулканогенно-осадочными и осадочными образованиями михайловской серии, а также ультраметаморфическими и интрузивными породами ультраосновного, основного и кислого состава. Нижняя часть михайловской серии сложена породами александровской свиты, верхняя - породами лебединской. В александровской свите развиты преимущественно амфиболиты, серпентиниты, ортосланцы и гнейсы, в значительной степени гранитизированные и мигматизированные. Изредка встречаются прослой и пачки железисто-кремнистых образований - железистых кварцитов.

Лебединская свита представлена кварц-слюдяными, кварц-мусковитовыми сланцами, слюдястыми песчаниками, которые, очевидно, являются метаморфизованными продуктами переотложенной докурской коры выветривания. Встречаются прослой плагиоклаз-амфибол-биотитовых, биотит-амфиболовых сланцев, а в верхах свиты - пластовые тела измененных серицитизированных кварцевых порфиров.

**Нижнепротерозойские образования** залегают со значительным переывом и несогласием на архейских толщах. Они представлены метаморфическими породами курской (2600-2300 млн лет) и оскольской (2300-1900 млн лет) серий, а также основными и ультраосновными породами стойло-николаевского и смородинского, гранитоидами осколецкого, атаманского и шебекинского комплексов [48,55,75,112,134].

Курская серия несогласно залегают на различных породах архея, нередко на докурских корах выветривания и продуктах их переотложения. Сформировалась она в среднюю фазу развития Курской протогеосинклинали в миогеосинклинальных условиях, является аналогом криворожской серии на Украине [24,55].

Породы курской серии слагают крылья и замковые части крупных синклинальных структур - Михайловской, Белгородской, Тим-Ястребовской, Волотовской и ядра более мелких синклинальных структур, хорошо картируются геофизическими методами благодаря наличию в их составе железистых кварцитов. Максимальные мощности серии (более 2500 м) при-

урочены к центральным частям Михайловско-Белгородской и Орловско-Оскольской рудоносных зон. В составе курской серии выделяются две свиты - стойленская и коробковская.

Стойленская свита (мощностью до 1500 м) существенно терригенно-осадочная. В нижней части разреза свиты преобладают кварцитовидные песчаники и кварциты с прослоями и линзами гравелитов, кварцево-сланцевых сланцев, иногда аркозовых песчаников и полимиктовых конгломератов, выделяемых в игнатьевскую толщу. В верхней части разрез свиты сменяется углисто-сланцевыми сланцами и ритмично-слоистыми алевролитами.

Коробковская свита (мощностью до 2000 м) представлена двумя подсвитами железистых кварцитов и двумя подсвитами сланцев. Каждая из железорудных подсвит расчленяется пластами сланцев на 3-7 рудных горизонтов. Железорудные подсвиты сложены полосчатыми магнетитовыми, гематит-магнетитовыми, карбонатно-магнетитовыми, силикатно-магнетитовыми кварцитами лебединского и михайловского ГПТ с тонкими прослоями сланцев. Сланцевые подсвиты состоят из двуслюдяных, кварц-сланцевых углистых сланцев.

Оскольская серия нижнего протерозоя сохранилась лишь в ядрах наиболее крупных синклинозных структур. Залегает она несогласно на породах курской серии и по составу, структурному положению, мощности (более 3500 м) отвечает древнему молассоидному комплексу, в пределах которого наряду с терригенно-обломочными фациями развиты карбонатные, хемогенно-осадочные, железисто-кремнистые и вулканогенные образования. Нижняя часть (до 1500 м) серии (яковлевская и роговская свиты) сложена метапесчаниками (с линзами конгломератов и гравелитов железистых кварцитов), редкими прослоями железистых кварцитов (в Белгородской структуре), сланцами (часто углистыми), мраморизованными известняками и доломитами. Верхняя часть (до 2000 м) серии (белгородская, тимская и курбакинская свиты) представлена терригенно-обломочными и карбонатными породами, углеродистыми сланцами, нередко карбонатными, в отдельных структурах с пачками железистых кварцитов яковлевского ГПТ (в Белгородской структуре), ортосланцами, андезитовыми порфиритами и их туфами (в Тим-Ястребовской и Волоатовской структурах, тимская свита), кварцевыми порфирами, их туфами и туфогенными песчаниками (в Михайловской структуре, курбакинская свита).

Важнейшей особенностью развития докембрия Курской провинции является наличие древних кор выветривания, неоднократно формировавшихся в условиях континентального пенеппена, начиная с верхнего архея [23,24,48,55]. С палеозойскими (среднедевонско-раннекаменноугольными) латеритными корами выветривания железистых кварцитов связаны богатые железные руды остаточного типа (белгородского типа чернянского, стойленского подтипов), а также осадочные (переотложенные) железные руды [24,48,80].

С осадочным чехлом связаны месторождения и рудопроявления бурых железняков. Наиболее значительные из них выявлены в северо-восточной и восточной частях провинции на северо-восточном склоне Воронежской антеклизы в Тульском, Липецком и Хоперском районах. При небольших суммарных запасах бурые железняки широко распространены по площади и приурочены к различным стратиграфическим горизонтам осадочной толщи: карбона (Тульский железорудный район), юры (Липецкий железорудный район) и верхнего мела (Хоперский железорудный район).

Гидрогеологические условия залегания месторождений Курской провинции очень сложные и характеризуются наличием нескольких водоносных горизонтов в покрывающих породах осадочного чехла, а также значительной обводненностью рудно-кристаллической толщи. В надрудной толще выделяется от 4 до 11 водоносных горизонтов. Минерализация подземных вод колеблется от 0,1 до 18 г/л и выше. Характерно наличие мощной зоны пресных (до 1 г/л) вод, достигающей глубины в центральных районах 100-300 м, северо-восточных до 400 м и юго-западных до 800 м.

По химическому составу воды провинции являются гидрокарбонатными кальциевыми, натриевыми и хлоридно-натриевыми с четко выраженной зональностью их распространения как по площади, так и в вертикальном разрезе [24,48].

Гидростатические напоры вод над рудной толщей колеблются от 50-80 м в центральной части до 350-650 м на юго-западе провинции. Коэффициент фильтрации составляет в богатых железных рудах плотных 0,016-0,33 м/сут, средней плотности - менее 0,1 м/сут и в рыхлых - более 0,5 м/сут.

Таким образом, как докембрийским кристаллическим образованиям фундамента Курской железорудной провинции, так и ее осадочному чехлу на всем их протяжении формирования свойственна железорудная специализация, с которой связано образование в нижне- и верхнеархейское время глубоко метаморфизованных железистых кварцитов в гнейсах обоянской и михайловской серий, а также всех крупных промышленных месторождений железистых кварцитов лебединского, михайловского и яковлевского ГПТ, приуроченных к курской и оскольской сериям нижнепротерозойской эпохи.

Среднедевонский и нижнекаменноугольный периоды характеризуются вторичным обогащением железистых кварцитов в процессе их латеритного выветривания, приведшего к формированию и концентрации уникальных по масштабам и качеству месторождений богатых железных руд КМА - белгородского ГПТ (стойленского, чернянского подтипов), а также окисленных железистых кварцитов веретенинского ГПТ.

Степень геологической изученности и перспективное промышленное значение выделяемых в Курской провинции на КМА районов неодинаковы. Наиболее изучены Оскольский, Белгородский и Михайловский железорудные районы. В указанных районах широко развиты железистые кварциты лебединского и михайловского ГПТ, а также богатые железные руды белгородского ГПТ и стойленского подтипа. Эти районы играют важную роль в обеспечении промышленности богатыми железными рудами и железистыми кварцитами. В перспективе Михайловский и Белгородский железорудные районы будут иметь ведущее значение в добыче богатых руд, а Оскольский и Орловский железорудные районы - в добыче легкообогатимых железистых кварцитов.

Курско-Корочанская и Рыльско-Ракитянская (в Курской и Белгородской областях), Крупецкая (в Курской области) металлогенические зоны, а также Барятинская металлогеническая область (в Брянской области) изучены слабо, их внутреннее строение и перспективы на железные руды определяются главным образом по геофизическим данным. Остаются неизученными магнитные аномалии на территории Смоленской и Калужской областей.

Хорошо изученными являются Тульский и Липецкий железорудные районы. Подсчитанные запасы месторождений бурых железняков имеют небольшое промышленное значение.

Балансовые запасы железных руд по состоянию на 01.01.1994 г. составляют для Центрального района (Тульская и Орловская области) 157,9 млн т, в том числе 138,0 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>, Центрально-Черноземного района (Курская и Белгородская обл.) соответственно 66632,7 и 34030,0 млн т (табл. 18).

Таблица 18

**Распределение балансовых запасов  
и добычи железных руд в Курской провинции**

Область	Количество месторождений*	Запасы по категориям, млн т				Добыто руды, млн т	
		На 01.01.1956 г.		На 01.01.1994 г.		1955 г.	1993 г.
		А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		
<i>Центрально-Черноземный район</i>							
Курская	3/1	610,5	-	9105,4	5420,6	-	23,3
Белгородская	14/4	2251,3	367,5	24924,6	27162,1	0,54	53,1
<i>Центральный район</i>							
Орловская	1/-	-	-	117,6	19,9	-	-
Итого по КМА	18/5	2861,8	367,5	34147,7	32602,6	0,54	76,4
Тульская	1/-	66,1	6,7	20,4	-	0,68	-
Всего по провинции**	19/5	2964,0	460,4	34168,1	32602,6	2,07	76,4

\* В числителе - всего, в знаменателе - разрабатываемых.

\*\* Включая Липецкую обл. с запасами на 01.01.1956 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 36,1 млн т и С<sub>2</sub> - 1,3 млн т и добычей руды в 1955 г. 0,85 млн т; Саратовскую обл. с запасами на 01.01.1956 г. 84,9 млн т по категории С<sub>2</sub>.

По сравнению с 1955 г. балансовые запасы железных руд Центрального района уменьшились на 8,2%, а Центрально-Черноземного района увеличились в 23,3 раза. При этом запасы богатых железных руд возросли более чем в 37 раз, железистых кварцитов - в 13,5 раза.

Балансовые запасы железных руд КМА на 01.01.1994 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> составляют 66750,3 млн т, в том числе на долю железистых кварцитов приходится 37373,8 млн т (56%), а богатых железных руд - 29376,5 млн т (44%); запасы бурых железняков Тульского района - 20,4 млн т.

На КМА балансовые запасы железных руд сосредоточены в основном в Белгородской области - 78,0%, на долю Курской области приходится 21,8%, Орловской - 0,2%, балансовые запасы бурых железняков находятся в Тульской области. Из всех балансовых запасов богатых железных руд КМА 97,5% приходится на долю Белгородской области.

Прогнозные ресурсы железных руд Центрального и Центрально-Черноземного районов сосредоточены в КМА и по состоянию на 01.01.1993 г. оцениваются в 123610 млн т, в том числе по категориям Р<sub>1</sub> - 120050 млн т и Р<sub>2</sub> - 3560 млн т. Основная масса их (60,1%) находится в Белгородской области, остальные - в Курской (22,9%) и Орловской (17,0%) областях. Прогнозные ресурсы КМА составляют 82,2% от прогнозных ресурсов России (табл. 19).

**Прогнозные ресурсы железных руд  
Центрального и Центрально-Черноземного районов**

Область	Тип руд	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		Всего	В том числе по категориям	
			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
<i>Центрально-Черноземный район</i>				
Курская		28300	28300	-
	Богатые мартит-гематитовые	60	60	-
	Железистые кварциты	28240	28240	-
Белгородская		74310	70750	3560
	Богатые гематит-мартитовые	26460	22900	3560
	Железистые кварциты	47850	47850	-
<i>Центральный район</i>				
Орловская	Железистые кварциты	21000	21000	-
Итого	Богатые мартит-гематитовые	26520	22960	3560
	Железистые кварциты	97090	97090	-
Всего		123610	120050	3560

Добыча железных руд в Курской железорудной провинции была начата в конце XVII в. (Тульская область), на КМА - в 1952 г. в Оскольском рудном районе на Коробковском месторождении, где в 1955 г. было добыто 0,54 млн т железистых кварцитов, из которых получено 0,25 млн т товарных железных руд (концентратов) [51]. За период 1956-1993 гг. добыча железных руд из недр в регионе возросла в 37 раз, при этом разведанные запасы также возросли по категориям А+В+С<sub>1</sub> в 11,5 раза и по категории С<sub>2</sub> в 70,8 раза (см. табл. 18). Добыча железных руд в настоящее время ведется в Белгородской и Курской областях, на долю которых в 1993 г. приходилось соответственно 69,5 и 30,5% добычи железных руд. Всего в Центральном и Центрально-Черноземном районах учтено балансом 19 месторождений железных руд, из которых 18 находятся на КМА. Из них пять месторождений разрабатываются, одно подготавливается к разработке, четыре находятся в резерве, остальные к освоению не планируются, как и месторождения Тульской области, а в Липецкой области и Хоперском железорудном районе они сняты с баланса. Прекращение добычи железных руд в Тульской и Липецкой областях связано с значительным расширением их добычи на КМА.

Разработка месторождений на КМА осуществляется в настоящее время четырьмя горно-добывающими предприятиями (Михайловским, Лебединским и Стойленским ГОКами и комбинатом "КМАруда"). Ведется строительство Яковлевского рудника.

#### 4.1. Белгородская область

Белгородская область занимает южную часть Курской железорудной провинции. На ее территории выявлены и разведаны 14 месторождений железистых кварцитов и богатых железных руд: девять в Оскольском и пять в Белгородском железорудных районах (табл. 20).

**Распределение запасов и прогнозных ресурсов железных руд  
по рудным районам Белгородской области**

Рудный район	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т					Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		А	В	C <sub>1</sub>	А+В+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
									P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
Оскольский	9	146,2	4508,3	14355,5	19010,0	5187,9	5576,3	47850	47850	-
Белгородский	5	-	1098,8	4815,8	5914,6	21974,1	-	26460	22900	3560
Всего	14	146,2	5607,1	19171,3	24924,6	27162,1	5576,3	74310	70750	3560

Руды представлены двумя генетическими типами: метаморфизованными железистыми кварцитами (магнетитовыми лебединского и гематит-магнетитовыми михайловского ГПТ); корами выветривания железистых кварцитов (окисленными железистыми кварцитами веретененского и богатыми железными рудами гематит-мартитовыми и мартитовыми белгородского ГПТ) (табл. 21).

Таблица 21

**Распределение запасов и добычи железных руд  
Белгородской области по промышленным типам**

Промышленный тип руд	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т/%		Добыча сырой руды за 1993 г., млн т/%	Производство товарной руды за 1993 г., млн т/%
		А+В+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		
Железистые кварциты	8	$\frac{18359,2}{73,6}$	5085,1	$\frac{51,3}{96,6}$	$\frac{20,86}{91,4}$
В том числе:					
магнетитовые, гематит-магнетитовые (лебединский и михайловский ГПТ)		$\frac{18327,8}{73,5}$	4892,0	$\frac{49,5}{93,2}$	$\frac{20,86}{91,4}$
окисленные (веретенский ГПТ)		$\frac{31,4}{0,1}$	193,1	$\frac{1,8}{3,4}$	-
Богатые гематит- и сидерито-мартитовые, мартито-магнетитовые (белгородский, стойленский, чернянский ГПТ)	6	$\frac{6565,4}{26,4}$	22077	$\frac{1,8}{3,4}$	$\frac{1,97}{8,6}$
Всего	14	$\frac{24924,6}{100}$	27162,1	$\frac{53,10}{100}$	$\frac{22,83}{100}$

Разведанные запасы железистых кварцитов сосредоточены в Оскольском (100%), а богатых железных руд в основном в Белгородском (98,3%) и незначительная часть (1,7%) в Оскольском железорудных районах.

Добыча железных руд на территории Белгородской области осуществляется тремя горно-обогатительными предприятиями - комбинатом "КМА-руда", Лебединским и Стойленским ГОКами (табл. 22).

Характеристика железорудного потенциала Белгородской области приведена в табл. 23.

Таблица 22

Горно-добывающие предприятия Белгородской области

Предприятие, месторождение	Тип руд	Фактическая добыча сырой руды за 1993 г., млн т	Производство товарной руды за 1993 г., млн т	Возможная добыча по проектной мощности, млн т
Комбинат "КМАруда" им. 50-летия СССР		3,10	1,39	3,5
Коробковское	Железистые кварциты магнетитовые лебединского ГПТ	3,10	1,39	3,6
Лебединский ГОК		35,91	14,29	43,7
Лебединское	То же	24,49	14,29	43,7
Стойло-Лебединское	"-	11,42		
Стойленский ГОК		14,15	7,15	25,0
Стойленское	Богатые сидерит-мартиновые руды стойленского ГПТ	2,00	1,97	5,0
	Железистые кварциты магнетитовые лебединского ГПТ	12,15	6,18	20,0

*Примечание.* Возможная добыча по проектной мощности ГОКов на подготавливаемом к освоению Яковлевском месторождении богатых железных руд составляет 4,5 млн т, на резервных разведанных месторождениях: Приоскольском - 1,3 млн т богатых руд, 20 млн т железистых кварцитов; Чернянском - 7,0 млн т богатых руд, 30 млн т железистых кварцитов.

Кроме железных руд в Белгородской области на Лебединском месторождении в большом количестве (2263 тыс.т, или 14,3% от добычи по Российской Федерации) добываются пески формовочные, которые используются Оскольским заводом металлургического машиностроения.

## Месторождения железных руд Белгородской области

Месторождение, тип руд	Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах категорий A+B+C <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалан- совые за- пасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
						P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Разрабатываемые месторождения</b>							
Коробковское	34,0	2075,0 1829,6	140,7	1078,9	7880	7880	-
Железистые квар- циты магнетито- вые лебединского ГПТ	34,0	2067,2 1821,8	136,1	1078,9	7880	7880	-
Богатые руды стойленского ГПТ	53,9	7,8 7,8	4,6	-	-	-	-
Лебединское	34,5	4187,4 2811,2	1827,6	3,3	10000	10000	-
Железистые квар- циты:							
магнетитовые лебединского ГПТ	34,5	4123,1 2746,9	1714,0	3,3	10000	10000	-
окисленные ве- ретенинского ГПТ	34,5	31,4 31,4	109,3	-	-	-	-
Богатые руды стойленского ГПТ	55,0	32,9 32,9	4,3	3,3	-	-	-
Стойло-Лебедин- ское	35,0	2523,9 2513,0	127,4	1054,6	1170	1170	-
Железистые квар- циты:							
магнетитовые лебединского ГПТ	35,0	2523,9 2513,0	127,4	1054,6	1060	1060	-
окисленные ве- ретенинского ГПТ	34,5	-	-	-	110	110	-
Стойленское	35,6	5761,0 5761,0	2216,0	1416,1	2700	2700	-
Богатые сидерит- маргитовые руды стойленско- го ГПТ	54,15	73,4 73,4	12,0	-	-	-	-
Железистые квар- циты:							
магнетитовые лебединского ГПТ	35,2	5687,6 5687,6	2204	1213,2	2700	2700	-



1	2	3	4	5	6	7	8
окисленные веретенинского ГПТ	35,1	-	-	202,9	-	-	-
Итого	34,9	14547,3 12914,8	4311,7	3552,9	21750	21750	-
<b>Подготавливаемые к освоению месторождения</b>							
Яковлевское							
Богатые железные руды белгородского ГПТ	60,5	1867,6 1639,5	7740,5	-	500	500	-
<b>Резервные разведанные месторождения</b>							
Приоскольское	37,1	1560,6 1560,6	678,0	25,9	-	-	-
Богатые сидерит-мартиновые руды стойленского ГПТ	50,3	38,0 38,0	7,1	8,9	-	-	-
Железистые кварциты:							
магнетитовые лебединского ГПТ	36,8	1522,6 1522,6	587,1	17,0	-	-	-
окисленные веретенинского ГПТ	-	-	83,8	-	-	-	-
Чернянское	35,8	1907,8 1907,8	6,0	1665,0	3700	3700	-
Богатые мартит-сидеритовые руды чернянского ГПТ	53,6	170,3 170,3	6,0	53,5	-	-	-
Железистые кварциты:							
магнетитовые лебединского ГПТ	34,0	1737,5 1737,5	-	1611,5	3520	3520	-
окисленные веретенинского ГПТ	34,0	-	-	-	180	180	-
Вислоевское							
Богатые гематит-мартиновые руды белгородского ГПТ	60,7	1453,0 1453,0	2500,0	-	3200	3200	-
Гостищевское							
Богатые гематит-мартиновые руды белгородского ГПТ	61,6	2594,0 2594,0	7833,6	-	-	-	-
Итого	49,1	7515,4 7515,4	11017,6	1690,6	6900	6900	-

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>							
Салтыковское							
Железистые кварциты михайловского ГПТ	32,0	402,6 402,6	117,5	200,7	8600	8600	-
Осколецкое							
Железистые кварциты михайловского ГПТ	32,1	266,6 266,6	34,5	131,9	-	-	-
Погромецкое							
Богатые железнослюдково-сидерит-мартитовые руды стойленского ГПТ	54,7	325,1 325,1	40,4	-	-	-	-
Железистые кварциты михайловского ГПТ	33,8	-	-	-	8600	8600	-
Больше-Троицкое							
Богатые руды мартитовые, железнослюдково-мартитовые белгородского ГПТ	61,5	-	1500,0	-	1000	1000	-
Мелихово-Шебекинское							
Богатые руды мартитовые, железнослюдково-мартитовые белгородского ГПТ	59,9	-	2400,0	-	-	-	-
Итого	54,2	994,3 994,3	4092,4	332,6	18200	18200	-
<b>Новые перспективные объекты</b>							
<i>Белгородский рудный район</i>							
Богатые руды гематит-мартитовые белгородского ГПТ		-	14119	-	21760	18200	3560
Соловьевское	61,0	-	-	-	2500	2500	-
Олимпийское	57,7	-	434	-	5470	5470	-
Разуменское	61,0	-	13685	-	1000	1000	-
Ольшанецкий участок	60,0	-	-	-	850	-	850
Купиновское рудопроявление	60,0	-	-	-	770	-	770

1	2	3	4	5	6	7	8
Ольховатское рудопроявление	59,6	-	-	-	4900	4900	-
Ушаковские аномалии	60,0	-	-	-	1200	-	1200
Корочанские аномалии	61,5	-	-	-	1440	700	740
Мухинские аномалии	61,5	-	-	-	470	470	-
Таволжанский участок	60,8	-	-	-	3160	3160	-
<i>Оскольский рудный район</i>			2562	-	5200	5200	-
Северо-Волотовское							
Железистые кварциты лебединского ГПТ	34,7	-	2562	-	800	800	-
Панковский участок							
Железистые кварциты михайловского ГПТ	31,2	-	-	-	4400	4400	-
Итого	-	-	16681	-	26960	23400	3560
Всего	44,0	24924,6 23064,0	43843,1	5576,3	74310	70750	3560

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

#### 4.1.1. Оскольский железорудный район

Оскольский железорудный район находится в восточной части Белгородской области (см. рис. 24). В структурном отношении он занимает центральную и юго-восточную части КМА. В пределах района имеется ряд линейных складок, грабен-синклиналей, замкнутых брахисинклиналей четвертого и более высокого порядков, а также отдельные структурные узлы, сложенные железистыми кварцитами.

Главными складчатыми структурами района являются Тим-Ястребовская и Волотовская грабен-синклинали. К северо-востоку и юго-западу от них, т.е. в зонах сочленения с прилегающими антиклинориями, субпараллельно основным структурам располагаются прерывистые, преимущественно линейные рудные зоны протяженностью от нескольких до 100 км. Изолированный характер отдельных элементов этих рудных зон обусловлен глубокой эрозией. Рудные залежи нередко представляют собой реликты наиболее погруженных частей складок.

В Оскольском районе рудные залежи сложены в основном железистыми кварцитами лебединского, меньше михайловского ГПТ. Кроме них в восточной части района выделяются залежи руд бесединского подтипа. По концентрации и качеству практическое значение имеют руды первых двух типов, а также приуроченные к коре их выветривания богатые железные руды белгородского типа.

В районе выделено два рудных узла и пять рудных зон [48,55]. Наибольшее практическое значение имеет Старооскольский рудный узел, в пределах которого разведано девять месторождений железных руд. Семь месторождений - Коробковское, Лебединское, Стойло-Лебединское, Стойленское, Приоскольское, Салтыковское и Осколецкое - приурочены к южному замыканию Тим-Ястребовской грабен-синклинали (Старооскольский рудный узел), а остальные два - Чернянское и Погромецкое - расположены в южной части района и приурочены к соответствующим брахисинклиналам (рис. 25).

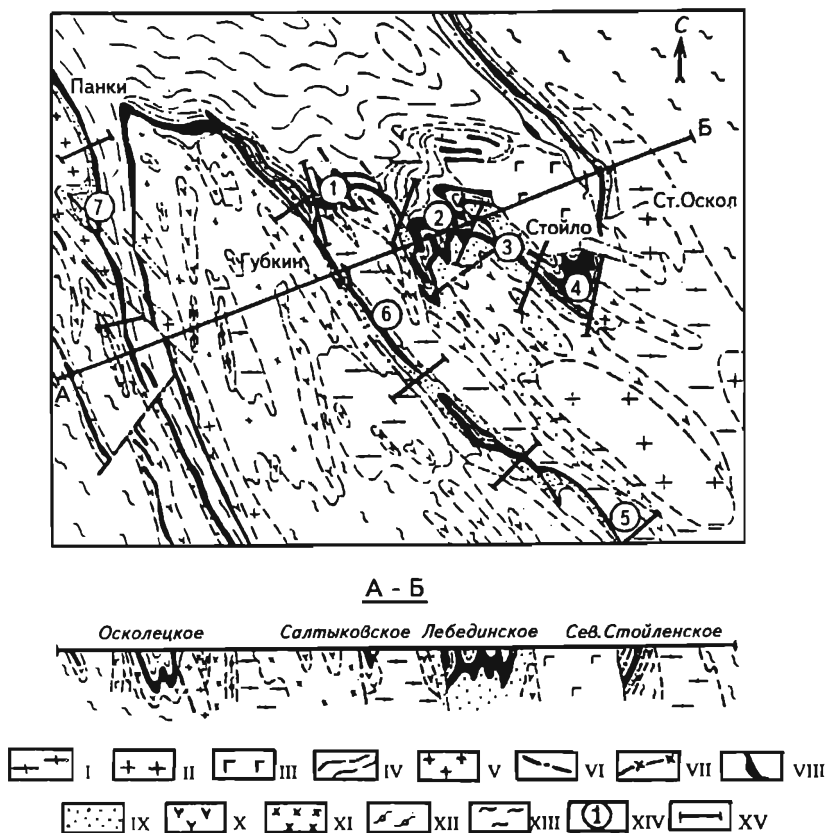


Рис. 25. Схематическая геологическая карта и разрез Оскольского железорудного района КМА

I - мигматиты розовых гранитов; II - граниты биотитовые розовые средне- и крупнозернистые (атаманский комплекс); III - габбро-диориты, диориты, кварцевые диориты (стойло-николаевский комплекс); IV - нижний протерозой: оскольская серия (PR<sub>10s</sub>): IV - сланцы с прослоями песчаников и мраморизованных доломитов, V - плагиограниты и их мигматиты (оскольский комплекс); курская серия (PR<sub>1ks</sub>): VI-VIII - коробковская свита (PR<sub>1kr</sub>): VI - сланцы верхней сланцевой подсвиты, VII - сланцы нижней сланцевой подсвиты, VIII - железистые кварциты, сланцы, IX - стойленская свита (PR<sub>1st</sub>) - кварцитопесчаники, слюдяные песчаники, гравелиты, конгломераты, сланцы мусковитовые, иногда углистые; верхний архей - михайловская серия (AR<sub>2mh</sub>): X - кварцевые порфиры и туфы, слюдяные сланцы, амфиболиты, амфиболовые сланцы и гнейсы; нижний архей: XI - плагиограниты и их мигматиты (салтыковский комплекс), XII - серпентиниты; обоянская серия (AR<sub>1ob</sub>): XIII - плагиогнейсы роговообманковые, биотит-роговообманковые, биотитовые; XIV - месторождения: 1 - Коробковское, 2 - Лебединское, 3 - Стойло-Лебединское, 4 - Стойленское, 5 - Приоскольское, 6 - Салтыковское, 7 - Осколецкое; XV - границы месторождений

За комплексную разведку уникальных железорудных месторождений в Оскольском районе группе геологов в составе: В.И.Белых, В.Н.Бодайченко, И.С.Вассерман, Н.И.Голивкин, В.В.Двойкин, В.П.Дмитриев, С.Ф.Константинов, Н.А.Соколов, М.Г.Чмаро в 1988 г. присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники.

В районе руды обрабатываются Лебединским и Стойленским ГОКами и комбинатом "КМАруда" с общей проектной мощностью 72,2 млн т в год; в 1993 г. фактическая добыча сырой руды составила 53,16 млн т, выпуск товарной руды - 22,83 млн т (см. табл. 23). Из девяти месторождений три находятся в разработке открытым (Лебединское, Стойло-Лебединское, Стойленское) и одно подземным (Коробковское) способами, а пять (Приоскольское, Чернянское, Салтыковское, Осколецкое и Погромецкое) находятся в резерве или не намечаются к отработке.

В процессе добычи неокисленных магнетитовых кварцитов ГОКами добываются также окисленные железистые кварциты, которые частично складированы, а частично перерабатываются совместно с неокисленными кварцитами на обогатительных фабриках.

По уровню добычи 1993 г. действующие горно-рудные предприятия обеспечены разведанными запасами более чем на 100 лет. Железистые кварциты на обогатительных фабриках ГОКов подвергаются мокрой магнитной сепарации с получением концентратов и окатышей, богатые руды, добываемые на Стойленском месторождении, подвергаются агломерации.

Потребителями товарной продукции Оскольского района являются Новолипецкий, Оскольский, Магнитогорский, Орско-Халиловский, Западно-Сибирский металлургические комбинаты, заводы "Тулачермет", "Свободный Сокол"; часть товарной продукции направляется на экспорт.

Прогнозные ресурсы Оскольского рудного района (по категории  $P_1$ ) оцениваются в 47850 млн т (см. табл. 20).

### *Коробковское месторождение*

Коробковское месторождение железных руд расположено в Губкинском районе около железнодорожной станции "КМА" Юго-Восточной железной дороги и г.Губкин.

Месторождение известно с 1919 г., в 1930-1948 гг. разведывались богатые руды, в 1948-1955 гг. - железистые кварциты (А.А.Прозоровский, Н.А.Плаксенко, С.Ф.Борисов, К.В.Головина, И.Г.Киссин, М.Н.Сахарова, Н.И.Голивкин, И.Д.Кармазин, Б.Д.Клагиш, Е.Н.Курлянд).

С 1952 г. железистые кварциты обрабатываются подземным способом рудником им.Губкина комбината "КМАруда" с проектной производительностью 3,5 млн т руды в год.

В 1969-1972 гг. Белгородской экспедицией (Н.А.Соколов, Н.И.Голивкин, И.К.Котельникова, С.Т.Кулешов и др.) была проведена доразведка месторождения в связи с намечаемой организацией открытой отработки и строительства ГОКа производительностью 30 млн т руды в год.

В геологическом отношении месторождение расположено на участке сложного замыкания Тим-Ястребовского синклинория в замковых частях Коробковской и Стретенской антиклиналей и в пределах разделяющей их синклиналильной зоны (рис. 26, 27). Сложено оно породами курской серии нижнего протерозоя, залегающими на породах архея, и трансгрессивно перекрыто осадочными образованиями палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Мощность пород фанерозоя колеблется от 66,6 до 177,4 м (в среднем 116,6 м).

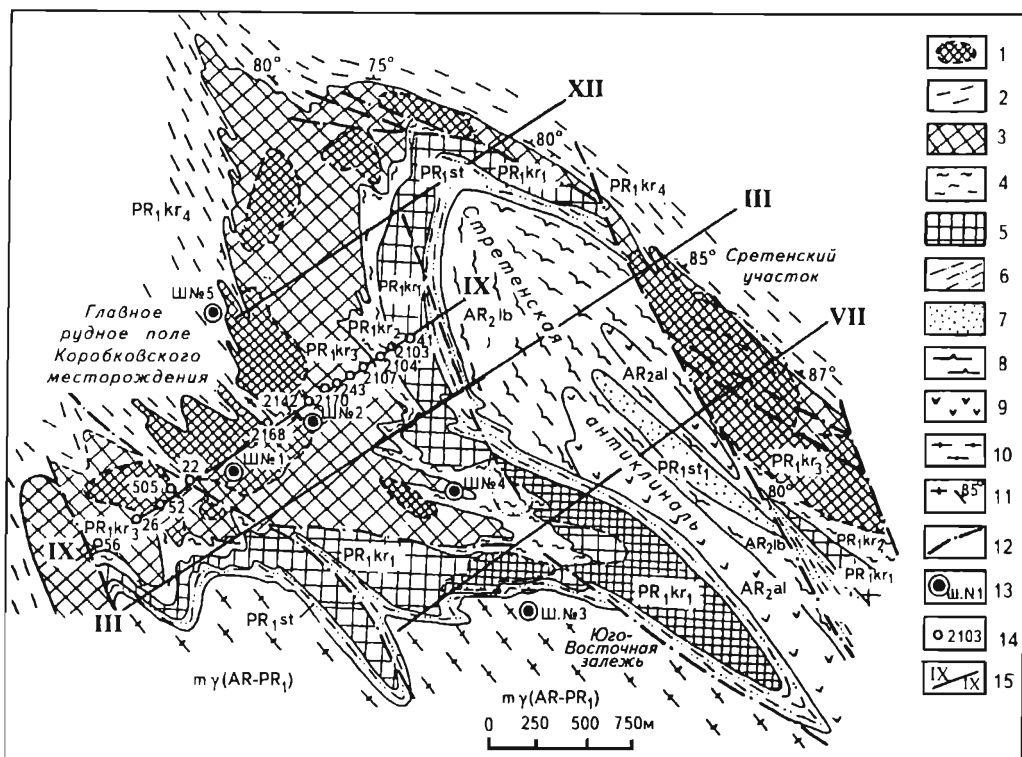


Рис. 26. Схематическая геологическая карта Коробковского месторождения (по материалам Белгородской ГРЭ)

1 - богатые железные руды; **нижний протерозой** - *курская серия*: 2-5 - коробковская свита: 2 - верхняя сланцевая подсвита ( $PR_1 kr_4$ ), 3 - верхняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_3$ ), 4 - промежуточная сланцевая подсвита ( $PR_1 kr_2$ ), 5 - нижняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_1$ ), 6-7 - стойленская свита: 6 - сланцево-кварцито-песчаниковая нерасчлененная ( $PR_1 st$ ), 7 - нижняя подсвита - метапесчаниковая; **верхний архей** - *михайловская серия*: 8 - лебединская свита - кварцевые порфиры, сланцы ( $AR_2 lb$ ), 9 - александровская свита - амфиболиты, часто гранитизированные, переходящие в гранито-(мигматито)-гнейсы, метапикриты-базальты, метабазальты, метаандезиты ( $AR_2 al$ ), 10 - гранито-(мигматито)-гнейсы (продукты гранитизации амфиболитов и других пород александровской свиты и основных интрузивных пород сергеевского комплекса, а также гнейсо-плагิโอграниты); 11 - элементы залегания пластов: а - вертикальных, б - наклонных; 12 - тектонические нарушения; 13 - шахты; 14 - разведочные скважины; 15 - линии геологических разрезов

Породы курской серии интенсивно смяты в сложные складки I-II и более высоких порядков вплоть до плейчатости. Метаморфические породы курской серии прорваны дайками диорит-порфиров. Разрывные нарушения имеют незначительное развитие.

Продуктивной является коробковская свита ( $PR_1 kr$ ). В ее составе выделяются две подсвиты железистых кварцитов - нижняя ( $PR_1 kr_1$ ) и верхняя ( $PR_1 kr_3$ ) мощностью 100-200 и 180-320 м соответственно, которые образуют пять залежей длиной от 450 до 2400 м, шириной от 50 до 1050 м.

Нижняя подсвита ( $PR_1 kr_1$ ) сложена преимущественно силикатно-магнетитовыми, магнетитовыми и в подчиненном количестве железослюдково-магнетитовыми кварцитами; изредка отмечаются малорудные кварциты

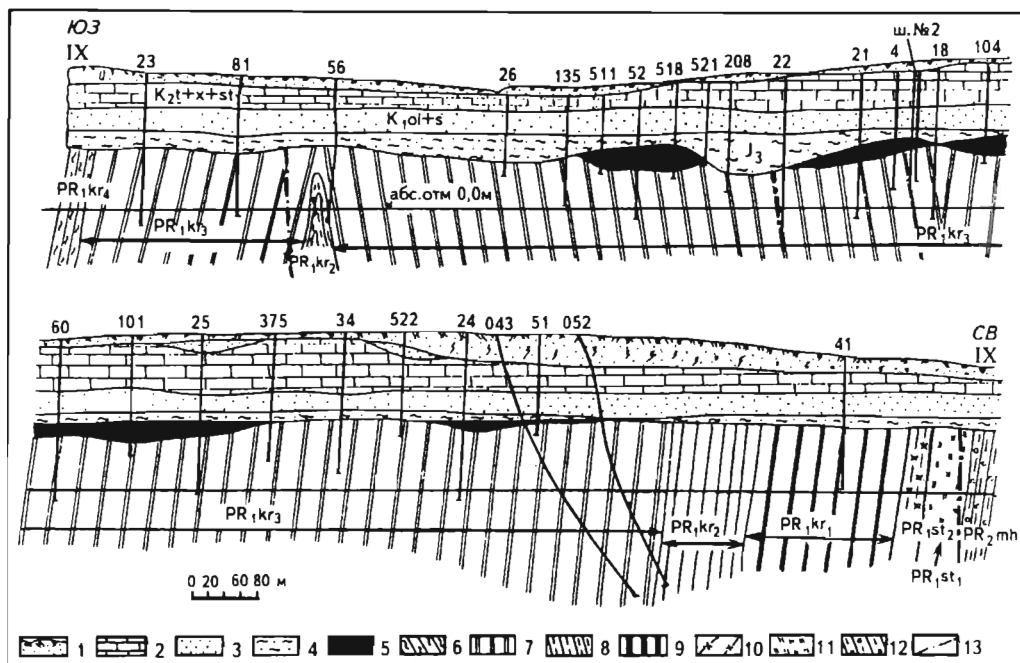


Рис. 27. Схематический геологический разрез Коробковского месторождения по линии IX-IX [80 с дополнениями]

1 - суглинок (Q); 2 - мергель и мел ( $K_2t+k+st$ ); 3 - песок ( $K_2al+s$ ); 4 - песчаная глина ( $I_3$ ); 5 - богатые железные руды; **нижний протерозой - курская серия** ( $PR_1ks$ ): 6-9 - коробковская свита: 6 - верхняя сланцевая подсвита - сланцы ( $PR_1kr_4$ ), 7 - верхняя железорудная подсвита - железистые кварциты ( $PR_1kr_3$ ), 8 - промежуточная сланцевая подсвита - сланцы ( $PR_1kr_2$ ), 9 - нижняя железорудная подсвита - железистые кварциты ( $PR_1kr_1$ ), 10-11 - стойленская свита: 10 - верхняя подсвита - сланцы ( $PR_1st_2$ ), 11 - нижняя подсвита - метапесчаниковая - кварциты, конгломераты ( $PR_1st_1$ ); **архей - михайловская серия** ( $AR_2mh$ ): 12 - кварцевые порфиры, амфиболиты; 13 - тектонические нарушения

небольшой мощности, а также сланцы. Кварциты этой подсвиты слагают Восточную, Южную и Юго-Западную залежи.

Верхняя подсвита ( $PR_1 kr_3$ ) слагает Главную и Северо-Западную залежи, которые делятся на три горизонта.

Нижний горизонт ( $PR_1 kr_1$ ) мощностью 50-140 м сложен преимущественно железнослудково-магнетитовыми кварцитами; магнетитовые и силикатно-магнетитовые кварциты имеют резко подчиненное значение.

Средний горизонт ( $PR_1 kr_2$ ) имеет мощность от 40-50 до 80 м и сложен переслаивающимися пачками магнетитовых и силикатно-магнетитовых кварцитов с тонкими прослоями межрудных сланцев. Железнослудково-магнетитовые кварциты отмечаются в виде редких одиночных прослоев.

Верхний горизонт ( $PR_1 kr_3$ ) мощностью от 40 до 100 м сложен внизу пачкой железнослудково-магнетитовых кварцитов, выше - карбонатно-магнетитовыми кварцитами с прослоями (от 2-3 до 10-15 м) малорудных кварцитов и малорудных сланцев.

Подсвиты и горизонты железорудной свиты имеют крутое (75-80°) падение, иногда вертикальное и опрокинутое. Содержание железа колеблется в широких пределах:  $Fe_{\text{общ}}$  - от 23,11 до 43,01%,  $Fe_{\text{магн}}$  - от 16,2 до 39,15%.

В целом по месторождению наибольшее развитие (51,3% объема) получили магнетитовые кварциты ( $Fe_{\text{общ}}$  - 34,31%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 30,13%), подчиненное значение (28,9%) имеют железослюдково-магнетитовые кварциты ( $Fe_{\text{общ}}$  - 36,6%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 25,89%), наименьшим распространением пользуются силикатно-магнетитовые кварциты ( $Fe_{\text{общ}}$  - 30,32%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 21,78%).

Полуокисленные кварциты ( $Fe_{\text{общ}}$  - 35,56%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 19,66%) образуют отдельные разобщенные залежи сложной конфигурации, мощность их от 0 до 22 м, средняя по залежам - 4,4 м, а по месторождению - 2,2 м.

Окисленные кварциты ( $Fe_{\text{общ}}$  - 32,97%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 4,88%) образуют почти сплошную залежь на неокисленных и полуокисленных кварцитах, мощность их от 0 до 50 м.

На головах железистых кварцитов в виде отдельных обособленных тел залегают богатые железные руды общей площадью 0,87 км<sup>2</sup> (см. рис. 26, 27). Они в основном представлены остаточными рудами, образовавшимися в процессе окисления и выщелачивания железистых кварцитов. В небольшом количестве присутствуют переотложенные (элювиально-делювиальные) руды.

Богатые руды с содержанием железа от 40 до 70% представлены сидерит-мартитовыми, гидрогематит-мартитовыми и гидрогетит-мартитовыми плотными (60%) и рыхлыми (40%) разностями. Мощность залежей от 0 до 51,5 м, средняя по месторождению 10,86 м. Содержание вредных компонентов в рудах небольшое, %: серы - от 0,1 до 2 (в среднем 0,7), фосфора - от 0,01 до 0,7 (0,06), двуокиси титана - от сотых долей до 0,47 (0,12), другие вредные примеси отсутствуют.

Из легирующих компонентов в небольшом количестве присутствуют марганец (0,05%), хром, никель и кобальт (по 0,001%).

Гидрогеологические условия месторождения сложные. Основные водоносные горизонты приурочены к коньяк-туронским, сеноман-альбским и протерозойско-архейским отложениям, которые имеют сплошное распространение. Наиболее водообильными являются коньяк-туронский и сеноман-альбский водоносные горизонты, находящиеся в условиях активной гидравлической взаимосвязи с р.Осколец и дневной поверхностью.

Опыт работы комбината "КМАруда" и лаборатории обогащения НИИКМА показал, что все минералогические разновидности неокисленных кварцитов хорошо обогащаются мокрой магнитной сепарацией и дают концентрат высокого качества с содержанием железа 64,21-70,8% при выходе его от 33,75 до 43,60% и извлечении железа в концентрат от 66,03 до 85,88%. По Восточной залежи данные лабораторных испытаний обогащения руд следующие: выход концентрата - 39,16-40,16%, содержание железа в концентрате - 68,56-70,81%, извлечение железа - 81,43-82,45%.

Обогащаемость полуокисленных кварцитов изучалась по двум пробам; при магнитном обогащении получены невысокие показатели. Вместе с неокисленными они могут обогащаться по магнитной схеме.

Для обогащения окисленных кварцитов требуется сложное технологическое оборудование (сепараторы высокой магнитной напряженности), которое в промышленных масштабах еще не нашло широкого применения.

Подсчет запасов железистых кварцитов и богатых руд произведен в 1972 г. с учетом всех геологоразведочных работ, выполненных на месторождении, включая и работы довоенных лет (1930-1940 гг.), а также данные



эксплуатации месторождения шахтой им.Губкина с учетом возможного перехода на открытый способ отработки.

По ряду технических и экономических показателей переход на открытый способ отработки не был осуществлен. С целью расширения сырьевой базы и увеличения мощности шахты им.Губкина с 3,5 до 5,2 млн т сырой руды в год в 1982-1985 гг. выполнена разведка Стрётёнского участка Коробковско-го месторождения (В.В.Двойнин, И.И.Воевода и др.), технико-экономические показатели отработки которого подземным способом (протокол ГКЗ СССР № 9770, 1985 г.) приведены ниже.

<i>Производительность предприятия, тыс.т/год:</i>	
<i>по руде</i>	5200
<i>по концентрату</i>	2233,8
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	40,3
<i>содержание железа в концентрате</i>	68,5
<i>извлечение железа в концентрат</i>	80,8
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	102,9
<i>Основные производственные и оборотные фонды, млн р.</i>	145,9
<i>Эксплуатационные затраты, р.:</i>	
<i>на 1 т добычи руды</i>	3,0
<i>на 1 т обогащения</i>	4,44
<i>Себестоимость концентрата, р.</i>	12,02
<i>Прибыль, млн р.:</i>	
<i>годовая</i>	10,9
<i>за весь срок эксплуатации</i>	485,9
<i>Рентабельность, %</i>	7,5
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	45

По результатам ТЭО ГКЗ СССР в 1985 г. переутвердила запасы Коробковско-го месторождения в целом в количестве 1989,2 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub> и 118,7 млн т по категории С<sub>2</sub>.

Оценены также грубые отходы обогащения в виде строительного щебня, реализация которого даст дополнительную прибыль 886 тыс.р. в год (ТЭО кондиции).

Отработку Коробковско-го месторождения подземным способом осуществляет комбинат "КМАруда" (табл. 24).

По состоянию на 01.01.1995 г. балансовые запасы Коробковско-го месторождения составляют 2212,0 млн т, в том числе 2071,3 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>. По уровню добычи 1994 г. обеспеченность комбината запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> превышает 100 лет.

Таблица 24  
Основные технико-экономические показатели работы комбината "КМАруда"

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды подземным способом, тыс.т	3531,0	3101
Содержание железа в сырой руде, %	32,14	32,4
Производство товарной руды, тыс.т	1534,1	1393
Содержание железа в товарной руде, %	66,08	66,09
Производство агломерата доменного, тыс.т	457,0	-
Содержание железа в агломерате, %	57,72	-

## Лебединское месторождение

Лебединское месторождение (рис. 28) граничит на северо-западе с Коробковским, на юго-востоке - со Стойло-Лебединским месторождениями. Оно расположено в центре Оскольского железорудного района в 18 км к запад-юго-западу от железнодорожной станции Старый Оскол.

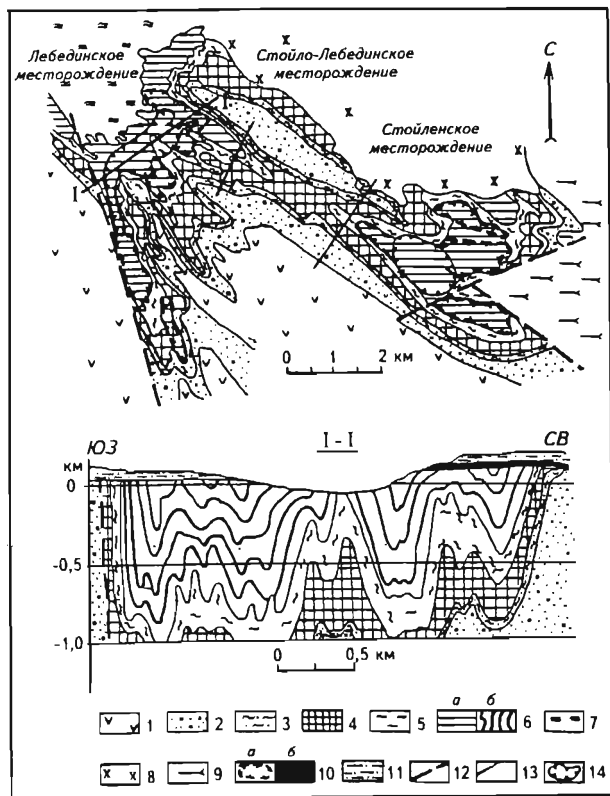


Рис. 28. Схематическая геологическая карта Лебединского, Стойло-Лебединского и Стойленского месторождений и разрез Лебединского месторождения [48]

**Верхний архей** - михайловская серия (AR<sub>2</sub> mh): 1 - амфиболиты, сланцы; **нижний протерозой** - курская серия (PR<sub>1</sub> ks): 2-3 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st): 2 - нижнестойленская конгломерато-кварцитовая подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>), 3 - верхнестойленская сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>), 4-7 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kg): 4 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kg<sub>1</sub>), 5 - нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kg<sub>2</sub>), 6 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kg<sub>3</sub>) - железистые кварциты на карте (а), на разрезе (б), 7 - верхняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kg<sub>4</sub>); 8 - стойло-николаевский габброидит-гранодиоритовый комплекс (УО PR<sub>1</sub> sn); 9 - атаманский гранитоидный комплекс (PR<sub>1</sub> а) - полимиктиты и мигматиты преимущественно по породам михайловской серии; 10 - богатые железные руды коры выветривания: контур распространения богатых железных руд на карте (а), богатые железные руды на разрезе (б); 11 - отложения осадочного чехла на разрезе; 12 - тектонические нарушения; 13 - геологические границы; 14 - железорудные карьеры

Месторождение и действующий на его базе Лебединский ГОК связаны железными дорогами с металлургическими заводами Центра и Урала. На Оскольский электрометаллургический комбинат (ОЭМК) железорудный концентрат Лебединского ГОКа поставляется по трубопроводу.

Лебединское месторождение открыто в 1931 г. во время поисковых работ на магнитных аномалиях. Богатые железные руды разведаны в 1931-1941 гг. (Ф.С.Золозов, И.А.Русинович), железистые кварциты - в 1952-1964 гг. (Н.И.Голивкин, К.В.Головина, И.Д.Кармазин, Б.Д.Клагиш, Е.Н.Курлянд, А.А.Постнова, В.Д.Васильев, А.П.Кузнецов, А.А.Матяш, Е.Н.Писанец, А.Н.Цибизов). В 1976-1983 гг. проведена предварительная разведка железистых кварцитов Юго-Восточного и Крамского участков (Н.А.Соколов, В.К.Дульчевский и др.), а в 1984 г. - переоценка запасов месторождения в полном объеме (В.И.Белых, Н.А.Соколов, М.Г.Чмаро, Е.М.Дунай и др.).

Разведанные запасы богатых руд разрабатываются открытым спо-

собом с 1959 г. и в настоящее время почти полностью отработаны, добычу железистых кварцитов осуществляет Лебединский ГОК с 1969 г.

Месторождение представлено сложноскладчатым метаморфическим эффузивно-осадочным комплексом пород докембрия в составе михайловской серии верхнего архея, курской и оскольской серий нижнего протерозоя. Этот комплекс прорывается разновозрастными интрузиями и дайками ультраосновного, основного и кислого состава.

Месторождение сложено в основном железорудной коробковской свитой и подстилающими ее сланцами и песчаниками стойленской свиты курской серии.

Коробковская свита ( $PR_1 kr$ ) представлена двумя железорудными подсвитами ( $PR_1 kr_1$ ,  $PR_1 kr_3$ ) и двумя подсвитами сланцев ( $PR_1 kr_2$ ,  $PR_1 kr_4$ ). Мощность свиты 550-900 м. Железорудные подсвиты сложены железистыми кварцитами, в составе которых выделяются несколько горизонтов за счет переслаивания разных минеральных типов железистых кварцитов.

Нижняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_1$ ) развита на периферических частях месторождения и имеет мощность от 82 до 128 м. В ней выделяются два горизонта ( $PR_1 kr_1$ ,  $PR_1 kr_2$ ), которые сложены магнетитовыми и силикатно-(куммингтонит-)магнетитовыми кварцитами.

Верхняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_3$ ) - основная продуктивная толща Лебединского месторождения и всего рудного поля. Мощность ее колеблется от 165 до 255 м. В составе подсвиты выделяются три горизонта.

Первый горизонт ( $PR_1 kr_3^1$ ) сложен кварцитами магнетитовыми и щелочноамфибол-магнетитовыми, переслаивающимися и замещающими друг друга по простираению.

Второй горизонт ( $PR_1 kr_3^2$ ) представлен чередующимися слоями силикатно-магнетитовых и реже магнетитовых кварцитов с тонкими пропластками биотитовых, куммингтонит-биотитовых и других сланцев.

Третий горизонт ( $PR_1 kr_3^3$ ) сложен биотит-куммингтонит-магнетитовыми и магнетитовыми кварцитами.

Изредка среди железистых кварцитов встречаются тонкие прослои гипогенных щелочноамфибол-магнетитовых и щелочно-амфибол-железнослюдково-магнетитовых руд.

Сланцевые подсвиты ( $PR_1 kr_3$ ;  $PR_1 kr_4$ ) сложены кварц-биотитовыми, двуслюдяными, слегка углистыми сланцами. Реже встречаются прослои гранат-биотитовых сланцев.

На всех докембрийских породах месторождения развита площадная кора выветривания мощностью от 1-2 до 40-90 м (в среднем около 15 м), представленная остаточными богатыми железными рудами и окисленными железистыми кварцитами.

Богатые железные руды представлены белгородским ГПТ и развиты на железистых кварцитах в виде плащеобразных залежей неправильных очертаний мощностью от 1 до 60 м (в среднем 19,7 м). Площадь промышленного оруденения 2,5 км<sup>2</sup>. Богатые руды состоят из мартита, лимонита (гетита, гидрогетита), сидерита, иногда железной слюдки, гидрогоматита, магнетита. Запасы богатых руд на начало отработки оценивались в 200 млн т при среднем содержании  $Fe_{общ}$  57,5%,  $SiO_2$  - 6,0, S - 0,16, P - 0,09%. Руды в основном отработаны.

Кроме остаточных, на месторождении имеются небольшие линзовидные залежи переотложенных руд, которые образуют промышленные залежи в виде линз, залегающих с несогласием на покровах остаточных железных руд, реже на железистых кварцитах и сланцах или согласно внутри

толщи слабрудных и безрудных брекчий и пестроцветных песчано-глинистых отложений девона. Переотложенные руды сложены обломками маритовых, лимонит-маритовых, мартит-гидрогематитовых и лимонитовых руд, иногда лимонитизированных сланцев и окисленных кварцитов, реже маритовым песком и иногда лимонитовыми оолитами. Цемент обычно лимонит-сидеритовый, реже хлорит-сидеритовый или песчано-глинистый с ожелезненной массой.

Неокисленные железистые кварциты представлены лебединским ГПТ и сложены магнетитовыми, железослюдково-магнетитовыми, амфибол-магнетитовыми и биотит-магнетитовыми основными минеральными типами. Наиболее богатыми по содержанию железа являются железослюдково-магнетитовые, самыми бедными - биотит-магнетитовые (табл. 25).

Среднее содержание железа  
в железистых кварцитах

Таблица 25

Железистые кварциты	Содержание, %			
	Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>раств</sub>	Fe <sub>магн</sub>	FeO
Железослюдково-магнетитовые	37,48	36,35	26,33	12,99
Магнетитовые	36,92	34,75	31,08	17,48
Амфибол-магнетитовые	33,62	29,07	24,63	18,37
Биотит-магнетитовые	28,96	25,03	20,76	17,56
Полуокисленные	36,12	35,28	19,07	14,86
Окисленные	34,37	34,37	3,65	10,00

Окисленные кварциты представлены веретенинским ГПТ и сложены маритовыми, железослюдково-маритовыми, гидрогематит-маритовыми и сидерит-маритовыми минеральными разновидностями с небольшой примесью магнетита.

Полуокисленные кварциты образуют переходную зону от лебединского к веретенинскому ГПТ мощностью от 1-2 до 10-15 м (в среднем 5 м). Они представляют собой мартит-магнетитовый тип кварцитов.

Полезные и вредные примеси в железистых кварцитах практически отсутствуют.

В морфологическом плане залежи железистых кварцитов представляют собой структуры замыкания синклиналей и антиклиналей или пластовые залежи на крыльях этих структур. Размеры залежей изменяются по длине от 1300 до 2800 м при ширине от 75 до 1300 м. Границы рудных залежей с вмещающими породами проходят через зону слабрудных кварцитов мощностью от 1-2 до 10-12 м.

Залежи железистых кварцитов прорываются дайками диоритовых порфиритов обычно крутого (более 60°) и реже субпослойного залегания биотит-карбонатных пород. Слюдисто-карбонатные породы образуют тонкое переслаивание, особенно в низах верхней железорудной подсвиты (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>). Мощность их от 0,5 см до 4-5 м и более; сложены они карбонатами (доломит с небольшим количеством кварца и анкерита) и слюдами (биотит, флогопит). Из рудных минералов в них присутствуют магнетит, гематит, а из акцессорных - апатит, ильменит, рутил, лейкоксен, сфен. Слюдисто-карбонатные породы, как и железистые кварциты, подвергаются сильному щелочному метасоматозу с образованием эгириновых и рибекитовых сланцев.

Докембрийские образования перекрыты толщей осадочных пород девона, юры, мела, палеогена, неогена и четвертичных отложений общей мощностью от 54 до 170 м.

В гидрогеологическом отношении месторождение характеризуется наличием двух водоносных горизонтов в породах осадочного чехла и одним в зоне трещиноватости кристаллических пород архея - протерозоя.

Турон-маастрихтский (первый от поверхности) водоносный горизонт развит повсеместно. Водовмещающие породы представлены трещиноватыми мелями мощностью до 15,0 м. Глубина залегания 5-40 м. Дебиты скважин 1,0-17,0 л/с.

Альб-сеноманский водоносный горизонт приурочен к пескам мощностью 30 м и развит по всему месторождению. Дебиты скважин от 2,5 до 28 л/с.

Обводненная зона трещиноватости кристаллических пород архея-протерозоя развита повсеместно до глубины 150,0 м, мощность ее достигает 80,0 м. Дебиты скважин низкие - 0,1-2,7 л/с.

Основной водоприток в карьер формируется за счет туронского и альб-сеноманского водоносных горизонтов и составляет 155-170,0 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Осуществление месторождения осуществляется дренажным комплексом, состоящим из внешнего (подземного) и внутреннего дренажа. Вся дренируемая вода собирается в водосборники шахт № 1 и 4 и выдается на поверхность земли. Вода пригодна для технических целей, не агрессивна.

По гидрогеологическим условиям разработка месторождения сложное, а по инженерно-геологическим - очень сложное. Здесь развиты разнообразные комплексы обводненных пород, различающиеся по литологическому и минеральному составу и физико-механическим свойствам.

По технологическим особенностям на Лебединском месторождении выделяются руды, не требующие обогащения, обогащаемые по простым схемам и требующие сложных схем обогащения.

*Остаточные руды коры выветривания* использовались без обогащения в виде доменного сырья и для изготовления агломерата.

*Магнетитовые и амфибол-магнетитовые железистые кварциты* близки между собой по технологическим свойствам и относятся к легкообогащаемым разностям. Для них характерны относительно крупные размеры рудных минералов, в силу чего они легко раскрываются и пригодны для получения высококачественных концентратов и суперконцентратов.

На обогатительных фабриках Лебединского ГОКа с 1973 г. измельчение руд осуществляется по схеме полного самоизмельчения до 90% класса крупности -0,040 мм с последующим пятистадиальным обогащением мокрой магнитной сепарации, что обеспечивает получение концентрата с содержанием железа более 68%.

На обогатительной фабрике № 3 действует секция дообогащения для обеспечения Оскольского ЭМК концентратом с содержанием железа 70% и кремнезема не более 3%. Она представлена одной стадией шарового доизмельчения рядового концентрата и магнитной сепарации.

В стадии освоения находится фабрика по производству суперконцентрата с содержанием железа 71,6% и кремнезема менее 0,3% для аккумуляторной промышленности и порошковой металлургии. Технологическая схема ее включает доизмельчение рядового концентрата в шаровой мельнице, магнитную сепарацию и флотацию магнитного продукта.

*Окисленные кварциты* обычной магнитной сепарацией не обогащаются. Институтом "Механобрчермет" выполнены полупромышленные испытания их обогатимости на высокоградиентных сепараторах Р-40 и 1/2 ЭРФМ-100 по двухстадиальной схеме. Получен концентрат с содержанием железа 57,1-57,4%, кремнезема 13,5%, п.п.п 5,7% при выходе его 44% и извлечении железа в концентрат 66,9-68,7%. Тем самым определена принципиальная технологическая схема переработки окисленных кварцитов для их промышленного использования.

Оценка качества железистых кварцитов и подсчет запасов в различные периоды разведки производился по разным показателям и участкам.

С целью полного учета запасов, рационального использования минерального сырья и улучшения рудоподготовки институтом "Центргипроруда" в 1984 г. разработано ТЭО комплексной отработки месторождения, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Разведанные запасы по категориям, тыс.т:</i>	
<i>A+B+C<sub>1</sub> (железистые кварциты)</i>	2445922
<i>C<sub>1</sub> (окисленные руды)</i>	16859
<i>A+B+C<sub>1</sub> (богатые руды)</i>	36521
<i>Предварительно оцененные запасы по категории C<sub>2</sub>, тыс.т:</i>	
<i>железистых кварцитов</i>	344397
<i>окисленных руд</i>	680
<i>богатых руд</i>	4338
<i>Забалансовые запасы, тыс.т:</i>	
<i>железистых кварцитов</i>	766774
<i>окисленных руд</i>	93165
<i>богатых руд</i>	3269
<i>Производительность предприятия, млн т/год:</i>	
<i>по горной массе</i>	102,6
<i>по сырой руде</i>	44
<i>по концентрату</i>	18,5
<i>Способ отработки</i>	Открытый
<i>Коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/т</i>	1,16
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход магнитного концентрата</i>	40,07
<i>извлечение железа в концентрат:</i>	
<i>общего</i>	80,4
<i>магнетитового</i>	96,0
<i>содержание железа в концентрате без дообогащения</i>	68,7
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	63
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	873
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
<i>сырой руды</i>	2,2
<i>концентрата</i>	11,8
<i>Оптовая цена 1 т товарной продукции (по ценам 1984 г.), р.:</i>	
<i>концентрата</i>	18,2
<i>окатышей</i>	26,54
<i>Стоимость товарной продукции годового выпуска, млн р.</i>	376840
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	185680
<i>Рентабельность, %</i>	10,1
<i>Окупаемость, лет</i>	11,5.

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1984 г. для подсчета запасов руд Лебединского месторождения утвердила параметры постоянных кондиций.

*Бортовое и минимальное промышленное содержание железа, %:*

<i>для неокисленных кварцитов Fe<sub>магн</sub></i>	12
<i>для окисленных кварцитов Fe<sub>общ</sub></i>	24

По состоянию на 01.01.84 г. утверждены балансовые запасы железных руд Лебединского месторождения для открытого способа отработки (табл. 26).

Таблица 26  
 Запасы железных руд  
 Лебединского месторождения, млн т

Железистые кварциты	Категории			
	B	C <sub>1</sub>	B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Окисленные	18,3	44,5	62,8	110,3
Неокисленные и полуокисленные	1013,2	2057,4	3070,6	1520,9
Всего (выше гор. -250 м)	1031,5	2101,9	3133,4	1631,2

Таблица 27  
 Основные технико-экономические показатели  
 работы Лебединского ГОКа

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды открытым способом, млн т	43,6	35,91
Содержание железа в сырой руде, %	32,73	31,87
Производство товарной руды, млн т	17,88	14,29
Содержание железа в товарной руде, %	68,44	68,51
Производство окатышей неофлюсованных, млн т	9,12	7,83
Содержание железа в окатышах, %	65,90	65,93
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	1,56	967,89
товарной	10,01	10815,85
В том числе:		
дообогащенного концентрата	16,32	7674,63
высококачественного концентрата	38,19	3854,51
окатышей	15,12	11741,43

Кроме того, на месторождении подсчитаны запасы в этаже минус 250-500 м по категориям: C<sub>1</sub> - 171,5 и C<sub>2</sub> - 1772,3 млн т, как не получившие геолого-экономической оценки.

Впервые на Лебединском месторождении кроме железных руд утверждены запасы (протоколы 9616, 9615):

скальных пород (кристаллические сланцы, кварцито-песчаники, кварцевые порфиры, амфиболиты), пригодных для производства щебня, по категориям B+C<sub>1</sub> - 362,9, C<sub>2</sub> - 405,2 млн м<sup>3</sup>;

глин и суглинков, пригодных для изготовления кирпича, по категориям A+B+C<sub>1</sub> - 15,8 млн м<sup>3</sup>;

мела, отвечающего ОСТ 21-27-76 и пригодного для производства извести строительной I и II сорта, мела молотого III сорта, гранулированных удобрений, муки известняковой, минеральной подкормки, по категориям A+B+C<sub>1</sub> - 324,3 млн т;

песков, пригодных для производства силикатного кирпича, ячеистого бетона и для строительных работ, по категориям A+B+C<sub>1</sub> - 197,8 млн м<sup>3</sup>;

подземных дренажных вод в количестве 175 тыс. м<sup>3</sup>/сут для использования в технических целях Лебединским ГОКом.

Отработку Лебединского месторождения осуществляет Лебединский ГОК (табл. 27).

По состоянию на 01.01.1995 г. балансовые запасы железных руд оцениваются

в 5991, 6 млн т, в том числе по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 4164,0 и С<sub>2</sub> - 1827,6 млн т. Исходя из фактической производительности Лебединского ГОКа за 1993 г. обеспеченность его разведанными запасами более 100 лет.

### *Стойло-Лебединское месторождение*

Месторождение расположено между эксплуатируемыми Лебединским и Стойленским месторождениями в 8 км к востоку от г.Губкина и в 12 км к западу от г.Старый Оскол.

Стойло-Лебединское месторождение как полоса магнитной аномалии, соединяющая Лебединский и Стойленский участки, была выявлена геофизическими работами в 1919-1926 гг. и заверена буровыми скважинами в 1930-1934 гг.

В 1955-1957 гг. Курской экспедицией Геологического управления Центральных районов на месторождении были проведены поиски богатых железных руд и оконтурены залежи железистых кварцитов. В 1967-1973 гг. выполнена предварительная, а в 1974-1976 гг. - детальная разведка железистых кварцитов (Н.А.Соколов, В.К.Дульчевский, И.И.Воевода и др.).

Месторождение представлено залежами железистых кварцитов протяженностью до 4,5 км при ширине от 0,5 до 1,45 км. Средняя глубина залегания поверхности рудных залежей 102 м при глубине распространения оруденения от 450-500 м в центральной части до 1000-1200 м в северо-западной и юго-восточной частях месторождения.

Месторождение представляет собой синклиналичную складку северо-западного простирания (см.рис. 28), выполненную образованиями коробковской (PR<sub>1</sub> kr) железорудной свиты, крылья которой сложены сланцами и песчаниками стойленской свиты (PR<sub>1</sub> st) курской серии.

Коробковская свита представлена в основном железистыми кварцитами нижней подсвиты (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) мощностью от 15 до 140 м. Ее перекрывает нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>2</sub> kr<sub>2</sub>), развитая в западной и восточной частях месторождения; мощность ее от 3 до 120 м.

Выше залегает верхняя подсвита железистых кварцитов (PR<sub>3</sub> kr<sub>3</sub>) мощностью до 200 м; она развита локально в северо-западной и юго-восточной частях месторождения.

Руды нижней (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) и верхней (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) подсвит представлены кварцитами лебединского ГПТ и сложены переслаивающимися пластами и пачками различных минеральных типов железистых кварцитов с редкими маломощными прослоями малорудных кварцитов и межрудных сланцев.

Железистые кварциты по минеральному составу подразделяются на магнетитовые (44,9%), силикатно-магнетитовые (41,6), железослюдково-магнетитовые (5,7) и слаборудные (0,5).

Мощность зоны окисления на месторождении от 1,2 до 37,1 м, в среднем составляет 10,3 м.

Железистые кварциты образуют пять залежей пластовой формы, наиболее крупная из которых "Главная" площадью 2,88 км<sup>2</sup>, мощностью 11,32 м при среднем содержании железа общего 34,68%; остальные залежи имеют площадь от 0,04 до 0,62 км<sup>2</sup>, мощность от 6,0 до 11,54 м при содержании железа от 35,65 до 37,17%.

Магнетитовые кварциты на 80-90% сложены кварцем и магнетитом, размер зерен которых колеблется в основном в пределах 0,05-0,1 мм. В железослюдково-магнетитовых кварцитах до 20% присутствует гематит (железная слюдка).



Второстепенные минералы представлены куммингтонитом, актинолитом, щелочными амфиболами, иногда эгирином, тальком, карбонатом, зеленой гидрослюдкой; в качестве аксессуарных минералов в незначительном количестве присутствуют пирит, апатит.

Среднее содержание основных компонентов в железистых кварцитах Стойло-Лебединского месторождения, %:  $\text{SiO}_2$  - 41,77,  $\text{TiO}_2$  - 0,15,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  - 34,91,  $\text{Fe}_{\text{раст}}$  - 31,89,  $\text{Fe}_{\text{магн}}$  - 28,40,  $\text{FeO}$  - 17,02, S - 0,09, P - 0,08, п.п.п. - 2,0.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия месторождения сложные. В настоящее время естественный режим подземных вод нарушен в связи с влиянием карьерных и шахтного водоотливов на соседних разрабатываемых железорудных месторождениях, в результате чего ряд водоносных горизонтов на месторождении осушен.

Технологические исследования железистых кварцитов выполнялись на стадии предварительной разведки в НИИКМА и на стадии детальной разведки в Белгородском филиале института "Механобрчермет". Для обогащения неокисленных кварцитов институтом "Механобрчермет" рекомендована трехстадиальная схема с бесшаровым измельчением.

Все минеральные типы неокисленных железистых кварцитов Стойло-Лебединского месторождения хорошо обогащаются методом мокрой магнитной сепарации: выход железорудного концентрата составляет 31,9-47,7%, содержание железа в концентрате - 66,29-70,0%, извлечение железа в концентрат - 70,8-92,5%.

При магнитном обогащении полуокисленных кварцитов выход концентрата составляет 33,83-34,60%, содержание железа в концентрате - 66,9-67,70%, извлечение железа в концентрат - 62,1-63,9%. Вместе с неокисленными кварцитами они обогащаются по единой магнитной схеме.

Показатели обогащения средней (валовой) пробы железистых кварцитов Стойло-Лебединского месторождения следующие, %: выход концентрата - 39,4-39,9, содержание железа в концентрате - 69,43-70,25, извлечение железа в концентрат - 81,3.

Содержание вредных примесей в железорудном концентрате небольшое, %: S - 0,005-0,10,  $\text{P}_2\text{O}_5$  - до 0,15, Ti - 0,01-0,07, Zn - 0-0,045; содержание полезных легирующих компонентов низкое, %: Ni и Co - менее 0,001, Cr - менее 0,0002, Mn - 0,0005-0,08, V - менее 0,002.

В 1975 г. институтом "Центргипроруда" разработано ТЭО постоянных кондиций для подсчета запасов железистых кварцитов Стойло-Лебединского месторождения, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы в контуре карьера по категориям, млн т:</i>	
<i>B+C<sub>1</sub></i>	2335,0
<i>C<sub>2</sub></i>	75,0
<i>Содержание железа в руде, %:</i>	
<i>общего</i>	34,52
<i>магнетитового</i>	27,80
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	40,1
<i>содержание железа в концентрате</i>	67,5
<i>извлечение железа в концентрат</i>	78,24
<i>Производительность предприятия, млн т/год:</i>	
<i>по сырой руде</i>	50,0
<i>по концентрату</i>	19,4
<i>Способ отработки</i>	<i>Открытый</i>

Капитальные вложения, млн р.	847,5
Себестоимость 1 т руды, р.:	
сырой	1,29
товарной	6,88
Срок окупаемости, лет	5,5
Рентабельность, %	21,2

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1976 г. для подсчета запасов железистых кварцитов утвердила параметры постоянных кондиций.

Минимальное промышленное содержание $Fe_{\text{магн}}$ в подсчетном блоке, %	12
Бортное содержание $Fe_{\text{магн}}$ в пробе, %	12
Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность внутрирудных прослоев пустых пород и слабо-оруденелых кварцитов, включаемых в подсчет запасов, м	10
Запасы окисленных кварцитов отнести к забалансовым.	

Таблица 28  
Характеристика запасов железистых кварцитов  
Стойло-Лебединского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %	
		$Fe_{\text{общ}}$	$Fe_{\text{магн}}$
Балансовые запасы в контуре карьера до гор. -250 м			
В	700,0	35,08	28,76
$C_1$	2126,0	34,95	28,24
$B+C_1$	2826,0	35,0	28,37
$C_2$	156,0	34,96	27,30
Забалансовые запасы в контуре карьера			
$C_1$	112,0	32,57	3,78
Забалансовые запасы в этаже -250-500 м			
$C_1$	279,0	34,66	28,28
$C_2$	680,0	34,66	28,28

В 1976 г. ГКЗ СССР (протокол 7687) утвердила запасы железистых кварцитов (табл. 28).

Кроме железистых кварцитов ГКЗ СССР утвердила запасы кварцито-песчаников, пригодных для производства строительного щебня в количестве 196 и 202 тыс. т соответственно по категориям  $C_1$  и  $C_2$ .

Обработка железистых кварцитов Стойло-Лебединского месторождения начата с 1986 г. Лебединским ГОКом.

По состоянию на 01.01.1995 г. балансовые запасы месторождения оцениваются в 2637,8 млн т по категориям  $A+B+C_1+C_2$ , в том числе 2510,5 млн т по категориям  $A+B+C_1$ . Обеспеченность разведанными запасами Лебединского ГОКа высокая.

В 1994 г. на Стойло-Лебединском месторождении добыто около 13,1 млн т сырой руды.

### Стойленское месторождение

Стойленское месторождение железных руд располагается в юго-восточной части Лебединского рудного поля КМА в 7 км к юго-западу от стан-

ции Старый Оскол и является непосредственным продолжением Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений.

Стойленское месторождение как полоса магнитных аномалий была выявлена геофизическими работами в 1919-1926 гг. одновременно с Лебединским и Стойло-Лебединским месторождениями. В 1957-1958 гг. на месторождении выполнена разведка богатых железных руд (Н.И.Голивкин, М.В.Миткеев, А.А.Постнова, Б.Н.Смирнов и др.), запасы которых утверждены ГКЗ СССР в 1953 г. в количестве 136,8 млн т по категориям В+С<sub>1</sub> и 16,2 млн т по категории С<sub>2</sub>. Отработка богатых руд начата в 1969 г. Стойленским карьером.

С целью расширения сырьевой базы и строительства Стойленского ГОКа в 1964-1969 гг. выполнена разведка железистых кварцитов, залегающих под богатыми рудами и вскрытых карьером (Н.И.Голивкин, Н.А.Соколов и др.). В 1986-1991 гг. была выполнена доразведка месторождения (В.В.Двойнин и др.).

В геологическом строении месторождения участвуют сильно дислоцированные метаморфические породы докембрия (см. рис. 28) и трансгрессивно перекрывающие их осадочные породы палеозоя, мезозоя и кайнозоя мощностью от 50 до 200 м (в среднем 132 м), представленные в верхней части разреза суглинками, песками, глинами, песчаниками, а ниже - мергелями, мелом, песчано-глинистыми и глинисто-известковистыми отложениями. На породах докембрия повсеместно развита площадная кора выветривания мощностью от 5 до 80 м, представленная богатыми железными рудами (остаточными), переходящими с глубиной в окисленные и полуокисленные железистые кварциты.

В северной части месторождения закартированы интрузии диоритов и габбро-диоритов, в юго-восточной - интрузии плагиогранитов. Широкое развитие имеют межпластовые и секущие дайки, а также жилы ультраосновных пород, диорит-порфиритов и гранитов мощностью от 50 см до 10-20 м.

Месторождение приурочено к юго-восточному замыканию Тим-Ястребовской синклинали. Породы докембрия смяты в сложные, обычно глубокие и узкие синклинальные и антиклинальные складки преимущественно северо-западного простирания с крутым (60-90°), нередко опрокинутым, падением крыльев.

Основные складчатые структуры осложнены складками более высоких порядков, вплоть до пloyчатости, а также разрывными нарушениями типа сбросов, сдвигов, взбросов с амплитудами до 50-100 м, зонами дробления и трещиноватости от 1 до 90 м.

Рудоносной является коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr) курской серии, сложенная железистыми кварцитами и сланцами мощностью от 350-400 м на северо-востоке до 800 м на юго-западе. В составе ее выделяются две подсвиты кварцитов и две подсвиты сланцев. Нижняя (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) и верхняя (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) железорудные подсвиты разделены породами нижней (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) сланцевой подсвиты мощностью от 30 до 100 м.

Железистые кварциты верхней железорудной подсвиты (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) слагают центральную часть Стойленской синклинали, в пределах которой сосредоточено 90% всех запасов месторождения. Основная рудная залежь площадью 3,36 км<sup>2</sup> разведана по падению до глубины 460 м от поверхности (гор. -250 м), а отдельными скважинами - до глубины 700 м. Мощность ее изменяется от 100 до 300 м, средняя - 220 м. Залежь имеет сложное стро-

ение, характеризуется частым переслаиванием различных минералогических разновидностей железистых кварцитов и наличием прослоев сланцев; на ряде участков они пересекаются большим количеством даек диорит-порфиритов. Мощность пластов и пачек отдельных типов кварцитов от 1-2 до 10-20 м, изредка достигает 50 м. Мощность даек изменяется от 10 см до 10-20 м. Наименьшей рудоносностью характеризуется центральная часть залежи, где объем даек диорит-порфиров достигает 6,3-12,7% от общего объема руды. В среднем по рудной залежи объем даек составил в контуре карьера 3,3%.

Железистые кварциты нижней железорудной подсвиты ( $PR_1 kr_1$ ) слагают антиклинальную складку второго порядка в северо-восточном крыле Стойленской синклинали. Площадь выхода рудной залежи на поверхность докембрия около 0,5 км<sup>2</sup>, длина залежи - 1,35 км, ширина - 0,35 км, мощность - 90-95 м. Поверхность залежи относительно ровная; падение крыльев крутое - 75-85°.

Руды Стойленского месторождения представлены двумя генетическими типами - богатыми рудами коры выветривания железистых кварцитов (белгородский ГПТ) и метаморфизованными рудами (магнетитовые железистые кварциты Лебединского ГПТ и окисленные железистые кварциты веретенинского ГПТ).

Богатые руды залегают неповсеместно, образуя залежи неправильной изометричной формы площадью от нескольких до 3000 тыс.м<sup>2</sup>, мощностью от 1,0 до 15,0 м. Сложены они преимущественно мартитом, в меньшей мере магнетитом, гидрогетитом и железной слюдкой. Среди них встречаются прослои пустых пород (преимущественно гидрогематизированные, каолинизированные сланцы и слабо оруденевшие железистые кварциты) мощностью не более 1,5-2,0 м. Содержание железа в них колеблется от 36 до 66% (в среднем 54,7%), кремнезема - от 5 до 20%.

Неокисленные железистые кварциты в зависимости от минералогического состава и количественного соотношения минералов подразделяются на четыре типа: магнетитовые (47,5% от общих запасов), силикатно-магнетитовые (37,1%), железнослюдково-магнетитовые (14,7%), а также слабо-рудные кварциты (0,7%), входящие в подсчет запасов, при мощности пропластков не более 10 м. В магнетитовых кварцитах основными породообразующими минералами являются кварц и магнетит. Силикатно-магнетитовые кварциты содержат, кроме того, силикатные минералы - куммингтонит, актинолит, тремолит, родусит, рибекит, биотит, иногда эгирин и тальк. В железнослюдково-магнетитовых кварцитах присутствуют железная слюдка (в количестве 5-10%, реже до 18-20%) и карбонаты - доломит, анкерит, кальцит.

В окисленных кварцитах магнетит полностью замещен мартитом, силикатные минералы - гидроокислами железа. Мощность зоны мартитизации от 1-2 до 56 м и в среднем равна 13 м. Мощность полуокисленных кварцитов достигает местами 27 м, а в среднем составляет около 5 м. Глубина залегания неокисленных кварцитов от поверхности от 80 до 230 м, средняя 160 м. Средний химический состав железистых кварцитов Стойленского месторождения приведен в табл. 29.

Гидрогеологические условия месторождения сложные в связи с наличием четырех гидравлически взаимосвязанных водоносных горизонтов: коньяк-туронского, сеноман-альбского, юрского и рудно-кристаллического. Все горизонты связаны с поверхностными водами, отличаются невыдер-

Средний химический состав железистых кварцитов Стойленского месторождения, %  
(по Н.И.Голивкину, 1982)

Компоненты	По месторождению	Малорудные силикатные и карбонатные, $Fe_{раст} < 20\%$ (8 проб)	Силикатно-магнетитовые, $Fe_{сил} > 2,5\%$ (137 проб)	Магнетитовые, $Fe_{сил} < 2,5\%$ (199 проб)	Железнодорожно-магнетитовые (179 проб)
SiO <sub>2</sub>	41,69	45,06	43,43	49,96	41,12
TiO <sub>2</sub>	0,11	0,18	0,12	0,09	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,32	3,63	1,56	1,08	0,79
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,67	8,95	27,12	34,19	38,11
FeO	16,72	18,74	18,84	16,40	13,94
MgO	2,70	5,90	3,29	2,49	2,17
CaO	1,84	5,83	1,98	1,67	1,38
S	0,11	0,96	0,20	0,04	0,02
P	0,08	0,08	0,07	0,09	0,11
П.п.п.	2,20	8,98	2,35	1,91	1,44
Fe <sub>общ</sub>	35,21	21,85	33,54	36,61	37,92
Fe <sub>раств</sub>	32,95	14,24	29,34	35,07	37,40
Fe <sub>сил</sub>	2,26	7,61	4,20	1,54	0,52
Fe <sub>магн</sub>	28,79	8,29	25,21	31,94	28,91

жанной мощностью, изменчивостью состава вмещающих пород, неравномерной трещиноватостью и водообильностью. Наиболее водообильным является напорный водоносный горизонт, приуроченный к толще разнородных песков сеноман-альба (мощность водоносных песков от 18 до 40 м). Источником питания этого горизонта являются воды р.Осколец и аллювиальные отложения на участках полного размыва песков, а также воды коньяк-туронского водоносного горизонта на водоразделах. Удельные дебиты скважин от 0,58 до 2,5 л/с, коэффициенты фильтрации песков 7-11,2 м/сут, коэффициент пьезопроводности  $4 \times 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/сут.

Массив железистых кварцитов от нижней границы зоны выветривания и до гор. -250 м является слабоводообильным. Средние коэффициенты фильтрации составляют 0,003-0,05 л/сут.

Инженерно-геологические условия разработки месторождения изучены НИИКМА (определены допустимая крутизна откосов рабочих уступов карьера в осадочных породах вскрыши, в коре выветривания и крепких кристаллических породах, предельная высота уступов, ширина берм и др.).

По технологии переработки руды Стойленского месторождения делятся на три вида: не требующие обогащения, требующие простых схем обогащения и требующие сложных схем обогащения.

К первому типу относятся природно-богатые железные руды, пригодные для доменной плавки без обогащения.

Ко второму типу относится основное количество запасов месторождения, представленных легкообогатимыми неокисленными (магнетитовыми) кварцитами. Технологическими исследованиями лаборатории обогащения НИИКМА (1966 г.) и опытом работы Стойленского ГОКа (1981-1993 гг.) до-

казана легкая обогатимость их методом мокрой магнитной сепарации, обеспечивающей получение концентрата с содержанием железа 66,37-69,88% при выходе его 42,3% и извлечении железа в концентрат 63,3-86,3%.

К третьему типу руд, требующих сложных схем обогащения (или применения современного технологического оборудования), относятся окисленные железистые кварциты, запасы которых в количестве 230 млн т квалифицируются как забалансовые.

Впервые запасы железистых кварцитов Стойленского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1969 г. в количестве 2584,6 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 2334,0 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>.

В 1986-1991 гг. по заказу бывшего Минчермета СССР на месторождении проведена доразведка запасов с целью доизучения технологии их обогащения, переоценки технико-экономических показателей, а также оценки пород вскрыши в качестве сырья для стройматериалов.

По результатам доразведки Стойленского месторождения институтом "ЦентрГИПРОРУДА" в 1991 г. составлено ТЭО постоянных кондиций, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Разведанные запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub>, млн т:</i>	
<i>железистых кварцитов:</i>	
<i>для открытой отработки</i>	4648,0
<i>для подземной отработки</i>	525,0
<i>богатых руд</i>	89,8
<i>Предварительно оцененные запасы по категории С<sub>2</sub>, млн т:</i>	
<i>железистых кварцитов:</i>	
<i>для открытой отработки</i>	2084,0
<i>для подземной отработки</i>	904,0
<i>богатых руд</i>	0,8
<i>Производительность предприятия, млн т/год:</i>	
<i>по сырой руде:</i>	
<i>железистым кварцитам</i>	22,5
<i>богатым рудам</i>	2,3
<i>по товарной руде (концентрату)</i>	9,6
<i>Способ отработки:</i>	
<i>до гор. -500 м</i>	<i>Открытый</i>
<i>от гор.-500 до гор. -1000 м</i>	<i>Подземный</i>
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	39,7
<i>извлечение железа в концентрат</i>	75,6
<i>содержание железа в концентрате</i>	67,0
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	>100
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	868,0
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
<i>сырой руды:</i>	
<i>неокисленных кварцитов</i>	2,1
<i>богатых руд</i>	8,9
<i>товарной руды:</i>	
<i>концентрата</i>	14,9
<i>аглоруды</i>	10,0
<i>Оптовая цена 1 т, р.:</i>	
<i>концентрата</i>	26,4
<i>аглоруды</i>	15,5

Стоимость товарной продукции годового выпуска, млн р.	308,0
Срок окупаемости, лет	6,4
Рентабельность, %	14,2

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1991 г. (протокол. 2491-к от 11.10.1991 г.) для подсчета запасов Стойленского месторождения утвердила параметры постоянных кондиций.

### Железистые кварциты

Минимальное промышленное содержание $Fe_{магн}$ в подсчетном блоке, %	16
Бортовое содержание $Fe_{магн}$ в пробе, %	16
Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность нерудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м	10

### Богатые руды

<i>Руды гематит-мартитового состава:</i>	
бортовое содержание $Fe_{общ}$ в пробе, %	45
содержание кремнезема, %:	
в пробе	≤ 25
в блоке	≤ 10
<i>Руды сидерит-мартитового состава:</i>	
бортовое содержание $Fe_{общ}$ в пробе, %	35
содержание кремнезема, %:	
в пробе	≤ 20
в блоке	≤ 10
Минимальная мощность рудного тела, м	3
Максимальная мощность пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м	1

Запасы железных руд Стойленского месторождения, подсчитанные по данным кондициям, ГКЗ СССР утвердила в 1992 г. (табл. 30).

Таблица 30

### Характеристика запасов железных руд Стойленского месторождения

Тип руд	Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %		
			$Fe_{общ}$	$Fe_{магн}$	$SiO_2$
<i>Балансовые запасы</i>					
Богатые руды	V+C <sub>1</sub>	80,0	54,71	50,79	5,90
	C <sub>2</sub>	12,0	Нет свед.	Нет свед.	8,28
Неокисленные железистые кварциты	C <sub>2</sub>	2204,0	33,43	26,80	Нет свед.
<i>Забалансовые запасы в контуре карьера (до гор. -500 м)</i>					
Неокисленные железистые кварциты	C <sub>2</sub>	894,6	35,34	29,11	Нет свед.
Окисленные железистые кварциты	C <sub>2</sub>	230,4	35,07	4,67	Нет свед.

Таблица 31

Основные технико-экономические показатели  
работы Стойленского ГОКа

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т:		
богатой руды	3,5	2,0
железистых кварцитов	12,1	12,15
Содержание железа, %:		
в богатой руде	52,25	52,3
в железистых кварцитах	33,94	33,89
Производство товарной руды, млн т:		
аглоруды	3,56	2,0
концентрата	5,1	5,18
Содержание железа, %:		
в аглоруде	52,25	52,3
в концентрате	67,38	67,62
Себестоимость добычи 1 т сырой руды, р.:		
богатой руды	7,15	3996
железистых кварцитов	1,99	6910
Себестоимость 1 т товарной руды, р.:		
аглоруды	7,97	3996
концентрата	12,94	6910

Запасы железных руд утверждены как подготовленные для промышленного освоения с правом использования в полном объеме, запасы категории С<sub>2</sub> - при проектировании.

Отработку железных руд Стойленского месторождения открытым способом осуществляет Стойленский ГОК (табл. 31).

По состоянию на 01.01.1995 г. общие балансовые запасы железных руд Стойленского месторождения по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> оцениваются в 7963,9 млн т, в том числе по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 5747,9 млн т; балансовые запасы богатых руд составляют 83,6 млн т, в том числе по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 71,6 млн т, а железистых кварцитов соответственно 7880,3 и 5676,3 млн т.

Исходя из проектной производительности Стойленского ГОКа (25,0 млн т) обеспеченность его разведанными запасами очень высокая.

### *Приоскольское месторождение*

Приоскольское месторождение находится в центральной части Оскольского железорудного района в 25 км к югу от г. Старый Оскол. Магнитная аномалия выявлена в 1919-1926 г. В 1956-1960 гг. на аномальной площади проведены поисковые работы на богатые железные руды, в ходе которых были выявлены железистые кварциты, получившие прогнозную оценку их количества и качества в 1974 г. (Н.И. Голивкин, Е.И. Дунай, М.И. Калганов и др.). В 1979-1980 гг. проведена поисковая стадия работ на железистые кварциты, а в 1980-1985 гг. по заявке Минчермета СССР выполнены предварительная и детальная разведки с утверждением балансовых запасов ГКЗ СССР в 1986 г. (В.И. Белых, Е.И. Дунай, В.В. Двойнин, И.Н. Леоненко, В.П. Орлов, Н.А. Соколов и др.).

В структурном плане месторождение приурочено к южной замковой части Салтыково-Александровской грабен-синклинали, зажатой между архейскими блоками, в замковой части которой выделяется Приоскольская синклиналь, сложенная породами курской серии. Синклиналь субмеридионального простирания, имеет протяженность 5,2 км с размахом крыльев от 0,25 до 1,0 км. Слагающие ее породы осложнены складчатостью более высоких порядков и разрывными нарушениями.

В геологическом строении Приоскольского месторождения, как и во всех железорудных месторождениях КМА, участвуют два структурных ком-



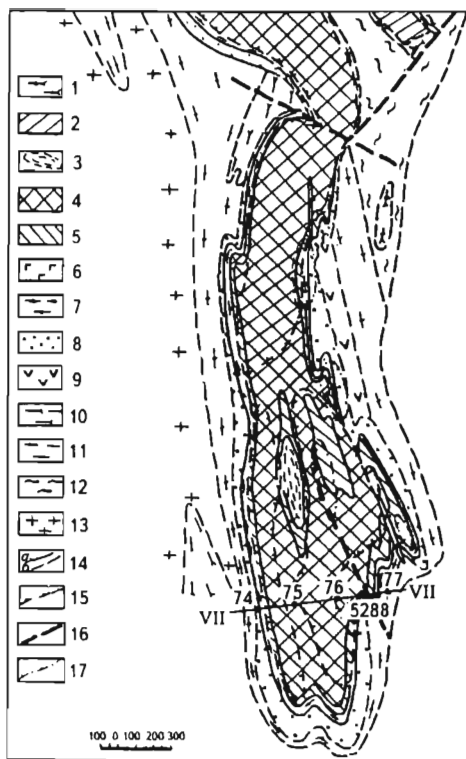


Рис. 29. Схематическая геологическая карта Прискольского месторождения (по материалам ПГО "Центргеология")

**Нижний протерозой - курская серия:** 1-6 - коробковская свита ( $PR_1$  kr): 1 - гранитизированные железистые кварциты, амфиболиты, 2 - железистые кварциты, 3 - нижняя сланцевая подсвита ( $PR_1$  kr<sub>2</sub>) - кварц-сланцевые сланцы, 4-5 - нижняя железорудная подсвита ( $PR_1$  kr<sub>1</sub>): 4 - железистые кварциты силикатно-магнетитовые, магнетитовые, иногда ошелоченные, 5 - прослои слабобурдных кварцитов и сланцев, магнетитовые кварцито-сланцы, 6 - дайки основных пород ( $Bu$   $PR_1$ ), 7-8 - стойленская свита ( $PR_1$  st): 7 - верхняя сланцевая подсвита ( $PR_1$  st<sub>2</sub>) - сланцы кварц-сланцевые, иногда с силлиманитом, 8 - нижняя песчаниковая подсвита ( $PR_1$  st<sub>1</sub>) - кварцито-песчаники; **архей:** *михайловская серия:* 9 - лебединская свита ( $AR_2$  lb) - кварцевые порфиры, 10 - александровская свита ( $AR_2$  al) - амфиболиты, амфиболовые сланцы; *обоянская серия* ( $AR_1$  ob): 11 - гнейсы, мигматиты и гранито-гнейсы, 12 - гранито-гнейсы (тенивые мигматиты,  $\gamma$ m ( $AR$ -PR)), 13 - плагиограниты салтыковского комплекса ( $\gamma$ AR<sub>2</sub>); 14 - геологические границы: установленные (а), предполагаемые (б); 15 - границы залежей богатых железных руд; 16 - разломы; 17 - границы залежей перетолженных железных руд

плекса: нижний - кристаллический фундамент, представленный сложнодислоцированными метаморфическими и магматическими породами докембрия, и верхний - крошащая толща осадочных пород фанерозоя.

Месторождение (рис. 29,30) сложено образованиями курской серии нижнего протерозоя и начинается кварцито-песчаниками и сланцами стойленской свиты, выше которых залегает продуктивная толща - железистые кварциты и сланцы коробковской свиты. Породы курской серии прорваны дайками диоритовых порфиритов и ультраосновных пород (карбонатно-сланцевистый состав).

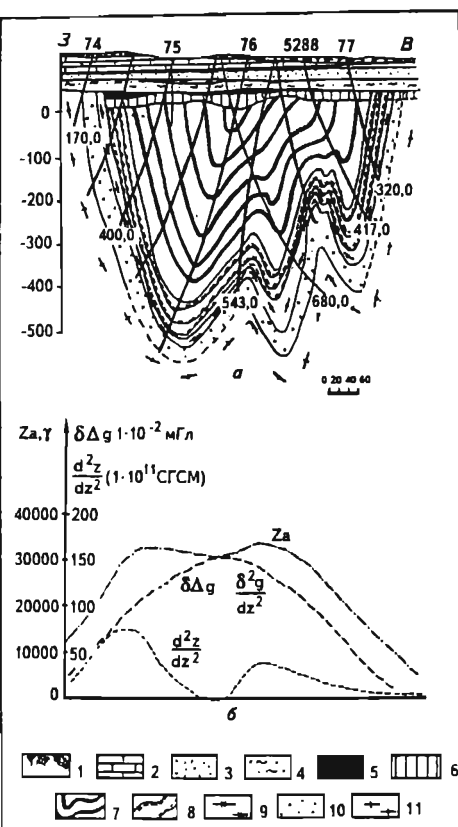
На породах докембрия повсеместно развиты три зоны выветривания общей мощностью около 35 м, отражающие стадии эпигенетического преобразования первичных неокисленных кварцитов: зона начального разложения (полуокисленные кварциты); зона интенсивного разложения (окисленные кварциты); зона конечного разложения (богатые железные руды).

Выше по разрезу залегают осадочные породы девона, юры, мела, палеогена, неогена, перекрывающие продуктивную толщу сплошным чехлом мощностью в среднем 120 м.

Рудоносной является коробковская свита ( $PR_1$  kr) курской серии, представленная железистыми кварцитами нижней железорудной подсвиты ( $PR_1$  kr<sub>1</sub>) и сланцами нижней сланцевой подсвиты ( $PR_1$  kr<sub>2</sub>).

Нижняя железорудная подсвита ( $PR_1$  kr<sub>1</sub>), мощностью до 200 м, согласно налегает на сланцы стойленской свиты. На поверхности кристаллического фундамента суммарная горизонтальная мощность ее изменяется от 170 до 750 м.

Рис. 30. Схематический геологический разрез (а) и геофизический профиль (б) Приоскольского месторождения по линии VII-VII (по материалам ПГО "Центргеология")



1 - глины и суглинки (Q); 2 - мел, мергель ( $K_2$  t-сп); 3 - песок (K ст-а1); 4 - глины песчаные ( $J_{2,3}$ ); 5 - богатые железные руды (маритовые, сидерит-маритовые); 6-8 - коробковская свита ( $PR_1$  kr); 6 - железистые кварциты окисленные и полукисленные (маритовые и маргит-магнетитовые), 7 - железистые кварциты магнетитовые, железнолюдоково-магнетитовые, силикатно-магнетитовые, 8 - кварциты безрудные; 9-10 - стойленская свита ( $PR_1$  st); 9 - сланцы слюдяные ( $PR_1$  st<sub>2</sub>), 10 - песчаники кварцитовидные ( $PR_1$  st<sub>1</sub>); 11 - гранитизированные породы, мигматиты по архейским породам ( $AR_1$  ob-mh)

Руды Приоскольского месторождения представлены двумя генетическими типами - богатыми рудами коры выветривания железистых кварцитов (белгородский ГПТ) и метаморфизованными рудами (магнетитовые железистые кварциты лебединского ГПТ и окисленные железистые кварциты веретининского типа).

Богатые руды имеют ограниченное распространение в виде отдельных линз небольшого размера и представлены в основном мартитом, в меньшей

мере магнетитом, железной слюдкой, гидрогетитом. Запасы их по категории  $C_1$  составляют 38,0 млн т (1,13% от общих запасов месторождения) с содержанием  $Fe_{общ}$  50,27% и  $SiO_2$  10,85%.

Неокисленные железистые кварциты слагают практически единое рудное тело складчато-пластообразной формы неоднородное по составу. Внизу разреза распространены преимущественно малорудные и безрудные магнетит-куммингтонитовые, куммингтонитовые кварциты и кварцитосланцы мощностью от 16 до 90 м. Выше по разрезу они сменяются бедными силикатно-магнетитовыми, куммингтонит-магнетитовыми кварцитами мощностью от 10 до 110 м. Центральная часть разреза представлена магнетитовыми кварцитами с щелочным амфиболом и роговой обманкой мощностью от 220 до 750 м. Завершается разрез нижней железорудной подсвиты пачкой магнетит-куммингтонитовых и безрудных кварцитов мощностью от 50 до 250 м, которая является границей между нижней железорудной подсвитой ( $PR_1$  kr<sub>1</sub>) и нижней сланцевой подсвитой ( $PR_1$  kr<sub>2</sub>).

Окисленные железистые кварциты представляют собой переходную зону от неокисленных кварцитов к богатым рудам и имеют аналогичный минеральный состав. Запасы их оценены по категории  $C_2$  в количестве 83,5 млн т с содержанием железа общего 33,5% и железа магнетитового 3,75%.

Среди неокисленных кварцитов Приоскольского месторождения выделяются:

магнетитовые (54,3% общих запасов) с содержанием железа общего 38,82%, железа магнетитового 33,66%. Основные минералы - магнетит, кварц; второстепенные - щелочной амфибол, актинолит, биотит, сидерит, эгирин;

силикатно-магнетитовые (34%) с содержанием железа общего 34,29%, железа магнетитового 23,32%. Основные минералы - магнетит, кварц, куммингтонит, щелочные амфиболы; второстепенные - актинолит, биотит, сидерит, эгирин и тальк;

железослюдково-магнетитовые (1,5%) с содержанием железа общего 39,52%, железа магнетитового 27,21%. Основные минералы - магнетит, кварц, железная слюдка;

малорудные (1,1%) с содержанием железа общего 25,42%, железа магнетитового 6,95%. Основные минералы - кварц, куммингтонит.

По технологическим особенностям на Приоскольском месторождении выделяются руды, не требующие обогащения (богатые руды), легкообогащаемые, требующие простых схем обогащения (все разновидности магнетитовых кварцитов), и труднообогащаемые, требующие сложных схем обогащения (окисленные кварциты).

Технологические исследования обогащаемости магнетитовых кварцитов, выполненные Белгородским филиалом института "Механобрчермет", показали полное соответствие их рудам Лебединского и Стойленского месторождений, обогащение их рекомендуется осуществлять по схемам Лебединского и Стойленского ГОКов (бесшаровое измельчение и мокрая магнитная сепарация). Применение этих схем обеспечивает получение качественных концентратов (68,5% железа общего).

Обогащение окисленных кварцитов по схеме мокрой магнитной сепарации позволяет получить концентраты с содержанием железа общего 50% при выходе его 38% и извлечении железа в концентрат 56,7%. Более низкие технологические показатели по сравнению с окисленными кварцитами Лебединского и Михайловского месторождений объясняются отличием минерального состава руд Приоскольского месторождения: повышенным содержанием гидроокислов железа - 16% (против 5-10%); карбонатов - 12% (против 2,5-5,0%) и более низким содержанием гематита, маргита - до 16% (против 28-40%).

Гидрогеологические условия разработки месторождения сложные. На месторождении установлено восемь водоносных горизонтов, из которых наиболее водообильными являются турон-коньякский, альб-сеноманский и девонский. По качеству воды пригодны для хозяйственных и питьевых целей при условии их очистки.

Водоприток в карьер, рассчитанный методом моделирования в природных условиях по среднемноголетнему стоку, составит на конец строительства 192,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а на период полного развития - 280,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Осушение месторождения может быть выполнено по способу кольцевого дренажа, применяемого на аналогичных Лебединском и Стойленском месторождениях.

Инженерно-геологические условия месторождения также сложные. При его разработке требуется полное осушение всех водоносных горизонтов и комплексов при максимальных напорах более 100,0 м. Для повышения устойчивости откосов в бортах карьера рекомендуются специальные работы по их закреплению. Отработка разведанных запасов месторождения намечена комбинированным открыто-подземным способом.

В 1985 г. институтом "Центргипроруда" совместно с Белгородской ГРЭ разработано ТЭО постоянных кондиций, показатели которого приведены ниже.

<i>Разведанные запасы по категориям В+С<sub>1</sub> в контуре карьера, тыс.т:</i>	
<i>богатая руда</i>	34398
<i>неокисленные кварциты</i>	1506702
<i>окисленные кварциты</i>	23503
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> %:</i>	
<i>богатая руда</i>	53,15
<i>неокисленные кварциты</i>	36,49
<i>окисленные кварциты</i>	33,72
<i>Производительность предприятия по добыче, млн т/год:</i>	
<i>богатых руд</i>	1,3
<i>неокисленных кварцитов</i>	20,0
<i>окисленных кварцитов</i>	3,0
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>неокисленные кварциты:</i>	
<i>выход концентрата</i>	39,8
<i>извлечение Fe<sub>общ</sub> в концентрат</i>	75,8
<i>содержание железа в концентрате</i>	68,5
<i>окисленные кварциты:</i>	
<i>выход концентрата</i>	38,0
<i>извлечение Fe<sub>общ</sub> в концентрат</i>	56,3
<i>содержание железа в концентрате</i>	50,0
<i>Годовой выпуск товарной продукции, млн т:</i>	
<i>аглоруды</i>	1,3
<i>концентрат</i>	9,88
<i>щебень кварцитный</i>	1,02
<i>песок</i>	0,57
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	100
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	1110
<i>Себестоимость добычи 1 т, р.:</i>	
<i>богатой руды</i>	2,94
<i>неокисленных кварцитов</i>	2,58
<i>окисленных кварцитов</i>	1,14
<i>Себестоимость 1 т товарной продукции, р.:</i>	
<i>аглоруды</i>	5,62
<i>концентрата из неокисленных кварцитов</i>	13,68
<i>концентрата из окисленных кварцитов</i>	12,03
<i>Рентабельность, %</i>	2,7
<i>Срок окупаемости, лет</i>	34,3

По данным ТЭО ГКЗ СССР для подсчета запасов железных руд Приоскольского месторождения утвердила параметры постоянных кондиций (протокол 2037-к 1985 г.).

#### Богатые руды

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе и содержание в оконтуривающей скважине, %</i>	40
-----------------------------------------------------------------------------------------------	----

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	47
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	3
<i>Прослои пустых пород и некондиционных руд включаются в подсчет запасов независимо от их мощности.</i>	

**Неокисленные и полуокисленные железистые кварциты**

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе и минимальное промышленное содержание в подсчетном блоке, %</i>	12
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	10

**Окисленные железистые кварциты**

<i>К окисленным кварцитам отнести железистые кварциты с содержанием железа в пробе, %:</i>	
<i>общего</i>	≥ 24
<i>магнетитового</i>	<12
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	3
<i>Максимальная мощность пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	10

На основании утвержденных кондиций ПГО "Центргеология" выполнен подсчет запасов, которые были утверждены ГКЗ СССР в 1986 г. (протокол 9943) (табл. 32).

Таблица 32

**Характеристика запасов железных руд Приоскольского месторождения до гор. -470 м**

Тип руд	Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %		
			Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	SiO <sub>2</sub>
Неокисленные железистые кварциты	B	424,4	37,39	29,24	Не релг.
	C <sub>1</sub>	1098,2	36,60	29,15	"-
	B+C <sub>1</sub>	1522,6	36,82	29,18	"-
	C <sub>2</sub>	587,0	36,73	29,41	"-
	B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	2109,6	36,80	29,24	"-
Окисленные железистые кварциты	C <sub>2</sub>	83,8	33,50	3,75	"-
Богатые железные руды	C <sub>1</sub>	38,0	50,27	-	10,85
	C <sub>2</sub>	7,1	50,54	-	10,11
	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	45,1	50,31	-	10,74

Кроме железных руд в утвержденных запасах неокисленных железистых кварцитов подсчитаны запасы германия.

Утверждены также запасы попутно извлекаемых пород вскрыши:

мела в количестве 299,3 млн т по категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 9,4 млн т по категориям В+С<sub>1</sub>, как сырье для производства силикатного кирпича, бетонов и строительных работ;

безрудных кварцитов, песчаников и сланцев в количестве 47,2 млн м<sup>3</sup> по категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 26,7 млн м<sup>3</sup> по категориям В+С<sub>1</sub>, как сырье для производства бетонов и для строительства дорог.

Кроме того, утверждены запасы подземных вод дренажного комплекса для технического водоснабжения в количестве 141 тыс.м<sup>3</sup>/сут, в том числе по категориям В - 84 и С<sub>1</sub> - 57 тыс.м<sup>3</sup>/сут.

Месторождение подготовлено для промышленного освоения и относится к резервным разведанным.

### *Салтыковское месторождение*

Салтыковское месторождение расположено в 25 км к юго-западу от станции Старый Оскол и в виде узкой полосы (до 1,0-1,5 км) прослежено в северо-западном направлении от пос. Теплый Колодезь, г. Губкин до пос. Казацкая Степь Белгородской области. В северной части оно граничит с Коробковским месторождением железных руд.

Рудную полосу на севере пересекает правый приток р. Оскол - речка Осколец.

На Салтыковском месторождении поисковые и разведочные работы проводились в два этапа: в 1930-1934 гг. - с целью поисков и разведки богатых железных руд; в 1948-1952 гг. - Курской железорудной экспедицией выполнена детальная разведка железистых кварцитов с целью обеспечения запасами намечавшегося к строительству рудника по их добыче (А.А.Прозоровский, И.Г.Киссин, К.В.Головина, И.Д.Кармазин, Б.Д.Клагиш, В.И.Нарыжных и др.).

Салтыковское месторождение приурочено к центральной части Салтыковской полосы железистых кварцитов (рис. 31). На северо-западе оно представлено двумя пластами, в юго-восточной части наблюдается один пласт с серией раздувов (с разветвлениями на 3-4 пласта) и пережимов.

В строении кристаллического фундамента на месторождении участвуют породы архея (гнейсы и прорывающие их плагииграниты) и протерозоя, имеющие следующее деление (снизу вверх).

Михайловская серия (AR<sub>2</sub> mh) - амфиболиты, амфибол-биотитовые сланцы, кварцевые порфиры и их туфы, серпентиниты.

Курская серия (PR<sub>1</sub> ks), представлена стойленской и коробковской свитами. Стойленская свита расчленяется на две подсвиты: нижнюю песчаниково-сланцевую (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>), верхнюю сланцевую (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>) - кварц-сланцевые и филлитовидные сланцы.

В коробковской (PR<sub>1</sub> kr) железорудной свите выделяются четыре подсвиты. Нижняя подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) железистых кварцитов мощностью от 75 до 175 м сложена слаборудными куммингтонит-магнетитовыми кварцитами. Нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) мощностью от 30 до 400 м представлена филлитовидными сланцами. Верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) мощностью от 150 до 500 м в низах разреза сложена слаборудными куммингтонит-магнетитовыми, а в средней и верхней частях - щелочноамфибол-магнетитовыми и карбонатно-магнетитовыми кварцитами. Верхняя сланце-

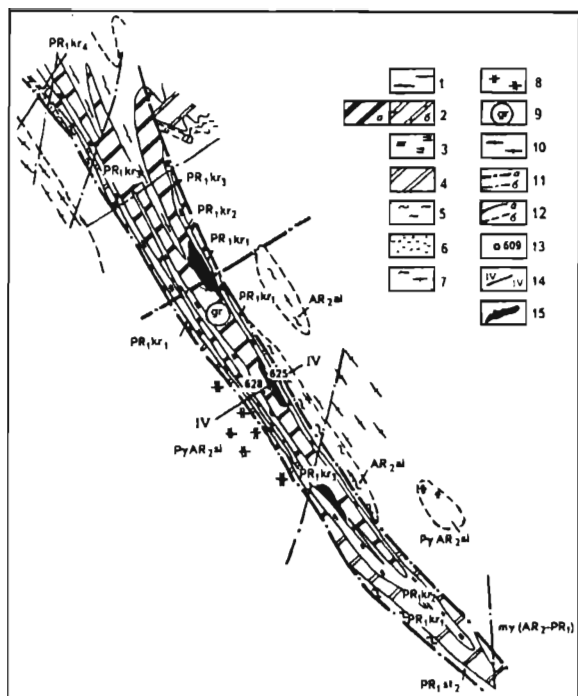


Рис. 31. Схематическая геологическая карта Салтыковского месторождения (по В.А.Полищук и др., 1983)

*Курская серия:* 1-4 - коробковская свита: 1 - верхнесланцевая подсвита ( $PR_1 kr_4$ ) - сланцы кварцевослюдистые, часто углистые, иногда с гранатом, ставролитом, 2 - верхняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_3$ ) - переслаивающиеся пакчи магнетитовых и железнослюдково-магнетитовых кварцитов с линзами богатых руд (а), кварциты магнетитовые, силикатно-магнетитовые с прослоями железнослудково-магнетитовых и слабрудных кварцитов (б), 3 - промежуточная сланцевая подсвита ( $PR_1 kr_2$ ), 4 - нижняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_1$ ) - железистые кварциты с прослоями сланцев кварц-слюдяных, кварц-гранато-биотитовых, кварц-амфиболобиотитовых, 5-6 - стойленская свита: 5 - верхняя сланцевая подсвита ( $PR_1 st_2$ ) - сланцы кварц-слюдяные, кварц-биотитовые, иногда углистые, 6 - нижняя метапесчаниковая подсвита ( $PR_1 st_1$ ) - метапесчаники, часто с прослоями кварц-серицитовых, кварц-мусковитовых, реже кварц-двуслюдяных сланцев; *михайловская серия:* 7 - александровская свита ( $AR_2 al$ ) - амфиболиты, часто гранитизированные, переходящие в мигматиты, актинолиты и биотит-актинолитовые породы, иногда маломощные пласты железистых кварцитов; 8 - плагиограниты салтыковского комплекса ( $py AR_2 sl$ ); 9 - мусковит-биотит-гранатовая порода; 10 - основные интрузивные породы сергеевского комплекса; 11 - тектонические нарушения достоверные региональные (а), предполагаемые по геофизическим данным и по линиям в осадочном чехле (б); 12 - геологические границы установленные (а), предполагаемые (б); 13 - разведочные скважины; 14 - линия геологического разреза; 15 - богатые железные руды

вая подсвита ( $PR_1 kr_4$ ) сложена серицитовыми и серицит-биотитовыми филлитовидными сланцами. Породы верхней сланцевой свиты ( $PR_1 kr_4$ ) встречаются лишь в ядре синклинали и в плане имеют вид небольших вытянутых участков.

Месторождение имеет синклинальное строение (рис. 32), ядро которого сложено железистыми кварцитами и сланцами коробковской свиты, крылья складки - породами протерозоя и архея.

Ось синклинали имеет несколько ундуляционных перегибов, обусловивших раздвиги и пережимы рудоносной полосы. Основная синклиналь осложнена дополнительной складчатостью более высоких порядков.

В северной части (севернее г.Губкина) прослеживаются обе подсвиты железистых кварцитов, разделенные сланцевой подсвитой, падающие в северо-восточном направлении. Они уходят под сланцы верхней сланцевой подсвиты и породы оскольской серии. К западу от них распространены сланцы и кварциты стойленской свиты ( $PR_1 st$ ) и гнейсы архея.

Докембрийские породы несогласно перекрываются породами осадочной толщи, представленной четвертичными, нижнетретичными, меловыми, юрскими и девонскими осадками, средней мощностью 119 м.

Богатые железные руды залегают сразу под осадочной толщей на головах железистых кварцитов, образуя цепочку семнадцати разобщенных между собой горизонтальных узких залежей, обыч-

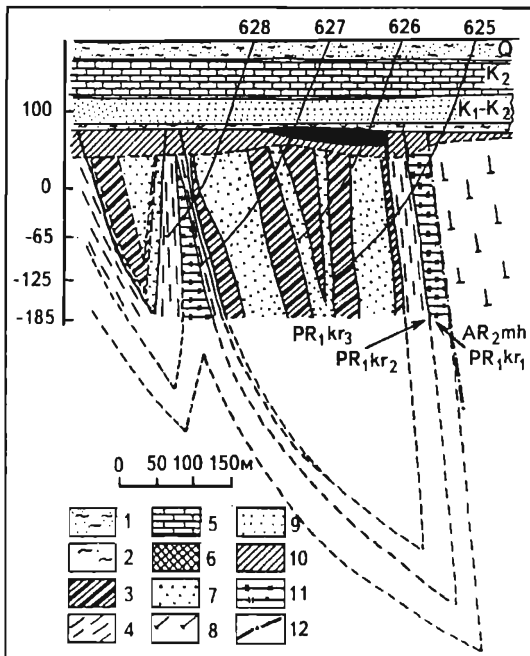


Рис. 32. Схематический геологический разрез Салтыковского месторождения по линии IV-IV [24]

1 - суглинки; 2 - мергели и мел; 3 - пески; 4 - глины песчаные; 5 - руда сидерит-мартитовая; 6 - древняя кора выветривания докембрийских пород; 7 - кварциты родусит-железнослюдково-магнетитовые, в некоторых зонах эгиринизированные; 8 - кварциты родусит-магнетитовые; 9 - кварцит-кумминтонит-магнетитовые и роговообманково-магнетитовые; 10 - сланцы двуслюдистые; 11 - гнейсы биотитовые и роговообманково-биотитовые ритмически полосчатой текстуры; 12 - тектонические нарушения

По данным химического анализа установлены следующие содержания элементов и окислов, %:  $\text{SiO}_2$  - 41,36-42,5,  $\text{TiO}_2$  - 0,14-0,18,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 1,7-2,4,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  - 33,38-35,25,  $\text{FeO}$  - 11,7-14,11,  $\text{Mn}$  - 0,14-0,20,  $\text{MgO}$  - 2,68-9,25,  $\text{CaO}$  - 2,23-3,29,  $\text{S}$  - 0,01-0,29,  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,23-0,29, п.п.п. - 0,35-1,24.

Испытания на обогатимость железистых кварцитов выполнены институтом "Механобр" на трех пробах: методом мокрой магнитной сепарации (проба 1) и магнитно-флотационным методом (пробы 2 и 3).

Из железистых кварцитов, содержащих наиболее низкий процент гематита (проба 1), методом мокрой магнитной сепарации возможно получение концентрата с содержанием железа 60-63%, кремнезема - 10-15%, глинозема - 1,0-2,5%, серы - 0,18-0,3%, фосфора - 0,05-0,06% при выходе концентрата 46-51% и извлечении железа в концентрат 86-90%.

Из железистых кварцитов, имеющих в своем составе наибольшее количество гематита (пробы 2 и 3), методом мокрой магнитной сепарации

но вытянутых в юго-восточном направлении.

Кровлей руд служат рыхлые песчано-глинистые отложения юрского возраста и лишь в единичных случаях встречаются девонские отложения.

Мощность руды изменяется от 2-3 до 55 м при среднем значении по различным залежам от 5 до 30 м, глубина залегания колеблется от 58 до 192 м.

Преимущественным распространением пользуются остаточные руды (95% запасов): плотные (85%) и рыхлые (10%). Последние залегают в виде мелких разрозненных линз в основании залежей или среди плотных руд. Осадочные руды составляют всего 5% и встречаются в виде разрозненных мелких линзовидных тел мощностью до 5-10 м.

Средний химический состав богатых руд, %:  $\text{SiO}_2$  - 4,46,  $\text{TiO}_2$  - 0,14,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 1,76,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  - 54,38,  $\text{FeO}$  - 19,52,  $\text{MnO}$  - 0,19,  $\text{MgO}$  - 0,65,  $\text{CaO}$  - 2,91,  $\text{N}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  - 0,38,  $\text{S}$  - 0,67,  $\text{F}$  - 0,078,  $\text{As}$  - 0,02, п.п.п. - 12,39.

Железистые кварциты по данным минералогического анализа состоят из магнетита (34,5-40,5%), гематита (3,2-9,5%, иногда до 20%), кварца (36,3-38,0%), карбонатов (4,5-7,0%), роговой обманки (5,7-10,2%), биотита (4,3-9,0%).



**Показатели обогащения железистых кварцитов  
магнитно-флотационным методом**

Показатели	Магнитный концентрат	Флотационный концентрат	Суммарный товарный продукт
Выход концентрата, %	38,4/41,6	12,0/9,6	50,4/51,2
Содержание железа в концентрате, %	62,9/62,37	56,1/50,26	61,2/60,1
Извлечение железа в концентрат, %т	67,2/75,8	18,8/14,2	85,0/90,0

Примечание. В числителе - показатели для пробы 2, в знаменателе - для пробы 3.

обеспечивается низкое извлечение железа в концентрат. К ним был применен метод флотации для извлечения гематита из хвостов магнитной сепарации, результаты которого приведены в табл. 33.

Опыты по агломерации концентратов показали удовлетворительные результаты.

В обводнении Салтыковского месторождения принимают участие три основных водоносных горизонта: коньяк-гуронский, сеноман-альбский и протерозойско-архейский. Водоносность и гидродинамические свойства указанных горизонтов приведены в табл. 34.

**Водоносные горизонты Салтыковского месторождения**

Водоносный горизонт	Мощность водосодержащих пород, м	Напор над кровлей, м	Удельный дебит скважин, л/с	Коэффициент фильтрации, м/сут
Коньяк-гуронский	17-40	Без напора	0,018-0,59	0,007-3,85
Сеноман-альбский в песках	23-40	20-49	0,435-1,43	1,51-4,52
Протерозойский в рудах и кварцитах	40-70	60-120	Не опр.	0,0015-0,3

Воды, приуроченные к четвертичным, юрским и девонским песчано-глинистым отложениям, имеют второстепенное значение.

По данным института "Южгипроруда" разработка богатых железных руд, подсчитанных в количестве 41,5 млн т по категории С<sub>1</sub> и 64,2 млн т по категории С<sub>2</sub>, нерентабельна из-за сложных горно-геологических условий, в связи с чем их запасы не были утверждены ГКЗ СССР.

Запасы железистых кварцитов утверждены ГКЗ СССР в 1953 г. для подземного способа отработки в количестве 402,6 млн т по категориям В+С<sub>1</sub> с содержанием железа общего 32,0%, в том числе 184,6 млн т по категории В и 117 млн т по категории С<sub>2</sub> с сохранением целика монолитных (нетрещиноватых) неокисленных железистых кварцитов до горизонта -5 м.

Из-за сложных горно-технических условий отработка запасов железных руд Салтыковского месторождения в обозримом будущем не предусматривается.

## Осколецкое месторождение

Осколецкое месторождение железистых кварцитов расположено в 4 км от станции Осколец и в 10 км к западу от г.Губкин. Месторождение выявлено в 1950 г. при проведении поисковых работ на железные руды в районе. В 1952-1954 гг. Курской железорудной экспедицией треста "Курскгеология" (А.А.Прозоровский, К.В.Головина, И.Д.Кармазин, Б.Д.Клагитш, Е.Н.Курлянд, А.А.Постнова) на месторождении была проведена детальная разведка железистых кварцитов с целью расширения минерально-сырьевой базы КМА.

Месторождение представляет собой участок крупной Огибнянской синклинали складки (рис. 33, 34), протягивающейся в почти меридиональном направлении. Крылья этой складки отстоят друг от друга на расстоянии 1400 м и сложены железистыми кварцитами и породами нижнего протерозоя, курской и оскольской серий.

Детальная разведка железистых кварцитов выполнена в пределах западного крыла синклинали, которая прослеживается на протяжении около

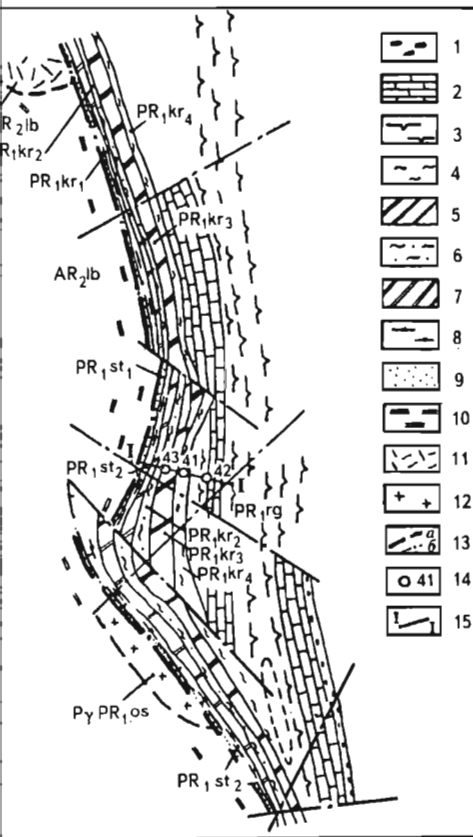


Рис. 33. Схематическая геологическая карта  
Осколецкого месторождения  
(по В.А.Полищук и др.)

**Нижний протерозой: оскольская серия:** 1-3 - роговская свита (PR<sub>1</sub> rg): 1 - метаалевролиты, метапесчаники, конгломераты, 2 - метаморфизованные известняки и доломиты, 3 - филлитовидные кварцслюдяные и известковистые сланцы, **курская серия:** 4-7 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 4 - верхнесланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>4</sub>) - сланцы филлитовидные серицит-биотитовые, часто углистые, местами сильно обогащенные графитом, 5 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) - железистые кварциты гематит-магнетитовые с примесью биотита, доломита и талька; доломит-магнетитовые, анкерит-магнетитовые; линзовидные прослои магнетитовых кварцитов с анкеритом; тальк-доломитовые и хлорит-биотитовые сланцы, 6 - нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) - сланцы серицит-биотитовые, филлитовидные сланцы, с некоторой примесью распяленного графита и повышенным содержанием пирита, 7 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) - железистые кварциты силикатно- (куммингтонит-) магнетитовые и магнетитовые, железослюдково-магнетитовые с тальком, доломитом; малорудные кварциты, 8-9 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st): 8 - верхняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>) - сланцы кварцслюдяные, кварц-биотитовые, иногда углистые, 9 - нижняя метапесчаниковая подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>) - метапесчаники, часто с прослоями сланцев, преимущественно кварц-серицитовых, кварц-мусковитовых, реже кварц-двуслюдяных; **верхний архей - михайловская серия:** 10-11 - лебединская свита (AR<sub>2</sub> lb): 10 - сланцы кварц-мусковитовые, кварц-двуслюдяные, кварц-хлоритовые (биотитовые), часто с гранатом, ставролитом, 11 - метаморфизованные кварцевые порфиры. **Осколецкий интрузивный комплекс:** 12 - плагиограниты мелкозернистые, среднезернистые и их мигматиты; 13 - тектонические нарушения: установленные (а), предполагаемые (б); 14 - разведочные скважины; 15 - линия геологического разреза

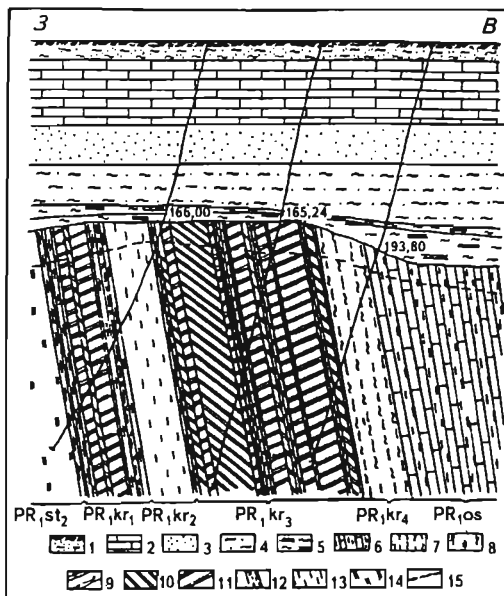


Рис. 34. Схематический геологический разрез Осколецкого месторождения по линии I-I (по Б.Д.Клагитш)

1 - почвенно-растительный слой и суглинок (Q); 2 - мергель, мел ( $K_2$  t-cn); 3 - песок ( $K_2$  al-c); 4 - глина песчаная ( $J_3$ ); 5 - глина плотная, слоистая, местами с железистыми оолитами и с прослоями известняка ( $D_{2-3}$ ); протерозой: оскольская серия ( $Pr_1$  os): 6 - известковистые флишевые породы; курская серия ( $PR_1$  ks): 7 - сланец серицит-биотитовый, 8 - кварцит малорудный, 9 - кварцит силикатно-магнетитовый, 10 - кварцит магнетитовый, 11 - кварцит гематит-магнетитовый, 12 - сланец межрудный биотитовый и куммингтонит-биотитовый, 13 - сланец серицит-биотитовый, 14 - сланец мусковит-биотитовый, 15 - нижняя граница коры выветривания кристаллических пород

3 км при мощности в среднем 250-270 м. Падение пород восточное, крутое ( $70-75^\circ$ ). В центральной разведанной части месторождения породы сильно смяты, в результате чего образован флексуобразный изгиб, сопровождающийся значительным увеличением мощности пород. В пределах восточного крыла син-клинали выполнены поисково-оценочные работы.

В геологическом строении месторождения принимают участие две подсвиты железистых кварцитов ( $PR_1$  kr<sub>1</sub> и  $PR_1$  kr<sub>3</sub>) и две подсвиты сланцев ( $PR_1$  kr<sub>2</sub> и  $PR_1$  kr<sub>4</sub>) коробковской свиты курской серии. Основное промышленное значение представляют железистые кварциты верхней подсвиты коробковской свиты ( $PR_1$  kr<sub>3</sub>), горизонтальная мощность которой изменяется от 90-110 м на севере и юге до 150-200 м в центральной части; в зоне флексурного изгиба она достигает 330 м. Руды представлены михайловским геолого-промышленным типом.

В составе нижней железорудной подсвиты ( $PR_1$  kr<sub>1</sub>) на Осколецком месторождении установлены три горизонта, соответствующие трем мезоритмам, выделенным Б.Д.Клагитш [55]. В нижнем и верхнем горизонтах преобладают малорудные и силикатно-магнетитовые кварциты (табл. 35). Эти горизонты невыдержанные и прослеживаются непостоянно.

Таблица 35

Средний химический состав железистых кварцитов нижней подсвиты ( $PR_1$ kr<sub>1</sub>) Осколецкого месторождения, %

Компоненты	Верхний и нижний горизонты		Средний горизонт		
	Малорудные силикатные и карбонатно-силикатные		Силикатно-магнетитовые	Магнетитовые	Гематит-магнетитовые
1	2		3	4	5
SiO <sub>2</sub>	56,47		46,88	45,48	42,45
TiO <sub>2</sub>	0,071		0,052	0,061	0,051
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,90		0,39	0,62	0,51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,86		28,60	32,50	38,26

1	2	3	4	5
FeO	23,41	17,64	15,27	13,42
MnO	0,15	0,121	0,083	0,060
MgO	4,75	3,59	2,88	2,67
CaO	0,99	0,75	1,25	0,40
C <sub>св</sub>	0,20	0,185	0,25	0,183
P	0,014	0,019	0,021	0,021
S	0,248	0,16	0,042	0,039
CO <sub>2</sub>	0,98	0,77	1,11	0,415
Fe <sub>общ</sub>	25,04	33,69	34,57	37,29
Fe <sub>раств</sub>	11,91	30,30	33,68	36,46

В среднем горизонте чаще встречаются силикатно- (куммингтонит-) магнетитовые и магнетитовые железистые кварциты, железослюдково-магнетитовые с тальком и доломитом прослеживаются в виде линз на участках с повышенной мощностью. На их долю приходится 22,5% мощности под-  
свиты, которая в пределах Осколецкого месторождения составляет 60 м.

Подсвита межрудных сланцев (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) мощностью 35-70 м сложена серицит-биотитовыми филлитовидными сланцами с некоторой примесью распыленного графита и повышенным содержанием послойных выделений пирита. Особенно много пирита наблюдается в приконтактных частях на стыке сланцев и железистых кварцитов.

В пределах верхней железорудной подсвиты Б.Д.Клагитш выделяет 3-4 мезоритма, основанные на ритмичной перемежаемости двух наиболее глубоководных фаций - окисной и закисно-окисной, т.е. гематит-магнетитовых железистых кварцитов. Малорудные силикатные фации в данной толще почти отсутствуют (табл. 36).

Среди основных минеральных типов железистых кварцитов часто встречаются доломит-магнетитовые, анкерит-магнетитовые, гематит-маг-

Таблица 36

Средний химический состав железистых кварцитов верхней подсвиты (PR<sub>1</sub>kr<sub>3</sub>) Осколецкого месторождения, %

Компо- ненты	Верхний горизонт	Нижний и средний горизонты		
	Малорудные силикатные и карбонатно-силикатные	Силикатно- магнетитовые	Магнетито- вые	Гематит-маг- нетитовые
1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	51,75	48,62	46,04	47,01
TiO <sub>2</sub>	0,100	0,05	0,07	0,056
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,71	1,85	1,04	0,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,91	21,50	29,31	34,10
FeO	18,16	18,42	14,86	11,00
MnO	0,154	-	0,046	0,029
MgO	2,80	-	2,27	2,13

1	2	3	4	5
CaO	3,66	-	1,86	1,18
C <sub>св</sub>	0,31	-	0,19	0,19
P	0,050	0,069	0,057	0,58
S	0,538	0,19	0,174	0,096
CO <sub>2</sub>	6,40	-	2,51	1,17
Fe <sub>общ</sub>	21,72	29,32	32,05	33,11
Fe <sub>раств</sub>	18,41	25,61	31,32	32,38

нетитовые с примесью доломита и талька, а также линзовидные прослои магнетитовых кварцитов с анкеритом, тальк-доломитовых и хлорит-биотитовых сланцев с повышенным содержанием пирита и анкерита. Мощность их составляет 140-200 м.

Завершается разрез подсвиты (PR<sub>1</sub> кг<sub>3</sub>) невыдержанной, маломощной (1-10 м) пачкой кварцитов, краевые части которой сложены малорудными грубополосчатыми анкерит-магнетит-куммингтонитовыми кварцитами, а центральная часть представлена тальк-доломит-магнетитовыми кварцитами.

О частичном размыве железистых кварцитов подсвиты (PR<sub>1</sub> кг<sub>3</sub>) на месторождении свидетельствуют невыдержанные линзовидные прослои конгломератов железистых кварцитов в подошве оскольской серии.

Из приведенной выше характеристики кварцитов и анализа мощностей установлено, что в составе железорудной подсвиты (PR<sub>1</sub> кг<sub>3</sub>) Осколецкого месторождения преобладают гематит-магнетитовые кварциты - 47,3%, на долю магнетитовых приходится 45,6%, малорудных - 4,7%.

В целом по месторождению среднее содержание железа в железистых кварцитах равно 31,9% (при колебаниях от 25 до 35%), кремнезема - 45%, серы - 0,12%, фосфора - 0,31%.

Сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> кг<sub>4</sub>) мощностью 20-50 м представлена серицит-биотитовыми сланцами, местами сильно обогащенными графитом и в меньшей степени гранатом.

На породах докембрия развита площадная кора выветривания, представленная зоной дезинтеграции мощностью 2-25 м.

Породы фундамента перекрыты осадочными образованиями девона, юры, мела и четвертичными отложениями общей мощностью от 160 до 200 м.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия отработки Осколецкого месторождения - средней сложности. Водоносность железистых кварцитов, связанная с зоной выветривания, существенно сокращается на глубинах от 38 до 92 м от поверхности докембрия.

Взаимосвязи водоносных горизонтов осадочной и рудно-кристаллической толщ не наблюдается, причем последняя слабо обводнена и не вызовет затруднений при эксплуатации.

Руды Осколецкого месторождения относятся к легкообогатимым. Технологические исследования по обогатимости железистых кварцитов выполнены институтом "Механобр" в 1954 г. по трем kernовым пробам с содержанием железа 31,8-32,9%. Магнитной сепарацией были получены концентраты с содержанием железа 61,9-68,9% при выходе их 68,9-61,9% и извлечении железа в концентрат 83,8-68,9%. Пониженное извлечение железа получено по пробе с примесью 20% гематита. Опыты по флотации хвостов

магнитной сепарации не дали положительных результатов. Испытаний обогатимости мартитизированных кварцитов зоны окисления не проводилось. Запасы месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1955 г. (протокол 385) по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 266,7 млн т (в том числе 142,1 млн т по категориям А+В) с содержанием железа общего 32,10%; С<sub>2</sub> - 34,5 млн т. К балансовым отнесены запасы железистых кварцитов между горизонтами -50 и -170 м с содержанием железа общего не ниже 25%. Запасы железистых кварцитов в количестве 131,9 млн т, залегающие выше горизонта -50 м под сильно обводненной толщей осадочных пород (потолочный предохранительный целик), отнесены к забалансовым.

### *Чернянское месторождение*

Чернянское месторождение железных руд расположено в Чернянском районе в 4 км к северо-востоку от станции Чернянка.

Пространственно оно совпадает с Чернянской магнитной аномалией, открытой в 1919-1926 гг. при проведении магнитометрической съемки. Первые разведочные скважины, подтвердившие рудную природу аномалии, были пробурены в 1959 г., разведка месторождения выполнена в 1959-1971 гг.

Наибольший вклад в изучение Чернянского железорудного месторождения внесли геологи Белгородской экспедиции Н.И.Голивкин, Н.А.Соколов, С.И.Чайкин, В.К.Дульчевский, В.С.Котельников, А.А.Матяш, М.И.Бурмистров, А.Ф.Ряполов, Л.М.Штернова, А.К.Романщак, Б.В.Каукин, В.Ф.Небосенко и др.

В структурном плане Чернянское месторождение представляет собой сложную брахисинклинальную складку с параметрами по простиранию 4,5 км, в поперечнике до 2 км, замыкание складки фиксируется по геофизическим данным на глубине 1,5-1,6 км (рис. 35,36).

В Центральной части Чернянская синклиналь осложнена антиклинальной складкой, разделяющей ядро структуры на две дополнительные синклинали. В пределах месторождения установлены поперечные, диагональные и продольные разломы с амплитудой смещения пород и руд от 10 до 100 м.

Чернянская брахисинклиналь сложена породами стойленской (PR<sub>1</sub> st) и железорудной коробковской (PR<sub>1</sub> kr) свит курской серии нижнего протерозоя. Обрамляющие брахисинклиналь породы представлены амфиболитами и мигматитами михайловской серии архея.

На породах докембрия повсеместно развита площадная кора выветривания, представленная (снизу вверх) тремя зонами: дезинтеграции (полуокисленные кварциты), окисления (окисленные кварциты), окисления и выщелачивания (богатые железные руды).

Породы докембрия перекрыты толщей осадочных отложений девонского, каменноугольного, юрского, мелового и четвертичного возраста общей мощностью до 250 м.

Стойленская свита (PR<sub>1</sub> st) представлена песчаниково-сланцевыми отложениями мощностью от 5-10 до 130 м.

Коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr) состоит из двух подсвит, сложенных железистыми кварцитами (нижней - PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub> и верхней PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) и разделяющей их сланцевой подсвитой (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) мощностью от 30 до 350 м.

Верхняя железорудная подсвита коробковской свиты (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) слагает центральную часть месторождения (ядро Чернянской синклинали), нижняя (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) - периферические участки.

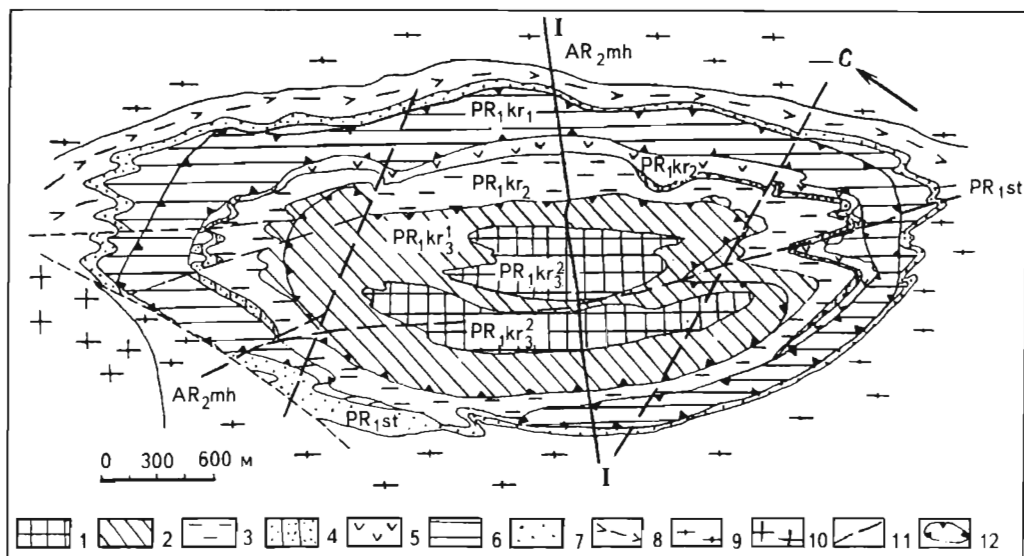


Рис. 35. Схематическая геологическая карта Чернянского месторождения

**Нижний протерозой - курская серия (PR<sub>1</sub> ks):** 1-6 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 1-2 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>): 1 - железистые кварциты верхнего горизонта (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>1</sup>), 2 - железистые кварциты нижнего горизонта (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>2</sup>), 3-5 - сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>): 3 - сланцы слюдяные, 4 - песчаники, гравелиты, конгломераты, 5 - сланцы амфиболовые, амфиболиты, 6 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) - железистые кварциты с прослоями сланцев, 7 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st) - слюдяные сланцы, метапесчаники; **верхний архей - михайловская серия (AR<sub>2</sub> mh):** 8 - кристаллосланцы, амфиболиты, гнейсы, 9 - мигматиты и полимигматиты по породам михайловской серии; 10 - граниты плагиоклаз-микроклиновые; 11 - тектонические нарушения; 12 - контуры распространения богатых железных руд коры выветривания

В составе верхней подсвиты коробковской свиты выделяются два горизонта: нижний PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>1</sup> мощностью 180-300 м, сложенный силикатно-магнетитовыми, магнетитовыми и железослюдково-магнетитовыми кварцитами, и верхний PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>2</sup> мощностью 75-85 м, состоящий из карбонатно-силикатно-магнетитовых кварцитов с маломощными прослоями сланцев и малорудных кварцитов; преобладают на месторождении силикатно-магнетитовые кварциты.

Среднее содержание Fe<sub>общ</sub> и Fe<sub>магн</sub> в кварцитах соответственно составляет, %:

в щелочноамфибол-магнетитовых (гор. PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>1</sup>) - 35,77 и 30,54;

в железослюдково-магнетитовых (гор. PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>1</sup>) - 36,55 и 28,08;

в карбонатно-силикатно-магнетитовых (гор. PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>2</sup>) - 34,42 и 27,45.

В среднем в железистых кварцитах подсвиты (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) Центральной залежи в пределах контура подсчета запасов категорий В+С<sub>1</sub> содержится: Fe<sub>общ</sub> - 33,97%, Fe<sub>магн</sub> - 26,71%.

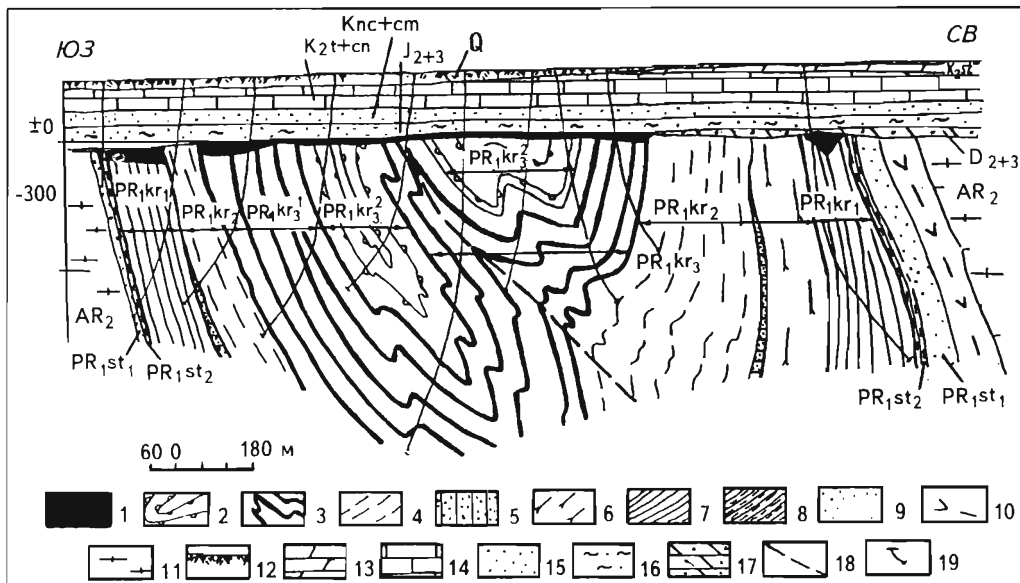


Рис. 36. Схематический геологический разрез Червянского месторождения по линии I-I

1 - богатые железные руды коры выветривания; **нижний протерозой - курская серия** (PR<sub>1</sub> ks): 2-6 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 2-3 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>): 2 - карбонатно-силикатно-магнетитовые кварциты верхнего горизонта (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>2</sup>), 3 - магнетитовые, железослюдково-магнетитовые кварциты нижнего горизонта (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>1</sup>), 4-6 - сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>): 4 - сланцы слюдяные, 5 - песчаники, гравелиты, конгломераты, 6 - сланцы амфиболовые, амфиболиты, 7 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) - магнетитовые, силикатно-магнетитовые кварциты с тонкими прослоями сланцев; 8-9 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st): 8 - слюдяные сланцы (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>), 9 - метапесчаники (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>); **верхний архей - михайловская серия** (AR<sub>2</sub> mh): 10 - кристаллосланцы, амфиболиты, гнейсы; 11 - мигматиты и полимигматиты по породам михайловской серии; **осадочная толща**: 12 - почвенный слой, суглинки, глины, 13 - мергель, 14 - мел, 15 - пески, 16 - переслаивание глин и песков, 17 - известняки, песчаники, глины; 18 - тектонические нарушения

Количество межрудных сланцев, малорудных кварцитов и субслоистых дайковых пород составляет 10-12% от балансовых запасов месторождения. Наибольшим распространением пользуются субслоистые дайки ультраосновных пород с вкрапленностью ильменита. Они образуют согласные, реже секущие тела мощностью от десятков сантиметров до первых метров, иногда до 10 м. Дайки широко развиты в юго-западной части месторождения.

На месторождении выделяются пять рудных залежей, имеющих плас-то- и линзообразную или сложноскладчатую форму. Основной является залежь Центральная, сложенная железистыми кварцитами верхней подсвиты (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>). В плане залежь имеет эллипсоидальную форму, вытянутую в северо-западном направлении на 3,1 км при ширине от 0,3 до 1,1 км (площадь 2,77 км<sup>2</sup>). Падение Центральной залежи северо-восточное под углом 60-75°, иногда 90°. Детальная разведка ее произведена до гор. -400 м (380-400 м от поверхности докембрия), отдельными скважинами она вскрыта на гор. -800 м.

В пределах нижней подсвиты коробковской свиты (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) выделены Северная, Западная, Восточная и Южная залежи железистых кварцитов,



преимущественно пласто- и линзообразной формы с размерами по простиранию от 2100 до 2800 м, по ширине от 100 до 400 м, по мощности от 3,8 до 58 м.

В верхних частях залежей в коре выветривания по отношению железа магнетитового к общему выделены полуокисленные (отношение 0,3-0,6) и окисленные (менее 0,3) кварциты. Полуокисленные кварциты образуют прерывистые маломощные (от 0 до 34 м, в среднем 3 м) горизонтально лежащие тела площадью от 0,01 до 0,8 км<sup>2</sup>. Среднее содержание в них железа общего 36,06%, магнетитового - 17,64%.

Окисленные кварциты образуют сплошной чехол, повторяющий в плане конфигурацию неокисленных железистых кварцитов. Мощность их в пределах будущего карьера в среднем составляет 12,7 м, достигая иногда 65 м, среднее содержание Fe<sub>общ</sub> - 36,22%, Fe<sub>магн</sub> - 5,17%.

Над толщей железистых кварцитов залегают богатые железные руды - остаточные (коренные), образовавшиеся в процессе окисления и выщелачивания железистых кварцитов, и переотложенные (элювиально-делювиальные). Последние составляют 4,7% балансовых запасов богатых руд. В плане границы залежей остаточных руд совпадают с контурами залежей железистых кварцитов.

Среди остаточных руд выделяются: окисные (мартитовые, железно-людоково-мартитовые, хлорит-мартитовые, хлорит-железнолюдоково-мартитовые), гидроокисные (гидрогематит-мартитовые, гидрогематит-гидрогетитовые, титанистые) и инфильтрационные карбонатные. Наиболее распространены окисные и гидроокисные руды. Титанистые руды выделены на участках развития дайковых пород. Содержание в них TiO<sub>2</sub> в среднем составляет 3,22%, Fe<sub>общ</sub> - 53,0%.

Переотложенные железные руды залегают на коренных (остаточных) рудах, а также частично на сланцах нижней сланцевой подсвиты (PR<sub>1</sub> кг<sub>2</sub>). Они образуют линзовидные залежи различной величины и формы мощностью от 0,65 до 10,15 м.

Среднее содержание компонентов в богатых рудах составляет, %: Fe<sub>общ</sub> - 53,56 (при колебании от 40,0 до 66,6), SiO<sub>2</sub> - 6,13, TiO<sub>2</sub> - 1,5, S - 0,154, P - 0,092.

Гидрогеологические условия Чернянского месторождения сложные в связи с наличием семи гидравлически взаимосвязанных между собой водоносных горизонтов, главными из которых являются коньяк-туронский, сеноман-альбский, келловей-бат-байосский и рудно-кристаллический.

Наиболее водообильными являются взаимосвязанные коньяк-туронский и сеноман-альбский горизонты, имеющие связь с водами р.Оскол. Средние мощности горизонтов - 45 и 35 м, а расчетные водопритоки из них в карьер - соответственно 1215 и 2200 м<sup>3</sup>/ч, что составляет 70% от общего притока воды в карьер.

Келловей-бат-байосский, каменноугольный и девонский водоносные комплексы имеют активную связь между собой и затрудненную с верхними водоносными горизонтами. Мощности горизонтов соответственно равны 10-17, 1,0-13,1 и 0-32,3 м. Общий расчетный водоприток в карьер из этих водоносных комплексов составит 1755 м<sup>3</sup>/ч.

Протерозойско-архейский водоносный комплекс приурочен к зонам трещиноватости в богатых железных рудах, железистых кварцитах и других кристаллических породах. Водоприток в карьер из зоны богатых руд оценивается в 134 м<sup>3</sup>/ч.

Максимальный приток воды в карьер в момент завершения его строительства определен в 5310 м<sup>3</sup>/ч. Осушение карьера предусматривается производить путем глубинного водоотлива из дренажной системы и открытого водоотлива из котлована.

Инженерно-геологические условия месторождения также являются сложными в связи с многоэтажным геологическим строением его, пестрым литологическим составом пород, неравномерной обводненностью и водоотдачей горных пород и богатых железных руд. При отработке месторождения может иметь место обрушение, оплывание и осыпание пород, а также образование суффозионных воронок и ниш в бортах карьера.

Изучение обогатимости руд проводилось институтами НИИКМА и "Механобр". Обогащение богатых руд с содержанием железа от 46,24 до 54,94% выполнено с применением гравитационного, флотационного и комбинированного обжигмагнитного способов. Первые два способа не дали положительных результатов; при обогащении по комбинированной обжигмагнитной схеме содержание железа в концентрате повышается по сравнению с исходной рудой всего на 2,4-13%. Техничко-экономический расчет себестоимости получения чугуна показал неэкономичность обогащения богатых руд и в связи с этим рекомендовано использовать их без обогащения аналогично рудам Стойленского и Лебединского месторождений.

Для неокисленных кварцитов применена типовая схема обогащения, предусматривающая трехстадиальное измельчение и мокрую магнитную сепарацию; содержание железа в концентрате 63,48-67,19% при выходе его 41% с извлечением железа в концентрат 73,77-82,16%. НИИКМА предложено применять сухую магнитную сепарацию в голове процесса, что позволит улучшить технико-экономические показатели обогащения.

Учитывая незначительные запасы полуокисленных кварцитов, их рекомендуется обогащать совместно с неокисленными. По окисленным кварцитам обогащение как мокрой, так и сухой магнитной сепарацией не дало положительных результатов.

Институтом "Центргипроруда" в 1966 г. разработаны ТЭО постоянных кондиций (табл. 37).

Таблица 37

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Чернянского месторождения**

Показатели	Богатые руды	Железистые кварциты	Комплексная отработка
Эксплуатационные запасы в контуре карьера, млн т	192,7	1260,0	1452,7
Производительность предприятия, млн т/год:			
по сырой руде	7,0	30,0	37,0
по концентрату (товарной руде)	7,0	13,3	20,3
Показатели обогащения, %:			
выход концентрата	-	41,0	-
содержание железа в концентрате	-	65,0	-
Извлечение железа в концентрат	-	80,5	-
Капитальные вложения, млн р.	168,9	405,0	573,9
Себестоимость 1 т руды, р.:			
сырой	3,46	0,76	-
товарной	3,46	4,47	-
Срок окупаемости, лет	6,1	5,5	5,7

В 1967 г. ГКЗ СССР для подсчета запасов богатых руд и железистых кварцитов утвердила параметры постоянных кондиций (протокол 327-к от 07.09.67 г.).

### Богатые руды

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке при содержании кремнезема не более 10, %</i>	49
<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	40
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность некондиционных рудных прослоев и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	3

### Железистые кварциты

<i>Минимальное промышленное содержание железа, связанного с магнетитом, в подсчетном блоке, %:</i>	
<i>для неокисленных руд</i>	22
<i>для полуокисленных руд</i>	20
<i>Бортовое содержание Fe<sub>магн</sub> в пробе, %:</i>	
<i>для неокисленных руд</i>	16
<i>для полуокисленных руд</i>	14
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев некондиционных руд или пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	10
<i>Подсчитать запасы окисленных кварцитов и отнести их к породам вскрыши</i>	
<i>Максимальная глубина подсчета запасов</i>	<i>До гор. -400 м</i>
<i>Подсчет запасов произвести в границах карьера богатых руд при среднем коэффициенте вскрыши 5,24 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.</i>	
<i>Контур карьера согласовать с проектной организацией.</i>	

Запасы богатых руд и железистых кварцитов были утверждены ГКЗ СССР в 1971 г. (протокол 6435). По состоянию на 01.01.1995 г. балансовые запасы по категориям В+С<sub>1</sub> составляют 1907,7 млн т, С<sub>2</sub> - 5,9 млн т; забалансовые запасы - 1664,9 млн т. Среднее содержание железа в общих балансовых запасах - 35,8%. Месторождение подготовлено для промышленного освоения и относится к резервным разведанным.

### *Погромецкое месторождение*

Погромецкое месторождение железных руд расположено на левом пологом склоне р.Оскол в 5-6 км к северо-востоку от станции Новый Оскол.

Месторождение открыто в 1957 г. Курской геологоразведочной партией при проверке магнитной аномалии (И.Д.Кармазин и др.); в 1958-1959 гг. Новооскольской геологоразведочной партией (М.В.Миткаев, С.И.Чайкин, Л.М.Штернова и др.) выполнена детальная разведка богатых руд, запасы которых утверждены ГКЗ СССР в 1960 г.

В структурном плане месторождение представляет собой локальную брахисинклинальную складку северо-западного простирания, осложненную вторичной складчатостью (рис. 37). Протяженность ее около 8 км при ширине до 3 км; глубина распространения железосодержащих пород ориентировочно оценивается в 1,5-2 км.

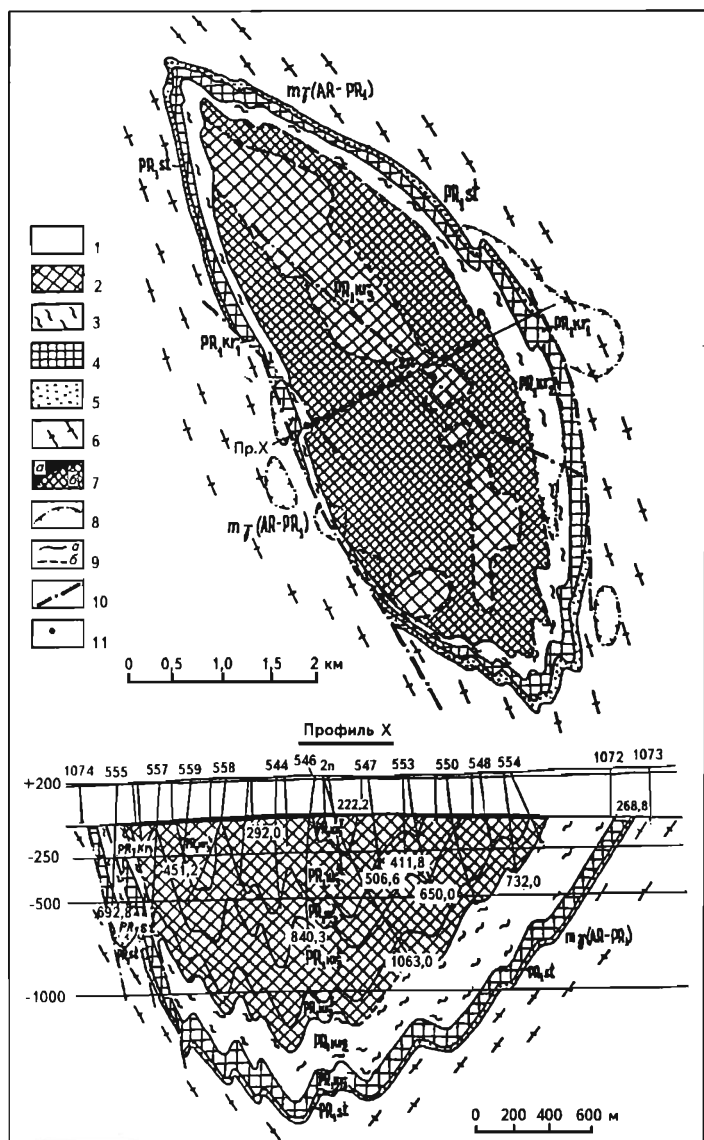


Рис. 37. Схематические геологическая карта и разрез по профилю X Погромецкого месторождения (по материалам Белгородской ГРЭ)

1 - осадочные породы чехла (на разрезе); нижний протерозой - курская серия: 2-4 - коробковская свита: 2 - верхняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_3$ ): карбонатно-куммингтонит-магнетитовые кварциты с прослоями кварцево-сланцевых сланцев ( $PR_1 kr_3^1$ ), родусит-железнослюдково-магнетитовые кварциты ( $PR_1 kr_3^2$ ), карбонатно-амфиболо-магнетитовые кварциты с прослоями железнослюдково-магнетитовых кварцитов и сланцев ( $PR_1 kr_3^3$ ), тальк-железнослюдково-магнетитовые кварциты ( $PR_1 kr_3^4$ ), магнетитовые кварциты ( $PR_1 kr_3^5$ ); 3 - промежуточная сланцевая подсвита ( $PR_1 kr_2$ ); 4 - нижняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_1$ ); 5 - стойленская свита ( $PR_1 st$ ) - кварцито-песчаники, кварц-сланцевые сланцы; 6 - гранито-гнейсы, гнейсы и мигматиты -  $m\gamma(AR-PR_1)$ ; 7 - остаточные железные мармитовые руды: а - на карте, б - на разрезе; 8 - границы залежей переотложенных руд; 9 - геологические границы: установленные (а), предполагаемые (б); 10 - разрывные нарушения; 11 - разведочные скважины

Крылья брахисинклинали имеют крутое (от 55 до 80°) падение и сложены кварцитопесчаниками и сланцами стойленской свиты (PR<sub>1</sub> st) мощностью 10-50 м, а также силикатно-магнетитовыми и магнетитовыми кварцитами нижней (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) железорудной (мощностью до 200 м) и сланцами нижней (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) сланцевой (40-450 м) подсвиты коробковской свиты, ядро складки сложено железистыми кварцитами верхней (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) железорудной подсвиты коробковской свиты, которые выходят здесь под осадочную толщу в виде массива около 7 км по простиранию и до 2,2 км в поперечнике.

На породах докембрийского фундамента практически повсеместно развита площадная кора выветривания средней мощностью 20,5 м.

Докембрийский фундамент перекрыт толщей осадочных образований карбонового, юрского, мелового и четвертичного возраста, представленных известняками, мергелями, глинами и песками мощностью от 130 до 270 м.

На месторождении развиты железные руды двух генетических типов: богатые (остаточные) в коре выветривания железистых кварцитов (белгородский ГПТ) и метаморфизованные - железистые кварциты (михайловский ГПТ).

Богатые железные руды приурочены к верхам коры выветривания железистых кварцитов верхней (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) железорудной подсвиты коробковской свиты и образуют две плащеобразные горизонтальные залежи - западную и восточную, вытянутые в северо-западном направлении.

Западная залежь площадью около 4 км<sup>2</sup> и мощностью от 4,7 до 52,8 м (в среднем 17,3 м) залегает на глубине от 154 до 235 м (в среднем 195 м).

Восточная залежь богатых руд отделена от западной гребневым поднятием железистых кварцитов шириной от 200 до 1000 м. Ее площадь 2,7 км<sup>2</sup>, глубина залегания от 133 до 273 м, мощность до 41 м (в среднем 13,6 м).

Остаточные руды представлены преимущественно железослюдково-мартитовыми и мартитовыми типами, в подчиненном количестве присутствуют гидрогематит-мартитовые, приуроченные к выходам силикатно-мартитовых кварцитов.

Прослой безрудных сланцев в руде составляют около 4,5%. Мощность их не превышает 2-3 м.

Богатые руды представлены двумя типами - плотными, сидеритизированными, составляющими около 70% объема западной и 76% восточной залежей, и рыхлыми, слабо сцементированными. Последние залегают в виде линз среди плотных руд или в основании залежей.

Содержание железа в богатых рудах изменяется от 52,5 до 61,3%, SiO<sub>2</sub> - от 4,1 до 5,0, S - от 0,28 до 0,37, фосфора - от 0,05 до 0,74%.

Железистые кварциты Погромецкого месторождения существенно не отличаются от железистых кварцитов других месторождений Оскольского железорудного района. Запасы их оценены по категории С<sub>2</sub> только в пределах верхней железорудной подсвиты (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>), в составе которой выделено пять горизонтов (снизу вверх): карбонатно-куммингтонит-магнетитовые (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>1</sup>) мощностью 70-110 м; родусит-железослюдково-магнетитовые (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>2</sup>) - 130-220 м; карбонатно-амфибол-магнетитовые и железослюдково-магнетитовые (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>3</sup>) - 110-120 м; тальк-железослюдково-магнетитовые (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>4</sup>) - 220 м и магнетитовые (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub><sup>5</sup>) - более 60 м. Преобладают гематит-магнетитовые разности, составляющие 65% от общего количества кварцитов.

В железнослюдково-магнетитовых кварцитах, составляющих 55,5% от общего объема железистых кварцитов, количество железной слюдки достигает 30% рудных минералов. Встречаются также щелочные амфиболы, эгирин, пылевидный гематит, кварц халцедоноподобный и яшмовидный, тальк; содержание  $Fe_{\text{общ}}$  - 35,2%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 23,5%.

В магнетитовых и силикатно-магнетитовых кварцитах (44,5%) кроме обычных минералов также встречаются щелочные амфиболы, актинолит, грюнерит, эгирин; содержание  $Fe_{\text{общ}}$  - 31,45%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 25,5%.

Оксисленные железистые кварциты имеют практически повсеместное распространение, средняя их мощность - 20,4 м, содержание  $Fe_{\text{общ}}$  - 31,94%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 6,71%.

Средняя мощность полуокисленных железистых кварцитов, отработка которых возможна вместе с неокисленными, составляет 8,2 м, содержание  $Fe_{\text{общ}}$  - 35,93%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 18,49%.

В железных рудах Погромецкого месторождения установлены содержания германия и некоторых редких и редкоземельных элементов. Так, в рудной зоне в целом содержится 6,2 г/т германия, а в богатых остаточных рудах - в среднем 3,6-4,4 г/т.

В обводнении Погромецкого месторождения принимают участие пять основных водоносных горизонтов, приуроченных к меловым образованиям коньяк-турона, пескам сеноман-альба и келловея, пескам и известнякам карбона и рудно-кристаллическим образованиям протерозоя и архея. Верхние горизонты (до сеноман-альбского включительно) имеют непосредственную связь с водами р.Оскол (они безнапорные либо напор не превышает 80 м); остальные находятся в зоне затрудненного водообмена. Воды сеноман-альба по составу сульфатные - агрессивны по отношению к обычным цементам, воды остальных горизонтов не агрессивны.

При открытой разработке месторождения ориентировочный суммарный приток воды в карьер I очереди составит до 4600 м<sup>3</sup>/ч. Для снижения напоров могут быть рекомендованы как применение кольца дренажных скважин, так и бурение передовых самоизливающихся скважин со дна карьера.

По инженерно-геологической характеристике вскрыша представлена породами крепкими, средней крепости, а также пластичными, легкоразруляемыми и пльвучими. Наличие песчаных обводненных пород будет всегда создавать опасность возникновения оползневых явлений.

Учитывая опыт успешной разработки Лебединского месторождения открытым способом, можно считать, что гидрогеологические и инженерно-геологические условия Погромецкого месторождения не будут служить препятствием его освоения промышленностью.

Технологические исследования обогатимости железистых кварцитов Погромецкого месторождения выполнены институтом "Механобрчермет" и лабораторией обогащения НИИКМА (табл. 38).

Установлено, что наиболее полное раскрытие зерен полезного ископаемого происходит при измельчении руды до 95-96% класса крупности - 0,074 мм. При уменьшении тонкости помола уменьшается выход концентрата, увеличивается содержание железа в нем за счет высвобождения кварцевых частиц при незначительном извлечении в концентрат.

Для обогащения магнетитовых и силикатно-магнетитовых кварцитов рекомендуется схема двухстадиального мокрого магнитного обогащения; для кварцитов, содержащих много гематита, полуокисленных и окисленных - комбинированная схема с доизвлечением немагнитного железа из хвостов методом флотации. Суммарные результаты по магнитно-флотационной схе-

## Показатели обогащения технологических проб Погромаецкого месторождения

Тип кварцитов	Содержание железа в исходной пробе, %		Показатели обогащения, %		
	общего	магнетитового	Выход концентратов	Содержание железа в концентрате	Извлечение железа в концентрат
Магнетитовые	32,6	28,2	43,1	62,7	84,6
Силикатно-магнетитовые	32,06	25,49	38,37	65,59	81,85
Железнослюдково-магнетитовые	33,53	23,78	44,91	65,90	88,70
	36,42	24,0	40,2	63,2	71,0
Полуокисленные	32,83	21,81	45,84	65,12	90,00
Окисленные	32,62	11,22	41,97	63,45	81,64

ме: выход концентрата - 51,5%, содержание железа в концентрате - 63,5%, извлечение железа - 92,3%.

Запасы богатых железных руд подсчитаны по кондициям, выданным Госпланом СССР (протокол 229 от 19.12.1959 г.).

*Минимальное содержание железа в рудах, включаемых в контур балансовых запасов, %:*

*мартит-железнослюдковых и гидрогематитовых* 50

*железнослюдково-мартит-сидеритовых (карбонатных)* 45

*Максимальное содержание серы в балансовых запасах богатых руд, %* 0,3

*Минимальная мощность рудных тел и прослоев некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м* 5

Запасы богатых железных руд Погромаецкого месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1960 г. (табл. 39).

## Характеристика запасов богатых железных руд Погромаецкого месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %					
		Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P	П.п.п.
B	176,6	55,6	4,7	3,0	0,29	0,06	9,5
	122,2*	56,4	4,9	3,0	0,21	0,66	9,0
C <sub>1</sub>	148,4	53,6	4,9	2,9	0,35	0,06	11,4
	73,2	53,7	4,2	3,1	0,23	0,06	12,6
Итого B+C <sub>1</sub>	325,0						
	195,4						
C <sub>2</sub>	40,4	54,8	3,0	2,1	0,38	0,09	9,2

\* В знаменателе - для руд с содержанием серы менее 0,3%.

Руды месторождения планируется обрабатывать открытым способом.

Предварительно оцененные запасы и прогнозные ресурсы железистых кварцитов Погромецкого месторождения (табл. 40) были подсчитаны в 1964 г. (А.К.Романщак, Л.М.Штернова, Б.В.Каукин, В.Н.Котко, В.Ф.Небо-сенко, Н.А.Повалюхин) по кондициям Чернянского месторождения.

Таблица 40

Характеристика запасов и прогнозных ресурсов железистых кварцитов  
Погромецкого месторождения до гор. -400 м

Железистые кварциты	Категория запасов, ресурсов	Запасы, ресурсы, млн т	Содержание, %		
			Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>раст</sub>	Fe <sub>магн</sub>
Окисленные	C <sub>2</sub>	567,9	31,94	31,66	6,71
Полуокисленные	C <sub>2</sub>	308,6	35,93	35,63	18,49
Неокисленные	P <sub>1</sub>	8300	33,8	33,0	24,02

В связи с большими запасами целесообразно продолжить изучение железистых кварцитов Погромецкого месторождения с целью определения их промышленного значения.

#### 4.1.2. Белгородский железорудный район

Район расположен в западной части Белгородской области и приурочен к одноименной синклинорной структуре третьего порядка (см. рис. 24), в пределах которой выделяется ряд сходящихся в рудные узлы на северном и южном флангах района субпараллельных структур четвертого и более высоких порядков. Наиболее крупными из них являются Белгородская грабен-синклинали и Корочанско-Большетроицкая синклинали [20,50,56].

В пределах Белгородской грабен-синклинали выделяется ряд структур более высокого порядка: Яковлевская, Белгородская, Ольховатская и другие. Ольховатская синклинали структура отделяется от первых двух Мелихово-Шебекинской антиклинальной структурой.

К Белгородской грабен-синклинали, имеющей протяженность более 100 км, ширину до 30 км и погружение до 4-6 км, приурочены на севере Реутецкий, а на юго-западе Олимпийский рудные узлы, к центральной части - Яковлевско-Таволжанская и к восточной - Обоянско-Купиновская рудные зоны. В пределах Корочанско-Большетроицкой синклинали структуры выделяется Прохоровско-Большетроицкая рудная зона.

Характерными особенностями Белгородского рудного района являются наибольшая полнота и мощность рудоносных серий (курской и оскольской), а также развитие мощной коры выветривания железистых кварцитов и вмещающих их кристаллических пород. С корой выветривания железистых кварцитов связаны крупнейшие залежи богатых железных руд белгородского геолого-промышленного типа, а с корой выветривания сланцев и других пород - залежи бокситов.

На территории Белгородского рудного района разведано, оценено и учтено государственным балансом пять месторождений железных руд, из них Яковлевское, Гостищевское, Висловское и Мелихово-Шебекинское приурочены к Белгородской, а Большетроицкое - к Корочанско-Большетроиц-



кой синклиналильным структурам. Кроме того не учтено государственным балансом Разуменское месторождение.

Район является уникальным по запасам и ресурсам богатых железных руд как в России, так и в мире.

За открытие и разведку богатых железных руд месторождений Белгородского района Курской магнитной аномалии коллективу геологов в составе М.Н.Доброхотова, И.А.Русиновича, Н.Г.Шмидта, С.И.Чайкина, М.И.Яковлева, М.И.Колганова в 1959 г. присуждена Ленинская премия в области науки и техники.

Богатые руды белгородского геолого-промышленного типа представлены маргитовыми, гематит-маргитовыми, маргит-гидрогематитовыми, гетит-гидрогетитовыми и их сидеритизированными разностями. Среди них по физическим свойствам выделяются плотные и рыхлые руды. Доля плотных железных руд по отдельным месторождениям колеблется от 30 до 70%, рыхлых - от 70 до 30%.

В Белгородском рудном районе богатые руды залегают на глубинах от 450 до 900 м от поверхности. Добыча их возможна только шахтным способом.

Необходимо отметить, что опытными работами, проведенными на Шемраевском участке Больше-Троицкого месторождения, доказана возможность добычи рыхлых железных руд способом скважинной гидродобычи (СГД). В настоящее время на участке работает опытная установка по добыче руд этим способом.

Прогнозные ресурсы богатых железных руд Белгородского рудного района оцениваются в 26460 млн т, в том числе по категориям  $P_1$  - 22900 и  $P_2$  - 3560 млн т (см. табл. 20).

### *Яковлевское месторождение*

Месторождение расположено в 30 км к север-северо-западу от г.Белгорода и в 12 км к западу от станции Сажная.

Первые сведения о залежах богатых железных руд в белгородском районе у с.Яковлево были получены Обоянской угольной геолого-поисковой партией треста Курскгеология (М.И.Яковлев и др.) в 1953 г. при проведении поисковых работ по оценке угленосности нижнекаменноугольных отложений.

Курской геофизической экспедицией (В.И.Захарова, В.В.Копаев, Р.С.Красовицкая, А.В.Островская, В.И.Павловский, И.А.Русинович, С.Л.Шейнкман, Н.Г.Шмидт) были выполнены комплексные исследования методами магнитометрии, вариометрии и сейсморазведки, которые позволили увязать между собой выявленные рудопроявления, проследить их к югу от с.Яковлево, а также обнаружить Покровскую и ряд других рудоносных полос.

В 1954-1958 гг. на Яковлевском месторождении выполнены поисковые и разведочные работы (С.И.Чайкин, Н.И.Иванченко, А.Ф.Доброноженко, Д.Ф.Гартасюк, И.А.Русинович, Л.С.Богунова, В.Н.Клекль, С.Я.Пята, М.М.Агафонова, А.А.Саар, М.Н.Доброхотов и др.) с утверждением запасов богатых руд ГКЗ СССР в 1958 г. В 1958-1977 гг. разведывались глубокие горизонты Яковлевского месторождения, а также выполнялись работы по оконтуриванию бокситов и железо-алюминиевых руд (Л.С.Богунова, В.Н.Клекль, И.И.Романов, М.Н.Сахарова и др.).

В структурном отношении месторождение приурочено к Яковлевской синклинали протяженностью свыше 50 км, крылья которой (яковлевская и покровская полосы) сложены породами курской, а ядро - оскольской серий. Ширина синклинали колеблется от 800 м до 2 км (на крайнем южном фланге от 4,5 км); в пределах разведанной части складки по выходам железистых кварцитов - от 1200 до 1600 м. Глубина ее замыкания составляет не менее 2 км. Падение пород в обоих крыльях синклинали северо-восточное, моноклиальное под углом от 60 до 70° (рис. 38,39).

Складчатая структура месторождения осложнена дополнительной складчатостью, особенно в области контакта железистых кварцитов с надрудной сланцевой толщей. На месторождении широко развиты разрывные нарушения в виде зон дробления и интенсивной трещиноватости.

Рудно-кристаллический комплекс в пределах месторождения залегает на глубине 440-550 м и сложен образованиями курской серии.

В основании разреза курской серии залегают породы стойленской свиты (PR<sub>1</sub> st), представленные метапесчаниками от мелкозернистых до гравелитистых, метагравелитами, кварц-серицитовыми сланцами нижней подсвиты мощностью 40-220 м. Выше залегают сланцы верхней подсвиты: углисто-кварц-хлорит-биотитовые, углисто-серицитовые, часто ритмично-слоистые с прослоями карбонатно-кварц-хлорит-биотитовых алеврофиллитов. Мощность подсвиты в направлении с юго-запада на северо-восток меняется от 150-250 до 70-130 м.

Сланцы стойленской свиты обычно резко сменяются породами железорудной толщи и стратиграфически соответствуют верхней подсвите (PR<sub>1</sub> кг<sub>3</sub>) коробковской свиты. В составе Яковлевской полосы на всем ее протяжении, по данным Л.М.Штерновой, Н.И.Голивкина и И.И.Романова, выделяются три горизонта железистых кварцитов, резко различающихся по минералого-петрографическим признакам [55].

В составе Покровской железорудной полосы, простирающейся параллельно Яковлевской, С.И.Чайкиным и Б.Д.Клагиш выделены две подсвиты железистых кварцитов, соответствующие подсвитам PR<sub>1</sub> кг<sub>1</sub> и PR<sub>1</sub> кг<sub>3</sub>, и разделяющая их сланцевая подсвита PR<sub>1</sub> кг<sub>3</sub> коробковской свиты.

Руды Яковлевского месторождения представлены двумя генетическими типами - богатые железные руды коры выветривания железистых кварцитов (белгородский ГПТ) и осадочные (переотложенные) руды [48,80].

**Богатые (остаточные) железные руды** являются корой выветривания железистых кварцитов и образуют на их поверхности мощные залежи.

Рудные залежи Яковлевской полосы прослежены на протяжении 40 км, образуя единую крупную залежь, имеющую в плане лентообразную форму, вытянутую в соответствии с простираем железистых кварцитов в северо-западном направлении. Ширина рудной залежи колеблется от 200 до 600 м, составляя в среднем 440 м. Мощность залежи изменяется от 38 до 150 м, достигая в отдельных случаях 347 м (в среднем 102 м).

Богатые руды в пределах Покровской рудоносной полосы образуют типичную плащеобразную залежь длиной около 10 км, которая в виде ленты шириной от 200 до 600 м прослеживается параллельно Яковлевской полосе. Мощность залежи в северной части Покровской полосы колеблется от 2-10 до 150 м, в южной части - от 70 до 250 м.

В строении рудных залежей отчетливо проявлено сочетание площадного и линейного типов коры выветривания железистых кварцитов.

Морфология рудных залежей чрезвычайно сложная, что объясняется неровной нижней границей оруденения, обусловленной наличием среди руд

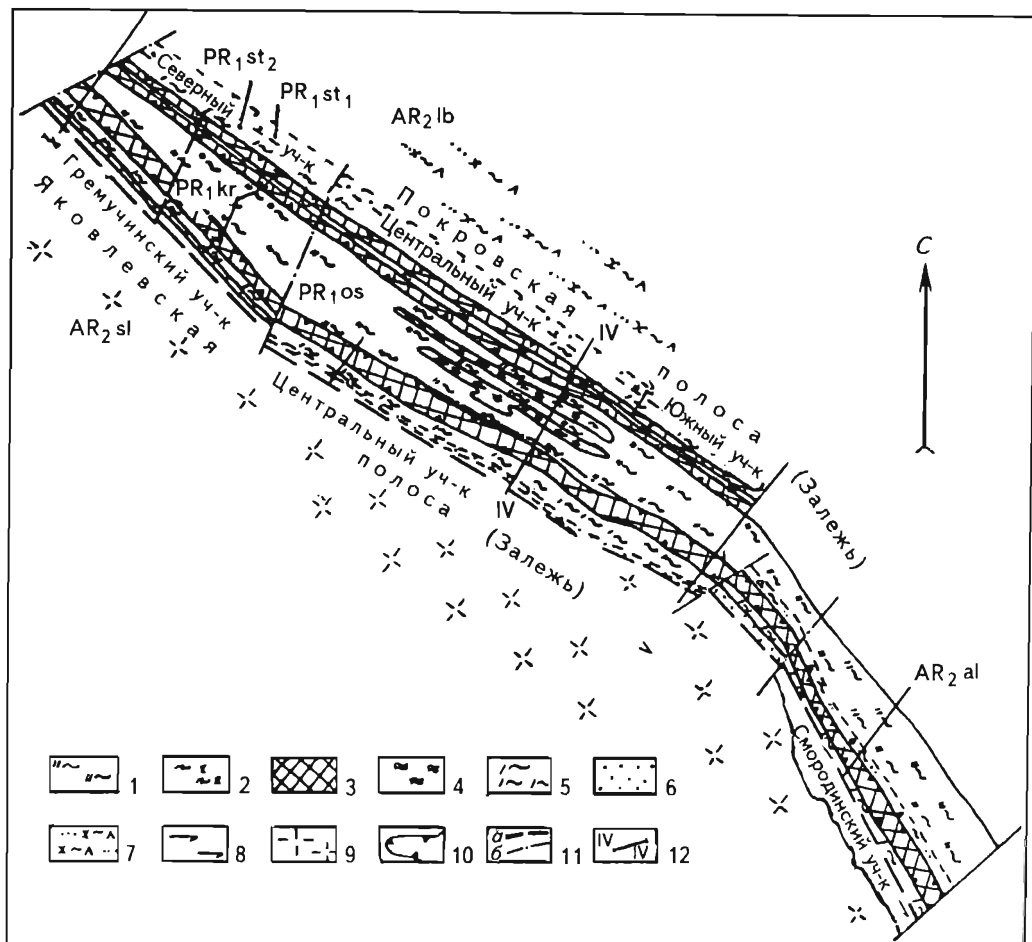


Рис. 38. Схематическая геологическая карта Яковлевского месторождения (по материалам И.И.Романова, ГГП "Центргеология")

**Протерозой:** *оскольская серия* (PR<sub>1</sub> os): 1 - сланцы углеродистые кварц-слюдистые тонкопосчатые, метапесчаники, метагравелиты, 2 - линзы сланцев серицитовых с вкрапленностью хлоритоида и гематита; *курская серия:* 3-5 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 3 - железистые кварциты магнетитовые, железослюдково-магнетитовые, силикатно-магнетитовые и богатые железные руды коры выветривания, 4 - сланцы филлитовидные, углисто-кварц-слюдяные, массивно-сливные, 5 - сланцы межрудные, филлитовидные, преимущественно хлорит-биотитовые; 6-7 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st): 6 - верхняя подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>) - сланцы слюдяные, углеродисто-кварц-слюдистые, кварц-биотит-хлоритовые, иногда метаалевролиты и метапесчаники, 7 - нижняя подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>) - метапесчаники кварцевые, метагравелиты, метаалевролиты, иногда сланцы кварц-серицитовые, редко метаконгломераты кварцевые; **архей** - *михайловская серия* (AR<sub>2</sub> mh): 8 - лебединская свита (AR<sub>2</sub> lb) - сланцы кристаллические кварц-слюдяные, кварц-хлорит-серицитовые, метапесчаники полевошпат-кварцевые, туфосланцы, туффиты, кварцевые порфиры, 9 - александровская свита (AR<sub>2</sub> al) - амфиболиты, зеленокаменные ортосланцы, 10 - позднеархейские интрузивные породы салтыковского комплекса (AR<sub>2</sub> sl) - плагиограниты микроклинотизированные; 11 - контур распространения богатых железных руд; 12 - тектонические нарушения: главные (а), второстепенные (б); 13 - линия геологического разреза

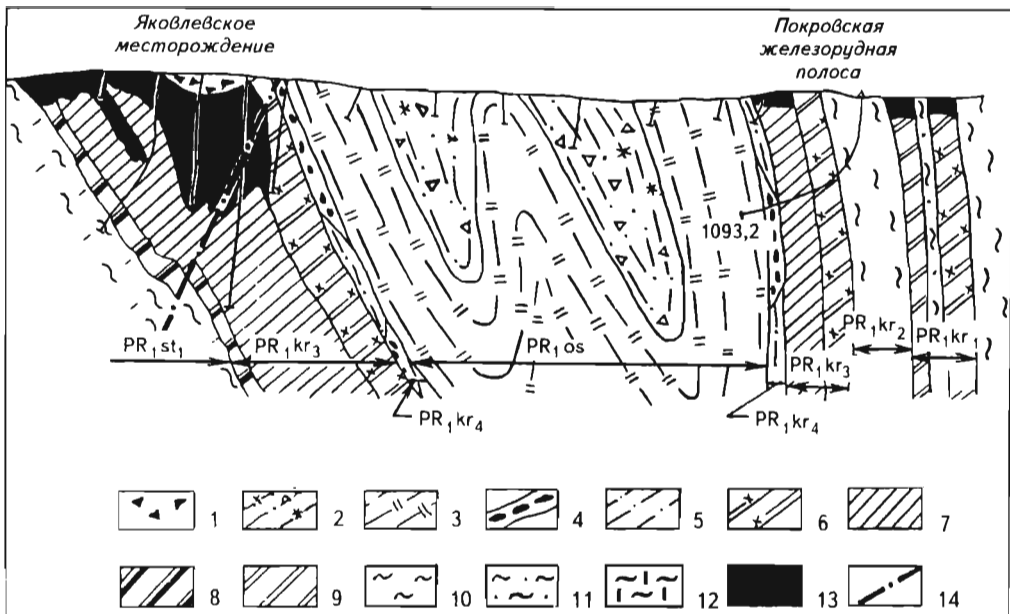


Рис. 39. Схематический геологический разрез Яковлевского месторождения по линии IV-IV (по Н.И.Голывкину и Л.М.Штерновой)

1 - руда переотложенная; *оскольская серия* (PR<sub>1</sub> os); 2 - сланец кварц-серицитовый с прослоями алевролита, с вкрапленностью магнетита и железной слюдки, 3 - сланец углеродисто-слюдистый, тонкополосчатый (ленточный), 4 - метаконгломерат; *курская серия* (PR<sub>1</sub> ks): 5-11 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 5 - сланцы слюдяные углеродистые, 6 - кварцит силикатно-магнетитовый, по контакту со сланцами малорудный, 7 - кварцит гематит-магнетитовый и магнетит-гематитовый, тонко- и среднеполосчатый, 8 - кварцит гематит-магнетитовый, грубополосчатый, 9 - кварцит магнетитовый, 10 - сланец филлитовидный углеродисто-кварц-слюдистый, массивно-сланцеватый, с вкрапленностью пирита, 11 - переслаивание филлитовидного сланца и алеврофиллита; 12 - *стойленская свита* (PR<sub>1</sub> st) - сланец углеродисто-кварц-хлорит-биотитовый, ритмичнополосчатый; 13 - богатая железная руда, остаточная; 14 - тектоническое нарушение

выступов железистых кварцитов и "языков" богатых руд, глубоко уходящих в толщу кварцитов. Наряду со сложной конфигурацией залежь имеет довольно сложное внутреннее строение, обусловленное, с одной стороны, отчетливо выраженным стратифицированным характером оруденения, с другой - вертикальной зональностью, связанной с процессами формирования коры выветривания.

Вертикальная зональность проявлена в виде наличия в рудной залежи нескольких зон (сверху вниз): карбонатизированных плотных руд мощностью от нескольких метров до 140 м; хлоритизированных уплотненных руд мощностью от нескольких метров до 40-50 м; рыхлых руд, лишенных вторичных образований (большая часть залежи); мартитизированных кварцитов (подошва залежи богатых руд).

Среди остаточных руд выделяются следующие минеральные типы: железнослюдковые и железнослюдково-мартитовые; мартит-гидрогематитовые; гидрогетит-гидрогематитовые; карбонатизированные (сидерит-железнослюдковые, сидерит-железнослюдково-мартитовые, сидерит-гидрогематит-гидрогетитовые).

*Железнослюдковые и железнослюдково-мартитовые руды* являются наиболее богатыми по содержанию железа, обладают близкими текстурами, поэтому обе разновидности богатых руд объединяют в один минеральный тип, который составляет более 50% общих запасов месторождения. Руды характеризуются тонкой полосчатостью, выраженной чередованием рыхлых порошковатых и плотных прослоек мощностью от 1-2 до 5-6 мм. В зернах мартита присутствует реликтовый магнетит. В верхней части рудных залежей по мартиту развит гидрогематит, местами мартит-гидрогематит. На нижних горизонтах залежей встречается кварц, представленный в виде тонкого пылеватого маршаллита.

*Мартит-гидрогематитовые руды* развиты на "головах" горизонтов тонкополосчатых магнетитовых и железнослюдковых кварцитов, составляют свыше 20% запасов руд и приурочены чаще к висячему боку железорудной толщи. Руды характеризуются пестрой окраской с преобладанием красного цвета, имеют полосчатую текстуру, часто за счет присутствия плотных мартитовых прослоев.

Кроме мартита и гидрогематита в рудах в виде примесей присутствуют гидрогематит, минералы глин, карбонаты, хлорит, кварц, иногда гиббсит и бемит.

*Гидрогетит-гидрогематитовые руды* образуют обычно среди мартит-гидрогематитовых разностей прерывистые прослои и пачки. Окраска руд прослойно пятнистая с чередованием прослоев красновато-бурого, кирпично-красного, желтовато-бурого и охристо-желтого цвета, часто с характерной лиловой побежалостью. Основная масса сложена землистым дисперсным гематитом и порошковатыми гидроокислами железа, представленными гетитом и гидрогематитом. В заметных количествах встречаются мартит, хлорит, глинистые и бокситовые минералы, кварц, лимонит. В рудах содержится повышенное количество глинозема.

*Карбонатизированные руды* выделяются в верхней, наиболее трещиноватой, части залежи, мощность которой обычно колеблется от 1-3 до 30-35 м. Ниже, в центральной части залежи, карбонатизированные руды встречаются в виде гнезд и пачек небольшой мощности.

Карбонатизации подвергаются в большей степени рыхлые мартитовые и железнослюдковые разновидности руд, в меньшей - гидрогетит-гидрогематитовые, что обусловлено характером их проницаемости. Карбонаты представлены преимущественно сидеритом, который выполняет прослойки или интерстиции (промежутки) между сростками мартита и железной слюдки.

Ниже зоны карбонатизированных руд выделяется зона хлоритизации, особенно отчетливо проявленная в мартит-железнослюдковых рудах, где ее мощность иногда достигает 100-120 м. Хлоритизированные руды представляют собой слабосцементированную порошковато-комковатую массу, иногда приобретают каменистый облик при развитии плотной разновидности хлорита. Сложены они тонко чередующимися слоями хлоритового и мартитового либо железнослюдкового состава.

В пределах залежей остаточных руд отмечается определенная закономерность распределения концентраций основных компонентов в профиле коры выветривания. В верхней карбонатизированной зоне содержание железа составляет 45-60% при мощности от первых метров до 20-40 м.

В центральной зоне содержание железа колеблется от 60 до 69%, мощность богатых руд - от 10-20 до 276-340 м, в среднем 83 м; максимальная их мощность тяготеет к висячему боку рудной залежи. Большая часть руд представлена рыхлыми разностями. Тело рыхлых руд прослеживается на всем протяжении разведанного участка, имея ширину в отдельных профилях от 70-80 до 400-520 м.

В переходной зоне от весьма богатых руд к окисленным кварцитам содержание железа снижается до 45-52%.

**Осадочные руды** залегают на пониженных участках поверхности остаточных руд или в обрамляющих их депрессиях. Наиболее крупное рудное тело установлено вдоль восточного склона Яковлевской полосы, где ширина залежи переотложенных руд иногда превышает 300 м при мощности от 10 до 54 м (в среднем 30 м). Рассматриваемые руды в основной своей массе представлены брекчиевыми и конгломератовыми текстурами с преобладающим размером обломков и гальки 13 см.

Осадочные руды являются достаточно прочными образованиями пестрой, преимущественно красновато-бурой и кирпично-красной окраски. Обломочная часть имеет главным образом мартитовый и мартит-железнослюдковый состав, реже встречаются гальки кварцита и филлитовидных сланцев. Цемент по составу глинисто-железистый, песчано-глинистый, в разной степени подвергшийся карбонатизации или хлоритизации. В составе цементирующей массы отмечаются гидроокислы железа, глинистые минералы, сидерит, кальцит, лептохлорит, гидрохлорит, каолинит, бемит, кварц, пирит.

Руды разведанной части Яковлевского месторождения характеризуются исключительно высоким качеством; по химическому составу (табл. 41) основная их масса отвечает требованиям мартеновского производства.

Таблица 41

**Химический состав железных руд Яковлевского месторождения**

Тип руд	Среднее содержание, %				
	Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S
Мартитовые и мартит-железнослюдковые	62,2	6,0	1,47	0,016	0,095
Мартит-гидрогематитовые и гетит-гидрогетитовые	58,9	6,0	3,55	0,036	0,052
Карбонатизированные	51,2	5,0	1,69	0,031	0,16
Переотложенные	56,2	7,0	6,41	0,038	0,092
По месторождению	60,5	5,0	2,33	0,02	0,1

Гидрогеологические и горно-технические условия эксплуатации месторождения отличаются исключительной сложностью, что обусловлено глубоким залеганием богатых руд (440-550 м) под мощной осадочной толщей, заключающей пять водоносных горизонтов с напорами до 510 м, наличием в ее составе значительного количества (около 53%) рыхлых и неустойчивых руд, а также выветрелостью сланцев лежащего и висящего боков залежи. Кроме того, освоение месторождения может быть осложнено тем, что центральная часть разведанного участка пересекается р. Ворсклой. Суммарные водопритоки в горные выработки будущего рудника оцениваются в 4000-5000 м<sup>3</sup>/ч. Основными водоносными горизонтами, от которых будет зависеть степень и характер обводнения горно-эксплуатационных выработок, являются рудно-кристаллический, нижнекаменноугольный и келловейский. Гидрогеологическими исследованиями установлена возможность проведения эффективных водопонизительных мероприятий в основных водоносных горизонтах с осушением надрудной толщи в период строительства Яковлевского рудника.

По запасам Яковлевское месторождение относится к уникальным. Запасы мартит-железнослюдковых и мартит-гидрогематитовых богатых руд утверждались ГКЗ СССР в 1958 (протокол 2501), 1961 (протокол 3287), 1977 гг. (протокол 7974) по данным геологоразведочных работ, проведенных Мингео СССР в 1954-1977 гг. Подсчет запасов выполнен в соответствии с кондициями, утвержденными Госпланом СССР.

*Минимальное содержание железа в пробе для оконтуривания балансовых запасов руд, %:*

<i>гематит-мартитовых</i>	50
<i>сидерит-мартитовых (карбонатизированных)</i>	45
<i>Потери после прокаливания, %, не менее</i>	10
<i>Минимальная мощность рудной толщи, м</i>	5

ГКЗ СССР в 1977 г. (протокол 797) утвердила разведанные запасы богатых железных руд Яковлевского месторождения (табл. 42). Около 60% этих руд относятся к рыхлым разностям, добыча которых может осуществляться методом СГД.

Таблица 42

**Характеристика запасов богатых железных руд Яковлевского месторождения**

Залежь, участок	Глубина залегания, м	Длина залежи, участка, км	Мощность, м	Запасы на 01.01.1995 г. по категориям, млн т		Среднее содержание железа, %
				A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
Яковлевская				1581,2	2877,1	
Гремученский	545	13,2	60,5	-	1157,5	59,17
Центральный	520	10,1	102,0	1581,2	-	60,58
Смородинский	532	13,3	56,0	-	1099,1	60,42
Покровская				286,4	3542,8	-
Северный	526	15,0	34,3	-	677,0	56,29
Центральный	498	9,5	53,0	286,4	353,5	59,93/57,98
Южный	481	14,0	46,0	-	752,5	58,49
Всего по месторождению				1867,6	6419,9	

В числителе - для запасов по категориям A+B+C<sub>1</sub>, в знаменателе - C<sub>2</sub>.

Яковлевское месторождение богатых железных руд подготавливается к промышленному освоению. С 1973 г. здесь строится опытный подземный рудник.

***Гостищевское месторождение***

Гостищевское месторождение богатых железных руд белгородского геолого-промышленного типа расположено в центральной части Белгородского железорудного района КМА, в 22 км к северо-востоку от г.Белгорода, в районе железнодорожной станции Гостищево.

Гостищевское месторождение открыто в 1956 г. Белгородской железорудной экспедицией по материалам магнитометрической и гравиметри-

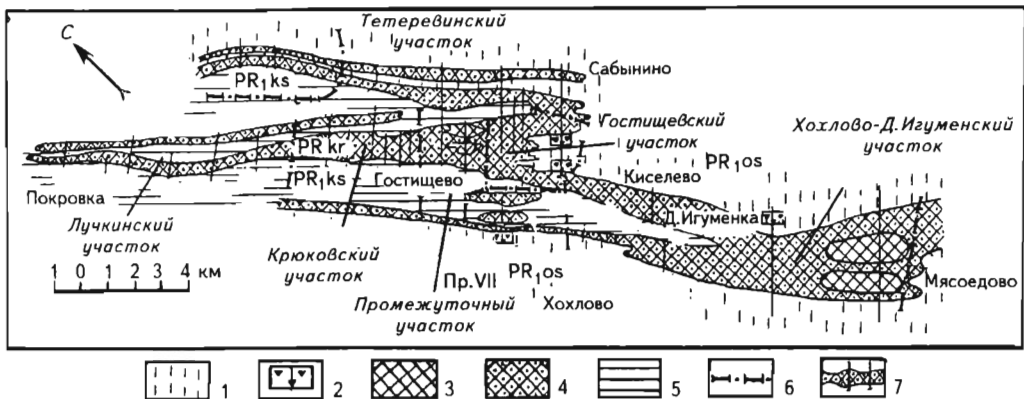


Рис. 40. Схематическая геологическая карта Гостищевского месторождения (по И.А.Русинович с добавлением авторов)

1 - оскольская серия - сланцы, кристаллические известняки, песчаники и маломощные пачки железистых кварцитов метаморфизованные в условиях зеленосланцевой фации; 2 - осадочные руды (переотложенные); 3 - курская серия, коробковская свита - железистые кварциты железнослюдково-мартитовые, мартитовые, силикатно-мартитовые; 4 - остаточные (коренные) богатые руды коры выветривания железистых кварцитов: железнослюдково-мартитовые, мартитовые, гидрогематит-мартитовые, хлорит-мартитовые, гидрогетит-гидрогематитовые; 5 - сланцы курской серии; 6 - границы разведочных участков; 7 - линии разведочных профилей

ческой съемок Курской геофизической экспедиции (В.И.Павловский, И.А.Жаворонкин, И.А.Русинович). В 1956-1960 гг. выполнены предварительная и детальная разведки (И.А.Русинович, А.А.Саар, В.Ф.Небосенко и др.) с утверждением запасов богатых железных руд ГКЗ СССР в 1961 г. Месторождение приурочено к сложному замыканию северного борта крупной Белгородской грабен-синклинали - Гостищевской синклинали, имеющей форму полосы северо-западного простирания протяженностью 34 км при ширине до 4 км.

Гостищевское месторождение является наиболее крупным среди железорудных месторождений КМА. В его пределах, имеющего длину около 10 км, мощность руд 5-369 м, площадь 12 км<sup>2</sup>, выделяются три участка (рис. 40): северный Крюковский, Промежуточный и южный Гостищевский. К Крюковскому участку с севера примыкает Лучинский участок площадью 4,5 км<sup>2</sup>, а к Гостищевскому с юго-запада - Хохлово-Дальнеигуменский площадью 29 км<sup>2</sup>, на территории которых выполнены поисковые работы с оценкой запасов категории С<sub>2</sub> [80].

В геологическом строении месторождения принимают участие два комплекса пород - древнекристаллического фундамента и осадочного чехла мощностью 380-600 м.

Кристаллический фундамент на месторождении представлен породами курской (PR<sub>1</sub> kr) и оскольской (PR<sub>1</sub> os) серий раннего протерозоя.

Курская серия представлена стойленской (PR<sub>1</sub> st) - песчаники, сланцы - и коробковской железорудной (PR<sub>1</sub> kr) - железистые кварциты и сланцы - свитами. В составе последней, как и на других месторождениях КМА, разбиты две подсвиты железистых кварцитов и две подсвиты сланцев.

В оскольской серии выделяются яковлевская (PR<sub>1</sub> ja) и белгородская (PR<sub>1</sub> bl) свиты, представленные сланцами, кристаллическими известняками



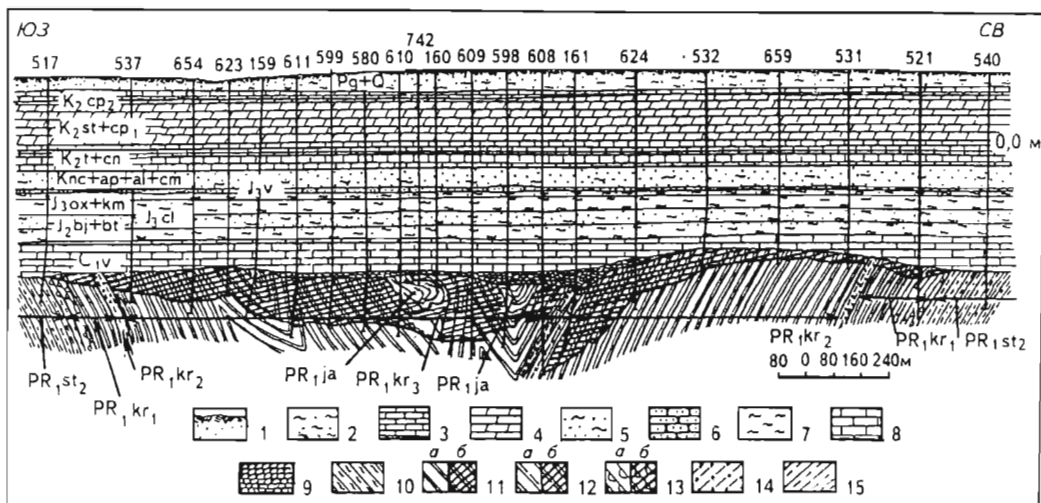


Рис. 41. Схематический геологический разрез Гоститшевского месторождения по профилю VII (По материалам Белгородской ГРЭ с добавлениями)

1 - песок; 2 - песчаная глина; 3 - мел; 4 - мергель; 5 - глинистый песок; 6 - песчаник, 7 - глина; 8 - известняк; 9 - осадочные руды; *оскольская серия* ( $PR_1 os$ ); 10 - сланцы яковлевской свиты; *курская серия* ( $PR_1 ks$ ); 11-14 - *коробковская свита* ( $PR_1 kr$ ): 11 - железнослюдково-мартиновые кварциты (а) и руды (б), 12 - мартиновые кварциты (а) и руды (б), 13 - силикатно-мартиновые кварциты (а) и гидрогематитовые руды (б), 14 - сланцы; 15 - *стойленская свита* ( $PR_1 st$ ), верхняя подсвита - сланцы

ми, песчаниками и маломощными пачками железистых кварцитов, метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации.

На породах кристаллического фундамента развита древняя (довизейская) кора выветривания площадного и линейного типов. С корой выветривания железистых кварцитов связаны богатые железные руды (рис. 41).

В составе комплекса осадочных пород принимают участие нижнекаменноугольные (известняки, сланцы и углисто-глинистые сланцы), средне- и верхнеюрские (аргиллитоподобные глины, пески, известняки), нижне- и верхнемеловые (кварцевые пески, глауконито-кварцевые глины, мел), палеогеновые (кварцевые, кварцево-глауконитовые глинистые пески), неогеновые и четвертичные (пески, аллювиальные отложения - суглинки, пески, галька) отложения средней мощностью 405 м.

Руды Гоститшевского месторождения представлены двумя генетическими типами - богатыми рудами коры выветривания железистых кварцитов (Белгородский ГПТ) и осадочными переотложенными.

*Остаточные, или коренные, руды* слагают около 95% детально разведанных запасов. Наиболее крупное рудное тело остаточных руд приурочено к юго-западному крылу Гоститшевской синклинали. Руды залегают в форме сильно вытянутой по простиранию горизонтальной залежи и почти сплошным плащом покрывают головы пластов железистых кварцитов, повторяя контур их выхода на поверхность фундамента. Ширина залежи изменяется от 300 м на северо-западе до 2,2 км на юго-востоке. Подошва рудной залежи имеет сильно извилистый характер, в связи с чем мощность рудного тела

изменяется от 5 до 369 м. Резкие изменения мощности, достигающие 200 м, наблюдаются на небольшом (до 50 м) расстоянии.

Главными минералами руд являются мартит, железная слюдка, сидерит, гидрогематит, гидрогетит, сидерит, иногда магнетит, хлориты; второстепенными - кварц, маршалит, каолинит, кальцит, гетит. В качестве примесей встречаются крокит, пирит, марказит, халькопирит, галенит.

В зависимости от наличия и количественного соотношения рудообразующих минералов выделяются следующие минералогические типы руд: мартитовые, железнослюдково-мартитовые, гидрогематит-мартитовые и глинистые гидрогетит-гидрогематитовые.

По агрегатному состоянию внутри каждого из указанных типов руд выделяются плотные (интенсивно сидеритизированные), средней плотности (слабо цементированные карбонатами, хлоритами и глинистыми минералами, гидроокислами железа) и рыхлые. По данным И.А.Русиновича [80], в подсчитанных запасах на долю рыхлых руд приходится 51%, плотных - 45% и залегающих среди них прослоев пустых пород - 4%.

Плотные руды в основном слагают верхние горизонты залежи, а слабощементированные и рыхлые их разности распространены преимущественно на средних и нижних ее горизонтах. Участки залежи с относительно небольшой мощностью чаще всего сложены плотными рудами.

*Осадочные руды* слагают более 5% от разведанных запасов месторождения. Они залегают в основании толщи осадочных пород, непосредственно в кровле остаточных руд или на сланцах коробковской и яковлевской свит. Реже эти руды отделены от них прослоями известняков или слабрудных конгломерато-брекчий. Этот тип руд покрывает незначительную часть залежи остаточных руд, образуя ряд линзовидно - перемежающихся горизонтальных залежей с неровным извилистым контуром. Мощность осадочных руд чаще не превышает 4-5 м, но иногда достигает 10 и даже 50 м.

По агрегатному состоянию осадочные руды представлены почти исключительно плотными, интенсивно сидеритизированными разностями: слабощементированные рыхлые разности составляют около 12%.

Как и для большинства месторождений богатых руд Белгородского железорудного района, богатые руды Гостищевского месторождения по химическому составу (табл. 43) характеризуются высоким качеством и вполне отвечают требованиям доменной плавки без обогащения. При этом для 62% разведанных запасов категорий В+С<sub>1</sub> (содержание железа более 60%) после окускования рыхлых разностей в рудах последние также могут использоваться в мартеновском производстве.

Таблица 43  
Химический состав руд Гостищевского месторождения

Тип руд	Среднее содержание, %				
	Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P
<i>Остаточные</i>					
Железнослюдково-мартитовые, мартитовые	64,5	2,7	1,9	0,08	0,032
Гидрогематит-мартитовые, хлорит-мартитовые, гидрогетит-гидрогематитовые	55,8	6,5	5,3	0,09	0,068
<i>Осадочные</i>	55,7	7,4	5,4	0,04	0,096

В процессе поисково-разведочных работ на Гостищевском месторождении выявлены залежи бокситов двух генетических типов - остаточные и осадочные. Залежи первого типа руд мощностью до 10 м приурочены к верхним горизонтам древней коры выветривания алюмосиликатных сланцев курской и оскольской серий. Содержание в

бокситов  $Al_2O_3$  - 26,8-44,6%,  $SiO_2$  - 2,8-13,1% и п.п.п. - 9,4-24,2%. Кремневый модуль изменяется от 3,4 до 11,2.

Осадочные бокситы встречены в виде горизонтальных линз мощностью до 8 м, отделенных от сланцев кристаллической толщи прослоями безрудных брекчий, глин и других пород. Содержание в них  $Al_2O_3$  изменяется в пределах 26,6-39,0%,  $SiO_2$  - 6,5-20,8%, п.п.п. - 17,1-20,7%, кремневый модуль - 1,3-4,1.

Запасы бокситов не получили количественной, качественной и промышленной оценки.

Месторождение находится в очень сложных гидрогеологических и инженерно-геологических условиях. Добыча руд на месторождении подземным способом осложняется наличием шести водоносных горизонтов в осадочной толще и одного - в рудно-кристаллической.

Согласно расчетам при осушении месторождения общие водопритоки к дренажному устройству отдельных рудников не будут превышать 6600-7450 м<sup>3</sup>/ч. По мере расширения шахтных полей с подработкой придолинных участков водоприток в рудники будет увеличиваться и может достигнуть 17000 м<sup>3</sup>/ч.

Для подсчета балансовых запасов железных руд были приняты следующие параметры кондиций.

<i>Бортовое содержание железа в пробе, %</i>	50
<i>То же при наличии летучих компонентов выше 10%, %</i>	45
<i>Минимальная мощность рудных тел, включаемых в подсчет запасов, м</i>	10

Запасы богатых железных руд Гостищевского месторождения утверждены ГКЗ СССР (протокол 3287) в 1961 г. (табл. 44).

Таблица 44

**Характеристика запасов богатых железных руд Гостищевского месторождения**

Категории запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %					
		Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	П.п.п.	S	P
В	497,1	62,3	3,6	3,0	3,7	0,078	0,036
C <sub>1</sub>	2096,9	61,4	3,9	2,8	4,3	0,079	0,038
В+C <sub>1</sub>	2594,0	61,6	3,9	2,9	4,1	0,079	0,038
C <sub>2</sub>	7833,6	62,3	3,6	2,5	3,6	0,117	0,034
В+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	10427,6	62,2	3,6	2,6	3,7	0,108	0,034

Месторождение подготовлено к эксплуатации и находится в резерве.

### **Висловское месторождение**

Висловское месторождение богатых железных руд расположено в юго-западной части Белгородского железорудного района, на севере оно непосредственно граничит с подготовленным к освоению Яковлевским железорудным месторождением, южная часть находится под г.Белгородом.

Геологоразведочными работами 1963-1972 гг. залежи железных руд были вскрыты попутно в процессе разведки залежей бокситов. В 1972-1974 гг. на месторождении проводились специальные поисково-оценочные работы, в 1976-1977 гг. проведена предварительная разведка железных руд на площадях, примыкающих к разведанным залежам бокситов.

Важный вклад в изучение геологии месторождения внесли геологи Белгородской ГРЭ Н.И.Голибкин, И.И.Романов, М.Г.Самохвалов, В.Н.Клець, В.Н.Лазаренко и др.

В геологическом строении Висловского месторождения принимают участие два комплекса пород: кристаллические образования архей-протерозойского возраста, слагающие докембрийский фундамент, и перекрывающая осадочная толща мощностью от 502 до 725 м (рис. 42, 43).

В составе кристаллического фундамента резко преобладают нижнепротерозойские осадочно-метаморфические образования курской и оскольской серий, распространяющиеся в виде полос северо-западного простирания (метапесчаники, алевриты, сланцы, железистые кварциты).

На породах кристаллического фундамента почти повсеместно развита кора выветривания, с которой связано образование богатых железных руд и бокситов. На "головах" пластов железистых кварцитов залегают железные руды, а перемежающихся с ними сланцев - бокситы.

В пределах месторождения предварительная разведка проведена на Висловском и Белгородском участках, по которым подсчитаны запасы богатых железных руд.

Залежи богатых железных руд Висловского месторождения являются по существу, южным продолжением Яковлевской железорудной полосы. Их протяженность на Висловском участке до 15 км, на Белгородском - до 3 км. Ширина рудных залежей от 350 до 1950 м, мощность от 6 до 225 м.

Среди богатых железных руд выделяются два генетических типа: аллювиальные (коренные) до 98,5% всех запасов и осадочные (переотложенные) до 1,5%. Мощность залежей железных руд колеблется на Висловском участке в пределах 8-225 м и на Белгородском - 6-97 м.

Основными рудными минералами являются мартит, железная слюдка, дисперсный гематит, гидрогематит и сидерит; нерудными - кварц, хлорит, кальцит, бемит и гиббсит.

Железные руды характеризуются относительно высоким содержанием железа ( $Fe_{\text{общ}}$  - 60,2-60,9%), низким содержанием кремнезема (4,09-7,44%), глинозема (2,05-2,44%), относительно низким содержанием серы (0,1-0,15%) и фосфора (0,12-0,16%).

В зависимости от состава исходных железистых кварцитов среди богатых железных руд Висловского месторождения по минеральному составу выделяются следующие типы: мартитовые и железнослюдково-мартитовые (51,7%), гидрогематит-мартитовые и мартит-гидрогематитовые (33,2%), гетитовые, гидрогетитовые (11,8%).

Верхняя часть рудной залежи представлена плотными карбонатизированными рудами (30%), а средняя и нижняя - рыхлыми.

Кровлей богатых железных руд являются горные породы различных горизонтов нижнекаменноугольных отложений, реже - переотложенные продукты коры выветривания; подстилаются железные руды окисленными железистыми кварцитами. Верхняя граница обусловлена эрозионно-денудационным характером поверхности рудно-кристаллического фундамента, подолва характеризуется сложной конфигурацией нижней части коры выветривания.

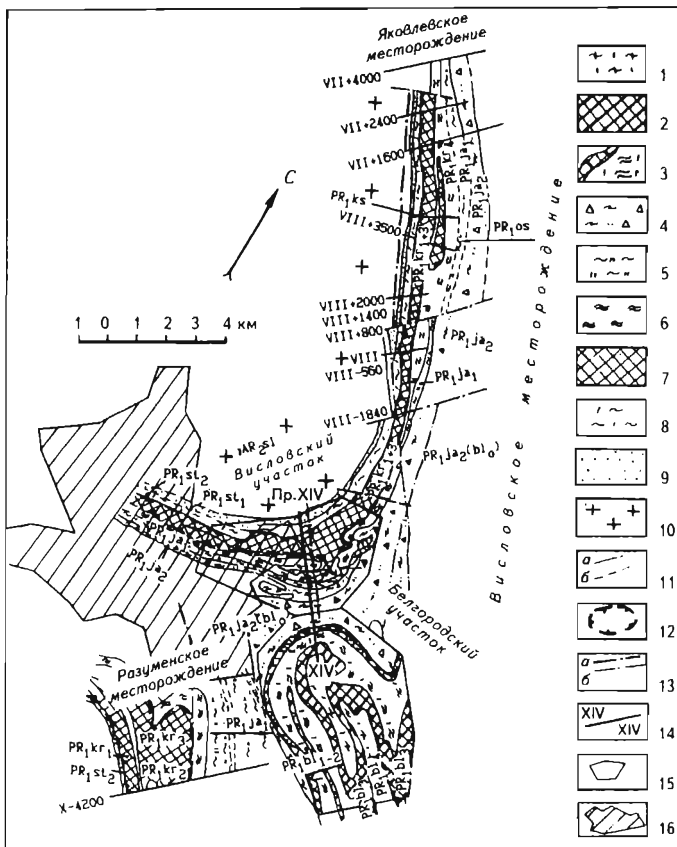


Рис. 42. Схематическая геологическая карта Висловского месторождения (по И.И.Романову, Н.А.Соколову, Л.М.Штерновой)

**Нижний протерозой: оскольская серия (PR<sub>1</sub> os):** 1-3 - белгородская свита (PR<sub>1</sub> bl): 1 - верхняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> bl<sub>4</sub>) - микросланцы, преимущественно волнистослоистые, метаалеврофиллиты и метаалевролиты серицитовые с вкрапленностью магнетита, 2 - верхняя железзурорудная подсвита (PR<sub>1</sub> bl<sub>3</sub>) - железистые кварциты преимущественно железнослюдковые, железнослюдково-магнетитовые, богатые железные руды, 3 - толща переслаивания углеродисто-слюдистых микросланцев с линзовидно-выклинивающимися пластами железистых кварцитов; 4-5 - яковлевская свита (PR<sub>1</sub> ja): 4 - верхняя подсвита - толща переслаивания кварц-серицитовых сланцев нередко карбонатсодержащих, метапесчаников с вкрапленностью магнетита, железной слюдки, кристаллических доломитов, метаконгломератов, 5 - нижняя подсвита (PR<sub>1</sub> ja<sub>1</sub>) - углеродистые, серицитовые сланцы, метапесчаники с вкрапленностью магнетита и железной слюдки, прослой метаконгломератов, железистые кварциты от безрудных до магнетит-железнослюдковых разностей; **курская серия (PR<sub>1</sub> ks):** 6-7 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 6 - верхняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>4</sub>) - углеродистые микросланцы, прослой безрудных силикатных кварцитов, 7 - верхняя и нижняя железзурорудные и нижняя сланцевая подсвиты PR<sub>1</sub> kr<sub>1-3</sub> - железнослюдково-магнетитовые и магнетит-железнослюдковые железистые кварциты, богатые железные руды, углеродистые сланцы; 8-9 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st): 8 - верхняя подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>) - сланцы углеродистые двуслюдяные, иногда косослоистые, 9 - нижняя подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>) - метапесчаники, кварцито-песчаники; **интрузивные образования:** 10 - Салтыковский комплекс (УА<sub>2</sub> sl) - плагиограниты, кварцевые диориты, гранодиориты; 11 - геологические границы установленные (а), предполагаемые (б); 12 - контур развития богатых железных руд; 13 - разрывные нарушения: установленные (а), предполагаемые (б); 14 - линия разведочного профиля; 15 - границы участков; 16 - территория г.Белгорода

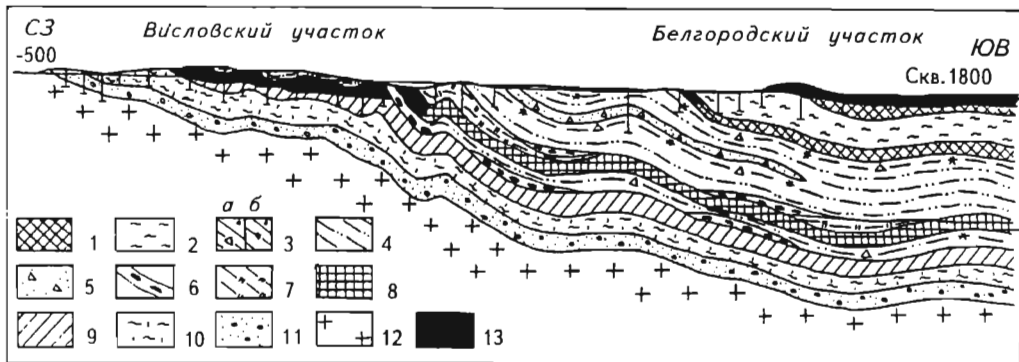


Рис. 43. Схематический геологический разрез Вислового месторождения по профилю XIV (по Л.М.Штерновой)

**Протерозой:** *оскольская серия* (PR<sub>1</sub> os): 1 - железистый кварцит белгородской свиты (PR<sub>1</sub> bl), 2 - сланец филлитовидный углисто-кварц-сланцевый, преимущественно массивно-сланцеватый, реже тонкополосчатый, 3 - сланец серицитовый с вкрапленностью магнетита (а), железной слюдки (б), 4 - алеврофиллит, алевролит, мраморизованный доломитизированный известняк, 5 - метапесчаник слюдисто-кварцевый с магнетитом, 6 - метакогломерат, 7 - сланец филлитовидный углисто-кварц-сланцевый, тонкополосчатый, 8 - железистый кварцит яковлевской свиты (PR<sub>1</sub> ja); *курская серия* (PR<sub>1</sub> ks): 9 - железистый кварцит коробковской свиты (R<sub>1</sub> kg), 10 - сланец углисто-кварц-хлорит-биотитовый и углисто-кварц-биотит-серицитовый с прослоями алеврофиллита, часто ритмично-слоистый (верхняя подсвита стойленской свиты, PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>), 11 - метапесчаник от мелкозернистого до гравелитистого (нижняя подсвита стойленской свиты, PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>); **архей:** 12 - плагиогранит (УАR<sub>2</sub>); 13 - богатая железная руда коры выветривания (посткембрийская)

Железистые кварциты резко преобладают в разрезе коробковской свиты курской серии, а также слагают значительную часть разреза белгородской свиты оскольской серии. В составе яковлевской свиты оскольской серии они имеют подчиненное значение.

Среди железистых кварцитов по минеральному составу выделяются магнетитовые, железносланцевые-магнетитовые, силикатно-магнетитовые и карбонатные типы.

В составе стойленской свиты курской серии, яковлевской и белгородской свит оскольской серии преобладают филлитовидные сланцы и алеврофиллиты; в составе пород коробковской свиты курской серии они занимают подчиненное значение. По минералогическому составу среди них выделяются кварцито-сланцы, углисто-кварцево-сланцевые, кварц-карбонат-сланцевые разнополосчатые сланцы. Углисто-кварц-сланцевые сланцы являются наиболее благоприятным субстратом для образования бокситов.

Бокситы примыкают к залежам богатых железных руд. Они образуют пластообразные залежи протяженностью от 1-7 км при ширине от 10 до 1000 м и мощностью от 2 до 53 м (средняя мощность - 8 м).

Среди бокситов месторождения выделяются два генетических типа: элювиальные, составляющие основную массу запасов (97%), представленные бемитовыми и гиббситовыми разностями, и осадочные.

Глинозем связан с бемитом (56%), гиббситом (20%), шамозитом (20%) и каолином (около 4%). Содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в бокситах от 37 до 76,2%.

По среднему химическому составу бокситы относятся к карбонатным, малосернистым, высокожелезистым (содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 5,2 до 6,3%, FeO

от 15 до 16,2%), маловлажным. Бокситы содержат титан, галлий, ванадий, литий, скандий, хром и по своему среднему химическому составу отвечают марке Б-3 (ГОСТ 972-74). Минералого-технологические исследования бокситовых руд проведены институтом ВАМИ.

Осадочная толща сложена карбонатными и песчано-глинистыми породами каменноугольной и юрской систем, песками, мелями и мергелями меловой системы, песками и глинами палеогена и суглинками четвертичных отложений.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия месторождения являются весьма сложными. Основными водоносными комплексами на месторождении являются каменноугольный, киммеридж-оксфордский, бат-байосский и сантон-коньякский, имеющие региональные водоупоры. Возможные водопритоки подземных вод в горные выработки на период строительства рудника определяются величинами в 8-9 тыс. м<sup>3</sup>/ч, на период эксплуатации - 5,2-6 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Отоработка месторождения возможна с предварительным осушением, которое намечено осуществлять поверхностными и подземными дренажными скважинами и горными выработками. Из девяти водоносных горизонтов, содержащихся в толще осадочных пород, шесть являются напорными (до 500-700 м). При эксплуатации месторождения из серии водоносных горизонтов, приуроченных к породам кровли, осушению подлежат лишь надрудные известняки, а остальные горизонты кровли должны быть сохранены для целей водоснабжения г.Белгорода и прилегающих населенных пунктов. В этих условиях вскрытие месторождения возможно только с применением специальных методов (замораживания), а разработка - с применением твердеющей закладки всего выработанного пространства.

Предварительная разведка залежей железных руд за пределами распространения бокситов специально не проводилась - участки эти изучены попутно при осуществлении поисковых работ на бокситы, вследствие чего структурные особенности месторождения и морфология рудных залежей выяснены лишь в общих чертах.

По результатам предварительной разведки институтом "Центргипроруда" в 1977 г. выполнено ТЭО отработки богатых железных руд в двух вариантах: совместная отработка бокситов и богатых железных руд и самостоятельная отработка богатых железных руд (табл. 45).

Таблица 45

**Основные технико-экономические показатели отработки Висловского месторождения**

Показатели	Совместная отработка бокситов и богатых железных руд	Самостоятельная отработка богатых железных руд
1	2	3
Геологические запасы, млн т	3331,7	
В том числе по категориям:		
С <sub>1</sub>	494,4	
С <sub>2</sub>	2837,3	
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	60,26	
Извлекаемые запасы на I, II шахтных комплексах, предназначенных к первоочередной отработке, млн т	1300	1300

1	2	3
Содержание Fe <sub>общ</sub> в товарной руде, %	59,55	59,55
Производительность предприятия по товарным железным рудам, млн т	24,22	31,0-31,9
Капитальные вложения, млн р.	1772	1830
В том числе в промышленное строительство	1697	1750
Эксплуатационные затраты:		
на 1 т железных руд, р.	7,08	7,05
годовые, млн р.	171,48	220,0
Оптовая цена 1 т железных руд, р.	10,14	10,14
Годовой выпуск товарной продукции, млн р.	246,0	315,0
Прибыль годовая, млн р.	82,0	95,0
Срок окупаемости, лет	23	17
Рентабельность, %	5,0	5,7

По результатам рассмотрения ТЭО ГКЗ СССР утвердила (протокол 1123-вк от 24.05.1977 г.) параметры временных кондиций.

*Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе при п.п.п. не менее 10%, %:*

<i>в мартитовых рудах</i>	50
<i>в сидерит-мартитовых, сидерит-железнослюдково-мартитовых, сидерит-гидрогематитовых рудах</i>	45
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	53
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	10

Технико-экономическое обоснование постоянных кондиций для подсчета запасов бокситов разработано институтом "Гипроникель".

ГКЗ СССР 16.12.1977 г. (протокол 7974) утвердила запасы богатых гематит-мартитовых руд по Висловскому и Белгородскому участкам (табл. 46).

Таблица 46

**Характеристика запасов богатых гематит-мартитовых руд  
Висловского месторождения**

Участок	Категория запасов	Запасы руды, млн т		Среднее содержание, %	
		сырой	сухой	Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6
Висловский	C <sub>1</sub>	1078	1024	60,4	4,2
		688	654	59,8	4,8
	C <sub>2</sub>	1929	1832	60,7	3,8
		718	682	59,5	4,5



1	2	3	4	5	6
Белгородский	С <sub>1</sub>	375	356	61,7	3,6
		<u>375</u>	<u>356</u>	<u>61,7</u>	<u>3,6</u>
	С <sub>2</sub>	571	543	61,3	4,0
		<u>106</u>	<u>101</u>	<u>62,1</u>	<u>3,2</u>
Всего по месторождению	С <sub>1</sub>	1453	1380	60,7	4,0
		<u>1063</u>	<u>1010</u>	<u>60,5</u>	<u>4,4</u>
	С <sub>2</sub>	2500	2375	60,8	3,9
		<u>824</u>	<u>783</u>	<u>59,9</u>	<u>4,4</u>

*Примечание.* В числителе - всего, в знаменателе - в том числе в контурах шахтных комплексов (I+II) первоочередной отработки.

Кроме железных руд на месторождении ГКЗ СССР утвердила запасы бокситов.

### *Мелихово-Шебекинское месторождение*

Мелихово-Шебекинское месторождение богатых железных руд (площадь более 30 км<sup>2</sup>), выявленное в 1957 г. Белгородской железорудной экспедицией при проведении поисковых работ в южной части Белгородского железорудного района, расположено в 15 км к ЮВ от г.Белгорода и примыкает к южному флангу Гостищевского месторождения [80]. Граница между названными месторождениями проводится по линии сброса, фиксируемого по геофизическим данным.

В структурном отношении месторождение приурочено к восточному крылу Покровско-Гостищевского антиклинала, осложняющего центральную часть Белгородского синклиория. Ядро этого антиклинала сложено гнейсами и мигматитами обоянской серии, крылья - породами курской серии. К восточному крылу его приурочены полосы железистых кварцитов Мелихово-Шебекинского месторождения.

Поисковыми работами установлено, что на месторождении под осадочную толщу выходят три полосы железистых кварцитов шириной от 200-250 до 500 м (рис. 44, 45), относящиеся к коробковской свите (PR<sub>1</sub> kr). Две западные полосы расположены на расстоянии от 200 до 300 м друг от друга и прослеживаются на большей части месторождения; в северной части расстояние между ними увеличивается до 500-700 м. Восточная полоса в южной части месторождения на протяжении 5 км прослеживается в 100-200 м от средней полосы, но далее к северу она постепенно отклоняется от простираения западных полос до 1,5 км. Полосы железистых кварцитов разделены филлитовыми сланцами. Сланцы темные, почти черные, полосчатые (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>). К востоку от восточной полосы кварцитов были встречены мраморизованные известняки.

В геологическом строении месторождения участвуют породы курской и оскольской серий. Курская серия представлена метапесчаниками и слюдяными сланцами стойленской свиты, железнослюдково-магнетитовыми, магнетитовыми и силикатно-магнетитовыми кварцитами, а также кварц-слюдяными, углисто-кварц-слюдяными, филлитовидными сланцами и алеврофиллитами коробковской свиты. Оскольская серия сложена углисто-слюдяными, кварц-серицитовыми, кварц-карбонат-слюдяными сланцами, песчаниками, тонкими прослоями железистых кварцитов и кристаллических

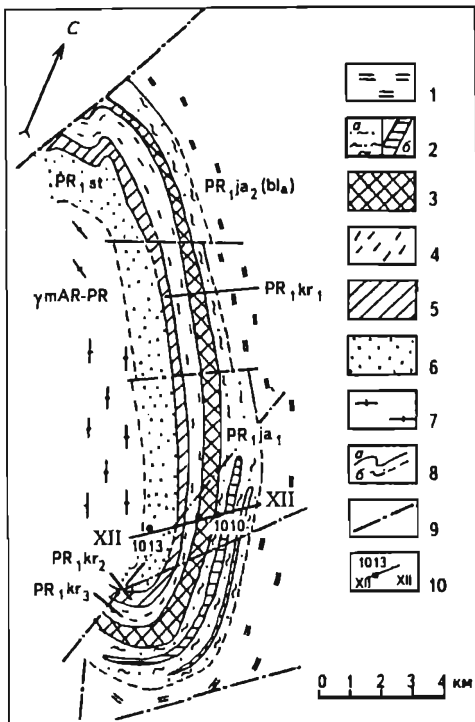


Рис. 44. Схематическая геологическая карта Мелихово-Шебекинского месторождения (по И.И.Романову)

**Протерозой:** *оскольская серия* (PR<sub>1</sub> os): 1-2 - яковлевская свита (PR<sub>1</sub> ja): 1 - верхняя подсвита (PR<sub>1</sub> ja<sub>2</sub> (bl<sub>o</sub>)) - толща переслаивания микросланцев кварц-серицитовых, нередко карбонатсодержащих метаалеврофиллитов, метаалевролитов, метапесчаников, 2 - нижняя подсвита (PR<sub>1</sub> ja<sub>2</sub>) - сланцы углеродистые, тонкополосчатые (ленточные), сланцы серицитовые, метаалеврофиллитовые, метаалевролиты (а), линзовидные прослои железистых кварцитов от безрудных до магнетит-железнослюдковых и железистых сланцев (б); *курская серия* (PR<sub>1</sub> ks): 3-5 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 3 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) - железистые кварциты железнослюдково-магнетитовые и магнетит-железнослюдковые, магнетитовые и силикатно-магнетитовые кварциты, богатые железные руды, 4 - нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) - углеродистые микросланцы массивносланцеватые и тонкополосчатые, 5 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) - железистые кварциты магнетитовые, железнослюдково-магнетитовые, силикатно-магнетитовые, богатые железные руды, 6 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st) - микросланцы углеродистые двуслюдяные, ритмичнослоистые, аркозовые песчаники; **архей:** 7 - метаморфогенные образования - гранитогнейсы, мигматиты; 8 - геологические границы установленные (а), предполагаемые (б); 9 - тектонические нарушения; 10 - линия геологического разреза

известняков, которые развиты по восточному флангу месторождения. К западу от месторождения на поверхность докембрийского фундамента, в ядре антиклинали, выходят породы архейского возраста, имеющие здесь небольшое распространение.

На породах докембрийского комплекса развиты древние коры выветривания. С корами выветривания железистых кварцитов связаны залежи богатых железных руд, а сланцев - бокситы.

Рудные залежи и вмещающие их докембрийские породы на месторождении перекрыты толщей палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений общей мощностью от 540 до 664 м.

Песчано-глинистые отложения палеогена и мел кампанского яруса сохранились лишь на водоразделах с абсолютными отметками соответственно выше 180-185 и 125-130 м.

Мощность каменноугольных отложений, являющихся непосредственной кровлей рудных залежей, от 70-80 м в центральной части до 165-170 м на южной и восточной окраинах месторождения.

На месторождении выявлены три крупных и ряд мелких залежей остаточных богатых железных руд, приуроченных к выходам пластов железистых кварцитов, разобщенных сланцами (табл. 47). Первая залежь протяженностью 20 км освещена профилями скважин. Остальные две залежи охарактеризованы несколькими профилями с весьма редким расположением скважин. Выполненные буровые работы дают лишь общие, ориентировочные сведения о мощности и площади вскрытых залежей. Представление же о месторождении базируется в основном на геофизических данных.

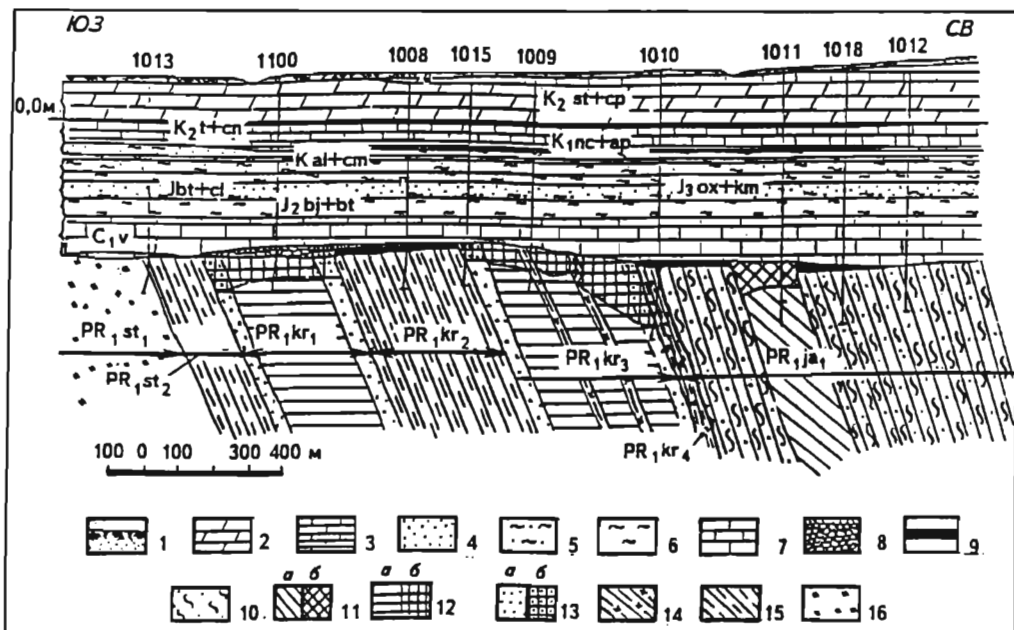


Рис. 45. Схематический геологический разрез Мелихово-Шебекинского месторождения по разведочной линии XII-XII (по С.И.Чайкину)

1 - почвенно-растительный слой и суглинок; 2 - мергель; 3 - мел; 4 - песок; 5 - глина песчаная; 6 - глина; 7 - известняк; 8 - руда переотложенная (осадочная); 9 - боксит элювиальный; *оскольская серия*: 10-11 - яковлевская свита (PR<sub>1</sub> ja): 10 - сланцы серицитовые углеродистые, метаалевролиты, 11 - железистые кварциты (а) и приуроченные к ним богатые руды (б); *курская серия*: 12-14 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 12 - магнетитовые, железнослюдково-магнетитовые кварциты (а) и приуроченные к ним богатые руды (б), 13 - силикатно-магнетитовые кварциты (а) и приуроченные к ним богатые гидрогематит-гетит-мартитовые руды (б), 14 - гидрогематитизированные филлитовые сланцы; 15-16 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st): 15 - филлитовые сланцы (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>), 16 - аркозовые песчаники

Таблица 47  
Основные параметры рудных залежей  
Мелихово-Шебекинского месторождения

Показатели	Залежь		
	I	II	III
Размеры залежи, м:			
длина	20400	14050	6500
ширина	250	465	350
Средняя мощность, м	75	70	65
Запасы категории С <sub>2</sub> , млн т	1260,0	915,0	225,0

Залежи месторождения сложены преимущественно остаточными и в подчиненном объеме (5-10%) осадочными (переотложенными) рудами.

Остаточные руды представлены главным образом мартитовыми и железнослюдково-мартитовыми, в значительно меньшем объеме гидрогематит-мартитовыми и гидрогематит-гетитовыми разновидностями. Прослой пустых пород содержатся в небольшом количестве.

Осадочные руды (брекчиевидные, конгломератовые) залегают в основном на коренных рудах в виде разрозненных небольших линзовидных тел. Мощность их местами достигает 26 м. Они также залегают и на вмещающих породах, где имеют весьма ограниченное распространение и небольшую мощность (2-3 м).

Плотные карбонатизированные руды несколько преобладают над рыхлыми, они распространены преимущественно в верхних горизонтах залежей.

По химическому и минеральному составу богатые железные руды близки к рудам Яковлевского и Гостищевского месторождений. Среднее содержание железа в них составляет 59,9%. Пределы колебаний основных компонентов в рудах, %: железа - 55-64, кремнезема - 4-8,3, глинозема - 2,3-4,8, серы - 0,036-0,18, фосфора - 0,037-0,04, п.п.п. - 1,4-4,4.

На месторождении вскрыты бокситы, представленные шамозит-бемитовым типом, каменистые; химический состав их характеризуется содержанием железа - 14,1%, кремнезема - 12,7%, глинозема - 53,04%.

В обводнении месторождения участвуют пять основных водоносных горизонтов: маастрихт-сантонский, сеноман-альбский, келловей-батский, каменноугольный, протерозойский. Напоры подземных вод над кровлей рудных залежей достигают 6,0 МПа.

Инженерно-геологические условия месторождения характеризуются высокой устойчивостью пород кровли рудных залежей, представленных известняками карбона мощностью до 80-180 м. Скальные крепкие руды распространены большей частью вблизи кровли рудных залежей, тогда как рыхлые руды преобладают в ее нижней части.

Мелихово-Шебекинское месторождение не намечается к освоению. Запасы его оценены по категории С<sub>2</sub> в количестве 2400 млн т при среднем содержании железа в богатых железослюдково-маритовых рудах 59,9%.

### *Больше-Троицкое месторождение*

Больше-Троицкое месторождение богатых железных руд (включая Шемраевский участок) находится в восточной части Белгородского железорудного района в 50 км к востоку от г.Белгорода и в 35 км северо-восточнее станции Шебекино [80].

Корочанско-Большетроицкая магнитная аномалия выявлена в 1947-1948 гг. в результате проведения аэромагнитной съемки масштаба 1:200000 Западно-Русской аэромагнитной экспедицией. В 1956 г. Курской геофизической экспедицией (И.А.Жаворонкин, В.В.Копаев, В.И.Павловский) на рассматриваемой территории были выполнены наземные вариометрическая и магнитная съемки. На составленных картах масштаба 1:50000 Корочанско-Большетроицкая железорудная полоса четко отражается в магнитном поле в виде линейно вытянутой аномалии средней интенсивности (10-15 тыс.гамм). Относительная интенсивность гравитационного поля достигает 10-20 мГл. В плане гравимагнитная аномалия имеет дугообразную форму, обращенную выпуклостью к востоку. Протяженность аномалии составляет 35 км.

Поисковые работы с целью заверки гравимагнитных аномалий и оценки залежи богатых железных руд, проведенные Белгородской ГРЭ в 1960-1964 гг. (Н.И.Визирякин, В.Н.Клекль, М.Н.Сахарова, О.Т.Раппопорт), установили в контурах аномалии на месторождении две залежи богатых железных руд - Больше-Троицкую и Шемраевскую.

В 1985-1989 гг. на Корочанско-Большетроицко-Мухинской площади проведены поиски бокситов. Выявлено четыре залежи бокситов низкого качества, оценены ресурсы железо-алюминиевого сырья и богатых железных руд.

В 1991-1994 гг. Белгородской ГРЭ выполнена предварительная разведка Шемраевской залежи.

В структурном отношении месторождение приурочено к Корочанско-Большетроицкой синклинали, простираение которой здесь резко меняется с юго-восточного на юго-западное, а сама структура осложнена складками более высоких порядков (рис. 46, 47). Синклинальная структура с северо-запада ограничивается крупным разломом типа сбросо-надвига [80].

В геологическом строении месторождения (по данным В.Н.Клекля, И.И.Романова и др.) принимают участие породы михайловской и курской серий.

Михайловская серия ( $AR_2 mh$ ) сложена амфиболитами и сланцами различного состава с маломощными (2-40 м) прослоями метапесчаников. Породы серии картируются на периферии месторождения.

Курская серия ( $PR_1 ks$ ) представлена породами стойленской и коробковской свит. Породы стойленской свиты ( $PR_1 st$ ) окаймляют железорудную полосу и представлены метапесчаниками, метаалевролитами, алеврофиллитами, кварц-мусковитовыми, кварц-биотит-мусковитовыми и кварц-серицитовыми сланцами с углистым веществом мощностью от первых до 200 м.

Коробковская свита ( $PR_1 kr$ ) представлена тремя подсвитами: нижней сланцево-железородной, средней сланцевой и верхней железородной. Нижняя сланцево-железородная подсвита ( $PR_1 kr_1$ ) в северной части месторождения сложена силикат-магнетитовыми и магнетитовыми кварцитами мощностью 60-80 м, и в ней выделяются нижний - железисто-сланцевый и верхний - железородный горизонты.

Средняя сланцевая подсвита ( $PR_1 kr_2$ ) характеризуется мощностью от 25 до 40 м и представлена амфибол-биотит-хлоритовыми, биотит-хлоритовыми и кварц-серицитовыми сланцами с прослоями оруденелых их разновидностей.

Верхняя железородная подсвита ( $PR_1 kr_3$ ) сложена магнетитовыми и железослюдково-магнетитовыми кварцитами с подчиненным количеством силикатных разновидностей кварцитов и сланцев.

На породах докембрия повсеместно развита площадно-линейная кора выветривания мощностью до 500 м с образованием богатых железных руд по железистым кварцитам и бокситов по высокоглиноземистым сланцам.

Осадочный комплекс на Больше-Троицком месторождении имеет мощность от 389 м на северо-востоке до 531 м на юго-западе. Средняя глубина залегания железородной залежи 495 м. Превышение абсолютных отметок кровли богатых железных руд над выровненной поверхностью сланцев составляет 20-100 м, в связи с чем сокращается (вплоть до выклинивания) прежде всего мощность перекрывающих нижнекаменноугольных отложений. Средняя мощность последних составляет 64 м, средне- и верхнеюрских образований - 138, меловых - 242, палеогеновых - 22, четвертичных - 8 м.

Мел кампанского яруса и палеогеновые отложения сохранились лишь на водоразделе, где их мощность достигает 28 и 35 м соответственно.

*Больше-Троицкая залежь* богатых железных руд прослежена на 12,8 км при ширине от 600 до 3000 м и мощностью от 2,4 до 174 м, в среднем 56,6 м. Площадь залежи, изученной скважинами, составляет 10,9 км<sup>2</sup>. Отмечается

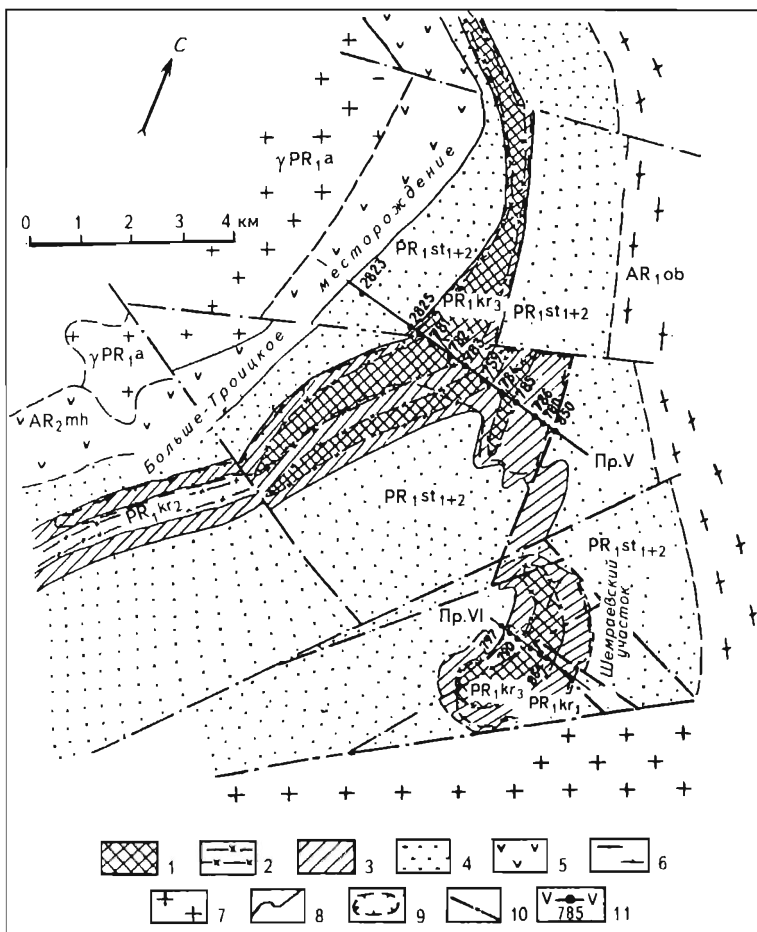


Рис. 46. Схематическая геологическая карта Больше-Троицкого месторождения (По материалам Белгородской ГРЭ)

**Нижний протерозой:** курская серия (PR<sub>1</sub> ks): 1-3 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 1 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) - кварциты магнетитовые, железослюдково-магнетитовые средне-, тонкополосчатые, 2 - средняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) - сланцы амфибол-биотит-хлоритовые, кварц-биотит-серицитовые, кварц-серицитовые, кварц-плагиоклаз-хлорит-серицитовые, карбонат-кварц-слюдяные с прослоями железистых кварцитов, 3 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) - кварциты магнетитовые, силикатно-магнетитовые, карбонат-магнетитовые с прослоями сланцев; 4 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st<sub>1+2</sub>) - сланцы кварц-мусковит-биотитовые с углистым веществом, кварц-хлорит-слюдяные, тонкополосчатые, метапесчаники кварцевые, аркозовые, метаалевролиты, алеврофиллиты; **верхний архей:** михайловская серия (AR<sub>2</sub> mh): 5 - амфиболиты, ортосланцы; **нижний архей:** обоянская серия (AR<sub>1</sub> ob): 6 - гнейсы биотитовые; **интрузивные породы, нижний протерозой:** 7 - Атаманский комплекс (γPR a) - граниты микроклиновые; 8 - геологические границы; 9 - контур развития богатых железных руд; 10 - тектонические нарушения; 11 - геологические профили и скважины

закономерное увеличение мощности и глубины залегания богатых железных руд от восточного борта залежи к западному. Кровлей служат известняки отложений карбона, мощность которых в северо-западной части мес-

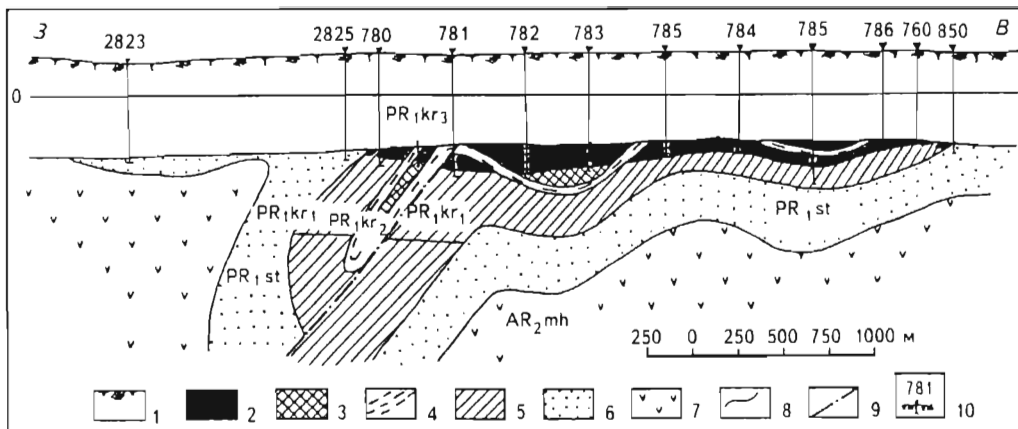


Рис. 47. Схематический геологический разрез Больше-Троицкого месторождения по профилю V-V (по материалам Белгородской ГРЭ)

1 - осадочный комплекс: нижнекаменноугольные, верхнеюрские, меловые, палеогеновые и четвертичные отложения; 2 - богатые железные руды; **протерозой**: курская серия (PR<sub>1</sub> ks): 3-5 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 3 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) - магнетитовые, железнослюдково-магнетитовые и силикатно-магнетитовые кварциты, редкие прослойки сланцев, 4 - нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>) - биотит-хлоритовые и кварц-серпентиновые сланцы, 5 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) - силикатно-магнетитовые и магнетитовые кварциты; 6 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st) - метапесчаники, метаалевролиты, слюдяные сланцы с углистым веществом; **верхний архей** (AR<sub>2</sub>): михайловская серия (AR<sub>2</sub> mh): 7 - амфиболиты и сланцы с маломощными прослоями метапесчаников; 8 - геологические границы; 9 - тектонические нарушения; 10 - разведочные скважины

торожения достигает 131 м, к юго-востоку она уменьшается вплоть до полного выклинивания, а руды перекрываются бат-байосскими глинами мощностью 35-65 м.

Богатые руды на месторождении представлены элювиальными и осадочными генетическими типами. Большая часть руд (84,1%) представлена мартиитовыми и железнослюдково-мартиитовыми разновидностями, на долю карбонатизированных руд приходится 7,8%, к осадочному типу относится всего 2,9%. Малая доля (4,6%) гидрогематитовых и гематитовых руд, а также слабурудных пород (0,6%) обусловила высокое (62,66%) среднее содержание железа в запасах Больше-Троицкого месторождения при незначительном количестве кремнезема (2,7%), глинозема (0,9%), серы (0,17%) и фосфора (0,05%). Мощность переотложенных руд колеблется от 4 до 38 м и в среднем составляет около 6 м. Они залегают на рудах остаточного типа и на некотором удалении от него в понижениях древнего рельефа, преимущественно вдоль западного и восточного бортов залежи.

Максимальная мощность элювиальных богатых руд установлена в центральной части месторождения. Среди них выделяется залежь рыхлых руд мощностью 41 м, перспективная для скважинной гидродобычи.

Богатые руды залежи представлены железнослюдково-мартиитовыми и мартиитовыми разновидностями. Их кровля вскрыта на глубинах 472-495 м, подошва - 637-671 м; перекрывающие известняки, отчасти кавернозные и закарстованные, с прослоями глин, имеют мощность 58-65 м.

В верхней части разреза залегают полускальные и скальные карбонатизированные руды мощностью 6-30 м, ниже прослеживается зона хлоритизированных руд мощностью около 50 м. Кровля горизонта рыхлых руд тяго-

теет к глубинам 557-567 м, а подошва - 603-612 м. Внизу разреза рыхлые разности переслаиваются с плотными, последние переходят в окисленные железистые кварциты.

Кроме богатых руд, на месторождении выявлены значительные ресурсы бокситов и железо-глиноземного сырья. Формирование и сохранность залежей бокситов на месторождении в значительной степени определяется характером рельефа предверхневизейского времени. Согласно исследованиям В.И.Сиротина, поднятия (останцы) железорудных образований возвышаются в виде гряд с абсолютными отметками 200-235 м над основным рельефом, имея относительно небольшие размеры (до 2-4 км в длину и до 0,8-1,5 км в ширину), но достаточно крутые ( $9-15^\circ$ ) расчлененные склоны. На участках выполаживания склонов встречаются бокситы. Более благоприятными для образования и сохранения бокситов являются центральная и в особенности южная части месторождения.

В обводнении Больше-Троицкого месторождения принимают участие пять основных водоносных горизонтов и комплексов: кампан-сантонский, сеноман-альбский, келловей-батский, каменноугольный и протерозойский с напором вод над кровлей 3,7-4,2 МПа.

На Государственном балансе с 1964 г. числится 1500 млн т запасов маритовых и железослюдково-маритовых руд категории С<sub>2</sub> с содержанием железа 61,5%. Кроме того, по состоянию на 01.01.93 г. приняты прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub> в количестве 1000 млн т. Наличие рыхлых руд дает возможность их отработки методом скважинной гидродобычи (СГД).

*Шемраевская залежь* Больше-Троицкого месторождения приурочена к асимметричной синклинали, разбитой разломами, с углами падения  $45-65^\circ$  на северо-запад (рис. 48). Залежь богатых руд участка имеет протяженность 6 км, ширину 0,6-1,5 км, максимальную мощность в центральной части 422 м. Руды линейно-площадного развития представлены плотными (60%) и рыхлыми (40%) разностями. Основная масса их, в том числе и рыхлых, сосредоточена на площади длиной 2,5 и шириной 1,5 км. Они представлены маритовыми, железослюдково-маритовыми, гидрогетит-маритовыми и гетит-мартит-гидрогетитовыми разностями, среди которых преобладают две первые. Руды характеризуются унаследованной тонкослоистой текстурой, интенсивной трещиноватостью, выщелоченностью, высокой пористостью и сохранением рудного скелета с остаточными структурными связями.

После своего образования в латеритных условиях руды в окислительно-восстановительных условиях претерпели эпигенетические преобразования с проявлением процессов шамозитизации и реже карбонатизации.

Рудная залежь имеет сложное внутреннее строение, обусловленное, с одной стороны, фациально-литологическими особенностями продуктивной толщи, включающей маркирующие ее тонкие (первые метры) сланцевые прослои, а с другой стороны, проявлением интенсивно эпигенетических процессов, особенно в верхней части разреза.

Эпигенетическая сидеритизация и кальцитизация на участке проявилась спорадически в самых верхних горизонтах рудного тела. Шамозитизация развита почти по всему разрезу залежи, но наиболее интенсивно она выражена в верхней части разреза, где шамозит выполняет роль порового цемента, а содержание его более 10%. Руды по составу становятся шамозит-маритовыми, плотными, скальными или полускальными.

Ниже зоны уплотненных шамозитизированных полускальных руд залегают зона полурыхлых и рыхлых богатых железных руд с небольшим содержанием шамозита (1-2%), которые послужили объектом постановки опытно-методических работ методом скважинной гидродобычи. В ней спорадически встречаются маломощные прослои уплотненных руд, окисленных кварцитов и сланцев, появляется мучнистый кварц (маршаллит).



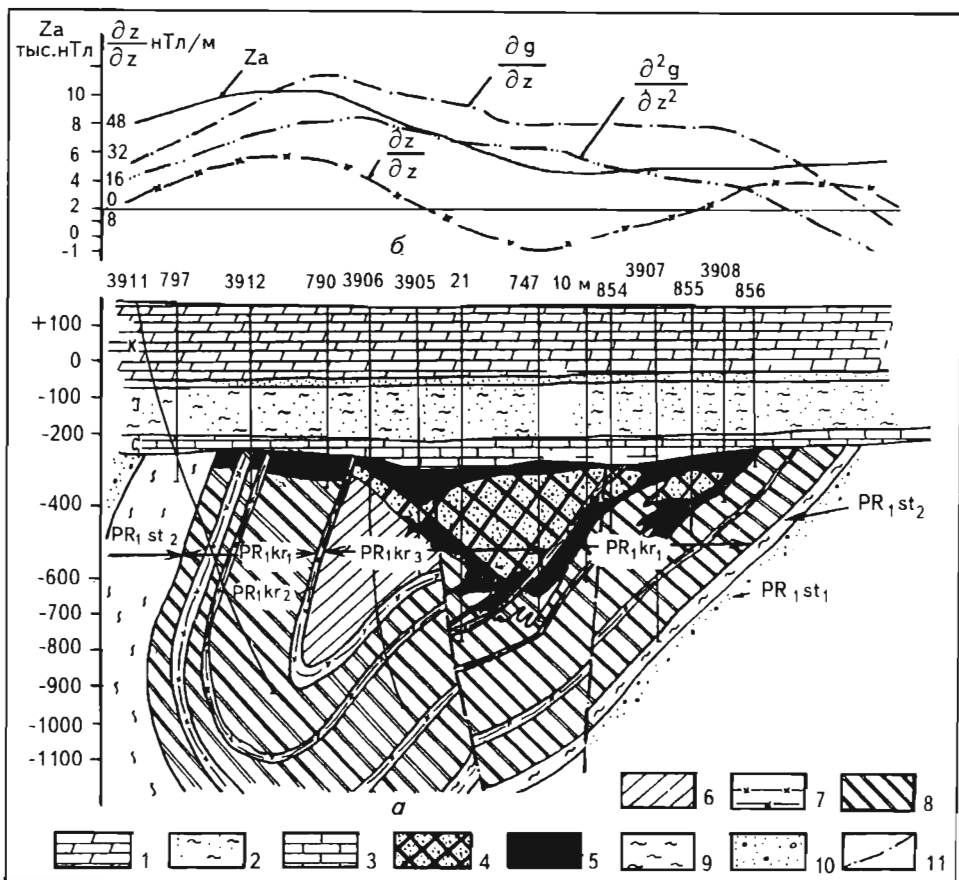


Рис. 48. Схематический геологический разрез (а) и геофизический профиль (б) Больше-Троицкого месторождения Щемраевской залежи по профилю VI (по И.И.Романову)

1 - мергель; 2 - глина песчаная; 3 - известняк; 4 - богатая руда маритовая, железослюдково-маритовая, гидрогематит-маритовая, слабоцементированная, преимущественно рыхлая и полурыхлая; 5 - то же, преимущественно плотная; 6-8 - коробковская свита (PR<sub>1</sub>kr): 6 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub>kr<sub>3</sub>) - кварциты магнетитовые (маритовые), железослюдково-магнетитовые (маритовые), с редкими прослоями сланцев, 7 - нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub>kr<sub>2</sub>) - сланцы слюдяные различного состава, иногда с тонкими прослоями безрудных и малорудных кварцитов, 8 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub>kr<sub>1</sub>) - кварциты магнетитовые, силикатно-магнетитовые, гетит-гидрогематит-маритовые, карбонатно-магнетитовые, с прослоями сланцев; 9-10 - стойленская свита (PR<sub>1</sub>st): 9 - верхняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub>st<sub>2</sub>) - сланец филлитовидный микрослюдяной - кварц-слюдяной, углисто-кварц-хлорит-слюдяной, тонко- и линзовидно-полосчатый, 10 - нижняя песчаниковая подсвита (PR<sub>1</sub>st<sub>1</sub>) - метапесчаник кварцевый, полевошпато-кварцевый, слюдяно-кварцевый; 11 - линия тектонического нарушения

Рыхлые и полурыхлые руды, располагаясь в основном в нижней части залежи, формируют горизонт мощностью 40-110 м (в среднем около 80 м), в пределах которого отмечаются участки плотных (каменистых) руд и окисленных кварцитов и сланцев. В основном массиве плотных (каменистых) руд также встречаются тонкие горизонты рыхлых разновидностей. По дан-

ным Белгородской ГРЭ среднее содержание компонентов в рудах составляет, %:  $Fe_{общ}$  - 64,68,  $SiO_2$  - 2,88,  $Al_2O_3$  - 1,37, S - 0,057,  $P_2O_5$  - 0,037.

Ниже зоны полурыхлых, рыхлых руд наблюдается переходная (от богатых руд к кварцитам) зона маршаллитсодержащих богатых руд с содержанием маршаллита до 15-20%. Последние по разрезу переходят в окисленные железистые кварциты.

Первые опытно-методические работы по СГД богатых железных руд были проведены на Шемраевской залежи в 1988-1993 гг. Белгородской ГРЭ и ПГО "Центргеология" в содружестве с институтами ВИМС, МГРИ, ВИОГЕМ, НИИКМА, Центргипроруда, ГИКХС, ВОДГЕО, ИПКОН, Белгородским филиалом "Механобрчермет", ВНИИГИС, КазВИРГ, НПО "Рудгеофизика" в соответствии с Программой опытно-методических работ по СГД богатых железных руд глубокозалегающих месторождений КМА, утвержденной приказом Мингео СССР. С 1993 г. экспериментальные работы на участке СГД ведет акционерное научно-производственное горно-геологическое предприятие НОП "Гидроруда".

Большой вклад в разработку и проверку метода СГД внесли В.П.Орлов, А.В.Панков, Н.Н.Эйтенеер, М.И.Веригин, Л.П.Тигунов, И.В.Британ, В.И.Белых, В.К.Мерзлякин, Ф.А.Вайнов, А.А.Романщак, И.И.Романов, И.А.Шевырев, В.Л.Колибаба, В.С.Ульяненко, С.В.Головня, И.О.Гариков, Н.И.Бабичев, А.А.Семенова, А.И.Коваленко, С.Г.Лайзерович, С.В.Кузнецов, В.М.Одинцов, В.И.Котельников, Ю.А.Золотарев, С.Н.Журин, В.А.Котов, Н.П.Куранов, И.К.Лавриненко, Ф.У.Попов, Н.Ф.Мясников.

Среднее содержание компонентов в рудах опытного полигона СГД Шемраевской залежи, %:  $Fe_{общ}$  - 64,99,  $SiO_2$  - 2,84,  $Al_2O_3$  - 1,49, CaO - 0,35, п.п.п. - 1,96, S - 0,03,  $P_2O_5$  - 0,08.

В процессе добычи железных руд методом СГД происходит их самообогащение. Продуктом гидродобычи является руда, представляющая собой тонкозернистый мартитовый материал с примесью железной слюдки и других минералов (табл. 48). Содержание в нем зерен до 1 мм составляет 95%, обломочный материал крупнее 5 мм - доли процента.

По данным лабораторных технологических исследований, выполненных в ВИМСе и Белгородским филиалом института "Механобрчермет", продукт гидродобычи является высококачественным сырьем для прогрессивных способов металлургического передела.

При дообогащении продуктов гидродобычи с содержанием  $Fe_{общ}$  67,6-68% и  $SiO_2$  0,8-0,9% на гидроциклоне и на полиградиентном сепараторе по данным института "Механобрчермет" получается концентрат с содержанием  $SiO_2$  0,35-0,40%, а по данным ВИМСа получают суперконцентраты с содержанием  $Fe_{общ}$  70,3%,  $SiO_2$  0,168% (табл. 49). Выход шламов определяется в пределах 2-2,5% с содержанием в них  $Fe_{общ}$  56-59% и  $SiO_2$  3,5-4,5%. Получаемые промпродукты (концентраты, суперконцентраты) являются сырьем для аккумуляторной промышленности, для производства железных порошков различного сортамента, ферритов, а шламы использу-

Таблица 48  
Минеральный состав проб руды  
скважинной гидродобычи

Минералы	Среднее содержание, %		
	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Мартит	91,04	89,38	88,37
Гидрогематит	4,4	5,4	4,4
Гетит	0,5	0,38	0,4
Магнетит	0,77	1,68	2,1
Кварц	0,33	0,7	0,96
Сидерит	0,32	0,16	0,26
Кальцит	0,3	0,3	0,46
Хлорит	1,96	1,42	2,79
Бемит	0,2	0,3	0,1
Гиббсит	0,1	0,2	0,1
Прочие	0,08	0,08	0,06

**Химический состав железных руд,  
добытых методом СГД,  
и концентрата их дообогащения**

Компоненты	Среднее содержание, %			Продукты дообогащения (концентрат*)
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	
Fe <sub>общ</sub>	68,00	67,79	67,35	70,3
Fe <sub>магн</sub>	0,56	1,22	1,52	
FeO	0,90	0,97	1,50	7,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	96,23	95,85	94,63	91,9
SiO <sub>2общ</sub>	0,76	1,02	1,60	0,168
SiO <sub>2своб</sub>	0,33	0,70	0,96	
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,01	0,01	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,61	0,66	0,70	0,07
CaO	0,22	0,23	0,28	0,02
MgO	0,08	0,07	0,12	0,01
MnO	0,02	0,03	0,03	0,013
Na <sub>2</sub> O	0,09	0,12	0,11	0,1
K <sub>2</sub> O	0,04	0,03	0,03	0,008
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,02	0,02	0,007(P)
CO <sub>2</sub>	0,25	0,19	0,30	0,082
H <sub>2</sub> O	0,98	1,10	1,07	
S	0,03	0,03	0,01	0,006
П.п.п.	1,26	0,32	1,38	0,17

\* Концентрат получен в лаборатории ВИМСа (1990 г.). Химический анализ выполнен в институте "Механообчермет".

ются как железистоокисный пигмент для лакокрасочной промышленности.

В целом Больше-Троицкое месторождение, в том числе и Шемраевская залежь, характеризуется значительными запасами рыхлых руд, высоким содержанием железа, относительно неглубоким залеганием продуктивной толщи и является перспективным для отработки методом СГД.

Запасы богатых железных руд Шемраевской залежи по состоянию на 01.01.1995 г. по данным Белгородской ГРЭ составляют по категориям В+С<sub>1</sub> 419,1 млн т с содержанием железа общего 63,6% (в том числе 17,9 млн т по категории В и 401,2 млн т по категории С<sub>1</sub>) и по категории С<sub>2</sub> - 617,6 млн т. На долю рыхлых и слабосцементированных разновидностей руд приходится 216,4 млн т (51,6% от запасов категорий В+С<sub>1</sub>).

На Шемраевской залежи в результате проводимых экспериментальных работ по СГД на 01.01.1995 г. добыто свыше 50 тыс. т богатых железных руд.

В связи с этим требуются дополнительные геологические и инженерно-гидрогеологические исследования с составлением технико-экономического обоснования разработки месторождения методом СГД.

### *Разуменское месторождение*

Разуменское месторождение богатых железных руд является наиболее крупным на КМА. Оно находится в 3-15 км к юго-востоку от г. Белгорода в Яковлевско-Таволжанской зоне. Выявлено и изучено Белгородской экспедицией на поисково-оценочной стадии [48]. Его протяженность 15 км, ширина 4-6 км, площадь 75 км<sup>2</sup>. Месторождение приурочено к погребенной коре выветривания нижнепротерозойских железистых кварцитов и перекрыто осадочной толщей пород палеозоя и мезо-кайнозоя мощностью от 600 до 870 м. Рудное поле приурочено к Разуменской синклинали пятого порядка с северо-западным простиранием и пологим (25-40°) падением крыльев, сложенной в основном образованиями курской и оскольской серий раннего протерозоя (рис. 49).

Курская серия представлена стойленской свитой и железоносной коробковской свитой. В составе последней, так же как и на других месторож-

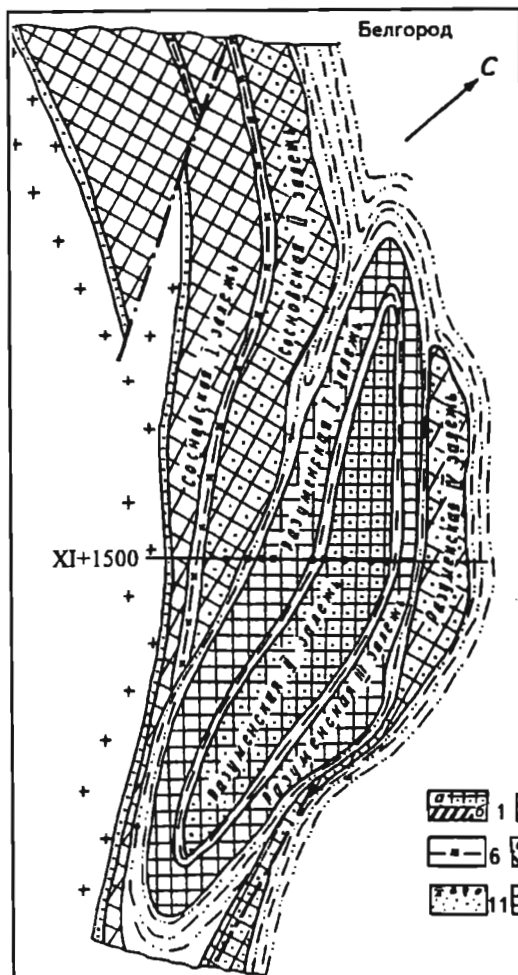
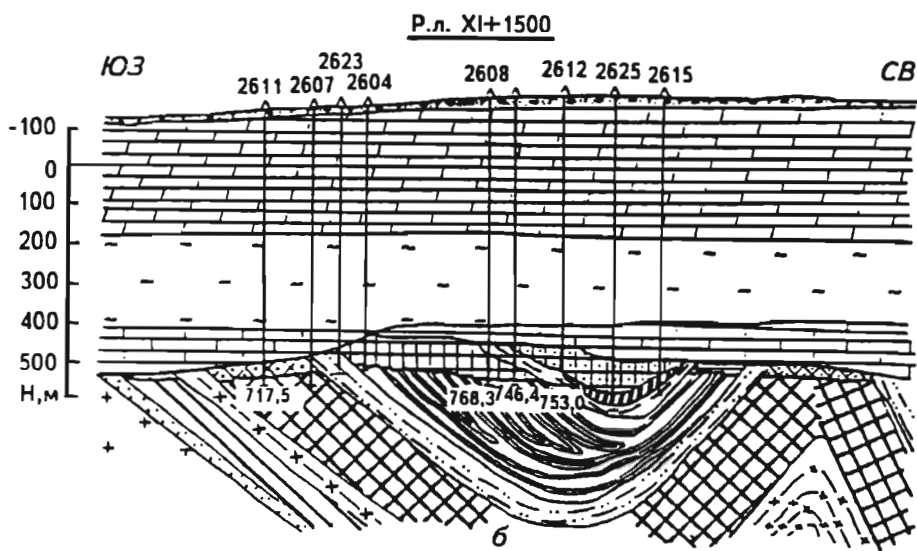


Рис. 49. Схематическая геологическая карта и разрез по разведочной линии XI+1500 Разуменского месторождения богатых железных руд [48]

**Протерозой:** *оскольская серия:* 1-3 - белгородская свита (PR<sub>1</sub> bl): 1 - верхняя железорудная подсвита: а - богатые мармитовые и железнослюдково-мармитовые руды, б - железистые кварциты, 2 - сланцевая подсвита - слюдяные сланцы, 3 - нижняя железорудная подсвита: а - богатые мармитовые, гидрогематит-гетит-мармитовые руды, б - железистые кварциты; 4 - яковлевская свита (PR<sub>1</sub> ja) - слюдяные сланцы, алевролиты; *курская серия:* 5-7 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 5 - верхняя железорудная подсвита: а - богатые мармитовые и железнослюдково-мармитовые руды, б - железистые кварциты, б - нижняя сланцевая подсвита - слюдяные и углисто-сланцевые сланцы, 7 - нижняя железорудная подсвита: а - богатые мармитовые, мармит-гидрогематитовые и гетит-гидрогематитовые руды, б - железистые кварциты; 8 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>) - сланцы, кварцитовидные песчаники; 9 - салтыковский комплекс (У AR<sub>2</sub> sl) - плагиограниты; 10 - тектонический разлом; 11 - почвенный слой, суглинки, глины; 12 - мергель, мел, песок; 13 - глины, песчаные глины, пески; 14 - известняки, глины; 15 - разведочные скважины



дениях КМА, развиты две подсвиты железистых кварцитов и две подсвиты сланцев. В оскольской серии выделяются две свиты - яковлевская, выполняющая роль базальной толщи, и белгородская. Метаморфизм пород соответствует условиям зеленосланцевой фации.

По данным И.И.Романова, В.И.Белых, И.В.Британ, В.П.Орлова [99], докембрийские материнские породы в пределах месторождения представлены магнетитовыми, железослюдково-магнетитовыми, силикатно-магнетитовыми кварцитами, переслаивающимися с кварц-сланцевыми сланцами и алевролитами.

На породах кристаллического фундамента развита древняя (довизейская) кора выветривания площадно-линейного типа мощностью от 25 до 200 м, достигающая глубины 400-600 м ниже поверхности фундамента.

В пределах месторождения выделены шесть залежей богатых руд (табл. 50). Они разделены между собой полосами (шириной 25-500 м) филлитовидных сланцев, на которых повсеместно развиты аллиты, местами переходящие в бокситы. Форма рудных залежей лентообразная, протяженность их от 7,6 до 10,6 км, ширина от 150 до 3120 м, мощность 3,7-10 до 195 м, в среднем 60 м. Подошва залежей представлена окисленными железистыми кварцитами, кровля - преимущественно нижнекаменноугольными известняками и глинистыми породами, а также переотложенными рудами.

Таблица 50

**Основные параметры рудных залежей Разуменского месторождения**

Залежь	Длина, км	Ширина, м	Мощность, м	Глубина залегания кровли, м	Преобладающий минералогический тип	Приуроченность рудной залежи к подсвитам железистых кварцитов
Сосновская I	10,0	150-3120	3,7-138,0	625-757	Мартитовый и железослюдково-мартитовый	К нижней железорудной подсвите коробковской свиты
Сосновская II	10,0	850-1150	50,0-108,0	615-700	То же	К верхней железорудной подсвите коробковской свиты
Разуменская I	10,6	600-1600	10,0-110,0	587-796	Мартитовый и мартит-железослюдковый	К нижней железорудной подсвите белгородской свиты
Разуменская II	10,6	225-1500	10,0-195,0	597-738	То же	К верхней железорудной подсвите белгородской свиты
Разуменская III	10,6	230-1400	10,0-84,0	618-743	"-	К нижней железорудной подсвите белгородской свиты
Разуменская IV	7,6	240-940	10,5-100,4	650-783	Мартит-гидрогематитовый, гематит-гидрогематитовый	К верхней железорудной подсвите коробковской свиты

Главные рудообразующие минералы (мартит, железная слюдка, тонкочешуйчатый гематит, гидрооксиды железа и остаточный хлорит), как правило, наследуют от железистых кварцитов послышное распределение, что обуславливает тонко- и среднеполосчатую текстуру руд. В небольшом количестве присутствуют кварц, каолинит, бемит, гиббсит, монтмориллонит и другие остаточные или новообразованные минералы коры выветривания.

Кроме того, для руд обычны инфильтрационные минералы - кальцит, анкерит, арагонит, сидерит и хлорит типа шамозита. Их содержание уменьшается от кровли к подошве, что приводит к постепенному снижению крепости пород, вплоть до перехода в рыхлые разновидности типа "синьки".

По качеству руды пригодны для доменной плавки без обогащения после окомкования рыхлых и дробления плотных разновидностей. Содержание железа от 52 до 67% (среднее 60,6%), на долю других оксидов и элементов-примесей приходится, %:  $\text{SiO}_2$  - 4,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 2,04; S - 0,18; P - 0,06; п.п.п. - 5,1.

Продуктивность оруденения составляет 170 млн т руды на  $1 \text{ км}^2$ , что в 1,5-2,0 раза выше, чем на других месторождениях района. В центральной части рудного поля на площади  $3,2 \text{ км}^2$  она возрастает до 340 млн т/ $\text{км}^2$  при одновременном увеличении содержания  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  до 63,4%.

Сохраняя общие черты известных месторождений района (Яковлевского, Висловского) по сложности гидрогеологических и горнотехнических условий, Разуменское месторождение имеет ряд преимуществ. В пределах его, в частности, основной каменноугольный водоносный горизонт менее водообилен, что обусловлено уменьшением трещиноватости, кавернозности известняков, к которым он приурочен.

По результатам поисково-оценочных работ Белгородской экспедицией выполнен подсчет запасов руд по категории  $C_2$  и проведена оценка прогнозных ресурсов. По состоянию на 01.04.1994 г. запасы железных руд, учтенные Отраслевым балансом по категории  $C_2$ , составляют 13686 млн т, прогнозны ресурсы по категории  $P_1$  - 1000 млн т.

Месторождение пригодно для отработки комбинированным способом - подземным (шахтным) и методом СГД, для этого необходимо провести его геологическое и инженерно-геологическое доизучение с составлением технико-экономического обоснования способа разработки.

## 4.2. Курская область

Курская область занимает центральную часть Курской железорудной провинции. На ее территории расположены Михайловский и частично Белгородский, Оскольский, Орловский и Курский железорудные районы. В пределах области разведаны и учтены Государственным балансом три месторождения: одно - богатых железных руд и железистых кварцитов и два - богатых железных руд. Кроме них на территории области выявлен ряд участков, по которым оценены прогнозны ресурсы железистых кварцитов (см. рис. 24, табл. 51).

Разведанные запасы железистых кварцитов (100%) и основная масса богатых железных руд (67,7%) сосредоточены в Михайловском, остальная часть (32,3%) богатых руд - в Белгородском железорудных районах.

Руды представлены тремя геолого-промышленными типами - гематит-магнетитовыми железистыми кварцитами михайловского ГПТ, окисленными железистыми кварцитами веретенинского ГПТ и богатыми (гематит-мартиновыми и сидерит-гематит-мартиновыми) железными рудами белгородского ГПТ.

Из трех месторождений области промышленностью освоено одно Михайловское месторождение, на котором ведется добыча железистых кварцитов и богатых железных руд Михайловским ГОКом. Потребителями товарных руд ГОКа являются металлургические предприятия центральных районов России и Урала. Небольшая их часть поставляется на экспорт.

## Месторождения железных руд Курской области

Район, месторождение, участок	Тип руд	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т				Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы по категории Р <sub>1</sub> на 01.01.1993 г., млн т	Фактическая добыча руды из недр за 1993 г., млн т**	Производство товарной руды за 1993 г., млн т
		В	С <sub>1</sub>	В+С <sub>1</sub> *	С <sub>2</sub>				
<b>Разрабатываемые месторождения</b>									
Михайловский									
Михайловское		808,5	8204,8	$\frac{9013,3}{6042,4}$	5227,6	1001,6	12900	$\frac{23,25}{40,0}$	10,28
	Богатые руды	113,8	132,8	$\frac{246,6}{241,0}$	64,8	-	60	3,64	3,71
	Железистые кварциты	694,7	8072,0	$\frac{8766,7}{5801,4}$	5162,8	1001,6	12840	19,61	6,57
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>									
Курбакинское	Богатые руды	-	92,1	92,1	-	-	-	-	-
Белгородский									
Дичнянско-Реутецкое	То же	-	-	-	193,0	-	-	-	-
<b>Перспективные участки</b>									
Лев-Толстовский	Железистые кварциты лебединского ГПТ	-	-	-	-	-	4300	-	-
Яценский	Железистые кварциты михайловского ГПТ	-	-	-	-	-	4100	-	-
Щигровский	То же	-	-	-	-	-	7000	-	-
Всего	-	808,5	8296,9	$\frac{9105,4}{6042,4}$	5420,6	1001,6	28300	$\frac{23,25}{40,0}$	10,28

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

\*\* В знаменателе - возможная годовая добыча по проектной производительности ГОКов, рудников.

#### 4.2.1. Михайловский железорудный район

Михайловский железорудный район находится в северо-западной части Курской и юго-западной части Орловской областей. В структурном отношении он занимает северо-западную часть КМА и расположен на своде Воронежского кристаллического массива.

Район приурочен к одноименной синклинорной структуре, ориентированной в субмеридиональном направлении и имеющей сложное внутреннее строение [24,55]. В центре структуры находится куполовидное Комаричское антиклинальное поднятие размером 70x30 км, сложенное гнейсами и мигматитами обоянской серии. Оно обтекается синклиналильными зонами: с запада - Комаричской и Фатеевской, с востока - Веретенинской.

На севере района находятся Хотынецкий и Нарышкинский рудные узлы и Шаблыкинская рудная зона, которые изучены крайне слабо.

К югу от Шаблыкинской рудной зоны в центре Веретенинской синклиналильной зоны находится Железногорский рудный узел, к которому приурочено Михайловское рудное поле (рис. 50). В пределах его примерно на протяжении 40 км породы железисто-кремнисто-сланцевой формации курской серии, сланцево-песчаниково-сланцевой и порфиристо-сланцево-песчаниковой формаций оскольской серии слагают крупную Михайловскую грабен-синк-

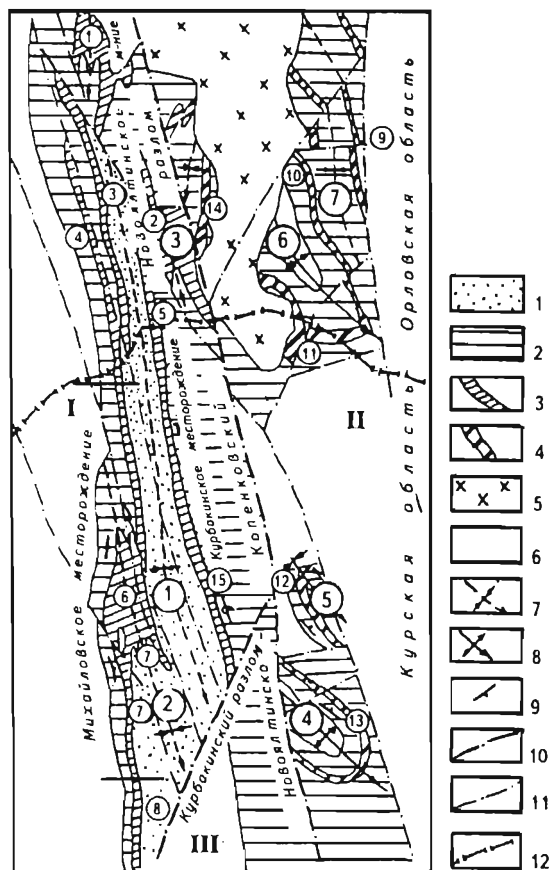


Рис. 50. Схематическая карта тектонического строения Михайловского железорудного района (по материалам ПГО "Центргеология")

1-5 - нижнепротерозойский структурный ярус: 1 - верхний структурный подъярус, 2 - нижний структурный подъярус, 3-4 - железорудная толща и ее метаморфизм: 3 - зеленосланцевая фация, 4 - эпидот-амфиболитовая фация, 5 - посткурсский гранитоидный комплекс; 6 - верхнеархейский структурный ярус; 7 - оси синклиналей и их погружение; 8 - оси антиклиналей и их погружение; 9 - элементы залегания пород; 10 - тектонические нарушения первого порядка; 11 - тектонические нарушения более высоких порядков; 12 - административная граница; тектонические блоки: I - Западный, II - Восточный, III - Южный.

*Пляквативные структуры (в больших кружках):* 1 - Михайловская синклиналь; 2 - Остаповская синклиналь; 3 - Новоялтинская синклиналь; 4 - Копенковская антиклиналь; 5 - Лев-Толстовская синклиналь; 6 - Троснянская антиклиналь; 7 - Троснянская синклиналь.

*Месторождения, участки (в малых кружках):* 1-2 - Новоялтинское месторождение: 1 - Лубянский, 2 - Новоялтинский участки; 3 - Бугровский; 4 - Рясниковский; 5 - Лужковский участки; 6-7 - Михайловское месторождение: 6 - Веретенинская залежь, 7 - Остаповский участок; 8 - Жидеевский участок, 9 - Троснянские аномалии; 10 - Шепелевский; 11 - Троснянский, 12 - Лев-Толстовский, 13 - Копенковский участки; 14 - Новоялтинские аномалии; 15 - Курбакинское месторождение



линаль. Западное крыло последней представлено Жигаевско-Михайловской, восточное - Курбакинской полосами железистых кварцитов коробковской свиты курской серии, а ядро выполнено породами роговской и курбакинской свит оскольской серии.

По мере удаления от главного, собственно Михайловского прогиба, последовательно уменьшается мощность рудовмещающей курской серии (от 2000 м на Михайловском месторождении до 150 м на Копенском участке, расположенном восточнее). Соответственно сокращается и мощность рудных залежей при одновременном усилении метаморфизма, увеличении в кварцитах отношения  $Fe_{\text{магн}}$  к  $Fe_{\text{общ}}$  и улучшении всех показателей обогащенности. Характерной особенностью для района является широкое развитие гематит-магнетитовых и магнетитовых кварцитов михайловского геолого-промышленного типа. Меньшее развитие имеют магнетитовые кварциты лебединского и бесединского, а также окисленные железистые кварциты веретенинского геолого-промышленных типов.

На всех породах кристаллического фундамента развита кора выветривания. Наиболее мощная зона окисления развита на железистых кварцитах, где мощность ее колеблется от 20 до 280 м.

Кристаллический фундамент в районе перекрыт осадочным чехлом мощностью 50-250 м и больше.

Из всех выделенных на территории района рудных зон и рудных узлов наибольшее значение имеет Железногорский рудный узел.

На территории Михайловского рудного района находятся два разведанных месторождения - Михайловское и Курбакинское. Кроме того, проведены поиски железистых кварцитов на Остаповском, Жидеевском, Троянском, Лев-Толстовском, Копенковском, Яценском и других участках.

На всей территории Михайловского района выполнены гравимагнитная съемка масштаба 1:10000 и глубинное геологическое картирование масштаба 1:200000.

### *Михайловское месторождение*

Месторождение расположено в 3 км к юго-востоку от г. Железногорска и в 100 км к северо-западу от г. Курска. Оно открыто в 1949 г. в виде залежей богатых руд: Веретенинской, Остаповской и Рясниковской. В 1950-1958 гг. Львовской геологоразведочной экспедицией Территориального геологического управления центральных районов разведывались богатые руды и железистые кварциты. в 1966-1972 гг. Курской КГРЭ осуществлен второй этап разведки железистых кварцитов Веретенинской залежи. Юго-Западной ГРЭ ПГО "Центргеология" в 1976-1980 гг. выполнена предварительная разведка южного фланга Веретенинской залежи, а в 1981-1985 гг. - детальная разведка железистых кварцитов. В 1980-1984 гг. проведены поисково-оценочные работы на северном фланге Веретенинской залежи и начата ее предварительная разведка. С 1968 г. Михайловским ГОКом проводится до-разведка богатых руд и зоны окисления железистых кварцитов в проектных контурах карьера.

Большой вклад в выявление и оценку промышленного значения железных руд Михайловского месторождения внесли В.В.Кобаев, И.А.Русинович, Н.Н.Федюк, И.П.Калинин, Е.П.Воротильников, В.И.Нарыжных, А.А.Прозоровский, Ф.В.Кулибаба, Л.М.Штернова, В.Б.Рабинович, В.Г.Пименов, В.Н.Каймаков, В.И.Иванов, В.Н.Яланский, Н.И.Авдеев, Б.Н.Смирнов, А.Т.Бобрышев, В.Д.Полищук, Н.А.Плаксенко, И.Н.Щеголев, А.А.Илларионов, В.Н.Гусельников и др.

В структурном отношении Михайловское месторождение приурочено к крупному массиву (площадью 6,5x2,5 км) железистых кварцитов на западном крыле Михайловской синклинали. Массив сформирован серией сплош-

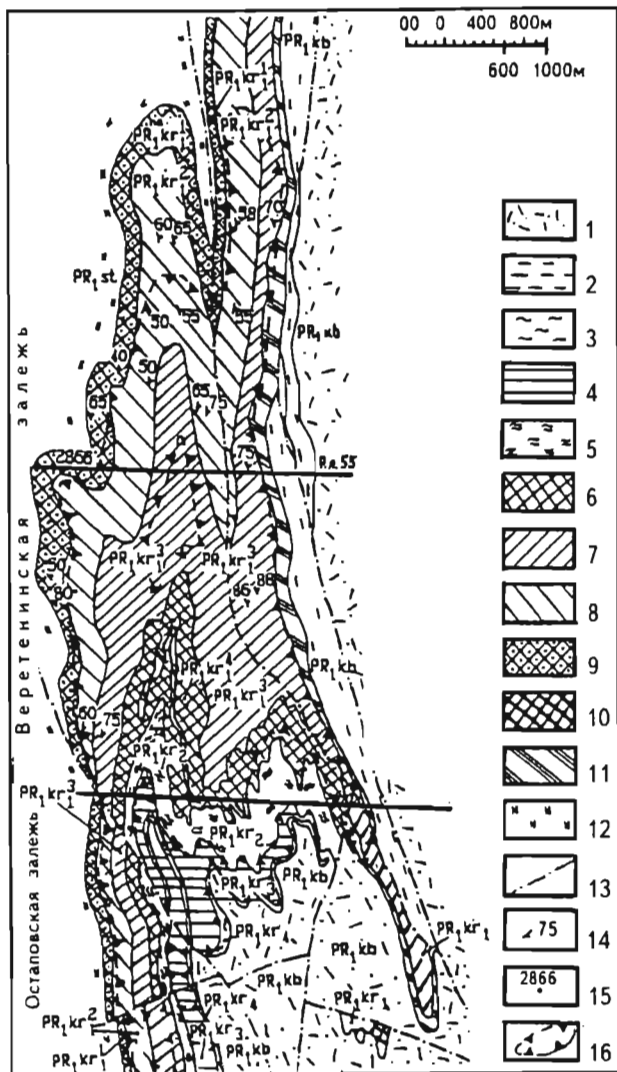


Рис. 51. Схематическая геологическая карта Михайловского месторождения (по материалам Г.И.Кузьмина)

1-2 - курбакинская свита ( $PR_1 kb$ ): 1 - песчаники, сланцы, конгломераты, кварцевые порфиры, вулканомиктовые песчаники, 2 - кремнисто-серицитовые сланцы; 3-10 - коробковская свита ( $PR_1 kr$ ): 3 - верхняя сланцевая подсвита ( $PR_1 kr_4$ ) - черные углистые кварц-хлорит-серицитовые сланцы, 4 - верхняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_3$ ) - магнетитовые, малорудные кварциты, 5 - нижняя сланцевая подсвита ( $PR_1 kr_2$ ) - черные углистые кварц-хлорит-серицитовые сланцы, 6-10 - нижняя железорудная подсвита ( $PR_1 kr_1$ ): 6 - четвертая пачка ( $PR_1 kr_1^4$ ) - магнетитовые и гематит-магнетитовые кварциты, 7 - третья пачка ( $PR_1 kr_1^3$ ) - гематит-магнетитовые и магнетит-гематитовые кварциты, 8 - вторая пачка ( $PR_1 kr_1^2$ ) - магнетит-гематитовые кварциты, 9 - первая пачка ( $PR_1 kr_1^1$ ) - магнетитовые, карбонатно-магнетитовые и малорудные кварциты, 10 - нижняя железорудная подсвита нерасчлененная ( $PR_1 kr_1$ ) - магнетитовые, гематит-магнетитовые, карбонатно-магнетитовые и малорудные кварциты; 11 - прослои железнослудковых (краснополосчатых) кварцитов среди серополосчатых железистых кварцитов коробковской свиты; 12 - стойленская свита ( $PR_1 st$ ) - черные углистые кварц-хлорит-серицитовые сланцы; 13 - тектонические нарушения; 14 - элементы залегания; 15 - разведочные скважины; 16 - контур распространения богатых железных руд

ных складок железистых кварцитов более высокого порядка с крутым ( $69-80^\circ$ ) параллельным падением на восток. С юго-востока на северо-запад в северной части его проходит крупное тектоническое нарушение (рис. 50, 51).

Продуктивной, как и на всех месторождениях КМА, являются отложения коробковской ( $PR_1 kr$ ) свиты, в которой выделяются две железорудные и две сланцевые подсвиты [152,156].

Нижняя ( $PR_1 kr_1$ ) железорудная подсвита коробковской свиты имеет на месторождении значительно большее развитие (мощность достигает 730 м) по сравнению с верхней ( $PR_1 kr_3$ ) (не более 200 м) и подразделяется на шесть горизонтов (рис. 52) [55,75].

*Первый горизонт.* Представлен безрудными и малорудными кварцитами мощностью 3-48 м. В нижней части горизонта кварциты переслаиваются со сланцами.

*Второй горизонт.* Сложен существенно магнетитовыми кварцитами мощностью 60-270 м. Среди них выделяются карбонатно-магнетитовые и

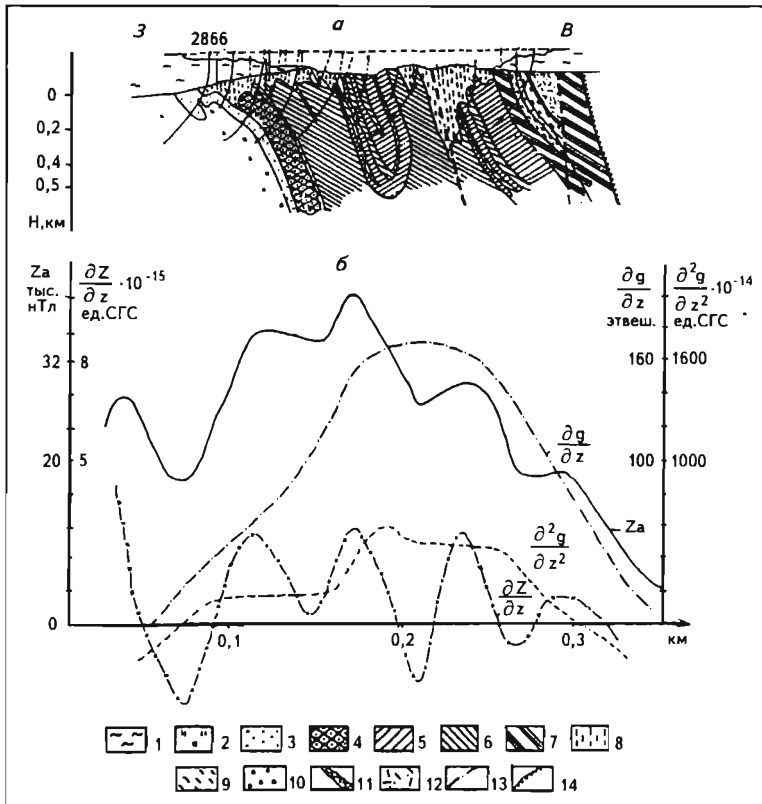


Рис. 52. Схематический геологический разрез (а) и геофизический профиль (б) Михайловского месторождения по разведочной линии 55 (По материалам Юго-Западной ГРЭ ПГО "Центргеология")

1 - породы фанерозойского чехла; курская серия: 2 - стойленская свита ( $PR_1 st_2$ ) - черные углистые кварц-хлорит-серицитовые сланцы; 3-8 - коробковская свита ( $PR_1 kt_{1-3}$ ) - железистые кварциты: 3 - малорудные, 4 - карбонатно-магнетитовые, 5 - гематит-магнетитовые, 6 - магнетит-гематитовые, 7 - гематитовые (краснополосчатые), 8 - окисленные; оскольская серия: 9-12 - курбакинская свита ( $PR_1 kb$ ): 9 - кремнисто-серицитовые сланцы, 10 - конгломераты, 11 - кварцевые порфиры, 12 - вулканико-туфопесчаники, туфы кислого состава; 13 - тектонические нарушения; 14 - границы несогласного залегания горных пород

магнетитовые разности. Карбонатно-магнетитовые кварциты, расположенные обычно в нижней части горизонта, содержат, %: кварц - 35-45; магнетит - 25-35; карбонаты (сидероплезит-пистомезит) - 15-20; иногда гематит - 0-10; редкие зерна пирита, апатита и зеленой слюдки. Магнетитовые кварциты, преимущественно бессиликатные, приурочены в основном к верхней части разреза, сложены кварцем (45-60%), магнетитом (30-45%), гематитом (0-10%) и карбонатами (0-10%). В незначительном количестве присутствуют хлорит, эгирин, щелочные амфиболы, биотит, пирит и апатит. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  - 36,1%,  $Fe_{магн}$  - 25,7%.

**Третий горизонт.** Образован гематит-магнетитовыми кварцитами мощностью 250-300 м. В составе его встречаются маломощные прослои преимущественно магнетитовых и биотит-магнетитовых пиритизированных кварцитов. Для пород горизонта характерно широкое развитие силикатов,

главным образом зеленой слюды и в меньшей степени эгирина, в небольшом количестве местами присутствуют щелочные амфиболы, биотит, хлорит, полевые шпаты. Текстура кварцитов средне- и тонкополосчатая, обусловленная чередованием кварцевых, магнетитовых, гематитовых, зеленослюдковых, магнетит-кварцевых, гематит-кварцевых, гематит-магнетитовых, зеленослюдково-магнетитовых и зеленослюдково-кварцевых прослоек. Мощность прослоек колеблется от 3-5 до 7-12 мм. Наиболее мощные - кварцевые и зеленослюдковые прослои, наименее мощные - гематитсодержащие. Минеральный состав гематит-магнетитовых кварцитов, %: кварц - 45-60, магнетит - 20-30, гематит - 15-25, зеленая слюдка - 10-25. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  - 39,2%,  $Fe_{магн}$  - 20,8%.

*Четвертый горизонт.* Здесь переслаиваются магнетитовые и гематит-магнетитовые кварциты предположительной мощностью 140-200 м. В составе горизонта выделяются два-три пласта магнетитовых и столько же гематит-магнетитовых кварцитов. Нередко отмечаются взаимные переходы одного типа железистых кварцитов в другой. Гематит-магнетитовые кварциты этого горизонта аналогичны таким же кварцитам третьего горизонта.

*Пятый горизонт.* Представлен гематитовыми кварцитами средней мощностью 40-45 м. Для них весьма характерна краснополосчатость, обусловленная присутствием дисперсного гематита в кварцевых прослойках. Минеральный состав, %: кварц - 45-60, гематит - 35-45; в небольших количествах встречаются магнетит (до 2-8%), пирит, карбонаты.

*Шестой горизонт.* Состоит из переслаивающихся магнетитовых и гематит-магнетитовых кварцитов мощностью 120-130 м, вскрытых в основном в зоне окисления.

Выше железистых кварцитов залегает нижняя сланцевая подсвета ( $PR_1 k_2$ ), представленная углисто-глинистыми, глинистыми, кварц-серицитовыми и кварц-хлорит-серицитовыми филлитовидными сланцами. Мощность подсветы 180-200 м.

Верхняя подсвета ( $PR_1 k_3$ ) железистых кварцитов на месторождении изучена еще недостаточно. Пробуренными скважинами вскрыты магнетитовые и гематит-магнетитовые кварциты. Мощность пачки около 200 м.

Рудные тела неокисленных железистых кварцитов михайловского ГПТ на месторождении представлены в виде крутопадающих пластов (крыльев складок) или в виде замковой складки с размерами в плане 6,5х2,5 км.

Глубина распространения рудных тел по геофизическим данным достигает 2,0-2,5 км. Они образованы переслаиванием пластов железистых кварцитов (мощность от 10-15 до 300 м) гематит-магнетитовых (50% от суммарной мощности кварцитов), магнетит-гематитовых и гематитовых (4,5%), силикатно-гематит-магнетитовых (25,5%), магнетитовых и карбонатно-магнетитовых (14%), силикатно-магнетитовых (6%).

Железистые кварциты месторождения представляют собой полосчатые, нередко краснополосчатые, мелко-, тонкозернистые образования. Главными рудными минералами их являются магнетит и гематит (железная слюдка); второстепенными - мартит, гидроокислы железа, пирит; нерудными - кварц, меньше силикаты, карбонаты. Содержание в кварцитах железа общего в запасах категорий В+С<sub>1</sub> колеблется в основном от 34,9 до 41,5% (в среднем 38,86%) и железа магнетитового от 4,1 до 29,0% (в среднем 21,26%).

Средний химический состав железистых кварцитов различных минеральных типов приведен в табл. 52.

Окисленные железистые кварциты на месторождении развиты повсеместно на неокисленных всех минеральных типах железистых кварцитов. Мощность их от 10 до 300 м и более. Они формируют площадные (плащеобразные) и линейные залежи. Плащеобразная залежь окисленных кварцитов

Химический состав железистых кварцитов, % (по материалам Юго-Западной ГРЭ)

Компоненты	Неокисленные железистые кварциты									Окисленные железистые кварциты
	Нижняя подсвита (PR <sub>1</sub> kr <sub>1</sub> )							Верхняя подсвита (PR <sub>1</sub> kr <sub>3</sub> )		
	малорудные	карбонатно-магнетитовые	магнетитовые с гематитом	гематит-магнетитовые		магнетит-гематитовые		гематитовые	магнетитовые	
Fe <sub>общ</sub>	35,4	40,3	37,6	36,7	38,67	39,68	39,95	39,14	37,63	40,17
Fe <sub>магн</sub>	17,76	29,01	26,6	23,3	22,03	18,08	16,74	4,57	26,58	5,42
SiO <sub>2</sub>	-	-	41,7	41,4	40,03	38,84	38,06	42,5	41,72	40,32
TiO <sub>2</sub>	-	-	-	-	0,035	0,03	0,02	-	0,02	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,30	0,64	0,65	1,03	0,51	0,48	0,13	0,68	0,65	0,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,8	-	37,20	36,57	41,73	44,59	42,73	51,01	37,24	-
FeO	25,9	18,83	14,9	14,3	12,79	10,92	12,79	4,45	14,90	5,58
MnO	-	0,05	-	-	0,03	0,1	0,037	-	0,033	-
MgO	2,55	1,80	1,47	0,8	1,18	0,99	0,43	0,28	1,47	0,29
CaO	3,78	1,78	1,64	1,02	1,27	1,22	1,69	0,065	1,64	0,90
Na <sub>2</sub> O	-	0,34	-	-	0,46	0,41	0,07	0,07	0,42	-
K <sub>2</sub> O	-	0,34	-	-	0,75	0,78	0,41	0,24	0,79	-
P	0,39	0,054	0,013	0,013	0,05	0,052	0,048	0,043	0,00	0,037
S	0,33	0,078	0,030	0,070	0,046	0,035	0,120	0,051	0,055	0,066
П.п.п.	-	4,59	-	-	1,82	1,92	3,15	0,6	1,47	1,40

мощностью 10-120 м развита на всей площади месторождения (6,5x2,5 км) и в плане совпадает с массивом неокисленных железистых кварцитов. Верхняя граница (кровля) залежи относительно ровная, нижняя - весьма изрезанная. Клинообразные участки окисленных железистых кварцитов глубоко вдаются в толщу неокисленных, формируя в зонах нарушения линейные залежи, которые имеют протяженность до нескольких сот метров, глубину распространения от поверхности залежи до 400 м и более при ширине от 10-20 до 100 м.

Среди окисленных железистых кварцитов, слагающих залежи, выделяются следующие минералогические разновидности: магнетит-мартит-гематитовые (железнослюдковые), гематит-магнетит-мартитовые, магнетит-мартитовые, мартит-гематитовые с магнетитом, гидрогематит-гетит-мартитовые с содержанием железа магнетитового от 1 до 16% и гематит-лимонит-мартитовые с содержанием железа магнетитового менее 1%.

Главными рудными минералами окисленных железистых кварцитов являются мартит, гематит (железная слюдка), в меньшей мере - магнетит; второстепенными - лимонит, гидрогематит, гетит, гидрогетит; основной нерудный минерал - кварц; второстепенные - хлориты, глинистые минералы, карбонаты.

В окисленных железистых кварцитах в запасах категорий В+С<sub>1</sub> содержание железа общего в основном колеблется от 32,6 до 42,9% (в среднем 40,09%); железа магнетитового - от 0,0-0,1 до 16,0% (в среднем 5,94%).

Богатые (остаточные) руды на месторождении развиты в виде плащеобразных и реже линейных залежей (Веретенинской и Остаповской), залегающих на окисленных кварцитах. Залежи в плане имеют извилистые контуры, относительно ровную поверхность, довольно неровную зубчато-извилистую подошву и большое количество безрудных окон и пережимов. Простираются они соответственно на 6,5 и 4,3 км, имеют ширину до 2,5 и 1,5 км и среднюю мощность 13,0 и 9,5 м. В верхних частях залежей, в зонах эпигенетической карбонатизации, руды плотные карбонатно-железнослюдково-мартитовые, железнослюдково-мартит-карбонатные, карбонатно-мартитовые. Некарбонатизированные рыхлые или слабосцементированные разности (мартит-железнослюдковые, железнослюдково-мартитовые, мартитовые, мартит-гидрогематитовые) залегают в средней и нижней частях залежей. Около 83% запасов представлено рудами остаточного типа и 17% - перетолженными, осадочными рудами. Последние обычно заполняют понижения в кровле остаточных руд, где формируют линзовидные тела длиной до 1,7 км, шириной до 0,6 км и мощностью до 36 м (в среднем 5,5 м). По вещественному составу среди них преобладают железнослюдково-мартитовые руды, которые в верхах залежи сидеритизированные.

Средний химический состав остаточных и осадочных богатых железных руд по месторождению приводится в табл. 53 [80].

Технологические исследования обогатимости железных руд Михайловского месторождения основываются на результатах работ институтов "Механобр", НИИКМА, "Механобрчермет" и показателях обогатимости фабрики Михайловского ГОКа.

На месторождении выделяются три промышленных технологических типа руд - богатые руды, не требующие обогащения, неокисленные магнетитовые и гематит-магнетитовые кварциты, обогащаемые по простым схемам, и гематитовые кварциты, требующие сложных схем обогащения.

Подготовка богатых руд к плавке заключается в дроблении, грохочении и агломерации. Балансовые запасы их составляют 2,2%.

Неокисленные магнетитовые и гематит-магнетитовые кварциты с содержанием железа магнетитового более 16% (76,1% балансовых запасов) характеризуются как трудноизмельчаемые, трудно-, средне- и легкообогати-

Таблица 53

Средний химический состав различных генетических и минеральных типов богатых железных руд Михайловского месторождения, %

Компоненты	Остаточные руды		Осадочные руды	
	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные
Fe <sub>общ</sub>	58,48	46,42	52,04	45,0
SiO <sub>2</sub>	7,56	8,95	9,12	10,90
TiO <sub>2</sub>	0,28	-	1,13	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,51	2,41	6,24	5,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	78,45	52,61	67,70	48,0
FeO	4,84	11,70	6,05	14,17
MnO	0,04	0,09	0,06	0,10
MgO	0,24	0,85	0,28	0,66
CaO	0,81	7,7	1,64	4,97
Na <sub>2</sub> O	Следы			
K <sub>2</sub> O	0,16	0,08	0,09	0,26
P	0,026	0,06	0,05	0,08
S	0,32	0,90	0,24	0,69
П.п.п.	4,0	13,7	6,12	12,51

мые, из которых с применением мокрой магнитной сепарации получают концентрат с содержанием железа свыше 64%.

Окисленные и неокисленные магнетит-гематитовые кварциты с содержанием железа магнетитового меньше 16% (21,7% балансовых запасов) обогащаются по магнитной схеме в слабом и сильном полях с использованием высокоинтенсивных полиградиентных электромагнитных сепараторов типа "Джонс", которая обеспечивает получение концентрата с содержанием железа в среднем 58,1% при выходе его 45% и извлечении железа в концентрат 64,5%.

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения сложные. Подземные

воды содержатся во всех отложениях осадочной толщи и в зоне трещиноватости пород докембрия. Основной водоприток в карьер формируется за счет альб-сеноманского водоносного горизонта и атмосферных осадков. Оперяющее осушение этого и нижележащих водоносных горизонтов осуществляется подземным дренажным комплексом. Подземные воды месторождения пресные гидрокарбонатные, для них характерно повышенное содержание железа. При обеспечении соответствующей санитарной обработки и обезжелезивания они могут использоваться для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Расчетная величина водопритока в карьер при глубине его до отметки -300 м, по данным проекта осушения, составит порядка 4300 м<sup>3</sup>/ч. Учитывая огромные размеры водосборной площади карьера, возможны большие единовременные прступления воды за счет ливневых осадков, определяемые до 50-100 тыс.м<sup>3</sup>/ч, что необходимо учитывать при проектировании аварийных средств водоотлива.

Сложность горно-технических и инженерно-геологических условий месторождения обусловлена неоднородным составом пород вскрыши - частым переслаиванием песчаных, алевритовых и глинистых пород. Мощность пород вскрыши на месторождении достигает 80-120 м.

Запасы железных руд Михайловского месторождения неоднократно утверждались ГКЗ СССР (1958, 1973, 1984 гг.). Последняя переоценка всех запасов железных руд выполнена в 1985 г. в связи с проведением в промышленных условиях обогащения окисленных кварцитов с применением сепараторов типа "Джонс".

ТЭО комплексной отработки железных руд месторождения разработано в 1984 г. институтом "Центргипроруда" (табл. 54).

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1985 г. (протокол 2024-к) утвердила для условий открытой отработки параметры постоянных кондиций.

## Основные технико-экономические показатели обработки Михайловского месторождения

Показатели	В проектных контурах на 1995 г.	В перспектив- ных контурах на 2005 г.
Разведанные и предварительно оцененные запасы по категориям А+В+С <sub>1</sub> /С <sub>2</sub> , млн т:		
богатых руд	<u>121,7</u> 6,5	<u>188,8</u> 6,5
неокисленных кварцитов	<u>2405,2</u> -	<u>5020,0</u> 6201,4
окисленных кварцитов	<u>485,3</u> -	<u>1122,8</u> 4209,3
Среднее содержание железа, %:		
в богатых рудах (общего)	51,77	51,77
в неокисленных кварцитах:		
общего	38,44	38,63
магнетитового	19,86	20,17
в окисленных кварцитах:		
общего	40,96	40,22
магнетитового	5,55	4,72
Производительность предприятия, млн т/год:		
по добыче:		
богатых руд	10,0	2,0
неокисленных кварцитов	30,0	30,0
окисленных кварцитов	10,0	15,0
по выпуску:		
аглоруды	9,5	1,9
концентрата	15,90	17,99
окатышей	9,76	9,76
Содержание железа, %:		
в аглоруде	54,1	52,8
в концентрате	62,26	62,26
в окатышах	58,25	58,25
Извлечение железа в концентрат из кварцитов, %	57,66	57,66
Выход концентрата из неокисленных кварцитов, %	34,3	34,3
Дополнительные капитальные вложения, млн р.	464,32	654,01
Производственные фонды, млн р.	1496,93	1397,4
Себестоимость добычи 1т, р.:		
богатых руд	3,48	3,48
неокисленных кварцитов	1,04	1,18
окисленных кварцитов	0,514	0,513
Полная себестоимость 1 т, р.:		
концентрата:		
из неокисленных кварцитов	12,44	12,38
из окисленных кварцитов	10,97	11,10
окатышей:		
с учетом реализации отсева	19,38	19,38
без учета реализации	20,24	20,24
Срок окупаемости, лет	7,0	20,8
Рентабельность, %	5,8	4,2



## Балансовые запасы

<b>Неокисленные железистые кварциты</b>	
Минимальное содержание $Fe_{\text{магн}}$ в пробе, %	16
Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и окисленных кварцитов, включаемых в подсчет запасов, м	10
<b>Окисленные железистые кварциты</b>	
Минимальное содержание $Fe_{\text{общ}}$ в пробе, %	30
Содержание $Fe_{\text{магн}}$ в пробе, %	1-16
Минимальная мощность рудных тел, м	10
То же на участках перемежаемости с богатыми рудами, м	5
Максимальная мощность внутри рудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м:	
пород и неокисленных кварцитов	10
богатых руд	3
<b>Богатые руды</b>	
Минимальное содержание $Fe_{\text{общ}}$ в пробе, %:	
в гематит-магнетитовых рудах	45
в карбонатно-мартитовых рудах	35
Максимальное содержание кремнезема, %	20
Минимальная мощность рудных тел, м	3
Максимальная мощность внутрирудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м:	
пород	1
окисленных кварцитов	5
<b>Забалансовые запасы</b>	
<b>Железистые кварциты</b>	
Минимальное содержание $Fe_{\text{общ}}$ в пробе, %	30
Максимальное содержание $Fe_{\text{магн}}$ в пробе, %:	
в неокисленных кварцитах	16
в окисленных кварцитах	1
Минимальная мощность рудных тел, м	10

Подсчет балансовых и забалансовых запасов всех разновидностей руд, утвержденных ГКЗ СССР в 1985 г. (протокол 9872), произведен в перспективном контуре карьера, принятом в ТЭО кондиций; отдельно выделены запасы в проектном контуре карьера (табл. 55).

Таблица 55

### Характеристика запасов железных руд Михайловского месторождения

Категория запасов	Балансовые запасы, млн т	Среднее содержание, %			Забалансовые запасы, млн т	Среднее содержание, %	
		$Fe_{\text{общ}}$	$Fe_{\text{магн}}$	$SiO_2$		$Fe_{\text{общ}}$	$Fe_{\text{магн}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Богатые руды</b>							
В	140,7	54,29	-	10,72	-	-	-
	108,6	54,12	-	10,37	-	-	-
C <sub>1</sub>	82,3	53,30	-	12,28	-	-	-
	43,8	54,04	-	11,69	-	-	-
В+C <sub>1</sub>	223,0	53,93	-	11,25	-	-	-
	152,4	54,09	-	11,74	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
C <sub>2</sub>	<u>15,9</u> 6,2	<u>53,13</u> 53,75	-	<u>12,98</u> 11,12	-	-	-
<b>Окисленные железистые кварциты</b>							
B	101,2 <u>101,2</u>	40,42 <u>40,42</u>	7,59 <u>7,59</u>	-	8,0 <u>8,0</u>	40,63 <u>40,63</u>	0,50 <u>0,50</u>
C <sub>1</sub>	1210,4 <u>548,3</u>	40,06 <u>40,77</u>	5,78 <u>5,73</u>	-	258,5 <u>117,3</u>	41,68 <u>42,12</u>	0,32 <u>0,24</u>
B+C <sub>1</sub>	1311,6 <u>649,7</u>	40,09 <u>40,72</u>	5,94 <u>6,02</u>	-	266,5 <u>125,5</u>	41,65 <u>42,02</u>	0,32 <u>0,26</u>
C <sub>2</sub>	<u>1996,7</u> 0,8	<u>40,78</u> 41,70	<u>5,40</u> 7,35	-	<u>312,2</u> -	<u>41,44</u> -	<u>0,35</u> -
<b>Неокисленные железистые кварциты</b>							
B	626,4 <u>547,6</u>	38,69 <u>38,75</u>	20,86 <u>20,47</u>	-	-	-	-
C <sub>1</sub>	4165,5 <u>1759,9</u>	38,88 <u>39,30</u>	21,32 <u>20,80</u>	-	104,3 <u>47,3</u>	38,66 <u>38,41</u>	2,14 <u>0,48</u>
B+C <sub>1</sub>	4791,9 <u>2307,3</u>	38,86 <u>39,17</u>	21,26 <u>20,72</u>	-	104,3 <u>47,3</u>	38,66 <u>38,41</u>	2,14 <u>0,48</u>
C <sub>2</sub>	<u>6325,1</u> 2,5	<u>38,37</u> 39,15	<u>21,00</u> 20,09	-	392,9	39,26	2,37

*Примечание.* В числителе - значения для перспективного контура карьера, в знаменателе - для проектного.

На месторождении, кроме железных руд, ГКЗ СССР утверждены предварительно разведанные запасы пород скальной вскрыши в качестве сырья для получения строительного щебня и бутового камня в количестве 90,1 млн м<sup>3</sup> по категории C<sub>2</sub>; балансовые эксплуатационные запасы пресных подземных дренажных вод для технологического водоснабжения Михайловского ГОКа и г. Железногорска на 25-летний срок эксплуатации из расчета 27 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

На базе богатых железных руд в 1957 г. было начато строительство первой очереди Михайловского железорудного комбината, которая была введена в эксплуатацию в 1960 г. на мощность 2,6 млн т в год с последующим развитием до 8,6 млн т. Первый пусковой комплекс по добыче и обогащению магнетитовых кварцитов был введен в эксплуатацию в 1973 г. на мощность 15 млн т руды и 5,514 млн т концентрата в год с последующим развитием

Таблица 56

## Основные технико-экономические показатели работы Михайловского ГОКа

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	38,1	22,5
Содержание железа в сырой руде, %	42,2	42,6
Производство товарной руды, млн т:		
аглоруды	8,6	3,7
концентрата	11,0	6,6
Содержание железа, %:		
в аглоруде	53,13	56,49
в концентрате	64,21	65,91
Производство окатышей офлюсованных, млн т	6,5	4,9

Показатели	1990 г.	1993 г.
Содержание железа в окатышах, %	59,59	62,2
Объем товарной продукции и реализации, млн р.	302,3	-
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	2,54	985
товарной	9,26	7949
в том числе:		
аглоруды	5,98	6457
концентрата	13,24	8785
окатышей	17,97	12738
Рентабельность, %	5,5	-

комбината до 30 млн т руды и 11,13 млн т концентрата. В 1990 г. производство товарной руды составило 19,6 млн т и концентрата 11,0 млн т (табл. 56).

Окисленные железистые кварциты добываются попутно и складываются в спецотвал в количестве до 10,0 млн т ежегодно для последующей переработки.

Обеспеченность Михайловского ГОКа запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> по уровню добычи 1990 г.: богатыми рудами - 21 год, железистыми кварцитами - свыше 100 лет.

### Курбакинское месторождение

Месторождение расположено в 100 км северо-западнее г.Курска, в 3 км от Михайловского горно-обогатительного комбината и г.Железногорска (см. рис. 52).

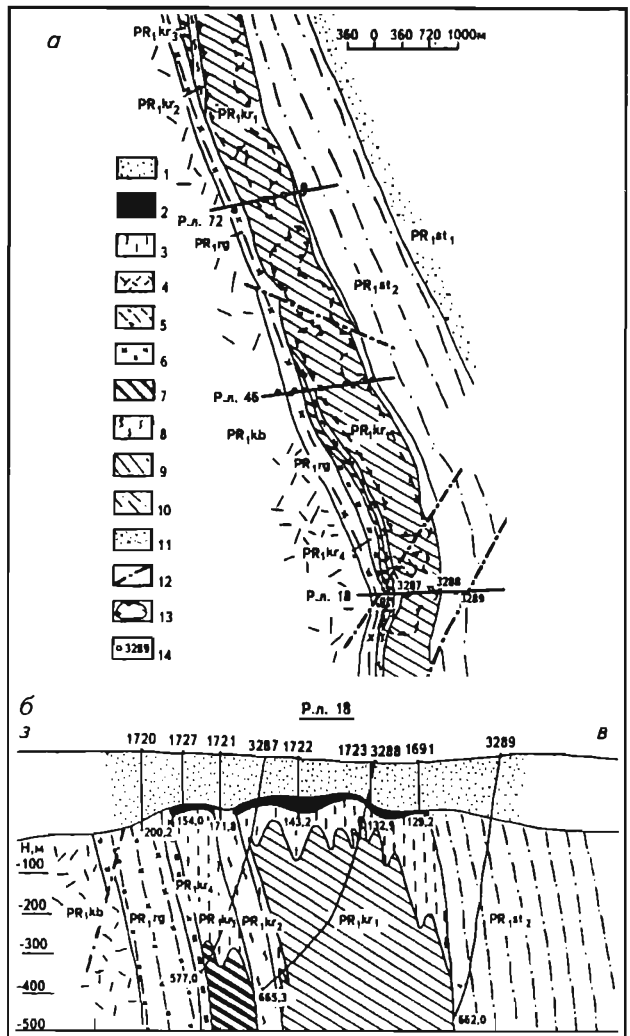
В 1956-1959 гг. под руководством И.П.Калинина и Е.П.Воротильникова (ПГО "Центргеология") на месторождении были проведены поисковые и поисково-оценочные работы на богатые железные руды.

Курбакинское месторождение находится в пределах сводовой части Воронежской антеклизы. В строении докембрийского фундамента месторождения принимают участие породы курской и оскольской серий (рис. 53).

Курская серия (PR<sub>1</sub> ks) представлена стойленской и коробковской свитами.

Рис. 53. Схематическая геологическая карта и разрез по разведочной линии 18 Курбакинское месторождение богатых железных руд (по материалам Юго-Западной ГРЭ)

1 - отложения осадочного чехла; 2 - богатые железные руды коры выветривания; 3 - окисленные железистые кварциты; протерозой: оскольская серия (PR<sub>1</sub> os): 4 - курбакинская свита (PR<sub>1</sub> kb), 5 - роговская свита (PR<sub>1</sub> rg); курская серия (PR<sub>1</sub> ks): 6-9 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 6 - верхняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>4</sub>), 7 - верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>), 8 - нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>), 9 - нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>); 10-11 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st): 10 - верхняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>), 11 - нижняя кварцито-песчаниковая подсвита (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>); 12 - тектонические нарушения; 13 - контур залежей богатых железных руд коры выветривания на железистых кварцитах; 14 - разведочные скважины



Стойленская свита (PR<sub>1</sub> st) образована двумя подсвитами: нижней (PR<sub>1</sub> st<sub>1</sub>) мощностью около 1-1,2 км, сложенной кварцито-песчаниками, переслаивающимися с кварц-серицитовыми сланцами, и верхней (PR<sub>1</sub> st<sub>2</sub>) мощностью до 1 км, сформированной кварц-серицитовыми сланцами.

Коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr) мощностью 500-800 м представлена железорудными (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>, PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) и сланцевыми (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>, PR<sub>1</sub> kr<sub>4</sub>) подсвитами. Железорудные подсвиты сложены преимущественно железослюдково-магнетитовыми кварцитами и подчиненными им магнетитовыми и слабо-рудными силикатно-магнетитовыми кварцитами, в зоне выветривания - окисленными железистыми кварцитами.

Сланцевые подсвиты сложены филлитовидными кварц-серицитовыми микрокристаллическими сланцами с кластогенным кварцем и иногда плагиоклазом.

Оскольская серия (PR<sub>1</sub> os) представлена образованиями роговской и курбакинской свит.

Роговская свита (PR<sub>1</sub> rg) мощностью более 100 м сложена кварц-серицит-биотитовыми, углеродистыми кварц-биотитовыми сланцами, в верхней половине кварц-мусковитовыми с прослоями карбонатно-кварц-серицитовых и карбонатных пород; в подошве местами песчаники с детритом магнетита и гематита и конгломераты с обломками железистых кварцитов.

Курбакинская свита (PR<sub>1</sub> kb) мощностью более 200 м представлена брекчиями седиментационными, туфобрекчиями с обломками железистых кварцитов, песчаниками полимиктовыми, обогащенными детритом магнетитового магнетита, гематита и железной слюдки, рассланцованными туфами, туфопесчаниками, кварцевыми порфирами, сланцами кварц-серицит-хлоритовыми.

Курская серия за пределами месторождения прорывается розовыми микроклиновыми гранитами.

На докембрийских породах повсеместно развита кора выветривания, мощность которой в пределах полосы железистых кварцитов достигает 150 м.

На размытой поверхности и коре выветривания пород фундамента залегают почти горизонтально отложения осадочного комплекса. Они представлены пестроцветными глинами, алевролитами, известняками девона, песками с прослоями глин юры, песками, мелом и мергелем мела и четвертичными и лессовидными суглинками. Мощность их варьирует от 80 до 180 м, в среднем 130 м.

В структурном отношении Курбакинское месторождение приурочено к восточному крылу Михайловской синклинали, усложненной серией складок более высоких порядков. К востоку от полосы железистых кварцитов распространены более древние породы стойленской свиты курской серии, а к западу - молодые породы оскольской серии. На всей площади они имеют крутое (70-85°) моноклиальное падение в восточном направлении. Полосу железистых кварцитов пересекает ряд нарушений с разрывом сплошности пласта.

Богатые железные руды приурочены к сравнительно широкой полосе железистых кварцитов, образующих здесь выступ, возвышающийся на 80-100 м над полями окружающих его сланцев. Залегают руды горизонтально, образуя плащеобразную залежь, которая повторяет контур выступа железистых кварцитов. Длина ее 15 км, ширина до 800 м. Площадь в пределах промышленных запасов составляет 3,2 км<sup>2</sup>. Залежь состоит из остаточных и осадочных руд, изобилует большим количеством значительных по размерам безрудных окон, сильно усложняющих общий контур и разбивающих ее на восемь разобщенных рудных тел площадью от 0,069 до 1,040 км<sup>2</sup>. Мощность рудных тел колеблется от нескольких сантиметров до 124 м, в среднем 22,8 м.

Таблица 57  
Средний химический состав железных руд  
Курбакинского месторождения, %

Компо- ненты	Богатые руды				Желе- зистые кварциты
	остаточные		осадочные		
	рыхлые	плотные	рыхлые	плотные	
Fe <sub>общ</sub>	56,4	49,3	52,9	46,0	40,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	78,2	67,9	74,0	64,1	54,1
FeO	2,1	2,2	1,4	1,8	2,6
SiO <sub>2</sub>	9,4	7,9	-	7,4	30,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,0	1,0	5,4	2,3	0,6
Летучие	3,9	8,4	4,0	9,0	0,96
CaO	2,6	9,2	1,4	11,3	0,61
S	0,33	1,03	0,22	1,34	0,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	0,04	0,08	0,07	Не опр.
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,04	0,30	0,13	"
MgO	0,07	0,45	0,23	0,67	0,17
MnO	0,06	0,13	0,05	0,12	Не опр.
Na <sub>2</sub> O	0,1	0,03	0,13	0,12	"
K <sub>2</sub> O	0,11	0,05	0,20	0,24	"
H <sub>2</sub> O (хрис- талл.)	2,0	1,4	2,86	2,3	"

Среднее содержание компонентов в остаточных и осадочных богатых рудах и в железистых кварцитах приведено в табл. 57.

Руды залегают преимущественно под толщей рыхлых песчанисто-глинистых отложений общей мощностью от 80 до 180 м, в среднем 130 м. Непосредственно в кровле руд лежат пески и глины старооскольского и щигровского горизонтов девона и батского яруса средней юры. Остаточные руды почти полностью представлены железнослюдяково-мартиновыми, а по окраинам залежи мартиновыми и гидрогематит-мартиновыми разностями.

Осадочные руды залегают в виде небольших линзообразных тел в кровле остаточных руд. В общем объеме всех руд они составляют около 16%.

По крепости богатые руды разделяются на плотные и рыхлые, но определенной закономерности в распределении их внутри залежи не установлено. Рыхлые руды преобладают над плотными и слагают около 2/3 разведанных запасов.

Прослой сланцев в железных рудах встречаются редко, имеют незначительную мощность и составляют не более 1-2% толщи.

В обводнении месторождения принимают участие сеноман-альбский, батский и протерозойский водоносные горизонты, создающие напор над кровлей рудной залежи до 100 м (табл. 58). Гидрогеологические условия залегания для богатых руд изучены недостаточно.

Таблица 58  
Водоносные горизонты Курбакинского месторождения

Водоносный горизонт	Мощность водоносных пород, м	Напор над кровлей, м	Удельный дебит скважин, л/с	Коэффициент фильтрации, л/сут
Сеноман-альбский в песках	8-22	Без напора	0,12	1,66
Батский в песках	15-24	37,5-39,1	0,38-1,2	3,0-12,5
Протерозойский в рудах и кварцитах	20-70	62-100	0,002	0,014

Испытание обогатимости железистых кварцитов не производилось.

Запасы магнетитовых и карбонатно-магнетитовых (богатых) руд Курбакинского месторождения по категории С<sub>1</sub> оценены в 92,1 млн т при среднем содержании железа 52,9%. Месторождение не намечается к освоению.

#### 4.2.2. Белгородский железорудный район

На территории Курской области расположена северная часть Белгородского железорудного района, в пределах которого находится Реутецкая рудная зона, являющаяся непосредственным продолжением на юге Ольховатской, а на севере Фатеевской рудных зон. Она представляет собой единую железорудную полосу, вытянутую в северо-западном направлении на 70 км.

Изученность рудной зоны неравномерная. В центральной части разведано Дичнянско-Реутецкое месторождение богатых железных руд. Железистые кварциты месторождения охарактеризованы по одной разведочной линии до глубины 700 м от поверхности. В северной части проводились поисковые работы на железные руды, в южной - на бокситы.

В структурном отношении рудная зона представляет собой синклинальную структуру с крутым ( $70-75^{\circ}$ ) почти параллельным падением крыльев на северо-восток. Постепенно погружаясь на юго-восток и усложняясь, она переходит в синклинальную структуру Реутецкого узла аномалий [80]. Разломами поперечными, диагональными, продольными разбита на блоки [76]. По разломам местами наблюдается развитие карбонатизации. Железорудная толща ее относится к железисто-кремнисто-сланцевой формации [24,55], которая изучалась в 1968 г. Б.Д.Клагиш, в 1970 г. Н.А.Скулковым и другими.

Мощность рудной толщи изменяется по простиранию рудной зоны. Наибольшая мощность отмечена в пределах Дичнянско-Реутецкого месторождения (750 м). В северном направлении она уменьшается до 500 м, в южном - до 300 м.

#### *Дичнянско-Реутецкое месторождение*

Дичнянско-Реутецкое месторождение расположено в 2 км юго-западнее с.Реутец Обоянского района Курской области и в 30 км к северо-западу от станции Обоянь. Предварительная разведка месторождения проведена Курской КГРЭ в 1961-1965 гг. (Н.А.Скулков, С.И.Воропаев, А.М.Богданова, Л.И.Сиваева).

Месторождение приурочено к Дичнянской полосе железистых кварцитов Реутецкой рудной зоны, расположенной в центральной части Михайловско-Белгородской металлогенической зоны [55,80].

В составе докембрия на месторождении участвуют породы архея (гнейсы и мигматиты обоянской серии, различные кристаллические сланцы и кварцито-песчаники лебединской свиты михайловской серии) и протерозоя (рис. 54, 55).

Протерозой на месторождении представлен образованиями стойленской и коробковской свит курской серии ( $PR_1$  ks).

На месторождении железистые кварциты коробковской свиты ( $PR_1$  kr) подстилаются породами стойленской свиты ( $PR_1$  st), которые представлены слюдястыми кварцито-песчаниками, сланцами двуслюдястыми, мусковитовыми с графитом и турмалином.

Коробковская свита на месторождении представлена двумя железорудными подсвитами ( $PR_1$  kr<sub>1</sub> и  $PR_1$  kr<sub>3</sub>), разделенными сланцевой подсвитой ( $PR_1$  kr<sub>2</sub>).

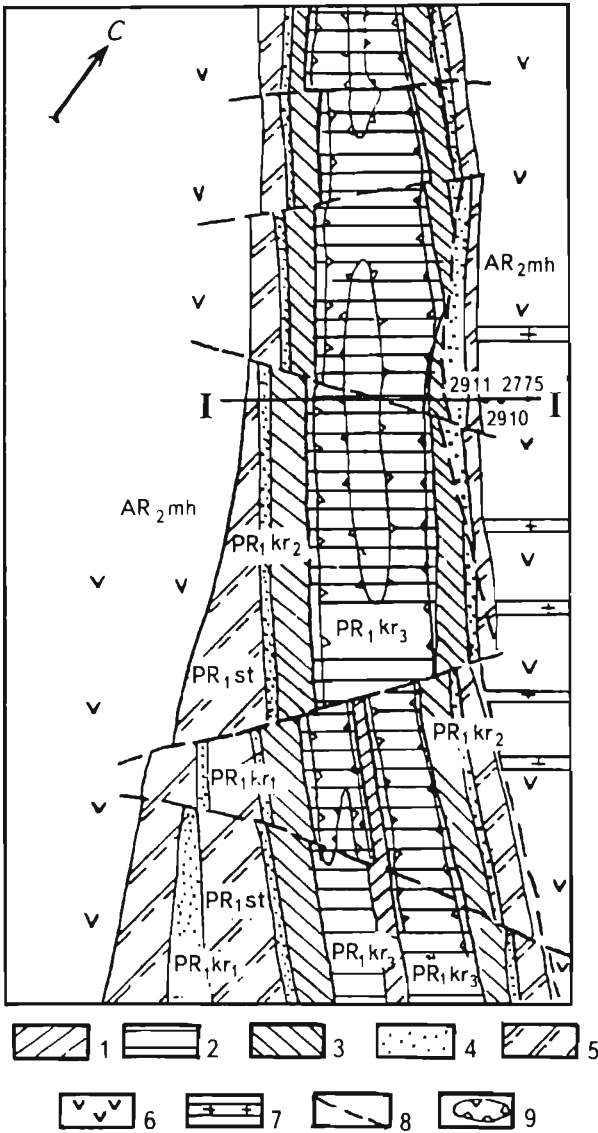


Рис. 54. Схематическая геологическая карта Дичиняско-Реутецкого месторождения (по материалам Юго-Западной ГРЭ)

**Нижний протерозой (PR<sub>1</sub>): курская серия (PR<sub>1</sub> ks):** 1-4 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 1 - верхняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>4</sub>), 2 - верхняя подсвита железистых кварцитов (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>), 3 - нижняя сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>), 4 - нижняя подсвита железистых кварцитов (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>); 5 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st) - сланцево-песчаниковая; **верхний архей: михайловская серия (AR<sub>2</sub> mh):** 6 - гнейсы, мигматиты, сланцы; 7 - зона интенсивной гранитизации и гидротермальных изменений пород; 8 - разрывные нарушения; 9 - контуры распространения залежей богатых железных руд

Нижняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>1</sub>) изменяется по мощности от 35-50 м в западном и до 100 м в восточном бортах месторождения. Сложена она в основном железистыми кварцитами - магнетитовыми, гематит-магнетитовыми и силикатно-магнетитовыми. В основании их залегают слабрудные куммингтонитовые кварциты, в нижней части с прослоями куммингтонит-гранат-биотитовых сланцев мощностью от 1-2 до 8 м, постепенно переходящих в подстилающие двуслюдяные сланцы стойленской свиты. В составе подсвиты преобладают гематит-магнетитовые кварциты, на их долю приходится 50% и более общей мощности разреза, тогда как магнетитовые кварциты составляют не более 30-35%. Остальная часть разреза складывается силикатно-магнетитовыми и малорудными кварцитами и редкими прослоями междурядных сланцев. Среднее содержание Fe<sub>магн</sub> в магнетитовых железистых кварцитах восточного борта составляет 28,8%.

Сланцевая подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>2</sub>), развитая в западном крыле, представлена в основании мусковит-биотитовыми сланцами с пиритом и графитом; в верхней части - чередованием сланцев, безрудных куммингтонитовых кварцитов и роговикоподобных кварцито-песчаников; в восточном крыле - филлитовидными углисто-кварц-серицит-био-

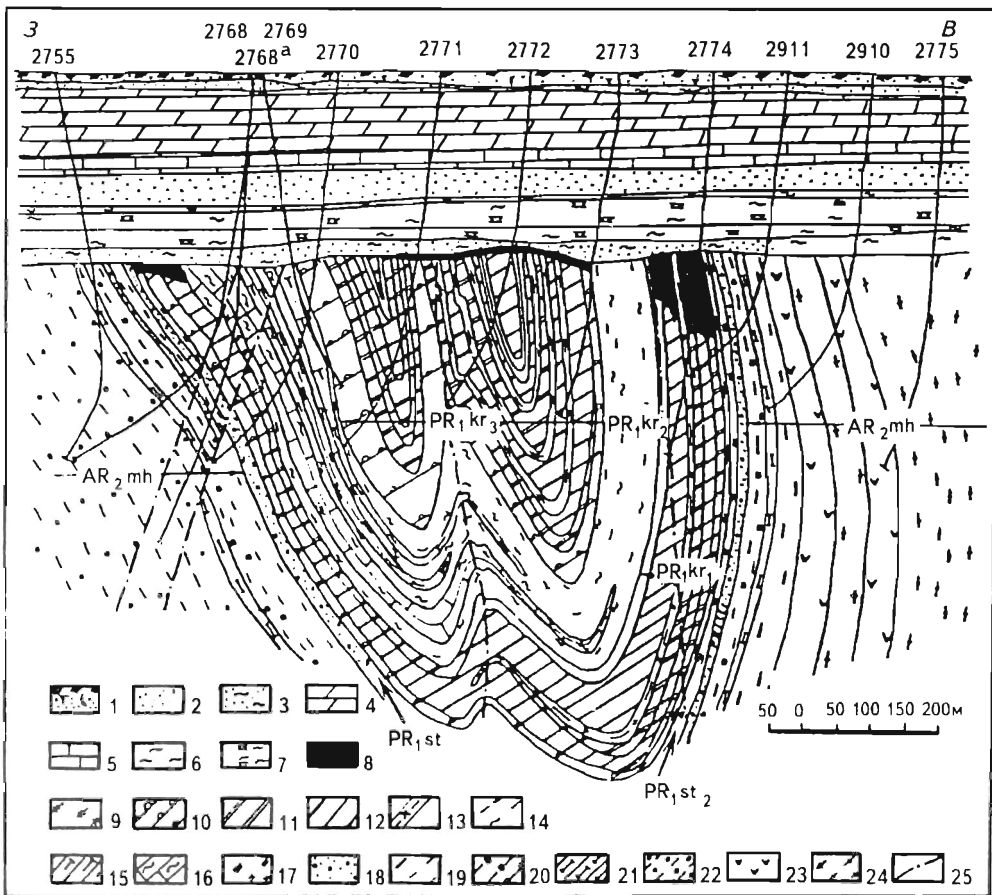


Рис. 55. Схематический геологический разрез  
Дичинско-Реутецкого месторождения по линии I-I  
(составила Л.М.Штернова по материалам Н.А.Скулкова и Б.Д.Клагинш, 1982)

Осадочная толща: 1 - почвенно-растительный слой и суглинок, 2 - песок, 3 - глина песчаная, 4 - мергель, 5 - мел, 6 - глина, 7 - глина известковистая; протерозой: курская серия: 8-16 - коробковская свита (PR<sub>1</sub> kr): 8 - богатая железная руда, 9 - кварцит слабрудный, 10 - кварцит силикатно-магнетитовый, 11 - кварцит магнетитовый, 12 - кварцит гематит-магнетитовый, 13 - сланец междрудный, 14 - сланец филлитовидный углисто-кварц-серицит-биотитовый, иногда с гранатом, 15 - кварцит безрудный и кварцито-песчаник, 16 - сланцы, участками карбонатизированные, 17-18 - стойленская свита (PR<sub>1</sub> st): 17 - сланец мусковитовый с графитом и турмалином, 18 - кварцито-песчаник, кварцит; михайловская серия: 19 - сланец мусковит-биотитовый, 20 - сланец двуслюдяной со ставролитом, 21 - кварцит безрудный, 22 - чередование кварцито-песчаников и сланцев; 23 - амфиболит; 24 - гранитизированные породы архея; 25 - линии разлома

титовыми сланцами, иногда с гранатом. Мощность подсвиты в западном крыле 100-110 м, в восточном 80-85 м.

Верхняя железорудная подсвита (PR<sub>1</sub> kr<sub>3</sub>) занимает основную часть разреза железорудной формации месторождения. Ввиду того, что верхняя часть подсвиты размыта постдокембрийской эрозией, полный разрез ее не установлен, по отдельным профилям ширина достигает 400-500 м.



В основании подсветы залегает горизонт силикатно-магнетитовых и магнетит-силикатных кварцитов мощностью от 15 м в восточном и до 50 м в западном бортах месторождения. В его составе преобладают грубослоистые магнетит-куммингтонитовые кварциты, содержащие тонкие прослои гранат-биотит-куммингтонитовых сланцев мощностью до 1 м.

Выше по разрезу залегает толща, представленная переслаиванием пластов (пачек) магнетитовых, гематит-магнетитовых, силикатно-магнетитовых и слаборудных кварцитов. Среди магнетитовых кварцитов в этой толще выделяются темнополосчатые с биотитом и анкеритом, красно- и серополосчатые с тальком и тремолитом.

На докембрийских породах развита кора выветривания. С корой выветривания железистых кварцитов связаны окисленные железистые кварциты веретенинского типа и богатые железные руды.

Средний химический состав железистых кварцитов и богатых железных руд месторождения приведен в табл. 59.

Кристаллический фундамент на месторождении перекрыт осадочными породами - юрскими, меловыми, палеогеновыми и четвертичными общей мощностью от 237 м на северо-западе до 275 м на юго-востоке.

Руды Дичнянско-Реутецкого месторождения представлены четырьмя геолого-промышленными типами: метаморфизованными железистыми кварцитами михайловского и лебединского ГПТ, окисленными железистыми кварцитами веретенинского ГПТ, остаточными богатыми железными рудами белгородского ГПТ и осадочными конгломерато-брекчиевыми рудами. На месторождении разведывались только богатые железные руды.

Железистые кварциты изучены по одному разрезу.

Богатые железные руды залегают на "головах" окисленных железистых кварцитов веретенинского ГПТ в виде пластообразной залежи протяженностью 6,5 км и шириной до 500 м. Внутри залежи имеется ряд безрудных участков ("окон"), сильно усложняющих ее контур. Мощность залежи изменяется от 0 до 124 м (средняя 19 м), причем в центральной части полосы железистых кварцитов она уменьшается, а в сторону вмещающих кварциты сланцев увеличивается до 30 м, в единичных случаях - до 90-124 м. Поверхность рудной залежи относительно ровная с понижением от середины к бортам, подошва ее на контакте с окисленными железистыми кварцитами неровная. Кровлей руды служат юрские песчано-глинистые отложения с прослоями известняков, песчаников и слаборудных брекчий в основании.

Рудная залежь сложена в основном остаточными мартиновыми, железнослюдково-мартиновыми и в небольшом количестве гидрогематит-мартиновыми рудами. Верхние горизонты рудной залежи карбонатизированы и представлены сидерит-мартиновыми, сидерит-гематит-мартиновыми и местами сидеритовыми рудами.

Осадочные конгломерато-брекчиевидные руды не имеют на месторождении широкого развития. Они встречаются в виде мелких линзовидных тел мощностью от 0,2 до 0,3, редко 1-1,5 м, залегающих на остаточных рудах. Руды на месторождении представлены плотными (на их долю приходится 2/3 разведанных запасов) и рыхлыми разностями.

По химическому составу богатые железные руды без обогащения пригодны для выплавки чугуна (см.табл. 59).

Средний химический состав железных руд Дичнянско-Реутецкого месторождения, %

Компо- ненты	Железистые кварциты					Богатые железные руды		
	силикатно-магне- титовые	магнетитовые тем- нополосчатые	магнетитовые краснополосчатые	магнетитовые	гематит-магнети- товые	В целом	В том числе	
							плотные	рыхлые
Малые технологические пробы				Технологические пробы				
SiO <sub>2</sub>	56,17	43,3	44,4	42,36	40,73	5,3	5,0	5,7
TiO <sub>2</sub>	-	-	-	Не опр.	0,15	0,04	0,04	0,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,84	2,27	0,9	1,0	0,79	0,47	0,4	0,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,3	30,2	34,70	30,97	39,72	Не опр.	Не опр.	Не опр.
FeO	11,16	15,2	15,3	17,18	12,71	"-	"-	"-
MnO	-	-	-	0,059	0,5	0,09	0,11	0,04
MgO	3,24	2,71	2,5	3,09	1,73	0,8	0,9	0,4
CaO	2,0	1,47	1,7	2,52	1,18	4,6	5,2	2,1
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	0,09	0,24	0,9	0,09	0,10
K <sub>2</sub> O	-	-	-	0,25	0,52	0,13	0,12	0,15
S	0,26	0,23	0,05	-	Не опр.	0,28	0,31	0,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,15	0,15	0,17	0,13	0,9	0,11	0,09
П.п.п.	0,85	0,63	0,4	2,30	2,0	11,3	14,2	5,4
Fe <sub>общ</sub>	25,67	32,9	38,9	35,01	37,67	Не опр.	Не опр.	Не опр.
Fe <sub>магн</sub>	13,65	25,2	31,6	29,34	25,69	"	"	"
Fe <sub>раств</sub>	18,82	26,9	38,83	Не опр.	Не опр	53,5	49,5	58,7

Железистые кварциты михайловского и лебединского ГПТ образуют три крутопадающие линейновытянутые залежи протяженностью более 7 км. Две из них структурно связаны с нижней железорудной подсвитой - с западным и восточным крыльями синклинальной складки. Третья залежь (основная) связана с верхней железорудной подсвитой, выполняющей ядро складки, и установлена по падению до глубины 450 м от поверхности докембрия. В железистых кварцитах среднее содержание  $Fe_{\text{общ}}$  составляет 35,9%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 24,3%.

Технологические свойства магнетитовых и гематит-магнетитовых железистых кварцитов изучены по двум лабораторным пробам, а силикатно-магнетитовых и магнетитовых темно- и краснопитовчатых - по малым технологическим пробам (см. табл. 59). Из магнетитовых кварцитов технологической пробы с начальным содержанием  $Fe_{\text{общ}}$  - 35,01,  $Fe_{\text{магн}}$  - 29,34%, при обогащении по трехстадиальной схеме магнитной сепарации с конечной крупностью измельчения 96% класса -0,074 мм получен концентрат с содержанием железа 62,2% при выходе его 44,42% и извлечении железа в концентрат 80,7%. Из гематит-магнетитовых кварцитов с начальным содержанием  $Fe_{\text{общ}}$  - 37,67%,  $Fe_{\text{магн}}$  - 25,69%, при обогащении по пятистадийной схеме с конечной крупностью измельчения 95% класса -0,05 мм получен концентрат с содержанием железа 66,39% при выходе его 37,1% и извлечении железа в концентрат 65,45%. Полученные результаты свидетельствуют, что магнетитовые кварциты являются легкообогатимыми рудами, а гематит-магнетитовые кварциты - руды труднообогатимые.

В сравнении с железистыми кварцитами Михайловского месторождения железистые кварциты Дичнянско-Реутецкого месторождения имеют более крупную раскристаллизацию рудных минералов и высокую насыщенность магнетитом.

Гидрогеологические условия месторождения сложные; в его обводнении принимают участие четыре водоносных горизонта - сантон-туронский, сеноман-аптский, батский и протерозойский. При осушении месторождения ожидаемые водопритоки оцениваются в 3134-4215 м<sup>3</sup>/ч [80].

По результатам предварительной разведки проведен подсчет запасов богатых железных руд. К балансовым запасам отнесены руды с содержанием железа не менее 50% и плотные карбонатизированные с содержанием железа не менее 45% при минимальной мощности 5 м. Руды с меньшей мощностью в приконтурной полосе залежи отнесены к забалансовым.

Запасы богатых сидерит-мартитовых, мартитовых и гематит-мартитовых руд оценены по категории С<sub>2</sub> в количестве 193,0 млн т со средним содержанием железа 53,5%.

Из-за сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условий месторождение пока не намечается к освоению.

### 4.3. Орловская область

На территории Орловской области расположены Михайловский и Орловский железорудные районы. В пределах Михайловского района выявлено и разведано Новоялтинское месторождение богатых железных руд и Нарышкинская перспективная площадь железистых кварцитов; в Орловском железорудном районе - два перспективных объекта (Орловский и Воронежский) железистых кварцитов.

Балансовые запасы области (табл. 60) представлены богатыми рудами коры выветривания - гематит-мартитовыми и сидерит-гематит-мартитовыми (белгородский ГПТ); прогнозные ресурсы - метаморфизованными рудами - железистыми кварцитами неокисленными магнетитовыми (лебедин-

## Железородная база Орловской области

Рудный район (тип руд)	Месторождение, участок	Содержание Fe <sub>общ</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г. по категории P <sub>1</sub> , млн т
			A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>						
Михайловский (богатые руды - белгородский ГПТ)	Новоялтинское	58,6	117,6 105,7	19,9	42,2	-
<b>Новые перспективные участки</b>						
Орловский (железистые кварциты - левдинский ГПТ)	Орловский	34,9	-	4400	-	14100
	Воронцовское	37,2	-	1600	-	2300
Михайловский (железистые кварциты - михайловский ГПТ)	Нарышкинский	-	-	-	-	4600
Всего			117,6 105,7	6019,9	42,2	21000

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

ский ГПТ) и гематит-магнетитовыми (михайловский ГПТ), а также окисленными железистыми кварцитами (веретенский ГПТ).

По состоянию на 01.01.1994 г. Государственным балансом учтено 117,6 млн т железных руд по категориям A+B+C<sub>1</sub> и 19,9 млн т по категории C<sub>2</sub>. Кроме того, на новых перспективных объектах не учтены Государственным балансом запасы категории C<sub>2</sub> - 6000 млн т (на Орловском, Воронцовском участках).

Из табл. 60 видно, что Орловская область располагает значительными ресурсами железных руд. Однако доля ее в разведанных промышленных запасах железных руд России пока небольшая (0,2%). Выявленные прогнозные ресурсы области (14,0% от прогнозных ресурсов России) позволяют при необходимости значительно расширить сырьевую базу черной металлургии.

### *Новоялтинское месторождение*

Новоялтинское месторождение богатых железных руд находится в 30 км севернее Михайловского железорудного месторождения и в 20 км к северу от железнодорожной станции Михайловский рудник в Орловской области. Месторождение открыто в 1958 г. и изучалось с 1958 по 1965 г. Е.П.Воротильниковым, В.И.Нарыжных, И.Н.Тимошенко [24,80].

Месторождение приурочено к северной части Восточного крыла Михайловской синклинали, сложенной кристаллическими породами докембрия, прорванными различными по составу интрузиями (граниты, граносиениты). Докембрийские породы представлены железистыми кварцитами и эффузивно-осадочными породами протерозоя. Все эти породы в верхней своей части изменены процессами выветривания на глубину до 300 м. Докемб-

рийские породы перекрываются толщей горизонтально залегающих отложений девонского, юрского, мелового и четвертичного возрастов мощностью до 260 м.

Богатые железные руды приурочены к коре выветривания железистых кварцитов, где они образуют плащеобразные Новоялтинскую и Лубянскую залежи, отстоящие одна от другой на расстоянии 6 км (рис. 56).

**Новоялтинская залежь**, в которой заключено 78,5% общих запасов месторождения, протягивается в меридиональном направлении до 7,6 км при ширине в северной части 200 м, в центральной - 2000 м; на юге она разделяется на две полосы шириной около 600 и 1200 м; общая площадь залежи 6,7 км<sup>2</sup>. Мощность колеблется от 0,3 до 59,1 м (средняя 10,85 м); наибольшие мощности приурочены к центральной части залежи. В юго-восточной части ее выявлен безрудный участок площадью 2,8 км<sup>2</sup>. Залежь расположена на глубине 181-239,5 м (в среднем 217 м) от поверхности.

**Лубянская залежь** имеет более изометричную форму. Длина ее - 1600 м, ширина - 1400 м, средняя мощность - 9 м при колебаниях от 0,5 до 22,6 м; безрудные участки в пределах залежи не установлены. Глубина залегания ее от поверхности - 206,5-259,0 м, средняя - 222,4 м.

Верхняя граница залежей сравнительно ровная. В

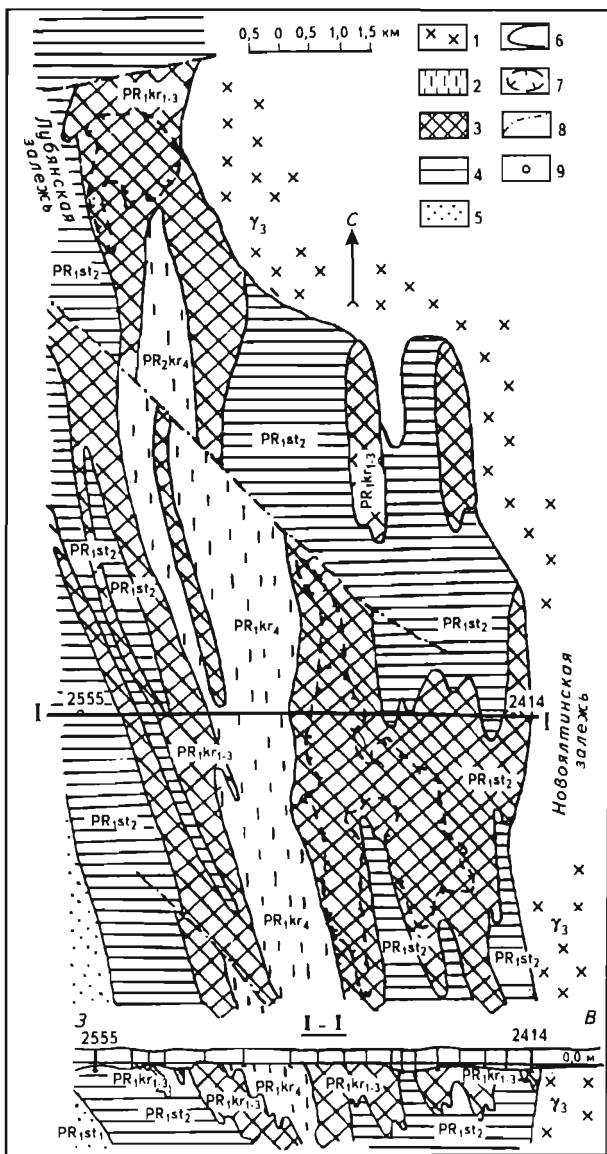


Рис. 56. Схематическая геологическая карта и разрез Новоялтинского месторождения (по В.Д.Полищуку и Е.П.Воротильникову с добавлениями авторов)

**Архей:** 1 - розовые граниты и граносиениты ( $\gamma_3$ ); **протерозой:** *курская серия:* 2-3 - коробковская свита: 2 - сланцы верхнесланцевой подсвиты (PR<sub>1</sub>kr<sub>4</sub>), 3 - железистые кварциты нижней и верхней железорудных и нижнесланцевой подсвиты (PR<sub>1</sub>kr<sub>1.3</sub>), 4-5 - стойленская свита: 4 - сланцы (PR<sub>1</sub>st<sub>2</sub>), 5 - метанесчаники и кварциты (PR<sub>1</sub>st<sub>1</sub>); 6 - контуры рудных тел; 7 - контуры распространения залежей богатых железных руд; 8 - тектонические нарушения; 9 - разведочные скважины

кровле залегают плотные аргиллитовые глины мощностью от 6 до 21 м, в краевых частях - песчано-глинистые породы девонского возраста. Подстилают руду выветрелые окисленные железистые кварциты.

Залежи сложены в основном остаточными рудами, запасы конгломерато-брекчиевых переотложенных руд составляют лишь около 1,8% общих запасов. Руды подразделяются на рыхлые (мартитовые) и плотные (карбонатно-мартитовые). Запасы рыхлых руд в Новоялтинской залежи достигают 94,3%, а в Лубянской - 73,4% общих запасов.

Руды состоят из мартита, остаточного магнетита, гидроокислов железа, кварца и карбонатов - кальцита и арагонита; второстепенными в них являются пирит, марказит, глинистые минералы.

Содержание компонентов в железных рудах Новоялтинского месторождения приведено в табл. 61.

Таблица 61  
Средний химический состав железных руд  
Новоялтинского месторождения, %

Компоненты	Залесь Ново- ялтинская	Залесь Лубянская
Fe	$\frac{52,97-60,81^*}{58,6}$	$\frac{51,52-59,84}{56,92}$
SiO	$\frac{0,52-24,56}{7,7}$	$\frac{1,92-24,14}{9,65}$
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\frac{0,0-10,66}{2,69}$	$\frac{0,02-5,74}{2,35}$
CaO	$\frac{0,07-1,21}{1,66}$	$\frac{0,43-10,0}{3,57}$
MgO	$\frac{0,0-0,66}{0,09}$	$\frac{0,07-1,68}{0,38}$
S	$\frac{0,0-3,12}{0,26}$	$\frac{\text{Нет свед.}}{0,37}$
P	$\frac{\text{Нет свед.}}{0,025}$	$\frac{\text{Нет свед.}}{0,026}$

\* В числителе - пределы изменения, в знаменателе - среднее значение.

8,2 м/сут, удельный дебит достигает 1,15 л/с, ожидаемый водоприток в горные выработки из этого комплекса оценивается в 525 м<sup>3</sup>/ч. Воды его пресные, относятся к гидрокарбонатно-натриево-магниевому типу с небольшим сухим остатком (0,22-0,37 г/л), пригодны для водоснабжения.

Водовмещающими породами евлановско-верхнешигровского комплекса являются трещиноватые известняки с подчиненными прослоями песчаников и песков мощностью 55-85 м. Ожидаемый водоприток в горные выработки оценивается в 370 м<sup>3</sup>/ч.

Водоносность протерозой-архейского комплекса связана с пористостью железных руд и трещиноватостью наиболее выветрелой зоны железистых кварцитов. Максимальная его мощность, вскрываемая скважинами, составляет 330 м. Ожидаемый водоприток из протерозой-архейского комплекса - 273 м<sup>3</sup>/ч. Общая величина притока подземных вод в горные выработки определена по установившемся режиму в 1170 м<sup>3</sup>/ч.

В результате водоотлива из Михайловского карьера во всех основных водоносных горизонтах развивается депрессионная воронка, которая по ме-

Содержание других вредных компонентов в рудах не превышает: меди, свинца, цинка, олова - 0,06%, диоксида титана - 0,18, окисей натрия - 0,62 и калия - 0,37%.

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения сложные. На месторождении развиты три водоносных комплекса: сеноман-аптский, евлановско-верхнешигровский и протерозой-архейский. Воды последних двух комплексов являются напорными. Наиболее водообилен верхний комплекс, связанный с сеноман-аптскими песками. Мощность его в пределах месторождения изменяется от 10 до 35 м, коэффициенты фильтрации - от 0,05 до

ре углубки карьера будет распространяться на площадь Новоялтинского месторождения.

По ориентировочным расчетам института "Центргипроруда" (1962 г.) отработка месторождения возможна подземным способом с производительностью рудника до 5,1 млн т товарной руды в год с содержанием железа 51,6%.

Подсчет запасов железных руд месторождения произведен по условиям, утвержденным ГКЗ СССР (протокол 20-к от 29 августа 1963 г.).

<i>Минимальное промышленное содержание железа растворимого в подсчетном блоке, %</i>	50
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2
<i>Максимальная мощность некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2

Запасы месторождения утверждены ГКЗ СССР по состоянию на 01.05.1965 г. (протокол 4660) в количестве 105,7 млн т по категориям В+С<sub>1</sub> и 18,1 млн т по категории С<sub>2</sub>; 42,2 млн т отнесены к забалансовым.

Учитывая положительный опыт работ на Шемраевском участке Больше-Троицкого месторождения и преобладанием в запасах рыхлых руд, здесь возможна организация добычных работ методом СГД.

### **Орловский участок**

Орловский участок расположен в 32 км к югу от г.Орла. Открыт в 1961 г., аномалии выявлены в 1948 г., поисковые работы выполнены в 1980-1984 гг. Докембрийские отложения перекрыты осадочной толщей среднего и верхнего девона средней мощностью 300 м. Участок приурочен к крупной грабен-синклинальной структуре север\*-северо-западного простирания (рис. 57), отдельные блоки которой сложены нижнепротерозойскими осадочно-метаморфическими породами курской серии, погружены в архейский амфиболит-гнейсово-мигматитовый субстрат, представленный мигматизированными плагиогнейсами, мигматитами и гранито-гнейсами обоянской серии, а также амфиболитами, мигматизированными сланцами михайловской серии. В основании курской серии залегают породы стойленской свиты мощностью до 300 м. Выше по разрезу залегает рудоносная коробковская свита мощностью более 620 м.

Железородная подсвита мощностью 280-320 м сложена железистыми кварцитами силикатно-магнетитового, магнетитового, гематит-магнетитового состава. Перекрывается она толщей сланцев с прослоями карбонатных пород нижней сланцевой подсвиты мощностью более 300 м.

На кристаллических породах повсеместно развита додевонская кора выветривания мощностью от 1-3 до 35,5 м (в среднем 14 м).

В пределах Орловского участка выделяются три крупные залежи железных руд - железистых кварцитов (Восточная, Западная, Северная) протяженностью 11-13 км каждая при видимой мощности на поверхности залежей от 150 до 700 м. Площадь выходов железистых кварцитов этих залежей, по данным Орловской ГРЭ, составляет 15,7 км<sup>2</sup>. Рудная толща смята в синклинальную складку, осложненную антиклинальным перегибом и разбитую диагональными и поперечными разломами на ряд блоков. Углы падения пород на крыльях складок в пределах от 40-80°, в замках наблюдается выполаживание пород до горизонтального. Нижняя кромка залежи находится на глубине 0,4-2,1 км [48].

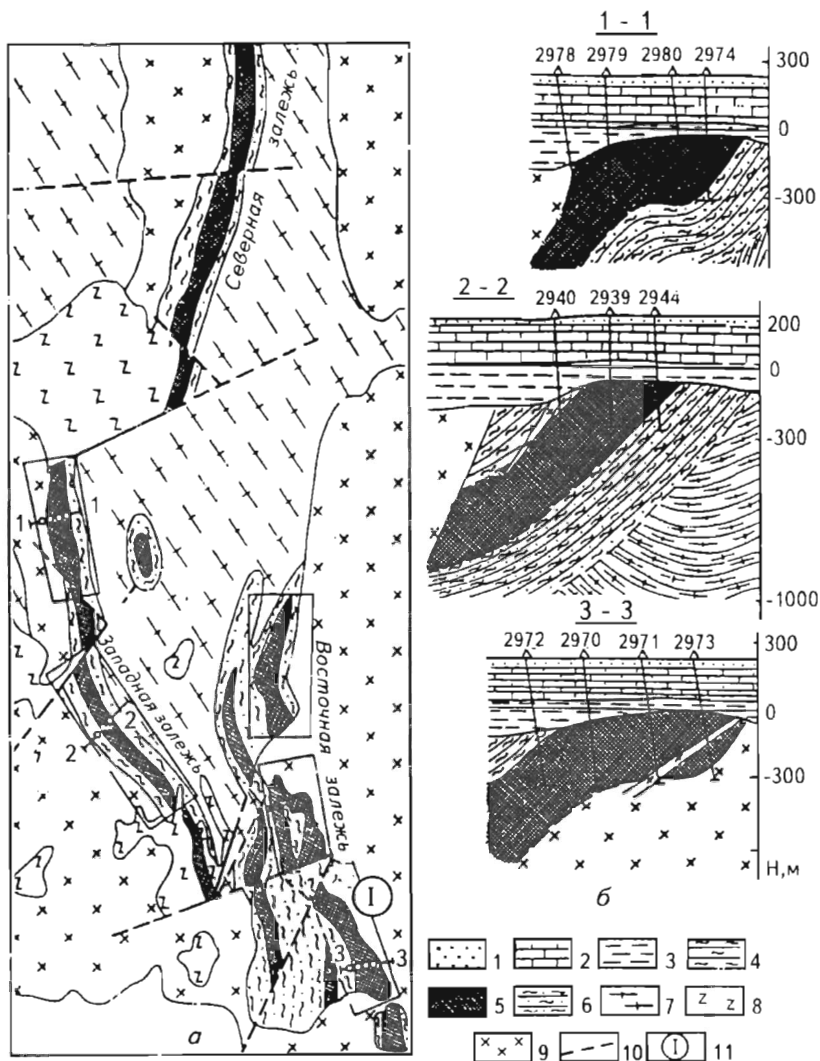


Рис. 57. Схематическая геологическая карта и разрезы Орловского участка [48]

1 - мезо-кайнозойские песчано-глинистые отложения и суглинки; 2 - глинисто-карбонатные отложения франского и фаменского ярусов верхнего девона; 3 - песчано-глинистые осадки живетского яруса среднего девона; **нижний протерозой**: курская серия: 4 - двуслюдяные сланцы второй подсвиты коробковской свиты, 5 - железистые кварциты первой подсвиты коробковской свиты, 6 - сланцы и кварцито-песчаники стойленской свиты; **архей**: 7 - мигматизированные плагиогнейсы, гранито-гнейсы обоянской серии, редко амфиболиты и кристаллические сланцы михайловской серии; 8 - смородинский интрузивный комплекс нижнего протерозоя - оливинсодержащие и оливиновые габбро-долериты; 9 - стойленско-николаевский комплекс нижнего протерозоя - диориты, гранодиориты, диоритовые порфириды, лампрофиры; 10 - разломы; 11 - Тургеневский участок

Железные руды представлены неокисленными средне- и тонкополосчатыми в основном магнетитовыми кварцитами, в меньшем количестве гематит-магнетитовыми, силикатно-магнетитовыми кварцитами, незначи-



тельная часть их представлена полуокисленными и окисленными разностями железистых кварцитов.

Руды высокометаморфизованные, легкообогатимые. Из руд возможно получение концентрата с содержанием железа 65,5-72,4% при выходе его от 29-31,5 до 53,1%, извлечения железа в концентрат 51,6-89,6%, содержании кремнезема 0,88-6,71% и отсутствии вредных примесей.

Ресурсы участка не учтены государственным балансом и оцениваются в 18,5 млрд т с содержанием железа общего 34,9%, в том числе запасы категории С<sub>2</sub> 4,4 млрд т и прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub> 14,1 млрд т.

По комплексу геолого-технологических признаков и горно-технических условий отработки первоочередной интерес представляют участки Восточной залежи (12,6 млрд т), в том числе Тургеневский участок (7,6 млрд т).

#### 4.4. Тульская область

##### 4.4.1. Тульский железорудный район

Железные руды Тульской области добывались с конца XVI в. и послужили основой для создания черной металлургии России. В годы первых пятилеток в Тульской и Липецкой областях были построены два новых металлургических завода: Новотульский и Новолипецкий. В недалеком прошлом эти заводы снабжались рудами Криворожского железорудного бассейна.

Вовлечение в разработку огромных запасов железных руд Курской магнитной аномалии с высоким содержанием железа позволило сократить поставки руды из Кривбасса, расширить и реконструировать заводы Центра, превратив их в современные металлургические предприятия, в результате чего местные руды Тульского железорудного района утратили свое значение, и разработка их прекращена.

Значительный научный и практический вклад в изучение Тульского железорудного района внесли геологи В.Г.Пименов, А.П.Ясырев, Б.П.Епифанов и др.

Основными особенностями осадочных руд Тульского железорудного района являются приуроченность их к многочисленным разновозрастным стратиграфическим горизонтам (карбон, юра, мел, четвертичные отложения), незначительная мощность рудоносных горизонтов (особенно мезозойских) и наличие многих поверхностей размыва между ними. Все это приводит к пространственному сближению разновозрастных рудных горизонтов и к тому, что в отдельных разрезах более молодые рудные горизонты залегают на одном гипсометрическом уровне или даже ниже более древних. Наибольшее промышленное значение имеют руды нижнекаменноугольных отложений.

Залежи руд Тульского района располагаются на расстоянии до 10 км друг от друга и имеют извилистые контуры, обусловленные в основном послерудными размывами.

Руды Тульского района могут рассматриваться как сырье для производства минеральных красок, за исключением отдельных рудопроявлений, имеющих незначительные запасы и низкое содержание железа.

По состоянию на 01.01.1994 г. Государственным балансом учтено одно Тульское месторождение; прогнозные ресурсы отсутствуют.

Район приурочен к южному крылу Московской синеклизы и находится к югу от г.Тулы между усадьбой "Ясная Поляна" и г.Богородицк, занимая полосу протяженностью около 60 км и шириной 15-20 км. Он условно подразделяется на пять рудных подрайонов (37 рудных групп), из которых три (Призаводский, Щекинский и Плавский) находятся на левом берегу р.Упы, а два (Киреево-Дедиловский и Богородский) - на правом. Рудоносный песчано-глинистый комплекс пород (нижний карбон-нижний мел) трансгрессивно залегает на неровной поверхности известняков нижнего карбона и перекрывается песчано-глинистыми отложениями верхней юры и нижнего мела (рис. 58).

Рудные тела представляют собой разобщенные пластообразные залежи бурого железняка (гидрогетита), включенного в виде жеод, линз и глыб в охристо-глинистую массу. Они не образуют одного гипсометрически и стратиграфически выдержанного горизонта, располагаясь на разных высотных отметках и в различных частях разреза рудоносного комплекса, локализуясь главным образом в верхней его части; к нижней части рудоносного комплекса приурочены залежи сидеритовых руд, имеющих весьма ограниченное распространение.

Форма рудных тел неправильная и чрезвычайно сложная. Размеры их меняются в очень широких пределах от нескольких тысяч квадратных метров до 1-2 км<sup>2</sup> (в плане).

Мощность залежей меняется от долей метра до 3, изредка до 7 м, в среднем составляя 1-1,2 м; залегают они на глубине от 4 до 30 м, обычно в 10-20 м от поверхности.

На 15-35 м ниже железных руд залегают бурые угли, имеющие в районе почти повсеместное распространение.

В районе известно более 100 рудных залежей, из которых третья

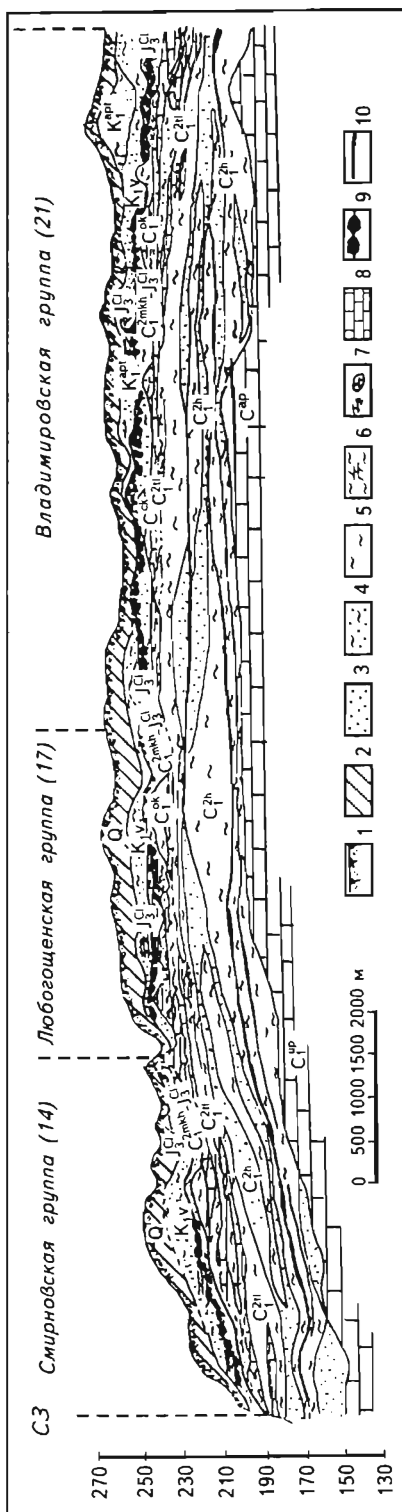


Рис. 58. Схематический литолого-геологический разрез Тульского железорудного района [51]

1 - растительный слой; 2 - суглинки; 3 - пески; 4 - пески глинистые; 5 - глины; 6 - пески с прослойками песчаника или пески, участками сцементированные в песчаники; 7 - обломки известняков; 8 - известняки сплошные; 9 - железняки бурые; 10 - уголь бурый

часть находится в Киреево-Дедиловском подрайоне. Кроме того, имеется несколько сот более мелких залежей и рудопроявлений с размерами менее 10 тыс. м<sup>3</sup>, по которым запасы не подсчитывались.

Среднее содержание основных компонентов колеблется по группам залежей в следующих пределах, %: Fe<sub>общ</sub> - 42,6-47,3; SiO<sub>2</sub> - 14-22; S - 0,01-0,28; P - 0,15-1,27. Повышенное содержание фосфора отмечается в рудах Оленской и Березовской групп залежей (1,09-1,27%), серы - в Должанской и Кибенской Северной группах (0,43-0,64%). В целом по месторождению среднее содержание компонентов в рудах (балансовых запасах) составляет, %: Fe<sub>общ</sub> - 44,9; SiO<sub>2</sub> - 17; S - 0,07; P - 0,59; CaO - 0,9; MgO - 0,33; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 4,05; Mn - 0,29; TiO<sub>2</sub> - 0,19; п.п.п. - 11,9.

Технологические исследования тульских руд, проведенные институтом "Механобр" в 1929-1953 гг., установили нецелесообразность их обогащения. При обогащении руд промывкой содержание железа в мытой руде увеличивалось только на 3-4% (соответственно уменьшалось содержание кремнезема). В качестве наиболее эффективного метода подготовки Механобром была рекомендована ручная рудоразборка материала крупностью более 25 мм, которая широко применялась при добыче этого типа руд и позволяла выделить доменный концентрат с содержанием железа 47% и более.

Бедные руды, содержащие железа менее 37%, являются труднообогащаемыми, вследствие чего запасы их относятся к группе забалансовых. Применение для этих руд дорогостоящих методов обогащения - магнитной сепарации с восстановительным обжигом или флотации шламов с последующей промывкой - не позволяет выделить высококачественные концентраты.

Из-за повышенного содержания фосфора руды Тульского района использовались только для выплавки литейного чугуна. Потребителями тульских руд являлись Новотульский и Косогорский металлургические заводы, где они ранее использовались в смеси с агломератами; удельный вес их в доменной шихте составлял 40-60%.

Гидрогеологические условия района довольно простые. Опыт разработки рудных залежей шахтами и карьерами показал, что максимальные притоки воды не превышали 50 м<sup>3</sup>/ч, преобладали притоки воды менее 25 м<sup>3</sup>/ч.

По состоянию на 01.01.1961 г. произведен и утвержден ГКЗ СССР общий пересчет запасов железных руд Тульского района (протокол 3540) по новым кондициям.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	37
<i>Максимальное содержание SiO<sub>2</sub>, %</i>	30
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	0,75
<i>Запасы с содержанием Fe<sub>общ</sub> от 30 до 37% отнесены к забалансовым.</i>	

Балансовые запасы бурых железняков и сидеритов Тульского района на 01.01.1995 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляют 20,4 млн т при среднем содержании железа 40,8-47,3%, в том числе по категориям В - 3,6 млн т, С<sub>1</sub> - 16,8 млн т; забалансовые запасы составляют 10,4 млн т.

## Глава 5 ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ БАЗА УРАЛА

Уральская железорудная провинция занимает обширную территорию, протягивающуюся широкой полосой почти в меридиональном направлении вдоль Уральского горного хребта и распространена на территории Свердловской, Челябинской, Оренбургской, Курганской областей и Республики Башкортостан.

В соответствии с представлениями В.М.Сергиевского, А.А.Пронина, И.Д.Соболева, Л.Н.Овчинникова, Г.Ф.Черняковского и многих других исследователей Уральская геосинклинальная область развивалась в течение более 2 млрд лет в зоне сочленения крупных сегментов земной коры, подвигшихся существенным горизонтальным перемещениями [33]. Не останавливаясь на вопросах геологии и истории формирования Уральской геосинклинальной области, широко освещенных в изданной и фондовой литературе, необходимо кратко остановиться на характеристике некоторых тектономагматических циклов, генетически и пространственно с которыми связано формирование железорудных месторождений. Чаще всего исследователями предполагается проявление байкальского, каледонского и герцинского металлогенических циклов, каждому из которых соответствуют стадии с характерным оруденением.

Уральская железорудная провинция формировалась в пять самостоятельных этапов, обусловивших наличие соответствующего количества генетических и семи геолого-промышленных типов железных руд (см. табл. 1).

В.М.Нечухин, Н.Г.Берлянд, В.Н.Пучков, В.Б.Соколов [33] на основе обобщения геологических и геофизических материалов пришли к выводу, что наиболее ранними на Урале являются металлогенические комплексы архейско-нижнепротерозойского возраста, которые относятся к доуральским протогеосинклинальным образованиям и слагают тектонические блоки и выступы древнего кратона, вовлеченного в процессе рифтогенеза и геосинклинального развития. В западном, палеоконтинентальном секторе они слагают Тараташский и Уфалейский блоки и составляют одно целое с кристаллическим фундаментом Русской платформы, о чем свидетельствуют фрагменты складчатой системы европейского простирания. Представлены они породами тараташской свиты и ее аналогами - пара- и ортогнейсами, кристаллическими сланцами, мигматитами, эндербитами, чарнокитами, железисто-кремнистыми породами, метаморфизованными в условиях гранулитовой и высоких субфаций амфиболитовой фации. Для этого цикла характерно формирование железистых кварцитов, железисто-силикатных сланцев терригенно-хемогенной природы и метаморфизованных руд (магнетитовые кварциты тараташского ГПТ - месторождения Радостное, Магнитный Ключ).

Рифейский предрифтогенный этап характеризуется широким развитием осадочных накоплений в режиме, близком к авлакогену. С этим этапом связано формирование в бурзянской (саткинской и бакальской свит) и юматинской (зигазино-комаровской и авзянской свит) сериях промышленных залежей эпигенетического сидерита бакальского ГПТ, образование которого обусловлено повышенными фоновыми содержаниями магния в осадочных породах (Бакальская и Зигазино-Комаровская группы месторождений). Заложение и развитие авлакогеновой структуры сопровождалось разломами и ограниченным проявлением магматизма. В составе магматических образований здесь преобладают гранитоиды, сиениты, габброиды (интрузии Кусинско-Копанского пояса). С дифференцированными габбро Ку-

синско-Копанской группы связаны ильменит-магнетитовые месторождения высокотитанистых руд (Копанское месторождение).

Для металлогении позднерифейско-венд-кембрийского рифтогенного этапа характерно значительное разнообразие концентраций и более высокая интенсивность рудогенных процессов. В составе осадочных отложений здесь преобладают конгломераты, песчаники, алевролиты. Магматические образования отличаются большой пестротой, что объясняется разной глубиной проникновения разломов. Здесь известны, с одной стороны, комплексы, связанные с глубокими уровнями мантии и базальтового слоя (щелочно-ультрабазитовые, габбро-пироксенитовые, оливиновые габбро, щелочные базальтоиды, пикриты), с другой - продукты корового магматизма, представленные сиенитами, калиевыми липаритами, фельзитами. С полосой развития стратифицированных габбровых и гипербазит-габбровых массивов связаны значительные масштабы железорудного накопления титаномагнетитовых руд качканарского ГПТ (Собственно-Качканарское, Гусевогорское месторождения).

Поздние периоды развития палеозойской геосинклинали связаны с формированием вулканогенно-плутонических, интрузивных и осадочных комплексов. В сложении вулканогенно-плутонических комплексов участвуют андезиты, андезито-дациты, трахиты и интрузии гранодиоритов, тоналитов, диоритов, монзонитов. С этими комплексами получило широкое развитие скарново-магнетитовое оруденение, с которым связаны месторождения магнетитовых руд тагильского (Гороблагодатское, Высокогорское, Лебяжинское и другие месторождения) и кондомского (кустанайского) геолого-промышленных типов (Магнитогорское месторождение). Геологический возраст комплексов и оруденения изменяется в юго-восточном направлении. Так, на Полярном Урале они имеют возраст в интервале верхнего силура-нижнего девона, на Среднем Урале - нижнего-среднего девона, а на Южном Урале - от верхнедевонского-нижнекаменноугольного до нижне-среднекаменноугольного.

Мезо-кайнозойский цикл на Урале отвечает платформенной стадии его развития. В триас-юрское время на Урале господствовал континентальный режим, жаркий и влажный климат, обусловившие развитие мощных кор выветривания, среди которых в результате сложных процессов химического выветривания образовались остаточные месторождения бурых железняков ново-бакальского ГПТ в зоне окисления первичных сидеритовых руд (Бакальская группа месторождений) и железо-хромо-никелевых руд орско-халиловского ГПТ за счет кор выветривания по ультраосновным породам (Серовское, Халиловская группа месторождений).

Изучением железорудной базы Урала занимались многие геологи, причем этой проблеме некоторые из них посвятили всю жизнь. Большой вклад в развитие уральской железорудной базы внесли А.Н.Заварицкий, Б.П.Кротов, К.Е.Кожевников, В.М.Логиновский, М.И.Алешин, С.Д.Батищев-Тарасов, Л.Н.Овчинников, Д.Д.Топорков, О.П.Сергеев, А.И.Усенко, В.К.Головченко, В.А.Перваго, Б.А.Попов, К.П.Плюснин, М.С.Рапопорт, Я.П.Баклаев, Б.М.Алешин, А.М.Дымкин, А.А.Пуркин и др.

По состоянию на 01.01.1994 г. Государственным балансом на Урале учтено 74 месторождения железных руд, из них 22 месторождения разрабатываются, 20 месторождений находятся в резерве, остальные оцениваются как не намечаемые к освоению.

Несмотря на то, что за 1956-1994 гг. добыча железных руд из недр Урала возросла с 34,7 до 51,8 млн т, разведанные запасы не уменьшились, а увеличились по категориям А+В+С<sub>1</sub> в 1,6 раза, по категории С<sub>2</sub> в 1,3 раза (табл. 62).

## Распределение запасов и добычи железных руд Уральской железорудной провинции

Субъект Российской Федерации	Количество месторождений*	Балансовые запасы на начало года, млн т				Добыча из недр за 1993 г., млн т
		1956 г.		1994 г.		
		A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
Свердловская обл.	25/11	4758,8	4072,6	8029,8	4964,2	47,3
Челябинская обл.	23/8	628,8	105,8	862,9	405,3	4,3
Оренбургская обл.	7/1	245,0	17,3	194,7	122,5	0,02
Республика Башкортостан	19/2	110,1	21,4	71,2	7,9	0,15
Всего	74/22	5746,0	4217,9	9158,6	5499,9	51,8

\* В числителе - всего месторождений, в знаменателе - разрабатываемых.

Таблица 63  
Прогнозные ресурсы железных руд Урала  
на 01.01.1993 г., млн т

Тип руд	Всего	В том числе по категориям		
		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Скарново-магнетитовые	1745	1045	700	-
Сидеритовые	50	50	-	-
Гидрогетитовые (бурые железняки)	143	43	70	30
Хромо-никелевые бурые железняки	50	10	40	-
Итого	1988	1148	810	30

Перспективы увеличения запасов железных руд на Урале связаны главным образом с доизучением флангов известных месторождений и изучением новых площадей Курганской области. Суммарные прогнозные ресурсы Урала по состоянию на 01.01.1993 г. оцениваются в 1988 млн т (табл. 63), большая их доля (87,8%) приходится на скарново-магнетитовые руды, 7,2% - на гидрогетитовые руды (бурые железняки) и по 2,5% - на хромистые бурые железняки и сидериты.

Из субъектов Российской Федерации на Урале самыми большими ресурсами располагает Курганская область - 1000 млн т (50,3%), затем Челябинская область - 488 млн т (24,5%), Свердловская область - 365 млн т (18,4%), Республика Башкортостан - 85 млн т (4,2%), и замыкает список Оренбургская область - 50 млн т (2,5%).

Разработка месторождений осуществляется одним горно-обогатительным комбинатом (Качканарский ГОК), пятью рудоуправлениями (Богословское, Бакальское, Златоустовское, Высокогорское и Первоуральское) и пятью металлургическими комбинатами (Магнитогорский, Нижнетагильский, Орско-Халиловский, Белорецкий и Красноуральский медеплавильный).

Основными потребителями товарной железной продукции являются металлургические заводы Урала (Чусовской, Серовской, Нижнетагильский, Челябинский, Магнитогорский, Орско-Халиловский и Белорецкий), которые обеспечиваются местным железорудным сырьем только на 58%. Дефицит в товарной руде покрывается за счет поставки ее из Центральных районов Российской Федерации, Северного Казахстана и частично из Северного района.

## 5.1. Свердловская область

На территории Свердловской области Государственным балансом учтено 25 месторождений железных руд с запасами 12994,90 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 8029,8 млн т разведанных по категориям А+В+С<sub>1</sub>; одно месторождение (Серовское) находится в разведке и не учтено Государственным балансом (табл. 64). Распределение их по категориям, промышленным типам и добыче приведено в табл. 65.

Кроме разведанных запасов Свердловская область располагает прогнозными ресурсами. В соответствии с утвержденными экспертной комиссией Госкомнедр РФ на 01.01.1993 г. они оцениваются в 365 млн т.

Таблица 64

Распределение запасов и прогнозных ресурсов железных руд по рудным районам Свердловской области

Рудные районы	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т					Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		А	В	С <sub>1</sub>	А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
									Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>
Серовско-Ивдельский	7	-	64,6	354,8	419,4	40,7	179,5	-	-	-
Качканарский	2	60,2	1264,1	5343,0	6667,3	4805,5	142,4	-	-	-
Тагило-Кушвинский	10	-	221,3	429,0	650,3	62,9	81,4	365	160	205
Первоуральский	1	-	35,9	39,9	75,8	-	-	-	-	-
Алапаевский	3	-	15,6	25,4	41,0	17,4	99,1	-	-	-
Прочие	2	-	59,6	116,4	176,0	37,7	-	-	-	-
<b>Всего</b>	<b>25</b>	<b>60,2</b>	<b>1661,1</b>	<b>6308,5</b>	<b>8029,8</b>	<b>4964,2</b>	<b>502,4</b>	<b>365</b>	<b>160</b>	<b>205</b>

Таблица 65

Распределение запасов и добычи железных руд Свердловской области по промышленным типам

Промышленный тип	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т/%		Добыча руды из недр за 1993 г., млн т/%	Производство товарной руды за 1993 г., млн т/%
		А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		
Титаномагнетитовые	4	6904,6/86,0	4842,1	38,7/91,7	7,0/57,9
Магнетитовые	17	1083,9/13,5	104,0	8,6/8,3	5,0/42,1
Бурые железняки и сидериты	4	41,3/0,5	18,1	-	-
Железо-хром-никелевые*	1	-	0,9	-	-
<b>Всего</b>	<b>25</b>	<b>8029,8/100</b>	<b>4964,2</b>	<b>47,3/100</b>	<b>12,0/100</b>

\* Не учтены Государственным балансом.

Помимо официально принятых прогнозных ресурсов по результатам геолого-геофизических исследований, выполненных в 1988 г. ВИМСом (Н.А.Чеботарева, Н.Ю.Шапошникова), дополнительно оценены прогнозные ресурсы магнетитовых руд тагильского ГПТ по следующим площадям:

в пределах рудного поля Второго Северного месторождения в количестве 103 млн т категорий  $P_1+P_2$  на глубинах от 0 до 300-900 м;

в пределах рудного поля Третьего Северного месторождения в количестве 35 млн т категорий  $P_1+P_2+P_3$  на глубинах от 0 до 200-400 м;

в пределах Покровского месторождения в количестве 25 млн т категорий  $P_1+P_2+P_3$  на глубинах от 0 до 300-500 м;

в пределах Покровско-Высотинского рудного поля на площади, расположенной к северу от Покровского месторождения, включающей Кедровский и Верхне-Кальинский участки с ресурсами: первый - 30 млн т категории  $P_2$  до глубины 800 м и второй - 20 млн т категории  $P_3$  до глубины 500 м.

Кроме того, выделены без количественной оценки прогнозных ресурсов две потенциально-перспективные площади (ППП): ППП-I, расположенная на сочленении Помской и Мундырской вулканоплутонических структур (ВПС) и ППП-II (Алексеевско-Кормильцевское рудное поле), приуроченная к восточной периферии Кнесьпинской ВПС и включающая в себя Кормильцевский, Алексеевский, Глухоозерский, Сигнальный Увал и другие участки.

Все месторождения по генетическим особенностям и территориальному их расположению группируются в пять железорудных районов - Серовско-Ивдельский, Тагило-Кушвинский, Качканарский, Первоуральский и Алапаевский. Два месторождения (Висимское и Большереченское) в связи с их изолированным местоположением не включены в названные железорудные районы (см. табл. 64).

По вещественному составу руд и вмещающих пород, связи с эндогенными и экзогенными процессами и геолого-тектоническому положению месторождения классифицируются на позднемагматические, постмагматические или контактово-метасоматические, осадочно-инфильтрационные и кор выветривания. С точки зрения требований промышленности (качество руд, технология подготовки их к металлургическому переделу) руды подразделяются на четыре промышленных типа: титаномагнетитовые, магнетитовые и медно-магнетитовые, бурые железняки и сидериты, железо-хромоникелевые.

Добыча железных руд осуществляется открытым (Качканарский ГОК, Первоуральское РУ), подземным (Богословское РУ) и комбинированным (Высокогорский ГОК, Гороблагодатское РУ) способами (табл. 66).

Руды двух месторождений (Вадимо-Александровское и Волковское) отрабатываются попутно с медными АО "Святогор" (Красноуральский медеплавильный комбинат), нарабатываемый магнетитовый концентрат в количестве 50-70 тыс. т поставляется Серовскому металлургическому заводу.

В 1990 г. горно-добывающими предприятиями добыто 64,2 млн т сырой руды, из которой произведено 15,4 млн т товарной руды, эти показатели в 1993 г. снизились соответственно до 49,8 и 12,0 млн т.

Потребителями железорудного сырья являются главным образом металлургические заводы Среднего и Южного Урала (Нижнетагильский, Магнитогорский, Челябинский, Серовский, Чусовской).



## Месторождения железных руд Свердловской области

Предприятие, место- рождение (тип руд)	Содержа- ние Fe в за- пасах кате- горий A+B+C <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по катего- риям, млн т		Забалан- совые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			Фактиче- ская добыча руды из недр за 1993 г., млн т	Производ- ство товар- ной руды за 1993 г., млн т	Возможная добыча руды по проектной мощности ГОКов, млн т/год
		A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям				
						P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Разрабатываемые месторождения</b>										
<i>Качканарский ГОК</i>										
Гусевогорское (титано- магнетитовые)	16,6	3385,0 3355,9	2420,0	142,4	-	-	-	37,6	6,9	45,0
<i>Богословское РУ</i>										
Песчанское (магнетито- вые)	47,6	96,6 78,1	14,4	-	35	20	15	2,3	1,8	4,3
<i>Гороблагодатское РУ</i>		135,7 70,6	6,3	21,9	190	140	50	2,6	1,7	6,4
Гороблагодатское (маг- нетитовые)	33,7	93,0 37,9	0,9	0,8	-	-	-	1,7		
Осокино-Александров- ское (магнетитовые)	26,06	37,5 27,5	4,1	20,4	190	140	50	0,3		
Валуевское (магнетито- вые)	42,27	5,2 5,2	1,3	0,7	-	-	-	0,6		
<i>Высокогорский ГОК</i>		406,4 371,6	38,1	58,2	-	-	-	2,6	1,4	3,3
Высокогорское (магне- титовые)	40,37	51,7 22,4	14,6	38,0	-	-	-	1,4		
Лебяжинское (магнети- товые)	30,5	78,5 75,5	16,5	1,5	-	-	-	0,6		
Естюнинское (магнети- товые)	32,37	276,2 273,7	7,0	18,7	-	-	-	1,2		
<i>Первоуральское РУ</i>										
Первоуральское (гита- номагнетитовые)	16,03	75,8 50,7	-	-	-	-	-	1,0	0,067	2,5



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>										
Александровское (бурые железняки)	36,4	$\frac{0,3}{0,3}$	0,7	0,8	-	-	-	-	-	-
Висимское (титаномагнетитовые)	36,5	$\frac{161,5}{161,5}$	36,6	-	-	-	-	-	-	-
Алапаевское (бурые железняки)	39,1	$\frac{20,4}{20,4}$	16,3	68,0	-	-	-	-	-	-
Зырянское (бурые железняки)	38,0	$\frac{17,9}{17,9}$	1,1	27,4	-	-	-	-	-	-
Синячихинское (бурые железняки)	39,8	$\frac{2,7}{2,3}$	-	3,7	-	-	-	-	-	-
Большереченское (магнетитовые)	36,6	$\frac{14,5}{-}$	1,1	-	-	-	-	-	-	-
Итого		$\frac{217,3}{202,4}$	55,8	99,9	-	-	-	-	-	-
<b>Новые перспективные объекты</b>										
Западно-Бауманский (магнетитовые)	-	-	-	-	130	-	130	-	-	-
Ауэрбаховский (магнетитовые)	-	-	-	-	10	-	10	-	-	-
Итого	-	-	-	-	140	-	140	-	-	-
Всего		$\frac{8029,8}{7174,2}$	4964,2	502,4	365	160	205	47,3	12,0	118,3

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

\*\* Запасы не учтены Государственным балансом.

Кроме железных руд на территории Свердловской области выявлено и разведано большое количество месторождений нерудного сырья для металлургии. Государственным балансом здесь учтено :

три месторождения кварцитов (флюсовое сырье и сырье для производства металлического кремния), одно из которых обрабатывается и обеспечивает 11% от добычи Российской Федерации;

четыре месторождения огнеупорных глин, два из которых составляют 22,8% от добычи РФ;

четыре месторождения доломитов для производства огнеупоров и доломитового кирпича для футеровки металлургических печей и конвертеров (5,1% от добычи РФ);

тринадцать месторождений флюсовых известняков, девять из которых обеспечивают 22,8% добычи по РФ.

Кроме этого осуществляется добыча дунитов (два месторождения), используемых в смеси со спеченным магнезитовым порошком для производства форстеритовых огнеупоров; имеются месторождения формовочных песков разных марок. Разведанные запасы нерудного сырья для металлургии полностью обеспечивают потребности предприятий Свердловской области и поставку их другим субъектам Российской Федерации.

### **5.1.1. Серовско-Ивдельский железорудный район**

Серовско-Ивдельский железорудный район расположен на восточном склоне Северного Урала от широты верховьев р.Лозьвы на севере до широты р.Каквы на юге на территории Ивдельского, Североуральского и Краснотурьинского административных районов.

Начало систематического геологического изучения района относится к 1894-1898 гг. Изучением занимались Е.С.Федоров, В.В.Никитин, Е.Д.Стратанович, после 1917 г. - В.М.Сергиевский, В.С.Домарев, Е.П.Молдавандцев и другие. В изучение железорудных месторождений Северного Урала большой вклад внесли В.М.Логиновский, А.К.Бруштейн, Г.А.Кордовер, А.И.Усенко.

В геологическом отношении Серовско-Ивдельский железорудный район приурочен к северной части Тагильского мегасинклинория, осложненного складчатостью более высоких порядков. В западном борту мегасинклинория расположен Платиноносный дунит-пироксенит-габбровый пояс, представленный сложными по составу и строению интрузивными комплексами. В восточном борту Тагильского мегасинклинория расположен Серовско-Невьянский пояс интрузивных пород средне-позднедевонской габбровой формации.

Вмещающими породами для интрузий Платиноносного пояса служат преимущественно верхнесилурийские андезит-базальтовые порфириты и их туфы с подчиненными прослоями известняков, а интрузии Серовско-Невьянского пояса залегают в нижнедевонских известняках или в андезито-базальтовых порфиритах с прослоями известняков.

В Серовско-Ивдельском районе известны железорудные месторождения скарново-магнетитового, кор выветривания и осадочного генетических типов.

Месторождения скарново-магнетитовых руд приурочены к двум зонам. Западная зона (Гороблагодатско-Покровская) связана с гранитоидами Платиноносного пояса и включает Северное Второе, Северное Третье, оработанное Покровское месторождения и ряд рудопроявлений. Восточная

зона (Ауэрбаховская) связана с гранитоидами Серовско-Невьянского пояса и включает Ауэрбаховско-Песчанскую группу месторождений (Песчанское, Вадимо-Александровское, Волковское и ряд других мелких месторождений).

Между вышеназванными интрузивными поясами в центральной части Тагильского мегасинклинория прослеживаются полосы интрузивных диабазов, с которыми связаны мелкие месторождения железных руд (Северное Первое месторождение и др.).

Месторождения кор выветривания представлены бобово-конгломератовидными рудами с повышенным содержанием хрома и никеля (Серовское) и осадочными полуокисленными или смешанными бурыми железняками и сидеритами (Александровское).

Наибольшую промышленную ценность имеют месторождения скарново-магнетитовых (магнетитовых) руд, часть из которых отрабатывается, а другие подготовлены к промышленному освоению (см.табл. 66).

### Северное Третье месторождение

Месторождение находится в 30 км к северо-западу от г.Ивдель. Оно известно с 1898 г., геологоразведочные работы на нем проводились в 1916-1918, 1930-1933 и 1947-1957 гг. В 1946 г. П.А.Кукиным выполнена магнитная съемка части месторождения, а в 1947-1957 гг. под руководством Е.Ф.Киселевой и Е.И.Васильевой была проведена его детальная разведка.

Месторождение приурочено к восточной субмеридиональной контактовой зоне Помурской габбро-гранодиоритовой интрузии с породами вулканогенно-осадочного комплекса верхнего силура (рис. 59, 60). Вулканогенно-осадочный комплекс сложен порфиритами основного и среднего состава, их туфами и ту-

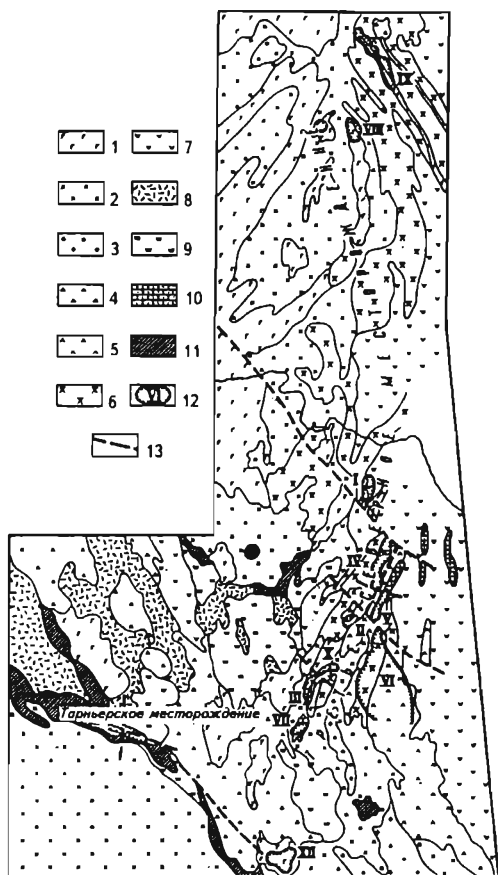


Рис. 59. Схематическая геологическая карта Северного Третьего месторождения

1 - габбро, габбро-диориты; 2 - диориты, кварцевые диориты; 3 - гранодиориты, плагиограниты; 4 - диабазовые порфириты; 5 - базальтовые порфириты, их туфы и туфобрекчии; 6 - порфириты андезито-базальтовые, их туфы и туфобрекчии; 7 - андезитовые порфириты; 8 - альбитофиры; 9 - кварц-альбитовые породы, вторичные кварциты; 10 - туффиты и туфобрекчии с карбонатным материалом; 11 - роговики с биотитом, амфиболом, плагиоклазом, кварцем; 12 - проекции рудных тел на поверхность; 13 - тектонические нарушения

фобрекчиями, переслаивающимися с туфопесчаниками, карбонатизированными туффитами, слоистыми туфами, известковыми брекчиями и известняками. Карбонатные породы появляются в восточной части месторождения в виде линз и прослоев мощностью до 40 м. К западу они замещены рудами и скарнами. Эффузивные породы, прилегающие к рудным телам, подверглись осветлению, ороговикованию, скарнированию.

Месторождение разбито субмеридиональными и субширотными сбросами преимущественно пострудного возраста, с ними связаны многочисленные дайки диабазовых порфиритов, микродиабазов и диоритов с крутым падением.

На месторождении выделяют два участка: Южный и Северный. На Южном участке в двух рудных зонах сосредоточены основные рудные тела месторождения. Форма рудных тел пластообразная, субмеридионального простирания с падением на юго-восток под углом 30-45°. Отдельные рудные тела прослежены на 500 м и более при мощности от 1,15 до 11,5 м.

На месторождении преобладают богатые скарново-магнетитовые и магнетитовые руды. Главным рудным минералом является магнетит. Участки рудных тел, выходящие на поверхность, затронуты окислением. Кроме магнетита в виде неравномерной вкрапленности встречаются пирит и халькопирит, иногда они образуют массивные пирит-халькопиритовые руды. Реже отмечаются пирротин и борнит. Нерудные минералы представлены в рудах Западной зоны эпидотом, хлоритом, амфиболами, пироксенами, плагиоклазом, а в рудных телах Восточной зоны, где руды образовались по карбонатным породам, характерно повышенное содержание кальцита, граната и кварца.

Руды месторождения являются комплексными - медно-магнетитовыми, имеющими следующий средний химический состав, %: Fe<sub>общ</sub> - 36,89; Cu - 0,25; S - 1,54; P - 0,037; TiO<sub>2</sub> - 0,2-0,4; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,012-0,047; SiO<sub>2</sub> - 8-16; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2,5-6; CaO - 3-10; MgO - 1,4; K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O - 0,04-0,82.

Горно-технические условия эксплуатации месторождения благоприятные. Рудные тела могут обрабатываться в верхних горизонтах открытым способом. Обводненность месторождения слабая, средний приток воды на глубине 140 м ожидается до 230 м<sup>3</sup>/ч.

Технологические исследования обогатимости руд месторождения выполнены в институте "Уралмеханобр" и лаборатории Уральского геологического управления по 12 технологическим пробам. Установлено, что руды являются легкообогатимыми, но мелко-вкрапленными и требуют тонкого измельчения.

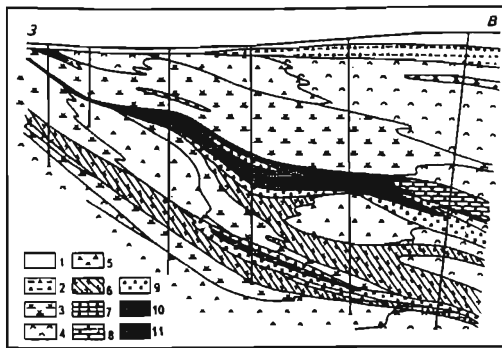


Рис. 60. Схематический геологический разрез VI рудного тела Северного Третьего месторождения

1 - делювий; 2 - кора выветривания; 3 - порфиры андезито-базальтовые; 4 - туфы и туфобрекчии андезито-базальтовых порфиритов; 5 - диабазовые порфириды; 6 - слоистые туфы и туффиты; 7 - известковые туфобрекчии; 8 - мраморы; 9 - скарны; 10 - скарновые магнетитовые руды; 11 - массивные магнетитовые руды

Таблица 67

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Северного Третьего месторождения**

Показатели	Способ отработки	
	открытый	подземный
Запасы по категориям А+В+С <sub>1</sub> , млн т	16,4	34,0
Содержание Fe <sub>общ</sub> , %:		
в магнетитовых рудах	33,6	37,6
в медно-магнетитовых рудах	-	43,1
Производительность предприятия по добыче, млн т/год	1,2	1,2
Объем выпуска щебня, млн т/год	4,0	-
Показатели обогащения, %:		
содержание железа в концентрате	65	65
выход концентрата	53	50
Капитальные вложения, млн р.	42,7	28,2
Рентабельность, %	7/25*	10
Обеспеченность предприятия запасами, лет	13,7	31,7

\* В числителе - без учета, в знаменателе - с учетом выпуска щебня.

В результате исследований пробы магнетитовых руд массой 1108 кг с содержанием железа 35% получен концентрат с содержанием железа 68,14% при выходе его 38,75% и извлечении железа в концентрат 74,7%. При обогащении пробы медно-магнетитовых руд массой 259 кг с содержанием железа 41,31%, меди 0,6% по магнитно-флотационной и флотационно-магнитной схемам получены концентраты с содержанием железа соответственно 68,39 и 68,60%, меди 23,20 и 27,82%, кобальта 0,236 и 0,234%, золота 6,81 г/т и серебра 102,8 г/т. Выход концентратов составил соответственно: железного - 44,70 и 44,94%, медного - 2,40 и 2,07%, пирит-кобальтового - 2,98 и 3,58%. Извлечение в соответствующие концентраты составило: железа - 74,32 и 74,30%, меди - 81,31 и 86,00%, кобальта - 46,84 и 53,75%.

При обосновании постоянных кондиций в 1975 г. институтом "Уралгипроруда" выполнено ТЭО отработки месторождения (табл. 67).

По результатам ТЭО ГКЗ СССР в 1975 г. для подсчета запасов утвердила (протокол 971-к) постоянные кондиции, параметры которых приведены ниже.

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %:</i>	
<i>для открытых работ</i>	25
<i>для подземных работ</i>	28
<i>для медно-магнетитовых руд условного железа</i>	35
<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
<i>для открытых работ</i>	17
<i>для подземных работ</i>	20
<i>Содержание меди в пересечении для оконтуривания медно-магнетитовых руд, %</i>	0,2
<i>Коэффициент перевода содержания меди в условное железо</i>	20
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	1,0
<i>Максимальная мощность прослоев некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4,0

Характеристика запасов железных руд  
Северного Третьего месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т			Среднее содержание, %			
	руды	Cu	S	Fe <sub>общ</sub>	Cu	S	P
C <sub>1</sub>	45,03	0,07	0,222	36,89	0,25	1,54	0,037
C <sub>2</sub>	7,02	-	-	34,03	0,09	1,41	0,032

ГКЗ СССР в 1976 г. (протокол 7777) утвердила запасы месторождения, подсчитанные по приведенным кондициям (табл. 68).

Кроме того, подсчитаны извлекаемые из медных концентратов запасы золота в количестве 804 кг и серебра - 10587 кг при содержании их в концентратах соответственно 4,1 и 54 г/т.

Утверждены также запасы пород вскрыши, пригодных для производства щебня марки "800-1000" (ГОСТ 8267-75) и бутового камня марки "800", в количестве 18,9 млн м<sup>3</sup> категорий В+С<sub>1</sub> и 4,9 млн м<sup>3</sup> категории С<sub>2</sub>.

Месторождение подготовлено для промышленного освоения.

### Северное Второе месторождение

Месторождение находится в 105 км к север-северо-западу от г.Ивдель. Открыто в 1912 г. Е.Д.Стратановичем и разведывалось в 1913-1914, 1930-1931 гг., затем наиболее полная информация о месторождении была получена в результате разведки в 1946-1951 гг. (М.Я.Барабашин, О.В.Бурдина, З.М.Дмитриева и др.), магнитной съемки в 1966 г. (В.П.Петров) и последующего уточнения перспектив месторождения в 1967-1968 гг. (Э.В.Киркин).

Месторождение приурочено к восточной экзоконтактовой зоне Чистопской габбро-гранодиоритовой интрузии. Простираение контактовой зоны и согласных с нею рудных тел меридиональное. Расстояние от восточного контакта главной интрузии до лежачего бока рудной зоны 400-500 м. К востоку от главной интрузии расположены малые интрузии диоритового состава, непосредственно подстилающие нижние рудные тела месторождения и падающие на восток под углом 35-50°. На месторождении развиты преимущественно пострудные разрывные нарушения (рис. 61).

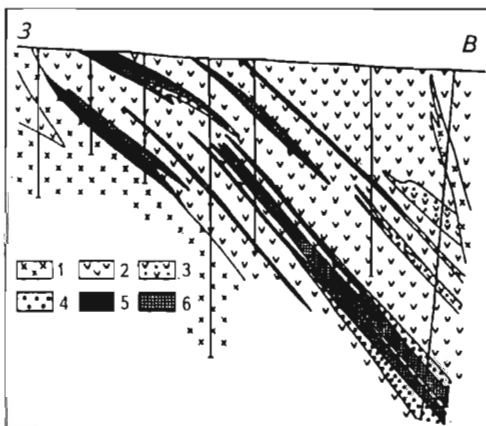


Рис. 61. Схематический геологический разрез Северного Второго месторождения

1 - диориты, кварцевые диориты; 2 - базальтовые порфириды и их туфы; 3 - ороговикованные базальтовые порфириды и их туфы; 4 - скарны; 5 - массивные магнетитовые руды; 6 - скарновые руды

Эффузивно-осадочный комплекс верхнего силура представлен плагиоклазовыми и пироксен-плагиоклазовыми порфиридами, их туфами и туфобрекчиями. Известняки, обычно загрязненные силикатным веществом, сохранились лишь в северо-восточной части месторождения в виде отдельных линз мощностью до 35 м. Ближе к контакту с интрузией известняки замещены рудами и скарнами.

Рудная зона по простиранию прослежена на 1300 м, ширина ее бо-



лее 500 м. Она характеризуется чередованием прослоев и линз сплошных магнетитовых руд и скарнов преимущественно кварц-кальцит-эпидот-хлоритового состава и эффузивно-пирокластических пород и известняков. Мощность рудной зоны до 180 м, а в северной части месторождения она уменьшается до 90 м. Рудные тела залегают согласно с вмещающими породами и имеют восточное падение под углом от 20° (на севере) до 50° (на юге). Мощность отдельных рудных линз колеблется от 1 до 25 м. Наиболее выдержанные линзы прослежены по падению до 400 м и более.

Рудная зона погружается в юго-восточном направлении и по геолого-геофизическим данным продолжается на юго-запад вдоль контакта интрузии еще примерно на 3 км.

Среди руд месторождения выделяются сплошные магнетитовые и скарново-магнетитовые (богатые и бедные). Их основной рудный минерал - магнетит, встречаются гематит, мушкетовит, пирит, халькопирит. Из нерудных минералов преобладают кварц, хлорит, кальцит, эпидот, пироксены и амфиболы, реже встречаются сфен, апатит и гранат.

Текстура сплошных магнетитовых руд массивная, скарново-магнетитовых (богатых) - пятнистая и полосчатая. Бедные скарново-магнетитовые руды имеют вкрапленную текстуру, они широко развиты в контактовой зоне к северу и югу от Северного Второго месторождения и характеризуются изменчивостью по простираанию и падению. Мощность их обычно менее 10 м. Массивные магнетитовые руды среди них встречаются редко.

Среднее содержание в рудной массе, включенной в подсчет запасов, составляет, %: Fe<sub>общ</sub> - 45,12; S - 1,41; P - 0,054; Cu - 0,21; силикатного железа - 2-3; TiO<sub>2</sub> - 0,1-0,8; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,008-0,065.

Замещению подверглись преимущественно известняки и туфогенные породы с кальцитом. По ним в основном образовались массивные и богатые скарновые магнетитовые руды с минимальным содержанием титана, ванадия и щелочей. Бедные скарновые руды образовались в результате замещения порфириров и туфов. Они характеризуются повышенными содержаниями TiO<sub>2</sub> (до 0,8%), V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (до 0,065%), Na<sub>2</sub>O (до 1,56%), K<sub>2</sub>O (до 0,21%). В магнетитовых и богатых скарновых рудах содержание компонентов примерно на порядок меньше.

Гидрогеологические условия месторождения несложные. Возможные притоки воды в горные выработки при шахтной добыче составляют 150-250 м<sup>3</sup>/ч. Горно-технические условия отработки месторождения благоприятные, около 40% запасов руд могут быть добыты открытым способом.

Запасы железных руд Северного Второго месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1951 г. (протокол 7016) в количестве 13,4 млн т, в том числе 7,2 млн т по категории В и 6,2 млн т по категории С<sub>1</sub>.

Месторождение находится в резерве.

### *Песчанское месторождение*

Песчанское комплексное (медно-магнетитовое) месторождение расположено в 10 км к югу от г.Краснотурьинска. Открыто оно в 1956 г. и состоит из трех участков. С 1955 по 1979 г. на месторождении проводились поисковые и разведочные работы.

В 1956 г. был открыт Северо-Песчанский участок, а в 1961 г. - Ново-Песчанский участок. В 1963-1968 гг. выявлены и разведаны Западная, Верхняя, Нижняя и Южная залежи, объединенные под единым названием Южно-Песчанский участок. Северо-Песчанский участок обрабатывается с 1968 г., а Ново-Песчанский - с 1977 г. Богословским рудоуправлением.

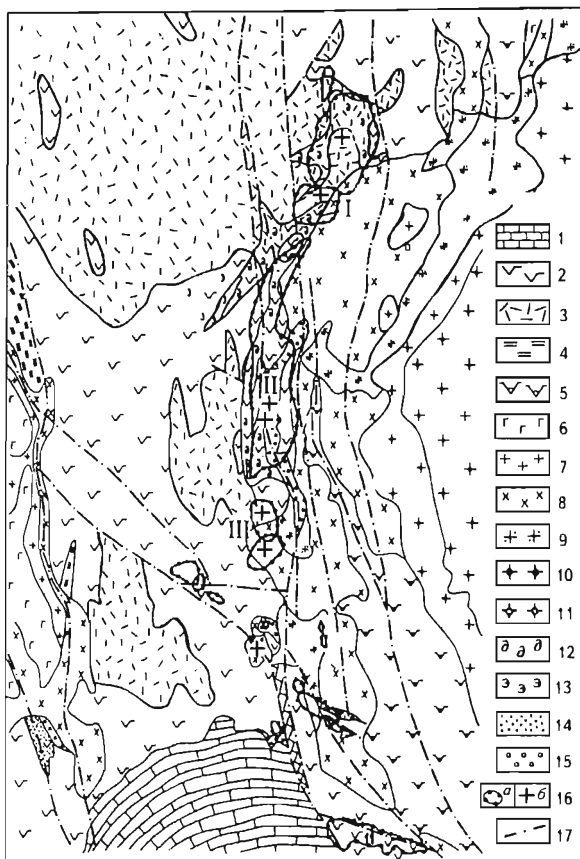


Рис. 62. Схематическая геологическая карта  
Песчанского месторождения

1 - массивные известняки, мраморизованные известняки и мраморы; 2 - эффузивные роговообманково-плагноклазовые порфириды и кварц-роговообманковые андезиты; 3 - туфы роговообманково-плагноклазовых порфиридов; 4 - туфопесчаники и туффиты; 5 - пироксен-плагноклазовые порфириды; 6 - габбро; 7 - габбро-диориты; 8 - диориты, диориты порфиридные; 9 - то же кварцсодержащие; 10 - кварцевые диориты; 11 - гранодиориты; 12 - диопсидизированные вулканогенные породы; 13 - интенсивно эпидотизированные породы; 14 - роговики; 15 - скарны; 16 - участки (а), рудные тела (б). Римскими цифрами на карте обозначены участки: I - Ново-Песчанский, II - Северо-Песчанский, III - Южно-Песчанский

комплекс представлен дайками диабазовых порфиридов, гранит-аплитов, лампрофиров.

Ново-Песчанский участок месторождения (рис. 63) расположен в северо-западном экзоконтакте Ауэрбаховского интрузива. Всего на участке вы-

Песчанское месторождение располагается в южной части Ауэрбаховско-Песчанской группы железорудных месторождений в северо-западном контакте Ауэрбаховского интрузивного массива с вулканогенными и карбонатными породами краснотурьинской свиты, относимыми к кобленцкому ярусу раннедевонского возраста (рис. 62). Основание разреза слагают порфириды андезито-базальтового и андезито-дацитового состава и туфы суворовской толщи мощностью около 650 м. Выше залегают интенсивно мраморизованные известняки фроловско-васильевской толщи мощностью свыше 1000 м, которые перекрываются породами башмаковской толщи: слоистыми туффитами, туфами с линзами и прослоями андезитовых порфиридов. Мощность толщи в пределах рудных участков месторождения колеблется от 40 до 60 м. Венчается разрез андезитовыми порфиридами и туфами богословской толщи.

Ауэрбаховский интрузивный массив принадлежит габбро-гранодиоритовой формации ниже-среднедевонского возраста. Он имеет концентрически-зональное строение и сложен в центральной части гранитами, гранодиоритами и кварцевыми диоритами, а по периферии - диоритами, меньше габбро и габбро-диоритами.

На контакте с диоритами развиты метасоматические породы - скарны гранатовые, пироксен-гранатовые, эпидозиты и железные руды тагильского геолого-промышленного типа. Жильный

явлено 11 пластообразных и линзовидных рудных тел, залегающих среди пачки слоистых туффилов башмаковской толщи. Основная масса руды локализуется в зоне пологого контакта, а на контакте с интрузивом рудные обособления представлены небольшими крутопадающими изолированными линзами.

Наиболее крупным рудным телом является субсогласная с вмещающими породами пластообразная залежь 1, заключающая в себе все балансовые запасы участка и прослеживаемая по простиранию в субмеридиональном направлении на 1000 м при средней ширине в плане около 300 м. Мощность ее колеблется от 48 до 160 м, составляя в среднем 50-60 м. Максимальная мощность залежи наблюдается в центральной части участка, к северу и югу она постепенно уменьшается. Глубина залегания залежи 1 составляет 350-500 м от поверхности. Остальные мелкие рудные тела располагаются по периферии пластообразной залежи 1.

Строение основной залежи неоднородное. В северо-западной части, удаленной от интрузива, она сложена массивными сплошными кальцит-хлорит-магнетитовыми рудами, в юго-восточной части руды сложены пироксен-гранат-магнетитовыми разностями, отмечается большое количество неоруденелых прослоев, представленных скарнами.

*Северо-Песчанский участок* приурочен к западному контакту Ауэрбаховского интрузива и разбит тектоническими нарушениями на блоки: северный, центральный и южный. На участке разведано 18 рудных тел, однако подавляющая часть запасов его (99,3%) сосредоточена в первом и втором рудных телах. Рудное тело 1 располагается в центральном блоке участка и имеет сложную, неправильную форму: на северном фланге она линзообразная, в центральной части - седлообразная с крутым и сильно выгнутым по падению восточным крылом, к югу сечение рудного тела имеет вид, близкий к изометричному. Залегаёт оно в интервале глубин с абсолютными отметками от 30 до 700 м. Мощность рудного тела изменяется от 10 до 160 м, составляя в среднем 30 м. Максимальная ширина залежи в плане (170-200 м) отмечается в центральной части, а общая длина тела по простиранию равна 1180 м. Рудное тело 2 располагается в северном блоке участка. Максимальная мощность залежи составляет 52 м при средней 20-30 м, про-

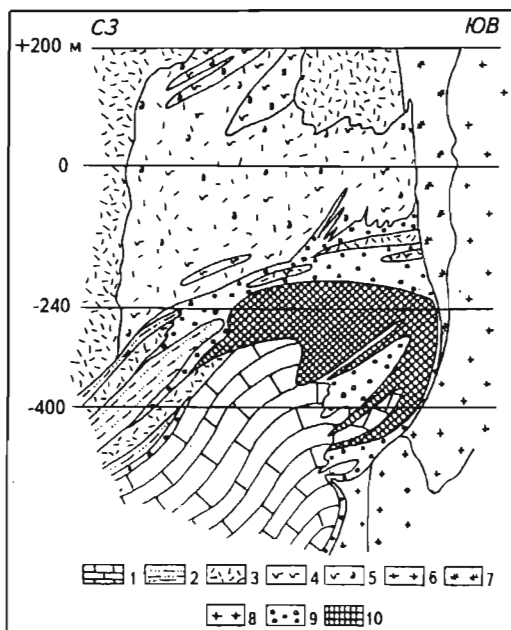


Рис. 63. Схематический геологический разрез Ново-Песчанского участка

1 - известняки мраморизованные; 2 - слоистые туффиловы, туфопесчаники; 3 - туфы роговообманково-плагноклазовых порфиритов; 4 - роговообманково-плагноклазовые, реже пироксен-плагноклазовые порфириты; 5 - туфы и порфириты диопсидизированные, частично эпидотизированные; 6 - диориты; 7 - порфиroidные диориты; 8 - гранодиориты; 9 - скарны гранатомые и пироксен-гранатомые; 10 - руда магнетитовая

тяженность залежи 270 м. Рудное тело 2 и часть рудного тела 1, залегающие в контакте мраморизованных известняков и туффитов, сложены пироксен-гранат-магнетитовыми рудами, а часть рудного тела 1, залегающая вертикально вдоль контакта интрузива с вмещающими породами, сложена массивными, жильными гидросиликатно (кальцит-эпидот-актинолит)-магнетитовыми рудами.

*Южно-Песчанский участок* находится непосредственно к югу от Северо-Песчанского и включает небольшие изолированные залежи, располагающиеся в контакте туффитов и мраморизованных известняков. Верхняя залежь находится на глубине 453 м и имеет размеры по простиранию 280 м, в ширину 180 м при средней мощности 42 м. Нижняя залежь залегает под горизонтальной частью апофизы диоритов во вмещающих породах на глубине 758 м от поверхности. Размеры залежи составляют по простиранию 260 м, в ширину 180 м при средней мощности 64 м.

Главным рудным минералом в рудах является магнетит, из других минералов железа в небольших количествах встречаются гематит, гетит, мартит, сидерит и мушкетовит. В сульфидно-магнетитовых разностях постоянными спутниками магнетита являются пирит и пирротин. Вкрапленность халькопирита в магнетите обуславливает наличие медно-магнетитовых руд. Из прочих сульфидных минералов отмечаются марказит, сфалерит, кобальтин, линнеит, арсенопирит. Исключительно редко встречаются молибденит, пентландит и галенит. На Песчанском месторождении выделяются три типа руд: богатые магнетитовые с содержанием железа более 45%, скарново-магнетитовые с содержанием железа 45-30% и бедные скарново-магнетитовые с содержанием железа от 20 до 30%. Контакты богатых гидросиликатно-магнетитовых и кальцит-хлорит-магнетитовых руд с вмещающими породами резкие, скарново-магнетитовых руд - как резкие, так и постепенные. Медь является вторым по значимости полезным компонентом месторождения. Среднее содержание ее в медно-магнетитовых рудах 0,9-1,1%. Из других сопутствующих компонентов в незначительных количествах присутствует кобальт. Остальные полезные примеси концентрируются в рудах в следующих количествах, %:  $\text{Cr}_2\text{O}_5$  до 0,012; Ni 0,01-0,03;  $\text{V}_2\text{O}_5$  до 0,04; MnO 0,32-0,34.

Широкое развитие контактового метаморфизма и связь его с железорудным и меднорудным оруденением впервые были установлены Е.Д.Стратоновичем, и эти взгляды были позднее развиты А.Н.Заварицким и детально разработаны Д.С.Коржинским, выдвинувшим контактово-метасоматическую гипотезу образования скарнов и оруденения. Согласно этой гипотезе, формирование скарнов, магнетитового и медного оруденения происходило в контактовых ореолах гипабиссальных интрузивов кислого или основного составов за счет избирательного замещения рудоносными постмагматическими растворами известняков или известковистых вулканогенно-осадочных пород.

На Песчанском месторождении развит единый безнапорный горизонт трещинных вод, в пределах которого выделяются три зоны с различными фильтрационными свойствами. Верхняя зона охватывает выветрелую часть вулканогенной толщи, средняя - вулканогенные породы, а нижняя - рудную зону и известняки. Весь горизонт характеризуется относительно низкой водообильностью. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные и характеризуются невысокой минерализацией от 66 до 700 мг/л. Воды не агрессивны для всех видов цементов, притоки воды в шахту незначительные. Расчетный коэффициент фильтрации по верхней зоне 0,0084 м/ч, по нижней 0,0004 м/ч.

Инженерно-геологические условия отработки месторождения сложные. Вмещающие породы и руды разделяются на устойчивые, средней устойчивости и неустойчивые. К устойчивым относятся массивные магнетитовые руды и известняки. Породы средней устойчивости представлены порфиритами и скарново-магнетитовыми рудами. К неустойчивым относятся диориты, скарны, туфы и руды в зонах трещиноватости. Северо-Песчанская шахта относится к угрожаемым по горным ударам. При разработке месторождения произошло сдвижение массива между рудными телами Северо-Песчанского участка и промплощадкой шахты, вследствие чего оставлен предохранительный целик со стороны лежачего бока.

Исследования обогатимости руд Песчанского месторождения выполнены на 30 лабораторных и одной полупромышленной пробе массой 1,5 тыс.т Уральским геологическим управлением, институтом "Уралмеханобр" и заводом "Сибэлектросталь". Установлено, что руды легко обогащаются по схемам сухой и мокрой магнитной сепараций. Высококачественные магнетитовые концентраты с содержанием железа 68% при выходе их 51-62% и извлечении железа в концентрат 84-87% могут быть получены по схеме мокрой магнитной сепарации из руд с содержанием железа 42-48%. По схеме сухой магнитной сепарации, которая применяется на дробильно-обогатительной фабрике шахты "Северо-Песчанская", из руд с содержанием железа 40% получается концентрат с содержанием железа 52% при извлечении железа в концентрат 86%.

На опытном заводе "Сибэлектросталь" проведены исследования по извлечению меди и кобальта из хвостов магнитной сепарации. Получены медный концентрат с содержанием меди 10,0-11,6% при извлечении ее 53% и кобальтовый концентрат с содержанием кобальта 0,18-0,34% при выходе его 29,8% и извлечении кобальта в концентрат 71,3%.

Запасы руд Песчанского месторождения последний раз утверждались ГКЗ СССР в 1971 г. В связи с неподтверждением запасов и качества железных руд при отработке Северо-Песчанского и Ново-Песчанского участков Минчерметом СССР выполнены дополнительные геологоразведочные работы. В 1980 г. институтами "Уралгипроруда" и "Уралмеханобр" разработано ТЭО отработки Песчанского месторождения (табл. 69).

Таблица 69

**Основные технико-экономические показатели отработки Песчанского месторождения**

Показатели	Варианты обогащения руд		
	Сухая магнитная сепарация (СМС)	Мокрая магнитная сепарация (ММС)	
		с получением железного концентрата и щебня	с комплексным использованием попутных компонентов*
1	2	3	4
Разведанные запасы руд по категориям, млн т:			
В+С <sub>1</sub>	112,0	112,0	112,0
С <sub>2</sub>	7,0	7,0	7,0
Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах категорий В+С <sub>1</sub> , %	44,83	44,83	44,83
Эксплуатационные запасы категорий В+С <sub>1</sub> , млн т	124,0	124,0	124,0

1	2	3	4
Содержание Fe <sub>общ</sub> в эксплуатационных запасах, %	40,22	40,22	40,22
Способ отработки		Подземный	
Производительность предприятия, млн т/год:			
по сырой руде	5,0	5,0	5,0
по аглоруде	1,9	-	-
по концентрату	1,4	0,9	0,9
по щебню	1,3	0,9	0,9
Обеспеченность предприятия запасами, лет	26,5	26,5	26,5
Выход концентрата, %	27,74	46,58	46,58
Выход аглоруды, %	39,06	-	-
Содержание в концентрате, %:			
железа	56,10	64,69	64,69
серы	3,16	Нет свед.	Нет свед.
Извлечение железа в концентрат, %	74,92	74,92	74,92
Капитальные вложения, млн р.	48,53	90,53	103,46/113,0
Себестоимость 1 т, р.:			
руды	3,24	3,24	3,24/3,56
железного концентрата и аглоруды	5,13	12,49	12,49/13,74
Оптовая цена, 1 т, р.:			
концентрата	10,78	15,67	15,67/18,43
строительного щебня	2,55	2,55	2,55/2,55
Стоимость годового выпуска товарной продукции, млн р.	35,99	36,49	56,02/64,90
В том числе попутных компонентов без щебня	-	-	19,52/22,00
Прибыль годовая, млн р.	18,85	7,41	14,05/18,50
В том числе за счет попутных компонентов	-	-	6,58/7,60
Срок окупаемости, лет	2,6	12,2	7,4/6,1
Рентабельность, %	19,3	5,3	7,6/9,6

\* В числителе - в ценах до 1982 г., в знаменателе - в ценах 1982 г.

ГКЗ СССР в 1981 г. утвердила (протокол 1564-к) кондиции для подсчета запасов железных руд Песчанского месторождения.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	30
<i>Минимально-промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	2
<i>Минимальная мощность рудного тела, включаемого в подсчет запасов, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	10
<i>Оконтурировать рудные тела с включением прослоев пустых пород и некондиционных руд мощностью более 10 м при условии, что среднее содержание железа в подсчетном блоке будет не ниже минимально-промышленного (дополнение по протоколу 9018, 1982 г.).</i>	
<i>Подсчитать и отнести к балансовым содержащиеся в железных рудах запасы меди, кобальта и сульфидной серы.</i>	

В 1982 г. ГКЗ СССР переутверждены (протокол 9018) запасы на 01.01.1981 г. Ново-Песчанского и Северо-Песчанского участков (табл. 70).

Таблица 70

**Характеристика запасов железных руд Песчанского месторождения**

Категория запасов	Запасы				Среднее содержание, %			
	руды, млн т	серы, тыс.т	меди, тыс.т	кобальта, тыс.т	Fe <sub>общ</sub>	S	Cu	Co
Северо-Песчанский участок								
C <sub>1</sub>	35,3	1263	37,6	4,9	46,4	3,57	0,11	0,014
C <sub>2</sub>	7,4	245	5,2	1,1	42,6	3,29	0,07	0,014
Ново-Песчанский участок								
C <sub>1</sub>	39,6	1085	63,4	4,8	46,3	2,74	0,16	0,012
C <sub>2</sub>	7,1	152	3,9	0,8	45,6	2,16	0,05	0,012
Южно-Песчанский участок (утверждены в 1971 г.)								
C <sub>1</sub>	32,1	Не определялись			49,35	Не определялось		
C <sub>2</sub>	2,9	То же			48,2	То же		
Всего по месторождению								
C <sub>1</sub>	107,1	2348	101,0	9,7	46,3	3,13	0,13	0,013
C <sub>2</sub>	18,5	397	9,1	1,9	44,1	2,74	0,06	0,013

Таблица 71

**Основные технико-экономические показатели работы Богословского РУ**

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	4,5	3,22
Содержание железа в сырой руде, %	37,33	34,96
Производство товарной руды, млн т	2,8	1,83
Содержание железа в товарной руде, %	52,27	52,32
Себестоимость 1 т, р.:		
сырой руды	4,54	Нет свед.
товарной руды	7,36	4314,65

Отработка руд осуществляется Богословским рудоуправлением с проектной производительностью 4,3 млн т сырой руды в год (табл. 71).

Попутные полезные компоненты (медь, кобальт, сера) не извлекаются.

По состоянию на 01.01.1995 г. балансовые запасы Песчанского месторождения оцениваются в 109,7 млн т, в том числе 95,3 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>.

## Серовское месторождение

Серовское месторождение бобово-конгломератовидных железных и охристых железо-никелевых руд расположено в 10 км к северо-западу от г. Серова и приурочено к Заморайской мезо-кайнозойской депрессии, ограниченной с востока серпентинитовым массивом. В геологическом строении месторождения принимают участие породы палеозойского, мезо- и кайнозойского возраста. Палеозойские породы представлены порфиритами, гранодиоритами и эффузивно-осадочными породами. Серпентиниты слагают в основном восточный борт депрессии и являются продуктами изменения пидотитов.

Мезозойские породы залегают на палеозойских и представлены древней корой выветривания серпентинитов с бурыми железняками и эффузивов, а также континентальными образованиями юрского, нижнемелового и морскими - верхнемелового возраста.

На древней коре выветривания залегают юрские и нижнемеловые морские отложения, с которыми связаны бобово-конгломератовые железные руды.

В пределах месторождения в результате сбросов были сформированы два неглубоких грабена и разделяющий их горст. Западный грабен вмещает мощные пласты осадочных и латеритных железных руд Серовского месторождения, а также песчано-глинистые породы мезозоя и палеогена. Более молодые тектонические подвижки привели к захоронению железных руд и сохранению их от размыва. В строении месторождения выделяются два рудных горизонта: триас-юрский и альб-сеноманский.

*Триас-юрский железорудный горизонт* сложен первичными порошковатыми охристыми природно-легированными никелем и кобальтом, бурыми железняками, образовавшимися в результате выветривания серпентинитов. Этот тип генетически относится к остаточным рудам и связан с площадной и линейной корами выветривания серпентинитов.

Вследствие размыва руды сохранились лишь на отдельных изолированных друг от друга участках в восточной части депрессии и на Кольском серпентинитовом массиве. Они представлены линзовидными залежами овальной и удлиненной формы различных размеров средней мощностью 8 м. Глубина их залегания от 0,5 до 102 м.

Минеральный состав первичных охристых руд: гематит, гидрогетит, магнетит, хромшпинелиды, марказит, тальк, глинистые и кремнистые минералы.

Содержание железа в рудах достигает 52,5%, среднее - 41,39%. Для руд характерно повышенное содержание никеля, достигающего 1,0% и более, а также кобальта - до 0,1%. Среднее содержание никеля в охристых рудах составляет 0,73%, кобальта 0,06%, хрома 1,44%.

Запасы силикатных никелевых руд утверждены ГКЗ СССР в 1973 г. Участок Еловый, характеризующийся наиболее богатыми никель-кобальтовыми рудами, передан Уфалейскому никелевому заводу. При отработке никелевых руд около 60 млн т бобово-конгломератовидных железных руд попадает во вскрышу карьера.

*Альб-сеноманский железорудный горизонт* сложен бобово-конгломератовидными рудами, составляющими основную массу руд Серовского месторождения. Этот тип руд образовался за счет размыва первичных охристых руд и переотложения их в озерно-болотных бассейнах. Форма залегания рудных тел пластовая. Длина по простиранию превышает 12 км, мощность - от 1 до 34 м, средняя - 12 м. Глубина залегания рудных тел колеблется от



1,5-3,0 м на западе и до 30-150 м на востоке месторождения. Общая рудоносная площадь составляет 90 км<sup>2</sup>.

Бобово-конгломератовидные руды сложены гидрогетитом, гетитом, магнетитом, гематитом, гидрогематитом, хромшпинелидами, сидеритом, пиритом, хлоритом, каолинитом, гидрослюда, кварцем, тальком. Содержание железа в них колеблется от 20 до 40%, никеля - от 0,26 до 1,15%, кобальта - от 0,02 до 0,03%, хрома - от 1,5 до 1,6%.

Верхняя часть бобово-конгломератового горизонта сложена в основном плотными разностями, иногда с прослоями глинистых руд. Содержание железа в плотных рудах варьирует от 28 до 56%, среднее - 43%, никеля - 0,2, кобальта - 0,006, хрома - 1,43%.

Запасы железных руд Серовского месторождения составляют 913 млн т со средним содержанием по месторождению в целом, %: Fe - 36,62; Cr - 1,62; Ni - 0,22; Co - 0,02; P - 0,02; TiO<sub>2</sub> - 0,65; Mn - 0,12; S - 0,09; SiO<sub>2</sub> - 15,65; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 15,64.

Из приведенного видно, что бурые железняки являются чистыми по фосфору и сере и содержат 14,8 млн т хрома, что привлекало внимание геологов, ученых и производственников. Необходимо отметить, что рядом расположенный Серовский ферросплавный завод, являющийся ведущим по выплавке феррохрома, получает для этих целей 600 тыс.т (50%) товарной руды Донского ГОКа (Республика Казахстан).

В процессе изучения технологии обогащения руд Серовского месторождения установлена невозможность механическим путем разделить железо, хром и никель. Вместе с тем механические способы обогащения позволили Уралмеханобру и МГРИ (1963 г.) получить коллективный железо-хромовый концентрат, содержащий, %: Fe<sub>общ</sub> - 53,8; Cr - 2,56; Ni - 0,35; P - 0,04; S - 0,88.

Лабораторные плавки в Институте металлургии Уральского отделения АН (1963 г.) показали возможность получения хромистого чугуна, содержащего 3,5-4,5% хрома и хромистого шлака с 35-40% оксида хрома и 36-38% железа. Из промпродукта можно получать мартеновскую сталь. Хромистые шлаки можно использовать для выплавки силикохрома, получения бихромата натрия, цемента, глинозема.

При разработке ТЭО выделено три этапа освоения месторождения с общими запасами бобово-конгломератовых руд в контурах открытой добычи в количестве 563 млн т (в среднем 36,24% железа, 1,69% хрома, 0,21% никеля).

Возможная годовая производительность карьера 10 млн т сырой руды. Обогащительный комплекс (схема) предусматривает классификацию и магнитную сепарацию, которая обеспечивает получение концентрата при выходе его 28% с содержанием 48% железа, 3,4% хрома, 0,12% никеля; хвосты (выход 35%) содержат 33,1% железа, 2,7% хрома, 0,15% никеля; шламы (выход 37%) - 32,1% железа, 1,55% хрома, 0,34% никеля.

Концентрат после агломерации предусматривается направлять в доменный процесс. В результате конвертерного передела возможно получение литой заготовки в количестве 1585 тыс.т и хромистого шлака в количестве 159 тыс.т. В дальнейшем хромистый шлак можно использовать для производства лигатур.

Шламы и хвосты во вращающихся печах перерабатываются на крицу, при дальнейшей переработке ее в электросталеплавильных печах предполагается получение литой заготовки в количестве 1882 тыс.т в год.

Для первого этапа освоения Серовского месторождения с доведением до конечной товарной продукции (сортовой прокат и трубы насосно-комп-

рессорные) получены следующие ориентировочные основные экономические показатели (Уралгипроруда, 1991 г.).

<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	4380,2
<i>Основные производственные фонды, млн р.</i>	4730,2
<i>Годовые эксплуатационные затраты, млн р.</i>	2303,4
<i>Производительность предприятия по сырой руде, млн т/год</i>	10
<i>Объем конвертерного передела, тыс.т:</i>	
<i>литая заготовка</i>	585
<i>хромистый шлак</i>	159
<i>Объем переработки шлаков и хвостов на крицу и ее переработка в электросталеплавильных печах с выпуском литой заготовки, тыс.т</i>	1882
<i>Стоимость товарной продукции годового выпуска, млн р.</i>	2781
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	477,6
<i>Рентабельность, %</i>	10,1
<i>Срок окупаемости, лет</i>	9,9

При этом Серовский металлургический завод специализируется на выпуске проката из хромо-никелевых сталей.

Большое количество массивов ультраосновных и основных пород на восточном склоне Урала и существующий в нижнемеловое время континентальный режим позволяют предполагать возможность открытия в других его районах новых месторождений, аналогичных Серовскому, что может значительно улучшить железорудную базу Уральской железорудной провинции.

Запасы Серовского месторождения не учтены Государственным балансом. Месторождение находится в разведке.

### **5.1.2. Качканарский железорудный район**

Качканарский железорудный район находится в Исовском районе, в 30 км к северо-западу от железнодорожной станции Нижняя Тара.

Проявления железных руд в районе известны с XVIII в. Впервые детальные геологоразведочные работы здесь проведены в 1902-1904 гг. Н.К.Высоцким, затем месторождения изучались в 1931-1932 гг. И.И.Малышевым, П.Г.Пантелеевым и А.В.Пэком, а в 60-80-е годы - А.Ф.Фадеевым, Б.М.Алешиним, И.Г.Полянским и другими исследователями.

В районе Государственным балансом учтены два месторождения - Гусевогорское и Собственно-Качканарское с балансовыми запасами на 01.01.1994 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 6667,3 млн т (72,8% от всех запасов Урала) и по категории С<sub>2</sub> - 4805,5 млн т.

Промышленное титаномагнетитовое оруденение приурочено к Качканарской кольцевой габбро-пироксенитовой интрузии и связано с оливиновыми и диаллаговыми пироксенитами. Наиболее продуктивными являются диаллаговые пироксениты. Переход от промышленной вкрапленности титаномагнетита к безрудным породам постепенный (рис. 64).

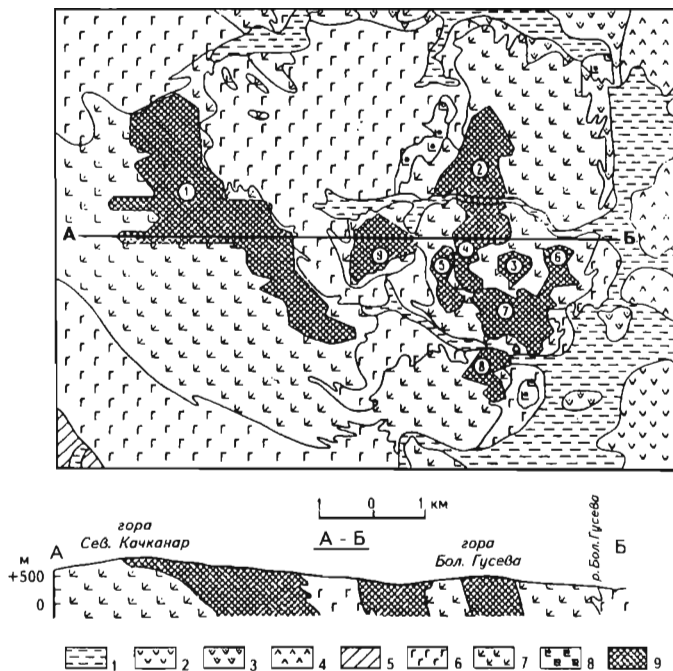


Рис. 64. Схематическая геологическая карта и разрез Гусевогорского и Качканарского месторождений (по З.Рупасовой)

1 - современные и аллювиальные отложения; 2-4 - эффузивы силура: 2 - порфиристы, 3 - амфиболиты плаггиоклазовые, 4 - амфиболиты эпидиабазовые; 5 - альбит-хлоритовые, роговообманково-плаггиоклазовые, слюдяные и другие сланцы ордовика; 6-8 - интрузивные породы: 6 - габбро, 7 - пироксениты, 8 - горнблендиты; 9 - рудные залежи (цифры в кружках): 1 - собственно Качканарское месторождение; 2-9 - рудные залежи Гусевогорского месторождения: 2 - Северная, 3 - Промежуточная I, 4 - Промежуточная II, 5 - Промежуточная III, 6 - Восточная, 7 - Главная, 8 - Южная, 9 - Западная

Основными рудными минералами являются титаномагнетит и ильменит, в подчиненном количестве развиты сульфиды, спорадически отмечаются самородная платина. В рудах Качканарского железорудного района всегда присутствует ванадий, который попутно извлекается в составе титаномагнетитового концентрата, значительно повышая рентабельность отработки бедных по железу (16-18%) руд.

Из двух месторождений отрабатывается Гусевогорское открытым способом Качканарским горно-обогатительным комбинатом с проектной производительностью 45 млн т сырой руды в год (табл. 72).

Произведенный концентрат подвергается окомкованию (окатыши, агломерат), по-

Таблица 72  
Основные технико-экономические показатели работы Качканарского ГОКа

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	45,1	37,58
Содержание железа в сырой руде, %	15,8	15,79
Производство концентрата, млн т	8,2	6,9
Содержание железа в концентрате, %	62,00	62,07
Себестоимость 1 т, р.:		
сырой руды	1,09	423,2
концентрата	12,36	5100

сле чего поставляется металлургическим комбинатам Среднего и Южного Урала - Нижне-Тагильскому, Чусовскому, Магнитогорскому и другим предприятиям.

Собственно-Качканарское месторождение находится в резерве, на его базе возможно строительство Средне-Уральского ГОКа с производительностью 40 млн т сырой руды в год, или 7,29 млн т товарной руды.

### *Гусевогорское месторождение*

Расположено на восточном склоне северной части Среднего Урала в 40 км к северо-западу от железнодорожной станции Выя и в 130 км к северу от г.Нижнего Тагила и является сырьевой базой Качканарского ГОКа.

Месторождение открыто более двух столетий назад. Геологоразведочные работы на нем проводились в несколько периодов. В 1946-1951 гг. были разведаны Главная, Северная и Промежуточная I залежи, в 1959-1961 гг. завершена разведка Северной, Южной и Промежуточной II и III залежей, а в 1983-1988 гг. выполнена доразведка глубоких горизонтов Главной и Промежуточной I залежей.

Месторождение приурочено к нижнепалеозойскому Качканарскому габбро-пироксенитовому массиву, в составе которого около 50% площади составляют пироксениты, 35% - габбро и 15% - перидотиты, оливиниты, горнблендиты и др. (см. рис. 64).

Вмещающими габбро-пироксенитовый массив породами являются хлорит-актинолитовые сланцы и амфиболиты. Качканарский массив имеет концентрически-зональное строение: пироксениты слагают верхние горизонты массива, габброиды - нижние с падением структурных элементов к его центру. Эта структура осложнена серией тектонических нарушений.

В пределах Гусевогорского месторождения промышленное оруденение локализуется в шести залежах: Главной, Северной, Западной, Южной, Промежуточной I и III. Забалансовые руды слагают Промежуточную II залежь. Породы в пределах названных залежей имеют северо-западное простирание и крутое северо-восточное падение под углом 70-80°. Залежи разделены безрудными оливиновыми пироксенитами. По морфологии Главная и Промежуточная залежи относятся к изометрическому типу, Южная - к переходному, а остальные - к линейному. Блоки пустых пород отмечаются только в пределах Главной залежи с размерами 1800x900 м. Размеры Промежуточной I и Южной залежей соответственно 1200x700 и 1300x600 м.

Руды месторождения относятся к качканарскому ГПТ и представляют собой диаллаговые пироксениты с вкрапленностью титаномагнетита. Переход к безрудным породам постепенный, иногда резкий. Руды кроме железа постоянно содержат пентоксид ванадия. Среднее содержание железа по залежам колеблется от 16 до 17,2%, пентоксида ванадия - от 0,08 до 0,17%.

Минеральный состав руд простой. Они состоят из титаномагнетита (17,6%), ильменита (0,8%), пироксенов+амфиболов+хлоритов (73,2%), оливина+серпентина (4%), плагиоклаза (4,4%), сульфидов (менее 1%).

Химический состав руд достаточно постоянен, %: SiO<sub>2</sub> - 38,3; TiO<sub>2</sub> - 1,25; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5,5; Fe<sub>общ</sub> - 16,5; MgO - 13,5; CaO - 16,30; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,15; P - 0,02; S - 0,02.

Средние содержания железа и пентоксида ванадия составляют соответственно по залежам, %: Главной - 16,5 и 0,15; Южной - 16,4 и 0,15; Промежуточной I - 16,5 и 0,13; Промежуточной II - 14,7 и 0,08; Промежуточной III -

15,9 и 0,09. Около 73% железа и 80% ванадия связано с магнетитом, остальная часть - с силикатами. Зона окисления на месторождении отсутствует.

Обогащение руд Гусевогорского месторождения осуществляется по схеме двухстадийной сухой магнитной сепарации с измельчением руды до класса крупности 20-6 мм, с последующей трехстадийной мокрой магнитной сепарацией концентрата, измельченного до класса крупности -0,074 мм (90-95%). После сухой магнитной сепарации 15% хвостов отбирается в побочный товарный продукт - фракционированную строительную щебенку класса крупности +12 и +6 мм. В результате обогащения содержание железа в концентрате составляет 61,3-64,9%; диоксида титана - 3; пентоксида ванадия - 0,57-0,66%; извлечение железа в концентрат достигает 63,33-64,5%, а выход концентрата 16,3-17,02%. После получения концентрата осуществляется его окучивание и спекание с получением самоплавкого агломерата основностью 1,1, что позволяет исключить использование известняка в доменной шихте.

Щебень соответствует каменно-строительным материалам марки "1000-1200". Качество скальных пород вскрыши и щебня из них отвечает требованиям ГОСТ 23845-86, ГОСТ 23254-78, ГОСТ 8267-82, ГОСТ 9128-84, ГОСТ 25607-83.

Кроме пород вскрыши попутным компонентом является ванадий, который в процессе обогащения переходит в концентрат, а затем в агломерат и окатыши. В металлургическом производстве ванадий накапливается в конвертерных шлаках, а затем гидрометаллургическим способом извлекается на Чусовском заводе.

Гидрогеологические условия месторождения благоприятны для его отработки открытым способом. Прогнозные среднегодовые водопритоки в карьер равны 300 м<sup>3</sup>/ч, кратковременные - 600 м<sup>3</sup>/ч.

Горно-технические условия отработки месторождения относительно простые. Мощность рыхлых элювиальных и делювиальных отложений не превышает первых метров. Скальный комплекс представлен высокопрочными устойчивыми породами.

С целью обоснования постоянных кондиций для подсчета запасов руд глубоких горизонтов Гусевогорского месторождения по результатам геологоразведочных работ 1983-1988 гг. Институтом "Уралгипроруда" в 1988 г. выполнено ТЭО, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Эксплуатационные запасы в контурах отработки, млн т</i>	1374,9
<i>Содержание, %:</i>	
<i>Fe<sub>общ</sub></i>	16,25
<i>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	0,15
<i>TiO<sub>2</sub></i>	1,28
<i>Производительность предприятия по добыче сырой руды, млн т/год</i>	17,9
<i>Способ отработки</i>	<i>Открытый</i>
<i>Коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/т</i>	0,36
<i>Годовое производство концентрата, млн т</i>	3,4
<i>Годовое производство строительного щебня, млн т</i>	0,4
<i>Содержание в концентрате, %:</i>	
<i>Fe<sub>общ</sub></i>	61,72
<i>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	0,586
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>извлечение Fe<sub>магн</sub> в концентрат</i>	94,77
<i>извлечение V в концентрат</i>	67,76

<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	76,8
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	49,34
<i>Себестоимость 1 т руды, р.:</i>	
<i>сырой</i>	1,61
<i>товарной</i>	16,34
<i>Оптовая цена 1 т концентрата, р.</i>	18,40
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	6,91
<i>Рентабельность, %</i>	3,5

Технико-экономические показатели переработки скальных пород вскрыши Главного карьера Гусевогорского месторождения приведены ниже.

<i>Запасы в контуре карьера по категориям А+В+С<sub>1</sub>, млн т</i>	470,9
<i>Промышленные запасы, млн т</i>	456,8
<i>Годовая производительность дробильно-сортировочного завода, млн т:</i>	
<i>по горной массе в плотном теле</i>	5,9
<i>по щебню</i>	7,1
<i>Себестоимость 1 м<sup>3</sup> щебня, р.</i>	2,07
<i>Средняя оптовая цена 1 м<sup>3</sup> щебня, р.</i>	5,14
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	21,9
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	108,5
<i>Производственные фонды, млн р.</i>	91,8
<i>Срок окупаемости, лет</i>	5,0
<i>Рентабельность, %</i>	23,81

Для оконтуривания балансовых запасов железных руд месторождения ГКЗ СССР в 1988 г. утверждены (протокол 2276-к) постоянные кондиции.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
<i>для Главной и Промежуточной I залежей</i>	13
<i>для Южной залежи</i>	14
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	15

Запасы железных руд Гусевогорского месторождения утверждались ГКЗ СССР в 1951 г. (протокол 6867), 1962 г. (протокол 3608) и в 1988 г. (протокол 10543).

По состоянию на 01.01.1995 г. запасы железных руд по месторождению в целом составили 3350,6 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>, 2415,8 млн т категории С<sub>2</sub> и 142,2 млн т забалансовых.

Разработка месторождения осуществляется Главным карьером с 1963 г., а Северным и Западным карьерами с 1969 г.

На базе руд Гусевогорского месторождения работает Качканарский ГОК с проектными показателями 45,0 млн т сырой руды и 8 млн т концентрата в год. Обеспеченность ГОКа разведанными запасами составляет 75 лет.

Кроме того, ГОКом из отходов производства и пород вскрыши произведено 1,1 млн м<sup>3</sup> щебня, в том числе 0,8 млн м<sup>3</sup> товарного.

В пределах Гусевогорского месторождения перспективы по дальнейшему наращиванию запасов и прогнозных ресурсов с поверхности отсутствуют. На глубоких горизонтах (ниже 500 м) их наращивание не актуально.

### *Собственно-Качканарское месторождение*

Месторождение находится на восточном склоне г. Качканар в 5 км западнее Гусевогорского месторождения и приурочено к Качканарскому габбро-пироксенитовому массиву нижнепалеозойского возраста (см. рис. 64). Оруденение располагается в пределах пироксенитовой фациальной разновидности пород интрузива и занимает площадь около 30 км<sup>2</sup>. Пироксенитовое тело падает на восток под углом 20-35° в его западной части и 30-50° - в восточной части. В краевых частях переход пироксенитов в габбро осуществляется через послойное согласное чередование обеих пород. Оруденение проявляется в виде вкрапленности и реже шлировых обособлений. Оно локализуется главным образом в оливинитах и диаллагитах, залегающих висячем боку массива.

Руды месторождения представлены качканарским ГПТ. Минеральный состав их однообразен; основным рудным минералом является титаномагнетит, количество которого ко всей массе рудных минералов достигает 95%. В незначительных количествах присутствуют мартит, пирит, халькопирит и в отдельных случаях встречается самородная платина.

Среднее содержание в рудах  $Fe_{общ}$  составляет 16,6%,  $V_2O_5$  - 0,14,  $TiO_2$  - 1,3%. Содержание платины достигает 0,06 г/т.

Исследования обогатимости руд Собственно-Качканарского месторождения, проведенные Уральским филиалом института "Механобр", показали возможность их обогащения по схемам, принятым на Качканарском ГОКе. При этом предложены две схемы обогащения, отличающиеся последовательностью технологических операций. По схеме флотации с последующей магнитной сепарацией получен концентрат с содержанием железа 56-59% и пентоксида ванадия 0,45-0,55% при извлечении в концентрат железа 67,0-74,5%, ванадия 74-76% и платины 70%. По схеме магнитной сепарации с последующей флотацией получен концентрат с содержанием железа 55-57%, пентоксида ванадия 0,40-0,45% при извлечении в концентрат 70-72% железа, 75-76% ванадия и 55-60% платины. Диоксид титана при обогащении переходит в основном в магнетитовый концентрат с содержанием до 3,6%. Извлечь ильменит в отдельный концентрат не удалось из-за низкого содержания и тонких сростков с магнетитом.

Гидрогеологические и горно-технические условия месторождения благоприятны для отработки его открытым способом. Подземные воды месторождения относятся к типу трещинных, питание которых происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Среднегодовой приток воды в карьер с проектной глубиной 100 м по расчетам не будет превышать 100 м<sup>3</sup>/ч. Мощность вскрышных пород составляет в среднем 5,1 м.

Запасы месторождения подсчитаны в соответствии с кондициями, установленными Техническим управлением Министерства металлургической промышленности (письмо 1361/10 от 03.04.1950 г.).

<i>Бортовое содержание <math>Fe_{общ}</math> в руде, %</i>	14
<i>Среднее промышленное содержание <math>Fe_{общ}</math> в подсчетном блоке, %</i>	16
<i>Максимальная мощность прослоев некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	10
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2

Государственным балансом на 01.01.1995 г. учтены запасы железных руд Собственно-Качканарского месторождения по категориям А+В+С<sub>1</sub> в количестве 3282,3 млн т, по категории С<sub>2</sub> - 2385,5 млн т со средним содержанием железа 16,6%.

Месторождение полностью разведано и числится в резерве.

### **5.1.3. Тагило-Кушвинский железорудный район**

Тагило-Кушвинский район относится к числу старейших на Урале. Здесь в 30-40-е годы XVIII в. после открытия железорудных месторождений гор Высокая и Благодать были заложены основы черной металлургии Урала.

Промышленное освоение месторождений района началось с первой половины XVIII в. Геологические исследования Тагило-Кушвинского железорудного района и отдельных месторождений проводили Н.Н.Яковлев, А.Н.Заварицкий, Ф.Ю.Левинсон-Лесинг, В.В.Никитин, Ф.И.Кандыкин, Н.К.Высоцкий, А.К.Болдырев, В.М.Дервиз и др. В 1947-1950 гг. Л.И.Кравцов и Д.С.Штейнберг выполнили детальную геологическую съемку. В 1959-1969 гг. под руководством Ю.П.Сорокина, А.А.Пуркина и Е.И.Клевцова на территории района выполнено детальное геологическое картирование.

По состоянию на 01.01.1994 г. в районе Государственным балансом учтено 10 месторождений скарново-магнетитовых руд тагильского геолого-промышленного типа с запасами 650,3 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub> и 62,9 млн т по категории С<sub>2</sub>. Из них Гороблагодатское, Осокино-Александровское, Валуевское месторождения обрабатываются Гороблагодатским рудоуправлением, Высокогорское, Лебяжинское, Естюнинское - Высокогорским ГОКом, Северо-Гороблагодатское, Медноруднянское, Выйское и Лагерное находятся в резерве (см. табл. 66).

Тагило-Кушвинский железорудный район сложен комплексом вулканических, вулканогенно-осадочных и осадочных образований ландоверийско-среднедевонского возраста, представленных породами базальт-андезит-липарит-дацитового состава, порфиритами и карбонатными толщами.

Интрузивный комплекс представлен на западе Тагило-Баранчихинским габбровым массивом, на северо-востоке - Кушвинским диорит-сиенитовым массивом, а между ними расположен Волковский габбровый массив.

Неоднородный и пестрый состав вулканических и осадочных карбонатных пород, контактирующих с интрузивными массивами, создает благоприятную обстановку для формирования скарново-магнетитового оруденения.

По геологической позиции относительно Тагильского и Кушвинского диорит-сиенитовых массивов месторождения района разделяются на залегающие в экзоконтактах массива и в их пределах.

По составу скарнов и руд в районе выделяются месторождения с развитием минеральных ассоциаций: пироксен-гранат-магнетитовой (Высокогорское, Гороблагодатское, Валуевское и др.), пироксен-скаполит-магнетитовой (Осокино-Александровское) и диопсид-олигоклаз-магнетитовой (Естюнинское).

#### ***Гороблагодатское месторождение***

Месторождение расположено на северо-восточной окраине г.Кушвы, в 5 км от железнодорожной станции Гороблагодатская. Открыто оно в 1728 г. Степаном Чумпиным, и с этого времени проводилась его разведка и промышленное освоение. Планомерные разведочные работы начаты с 1925 г.



и с перерывами продолжают до настоящего времени; наиболее интенсивно разведочные работы проводились в 1930-1935 гг., 1945-1954 гг., запасы по отдельным участкам утверждались ВКЗ и ГКЗ шесть раз. С 1955 г. с перерывами производилась разведка в основном глубоких горизонтов юго-восточного фланга месторождения.

Гороблагодатское месторождение расположено в зоне северного секущего контакта Кушвинской диорит-сиенитовой интрузии с вулканическими и вулканогенно-осадочными породами туринской и именовской свит, в составе которых выделяются следующие толщи снизу вверх: мысовская, гороблагодатская и туринско-колясниковская (рис. 65). Оруденение приурочено к трем рудоносным горизонтам. Нижний и средний горизонты залегают в пределах гороблагодатской толщи, имеющей мощность 250-400 м. Гороблагодатская толща сложена вулканогенно-терригенными породами, представленными базальт-известковистыми туфоконгломератами, переслаивающимися с туфопесчаниками, туфоалевролитами трахиандезитобазальтового и базальтового состава. Верхний рудоносный горизонт залегает среди пород туринско-колясниковской толщи, сложной вулканокластическими и эффузивными породами трахиандезитового и андезитотрахитового состава, представленными туфами, туфопесчаниками и ксенотуфами. Общая мощность толщи составляет около 800 м.

#### Вулканогенно-осадочные породы палеозоя

слагают западное крыло Туринско-Тагильской синклинали и имеют восточное падение под углом 20-30°. На месторождении выделяются разрывные нарушения, создающие блоковую

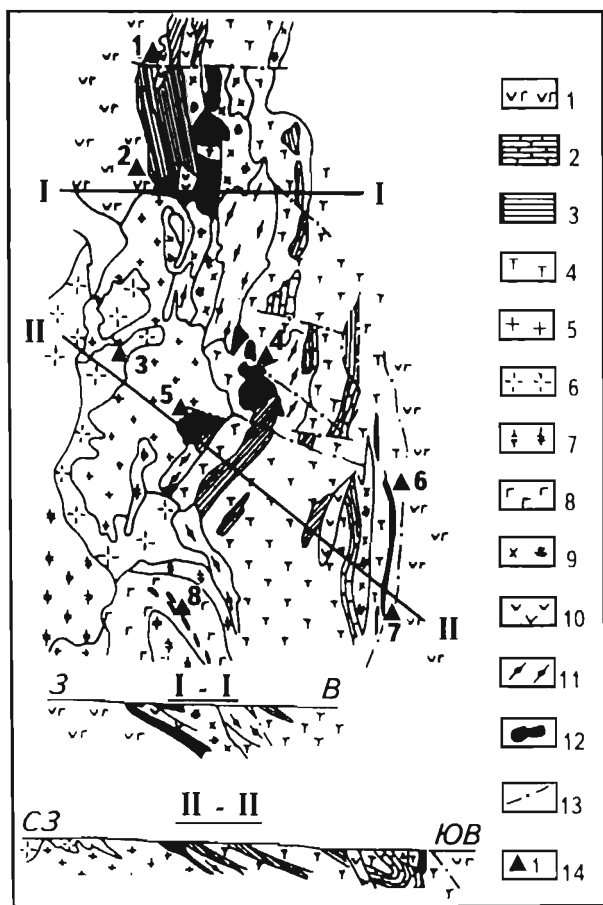


Рис. 65. Схематическая геологическая карта и разрезы Гороблагодатского рудного поля

I - пироксен-плагиоклазовые порфириты и туфы; II - известняки; III - туфопесчаники и туффиты; IV - трахитовые порфириты и их туфы; V - сиениты; VI - сиенит-диориты; VII - диориты; VIII - габбро и габбро-диориты; IX - микросиениты и сиенит-пегматиты; X - диабазы и диабазовые порфириты; XI - осветленные биотит-плагиоклазовые, диопсидальбитовые и хлорит-альбитовые породы; XII - рудные тела (на карте в горизонтальной проекции); XIII - тектонические нарушения; XIV - месторождения: 1 - Половинкинское, 2 - Гороблагодатское, 3 - Надеждо-Коммерческое, 4 - Северо-Валуевское, 5 - Валуевское, 6 - Осокинское, 7 - Александровское, 8 - Волковское

структуру. Вблизи интрузии вмещающие породы подверглись метасоматическим изменениям. Породы гороблагодатской толщи, особенно в южной части месторождения, полностью замещены гранатовыми, пироксен-гранатовыми скарнами и скаполитовыми породами. В них залегают скарново-магнетитовые, скаполит-магнетитовые и "оспенные" руды. Породы колясниковской толщи в большей мере подверглись скаполитизации. В этих породах залегают бедные пироксен-скаполит-магнетитовые руды.

Скарново-магнетитовые руды характеризуются совместным нахождением (парагенезисом) таких минералов, как гранат, магнетит, эпидот, и наличием в магнетите примесей марганца ("оспенные" - ортоклаз, пироксен, скаполит, магнетит) и в рудах примесей титана и ванадия. "Оспенные" руды имеют подчиненное распространение, пространственно они связаны с дайками микросиенитов и сиенит-порфиоров. В скарново-магнетитовых рудах месторождения наиболее распространены массивные, пятнистые, вкрапленные и полосчатые текстуры.

В пределах месторождения выделяются 15 рудных тел, наиболее крупные из них фактически состоят из нескольких (2-3) пластообразных и линзообразных залежей мощностью от 5 до 70 м, разъединенных прослоями некондиционных руд и вмещающих пород. Промышленные запасы подсчитаны по девяти рудным телам; 94% запасов сосредоточено в рудных телах 1,2 и 7, приуроченных к нижнему горизонту гороблагодатской толщи. По простиранию толщи они вытянуты на 200-300 м, а по падению на 500-1600 м. Мощности их колеблются от 2 до 80 м. Многие рудные тела по восстанию достигают эрозионного среза. Границы их с вмещающими породами устанавливаются по данным опробования, отмечается постепенное уменьшение мощности в направлении их падения. Рудные тела расчленены на блоки пострудными дизъюнктивами типа сбросов по крутопадающим плоскостям ( $65-90^{\circ}$ ), амплитуда сбросов колеблется от 15 до 150 м. Сложены рудные тела в основном скарново-магнетитовыми рудами. Скаполит-магнетитовые и мартитовые руды имеют незначительное распространение. Валунчатые и мартитовые руды на месторождении почти полностью отработаны. Содержание железа в рудах колеблется от 15,3 до 69,3%, по подсчетным блокам от 28,52 до 58,65%; среднее содержание железа по рудным телам изменяется - в скарново-магнетитовых рудах от 33,1 до 37,3%, в мартитовых - от 35,19 до 52,01% и в скаполит-магнетитовых - от 26,74 до 28,10%. Преобладают руды с содержанием железа 30-45%. Внутри и по периферии их контура образуют небольшие участки богатые руды (более 45% железа) и бедные (от 20 до 30%). Среднее содержание серы в скарново-магнетитовых рудах колеблется от 0,025 до 4,011%, в мартитовых - от 0,004 до 0,540% и в скаполит-магнетитовых - от 0,407 до 1,557%. Содержание фосфора в рудах невелико и для большинства рудных тел составляет сотые доли процента. Другие вредные примеси - мышьяк, олово, цинк обнаружены в виде следов. Из полезных примесей присутствует марганец (от 0,82 до 2,94%).

Шлакообразующие компоненты в магнетитовых рудах содержатся в следующих количествах, %:  $\text{SiO}_2$  - 6,38-26,85;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 2,43-15,80;  $\text{CaO}$  - 3,81-18,04;  $\text{MgO}$  - 1,31-2,56; элементы примеси:  $\text{TiO}_2$  - 0,19-1,73;  $\text{V}_2\text{O}_5$  - от следов до 0,19.

Главными рудными минералами являются в первичных рудах магнетит, в окисленных - мартит и гидрогетит; из других рудных минералов часто встречаются пирит, халькопирит, редко галенит, сфалерит, гематит, пирротин, борнит, марказит, мушкетовит, из нерудных главными минералами являются гранат, пироксен, ортоклаз и скаполит, второстепенными - кальцит,

эпидот, хлорит, альбит, пренит и цеолиты, изредка встречаются апатит, сфен, кварц и флюорит.

Большинством исследователей, изучавших Гороблагодатское месторождение, принята метасоматическая концепция, согласно которой образование метасоматитов и магнетитовых руд происходило после становления Кушвинской диорит-сиенитовой интрузии. В качестве альтернативной гипотезы, основываясь на факте стратиформного залегания большинства рудных тел, Я.Н.Белевцев и другие выдвинули гипотезу первично вулканогенно-осадочного происхождения магнетитовых руд, которые после внедрения диорит-сиенитовой интрузии были метаморфизованы и переотложены.

Гидрогеологические условия на месторождении сложные, что обусловлено наличием горизонта высоконапорных трещинных вод, питающегося из Верхне-Туринского пруда, запасы воды в котором оцениваются в 36 млн м<sup>3</sup>. Водопритоки в горные выработки составляют от 444 до 1130 м<sup>3</sup>/ч. Горно-технические условия разработки месторождения - благоприятные.

Технологические исследования коренных руд производились институтом "Уралмеханобр" с 1931 г., основные объемы выполнены в 1945-1949 гг. Исследованию на обогатимость было подвергнуто 16 керновых проб массой от 50 до 100 кг, характеризующих рудные горизонты месторождения. В результате испытаний разработана схема обогащения руд, включающая дробление, сухую и мокрую магнитную сепарации с последующей агломерацией концентратов, которая положена в основу действующих на руднике дробильно-обогажительных фабрик и аглокомбината.

В 1958 г. институтом "Уралмеханобр" проведены технологические исследования с целью разработки принципиальной схемы глубокого обогащения магнетитовых руд на пробах массой 1000 и 1200 кг, с содержанием железа соответственно 58,0 и 40,7%. Испытания показали, что при обогащении руды по схеме сухой и мокрой магнитной сепарации можно получить концентраты с содержанием железа: из богатой магнетитовой руды - 69%, из магнетитовых скарнов - 67% при выходе концентрата соответственно 77 и 50% и извлечении железа в концентрат 92 и 82-83%. Указанные показатели можно получить лишь при конечной стадии измельчения руды от -0,2 мм для богатой скарновой руды и -0,1 мм для магнетитовых скарнов. Все добываемые руды после обогащения перед отправкой на металлургические заводы подвергаются агломерации. Технологические испытания окисленных, а также скаполит-магнетитовых руд верхнего горизонта не производились.

Последний подсчет запасов месторождения произведен в 1968 г. по условиям, утвержденным ГКЗ СССР в 1966 г. (протокол 219-к).

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	30
<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	25
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5

В 1968 г. (протокол 5398) ГКЗ СССР утвердила запасы Гороблагодатского месторождения (табл. 73).

Месторождение обрабатывается Гороблагодатским РУ совместно с Осокино-Александровским и Валуевским месторождениями подземным и

## Характеристика запасов железных руд Гороблагодатского месторождения

Категория запасов	Запасы сырой руды, млн т	Среднее содержание, %		
		Fe	S	P
Магнетитовые руды				
B	19,4	34,62	0,852	0,068
C <sub>1</sub> *	104,1/7,4	35,63/28,70	0,658/0,398	0,050/0,127
C <sub>2</sub>	18,6	35,26	0,782	0,040
Окисленные руды				
C <sub>1</sub>	1,7	38,87	0,306	0,107

\*В знаменателе - забалансовые запасы.

Таблица 74  
Основные технико-экономические показатели  
работы Гороблагодатского рудоуправления

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	4,2	3,5
Содержание железа в сырой руде, %	24,6	26,4
Производство товарной руды, млн т	1,3	1,5
Содержание железа в товарной руде, %	55,1	49,95
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	5,0-7,0	1822,59
товарной	28,03	2863,0

открытым способами с проектной производительностью 6,4 млн т сырой руды в год (табл. 74).

Товарные руды поступают на металлургический передел в основном на Нижне-Тагильский, в меньшей мере на Серовский металлургические заводы.

По состоянию на 01.01.1995 г. запасы Гороблагодатского месторождения оцениваются в 91,3 млн т по категориям A+B+C<sub>1</sub> и 0,9 млн т по категории C<sub>2</sub>.

Обеспеченность всеми балансовыми запасами отдельных шахт 20-46 лет, карьера - 9 лет.

### Осокино-Александровское месторождение

Месторождение находится в восточной части Кушвинского железорудного района в 14 км восточнее г.Кушвы. Первые сведения о месторождении относятся к 1846 г. С 1878 по 1902 г. оно разрабатывалось небольшими карьерами. Первые разведочные работы были проведены в 1892-1895 гг., детальная разведка - с 1947 по 1955 г. В изучении месторождения принимали участие П.П.Кузнецов, В.И.Кондратьев, В.М.Дервиз, Д.С.Штейнберг, В.М.Логиновский, А.И.Семенихин и др.

Месторождение расположено в 4,5-6 км восточнее Кушвинского диорит-сиенитового массива в пределах меридионально вытянутой полосы вулканических пород турьинской свиты, ширина которой колеблется от 1000 м в районе Александровской до 1350 м в районе Осокинской рудных зон. Падение рудовмещающих пород под углом 70-80° на запад. На западе вулканогенные толщи ограничены разрывным нарушением системы Турьинского разлома, вдоль которого они надвинуты на карбонатные отложения бандейской свиты.

В восточной части месторождения развиты преимущественно лавы трахиандезитового и андезитотрахитового состава, включающие прослои туфов аналогичного состава. Центральная часть месторождения сложена грубообломочными туфами порфириров трахиандезитового состава (Осокинский участок). В западной части преобладают лавы трахиандезитового состава и витро- и литокристаллотуфы порфириров аналогичного состава.

Метасоматическому замещению подверглись в основном грубообломочные вулканические породы (туфы, ксенотуфы) и известняки. В лавах трахиандезитового состава метасоматоз проявлен более слабо.

Основная часть магнетитового оруденения генетически связана с апоскаполитовой фазой метасоматического процесса, в результате которой образуются эпидот-альбит-магнетитовые руды.

Рудная зона Осокинского-Александровского месторождения вытянута в меридиональном направлении на 5 км при ширине 300-400 м. В ее пределах выделяются два участка - Александровский (южный) и Осокинский (северный). Рудная зона Александровского участка имеет длину 1700 м и ширину до 300 м, Осокинского участка соответственно 2200 и 300-400 м. Последний включает оруденение района Первой, Второй и Третьей Осокинских гор.

Густота магнетитовой вкрапленности уменьшается от центра к периферии рудной зоны. Переходы между рудами и вмещающими породами постепенные и определяются по данным опробования.

Всего выявлено 62 рудных тела (30 - на Александровском и 32 - на Осокинском участках), длина которых колеблется от 400 до 1400 м, мощность - от 25 до 75 м, протяженность на глубину - от 130 до 340 м.

На месторождении выделяются сплошные и вкрапленные магнетитовые руды. Первые образовались при замещении маломощных слоев известняков, вторые - в результате замещения ксенотуфов. Сплошные руды состоят главным образом из магнетита с примесью мушкетовита и содержат незначительные количества кальцита, пироксена, апатита, иногда пирита и халькопирита. Вкрапленные руды сложены пироксен-эпидот-альбитовыми породами с прожилками, гнездами и зернами магнетита. Характерной особенностью месторождения является присутствие в рудах кристаллов и агрегатов апатита. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  в рудах Александровского участка 27,3%, Осокинского - 24,0%. Средний химический состав руд месторождения, %:  $Fe_{общ}$  - 25,84;  $SiO_2$  - 34,45;  $TiO_2$  - 0,655;  $Al_2O_3$  - 12,05;  $Fe_2O_3$  - 21,45;  $FeO$  - 12,70;  $CaO$  - 6,55;  $MgO$  - 2,95;  $MnO$  - 0,47;  $K_2O+Na_2O$  - 5,10;  $S$  - 0,208;  $P$  - 0,313;  $Zn$  - 0,02;  $Cu$  - 0,005;  $Co$  - 0,003.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия отработки месторождения благоприятные. Водоприток в юго-восточном борту Александровского карьера, в зонах тектонических нарушений составляют 160-220 м<sup>3</sup>/ч, достигая во время паводков 500 м<sup>3</sup>/ч. Остальная территория месторождения практически безводна.

В основу подсчета запасов Осокино-Александровского месторождения положены кондиции, утвержденные МЧМ СССР в 1951 г.

<i>Бортовое содержание <math>Fe_{общ}</math> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2
<i>Подсчитать отдельно руды с содержанием <math>Fe_{общ}</math> более 50% и <math>S</math> менее 0,15 и более 0,15% как не требующие обогащения.</i>	

Запасы железных руд месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1956 г. (протокол 1010): 58,6 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 54,4 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>.

Осокино-Александровское месторождение обрабатывается Александровским карьером (Гороблагодатское РУ). В 1993 г. было добыто 0,5 млн т руды со средним содержанием железа 20,6% против 1,0 млн т с содержанием железа 20,3% в 1990 г.

По состоянию на 01.01.1995 г. запасы руд месторождения составляют 41,3 млн т, в том числе по категориям: В - 11,3, С<sub>1</sub> - 25,9, С<sub>2</sub> - 4,1 млн т. Забалансовые запасы оценены в 20,1 млн т.

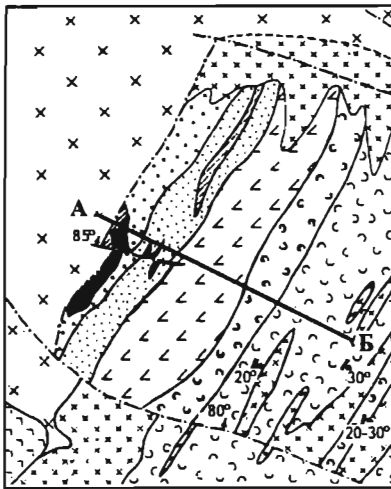
### *Валуевское месторождение*

Валуевское месторождение расположено в 9 км юго-восточнее г.Купива и в 7 км к югу от Гороблагодатского месторождения. Открыто оно в 1753 г., эксплуатация месторождения производилась с 1872 по 1883 г. и была возобновлена в 1953 г. С 1946 по 1956 г. разведка его проводилась Гороблагодатской партией треста "Уралчерметразведка".

Валуевское месторождение приурочено к восточному экзоконтакту Кушвинской диорит-сиенитовой интрузии и располагается между двумя локальными выступами интрузива среди пород теплогорско-валуевской толщи туринской свиты в западном пологом крыле Туринско-Тагильской синклинальной структуры. Мощность пород теплогорско-валуевской толщи в районе месторождения составляет 1400 м, нижняя часть ее представлена в основном пирокластическими породами. Выше в толще появляются крупные тела известняков. Рудные тела располагаются на контакте известняков с пирокластическими породами, и положение их контролируется субмеридиональным интравудным сбросо-сдвигом, подновленным в пострудное время (рис. 66).

Вмещающие породы и рудные залежи имеют северо-восточное простирание по азимуту 40° и довольно выдержанное юго-восточное падение под углом около 30°. Нижняя часть теплогорско-валуевской толщи в районе месторождения подвергнута интенсивным контактово-метасоматическим изменениям. По вулканическим породам образуются флогопит-калишпат-альбитовые, хлорит-эпидот-альбитовые, пироксеновые и пироксен-гранатовые скарны и серпентиниты. Большая часть рудных тел связана с пироксеновыми и гранат-пироксеновыми скарнами, иногда встречаются серпентин-магнетитовые руды.

На месторождении выявлено 14 рудных тел, представленных залежами пласто- и линзообразной формы. Длина их по простиранию колеблется от 30 до 950 м, по падению от 40 до 900 м; мощность изменяется от 3 до 15 м. Наиболее крупным является второе рудное тело, запасы которого составляют 85% от общих запасов месторождения. Внутреннее строение рудных тел сложное, обусловленное перемежаемостью участков сплошных магнетитовых, гранат-магнетитовых и пироксен-магнетитовых руд, а также слабооруденелых и безрудных скарнов. Из рудных минералов, кроме магнетита, в рудах содержатся сульфиды - пирит, пирротин, халькопирит и сфалерит. Среди нерудных минералов главные - пироксен, эпидот, флогопит, хлорит, серпентин, гранат, альбит и кальцит; второстепенные - амфибол, актинолит, тальк, энстатит, серицит, пренит, апатит, флюорит и сфен. На месторождении выделяются два типа руд: сплошные массивные и вкрапленные скарново-магнетитовые.



А-Б

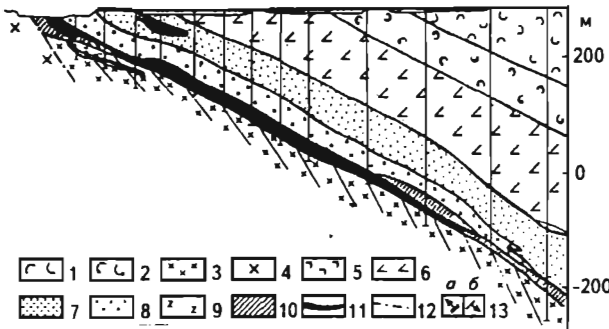


Рис. 66. Схематическая геологическая карта и разрез Валуевского железорудного месторождения

1-2 - туфы трахитовых порфиров (верхняя часть туринской свиты): 1 - мелко- и крупнообломочные кристалло-литокластические слоистые, 2 - крупнообломочные кристалло-витрокластические игнимбритовые; 3 - микросиениты и сиенит-порфиры субщелочные; 4 - сиениты субщелочные биотит-роговообманковые; 5 - диориты калишпатсодержащие пироксен-биотитовые; 6-9 - метасоматиты: 6 - хлорит-альбитовые, 7 - флогопит-альбитовые массивные, 8 - то же полосчатые, 9 - флогопитовые; 10 - скарны пироксен-гранатовые и магнетит-пироксен-гранатовые; 11 - магнетитовые руды; 12 - тектонические нарушения; 13 - элементы залегания слоистости (а), контактов и тектонических нарушений (б)

нии железа в концентрат 93%. Фосфор в значительной части удаляется при мокрой магнитной сепарации, сера выгорает при агломерации, содержание же цинка почти не изменяется. Учитывая, что руды Валуевского месторождения содержат в среднем 0,101% цинка, использование их предусмотрено в смеси с рудами Гороблагодатского месторождения.

Содержание железа в рудах Валуевского месторождения колеблется от 20 до 67,25%, серы - достигает иногда 17%, фосфора - 0,53%. Средний химический состав руд месторождения, %: Fe<sub>общ</sub> - 45,8; SiO<sub>2</sub> - 11,4; TiO<sub>2</sub> - 0,19; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,7; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 46,45; FeO - 17,2; CaO - 1,7; MgO - 11,8; MnO - 2,29; K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O - 0,4; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,044; S - 1,47; P - 0,09; Zn - 0,101; Cu - 0,066; Co - 0,011, Pb - 0,0074; As - 0,001.

Гидрогеологические условия отработки месторождения определяются наличием вод трещинного типа в вулканогенно-осадочных и интрузивных породах. Наблюдается гидравлическая связь трещинных и поверхностных вод. Коэффициент фильтрации колеблется в пределах 0,01-0,22 м/сут. Фактический среднегодовой приток в шахту Валуевская составляет 100 м<sup>3</sup>/ч, при осенних дождях он возрастает до 450 м<sup>3</sup>/ч.

Технологические испытания проводились на двух пробах массой 365 и 170 кг с содержанием железа 51,14 и 42,06%, серы - 3,35 и 2,55% и цинка - следы - 0,35%. В результате технологических исследований установлена возможность обогащения руд по схеме, включающей двухкратное дробление, сухую и мокрую магнитную сепарацию. Полученные концентраты содержат железа 55-58% при выходе их 84-70% и извлече-

В основу подсчета запасов железных руд Валуевского месторождения (четырёх типов) положены кондиции, установленные Техническим управлением МЧМ СССР в 1956 г.

*Содержание компонентов в рудах, %:*

*мартеновских (сорт 1):*

*Fe<sub>общ</sub>* >50

*S* <0,15

*P* <0,15

*не требующих обогащения (сорт 2):*

*Fe<sub>общ</sub>* >50

*S* >0,15

*требующих обогащения (сорт 3):*

*Fe<sub>общ</sub>* 30-50

*забалансовых (сорт 4):*

*Fe<sub>общ</sub>* 20-30

*Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м*

2

Запасы руд Валуевского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1956 г. (протокол 1325) по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 16,0 млн т, С<sub>2</sub> - 2,6 млн т, забалансовые - 0,7 млн т.

Руды Валуевского месторождения обрабатываются Гороблагодатским рудоуправлением шахтой и карьером с проектной производительностью соответственно 0,5 и 0,2 млн т/год. В 1993 г. добыча сырой руды составила 0,6 млн т против 0,53 млн т в 1990 г.

По состоянию на 01.01.1995 г. разведанные запасы месторождения по категориям А+В+С<sub>1</sub> составили 4,7 млн т, С<sub>2</sub> - 1,3 млн т, забалансовые - 0,7 млн т.

Обеспеченность работы шахты и карьера всеми запасами 9 лет.

### ***Северо-Гороблагодатское месторождение***

Северо-Гороблагодатское месторождение расположено в Кушвинском административном районе в 8,5 км к северо-востоку от железнодорожной станции Гороблагодатская.

Открытие месторождения относится к 1971 г. Предварительная разведка проведена в период с 1972 по 1976 г., детальная разведка - с 1975 по 1979 г.

Месторождение залегает в пределах моноклиальной Туринско-Татильской структуры на глубинах 560-1200 м от поверхности, является прямым продолжением Гороблагодатского месторождения и отделено от него сбросо-сдвигом с амплитудой смещения от 80-140 до 280 м.

В геологическом строении месторождения, как и Гороблагодатского, принимают участие породы мысовской, гороблагодатской и туринско-колясниковской толщ.

Мысовская толща, подстилающая рудовмещающую гороблагодатскую толщу, представлена миндалекаменными пироксен-плагиоклазовыми и пироксеновыми порфиритами базальтового состава и их туфами.

Низы гороблагодатской толщи сложены вулканогенно-осадочными породами, представленными ритмично-переслаивающимися туфоконгломе-



ратами, туфогравелитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами, вмещающими залежи богатых скарново-магнетитовых руд.

Выше по разрезу залегают породы "промежуточной пачки", представленной миндалекаменными пироксен-плагиоклазовыми порфиритами. Они перекрываются верхним горизонтом ритмично-слоистых вулканогенно-осадочных пород, аналогичных породам нижней пачки, с залежами богатых скварново-магнетитовых руд. Верхи гороблагодатской толщи представлены пироксен-плагиоклазовыми порфиритами, которые по падению сменяются грубо- и крупнообломочными ксенотуфами с прослоями вулканогенно-осадочных пород, к которым приурочены залежи вкрапленных скарново-магнетитовых руд.

Гороблагодатская толща перекрыта трахиандезитовыми порфиритами с прослоями кристалло-лито-витрокластических туфов туринско-колясниковской толщи.

Месторождение разбито серией разрывных нарушений субмеридионального, субширотного и диагонального простирания с амплитудой вертикального смещения по ним до 200-500 м, создающих сложноблоковую структуру.

На месторождении выявлены рудные тела пластообразной и линзовидной формы, согласно залегающие с вмещающими породами. Рудные тела 17 и 18 содержат 91% разведанных запасов и прослеживаются по простиранию на 1040-1770 м, по падению - на 630-1000 м при средней мощности 10,4-20,9 м.

Руды месторождения представлены массивными, полосчатыми и вкрапленными разностями, почти повсеместно несущими пирит и халькопирит, и являются комплексными. Минеральный состав руд, %: магнетит - 42,8, пирит - 1,13, халькопирит - 0,78, гранат - 20, эпидот - 10, хлорит - 7, пироксен - 6,0. В незначительном количестве присутствуют сфалерит, пирротин, пентландит, линнеит, галенит и другие. Состав руд выдержан как по простиранию, так и по падению.

Основным ценным компонентом руд является железо, содержание которого колеблется от 20 до 67,96%. Содержание железа силикатного непостоянно и изменяется от 1 до 2% в массивных магнетитовых рудах до 9-10% в бедных вкрапленных рудах, в среднем 6-8%. Среднее содержание железа сульфидного составляет 1-2%.

Попутные компоненты представлены серой, медью и кобальтом. Сера входит в пирит (66%) и халькопирит (34%). Медь связана только с халькопиритом. Кобальт входит в состав пирита, магнетита и силикатов. С пиритом связано 64% кобальта. Среднее содержание меди в халькопирит-магнетитовых рудах составляет 0,57%.

В рудах месторождения установлено наличие благородных металлов - золота (до 1,6 г/т) и серебра (от следов до 4,6 г/т). Повышенные содержания благородных металлов связаны с богатыми скарново-магнетитовыми рудами. Среднее содержание золота в мономинеральных фракциях пирита и халькопирита составляет соответственно 1,12 и 1,1 г/т.

В магнетитовых рудах содержатся, %: шлакообразующие компоненты -  $\text{SiO}_2$  - 19,68-21,78;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 5,74-7,18;  $\text{CaO}$  - 7,37-16,64; элементы примеси -  $\text{V}_2\text{O}_5$  - 0,03-0,08;  $\text{Ni}$  - 0,02;  $\text{Co}$  - 0,008-0,012;  $\text{Zn}$  - 0,005-0,014. Кроме того, отмечают небольшие содержания  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,093-0,341) и незначительные количества  $\text{Sn}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{As}$ .

Гидрогеологические условия месторождения являются сложными из-за высокой обводненности зон тектонических нарушений, блокового строения месторождения, больших напоров подземных вод (от 800 до 1200 м)

и значительных ожидаемых водопритоков (от 1480 м<sup>3</sup>/ч на гор. -560 м до 2580 м<sup>3</sup>/ч на гор. -960 м). Осложняющим фактором при обработке месторождения является наличие поверхностных источников питания подземных вод - Центральное и Салдинское шламохранилища Гороблагодатского РУ, а также Верхне-Туринский пруд.

Горно-технические условия разработки месторождения также являются сложными в связи с большой глубиной залегания рудных тел, неустойчивостью пород и руд в зонах тектонических нарушений, потенциальной возможностью возникновения горных ударов.

Из kernового материала руд Северо-Гороблагодатского месторождения было отобрано восемь технологических проб массой от 68 до 517 кг, которые были испытаны в лаборатории Уральского ТГУ (шесть проб массой от 68 до 246 кг) и институте "Уралмеханобр" (две пробы массой 517 и 503 кг).

Технологическими лабораторными испытаниями руд месторождения проверена возможность одно- и двухстадиальной сухой и мокрой магнитной сепарации, комбинированной двух-, трех-, и четырехстадиальной магнитной сепарации, флотации хвостов мокрой магнитной сепарации с получением медного и кобальт-пиритного концентратов. По различным схемам обогащения получены железные концентраты, отвечающие требованиям промышленности, и сульфидные концентраты хорошего качества при достаточно полном извлечении попутных компонентов. Несмотря на малый выход медного и кобальт-пиритного концентратов, доказана принципиальная возможность комплексного использования руд с извлечением (кроме железа) меди, серы и кобальта. Кобальт-пиритные концентраты, выделяемые из руд Северо-Гороблагодатского месторождения, могут быть экономически выгодно переработаны по технологии сульфатизирующего обжига с последующим получением из растворов сорбционно-экстракционным способом окиси кобальта, цементной меди, окиси цинка, гидрозакиси никеля, серной кислоты или элементарной серы, железного концентрата. Возможность использования кобальт-пиритных концентратов в качестве сульфидизатора при шахтной плавке силикатных никелевых руд на Уфалейском комбинате и Ретском никелевом заводе требует проверки в связи с тем, что полученные концентраты не отвечают требованиям, указанным в справке Союзникеля № 104-2-280 от 21.11.1978 г.

Изучение баланса распределения золота и серебра в продуктах обогащения показывает, что значительная часть их переходит в медный концентрат с извлечением золота от 49,7 до 58,4%, серебра от 36,6 до 66,5%. Среднее содержание золота и серебра по результатам технологических испытаний в медном концентрате составляет соответственно 3,6 и 13,7 г/т, в кобальт-пиритовом - 0,9 и 7,0 г/т.

При обогащении железных руд Северо-Гороблагодатского месторождения с применением сухой магнитной сепарации попутно будет производиться товарный щебень марки "1000", пользующийся большим спросом и пригодный для использования в автодорожном строительстве, в качестве балластного слоя железнодорожных путей, крупного заполнителя обычных и дорожных бетонов. Выход щебня (хвосты СМС) размером 80(100) - 0 мм согласно принятой схемы обогащения руд месторождения определяется в 40,7%.

В 1978 г. институтами "Уралгипроруда" и "Уралмеханобр" выполнено технико-экономическое обоснование постоянных кондиций (табл. 75).

**Основные технико-экономические показатели отработки  
Северо-Гороблагодатского месторождения**

Показатели	Бортовое содержание Fe <sub>общ</sub> , %	
	22	30
Запасы по категориям В+С <sub>1</sub> , млн т:		
геологические	85,9	90,8
эксплуатационные	86,8	91,8
Содержание компонентов в запасах, %*:		
железа	39,35/36,16	38,33/35,29
меди	0,28/0,26	0,27/0,26
кобальта	0,008/0,007	0,0077/0,0077
серы	1,01/0,82	0,97/0,84
Производительность предприятия, тыс. т/год:		
по руде	2900	3000
по железному концентрату	1200	1200
по медному концентрату	14,42	15,45
по меди	4,37	4,72
по кобальт-пиритному концентрату	16,2	16,4
по кобальту	0,084	0,085
Содержание компонентов в концентратах, %:		
железа	64,09	64,08
меди	30,00	30,60
кобальта	0,50	0,42
Извлечение, %:		
железа в железный концентрат	77,95	76,4
меди в медный концентрат	59,2	59,3
Капитальные затраты, млн р.	93,97	95,11
Стоимость выпуска готовой продукции, млн р.	33,14	33,10
В том числе:		
медного концентрата	2,43	2,63
кобальт-пиритного концентрата	0,73	0,74
Прибыль годовая, млн р.	12,16	11,84
Срок окупаемости, лет	7,18	7,53
Рентабельность, %	11,74	11,15

\* В числителе - для геологических запасов, в знаменателе - для эксплуатационных.

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1978 г. для подсчета запасов месторождения утвердила (протокол 1291-к) параметры постоянных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	25
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5

## Характеристика запасов железных руд Северо-Гороблагодатского месторождения

Категория запасов	Запасы руды, млн т	Среднее содержание, %					Запасы попутных компонентов, тыс. т		
		Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	Cu	Co	S	Cu	Co	S
В	25,0	37,15	32,0	0,40	0,006	0,71	264,72	6,90	706,9
C <sub>1</sub>	67,8	36,51	30,5	0,24	0,008	0,78			
C <sub>2</sub>	15,8	35,98	29,0	0,16	0,012	1,59			

Запасы железных руд и попутных компонентов Северо-Гороблагодатского месторождения утверждены ГКЗ СССР (протокол 8408) в 1979 г. (табл. 76).

Месторождение подготовлено к промышленному освоению и находится в резерве Гороблагодатского РУ.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтены запасы железных руд по категориям: В - 25,0 млн т, C<sub>1</sub> - 76,5 млн т, C<sub>2</sub> - 9,2 млн т.

### *Высокогорское месторождение*

Месторождение расположено на западной окраине г. Нижнего Тагила в 5 км от Нижне-Тагильского металлургического комбината. Оно известно и разрабатывалось периодически еще в XVII в. Систематическая разработка начата А. Демидовым в 1726 г. после окончания строительства Нижне-тагильского металлургического завода. Плановые геологоразведочные работы проводились на месторождении в 1925-1935 гг. (В.И. Станкевич), в 1936-1944 гг. (И.С. Виноградов, К.П. Мазурин, Л.И. Миненков, Ю.Н. Глазов и др.). В 1964 г. была завершена детальная разведка с полным подсчетом запасов и утверждением их в ГКЗ СССР (Ю.Н. Глазов и др.). В 1991 г. Высокотгорским рудоуправлением была закончена доразведка глубоких горизонтов в этаже -450 ... -630 м.

Месторождение приурочено к зоне контакта сиенитовой интрузии с моноклинально залегающими породами осадочно-вулканогенного комплекса верхнесилурийского возраста, имеющими крутые углы падения на восток (рис. 67).

Восточная часть месторождения сложена вулканогенно-осадочными породами тагило-кушвинской свиты андезитобазальтовой формации. Они подразделяются на три толщи: меднорудяную, ревдинскую и мушинскую, которые сложены порфиритами основного состава, средне- и грубообломочными туфами, туффитами с прослоями известняков. Западная и северная части месторождения сложены известково-щелочными сиенитами, южная - высокогорской толщей мраморизованных известняков. Вмещающие вулканогенно-осадочные породы подвергнуты различным метасоматическим изменениям, ороговикованы и скарнированы.

Скарново-рудный процесс развивается в породах интрузивного, вулканогенного и осадочного комплексов и проявляется в формировании гранат-пироксеновых, реже амфибол-эпидотовых, рудных скарнов и богатых рудных тел.

Скарново-рудные тела месторождения располагаются в двух рудоносных зонах: Западной и Восточной, вытянутых в северо-западном направлении с падением на северо-восток под углом от 40 до 75°.

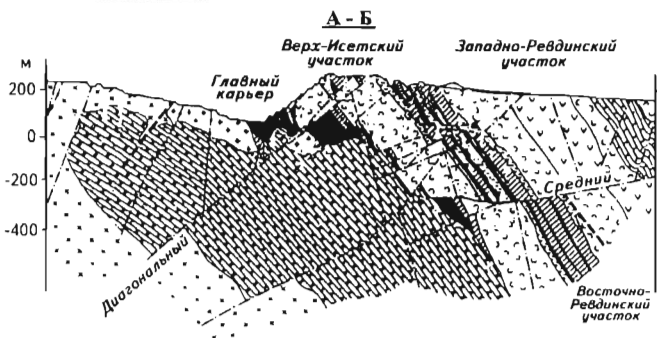
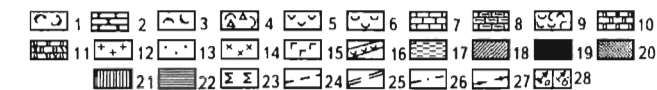
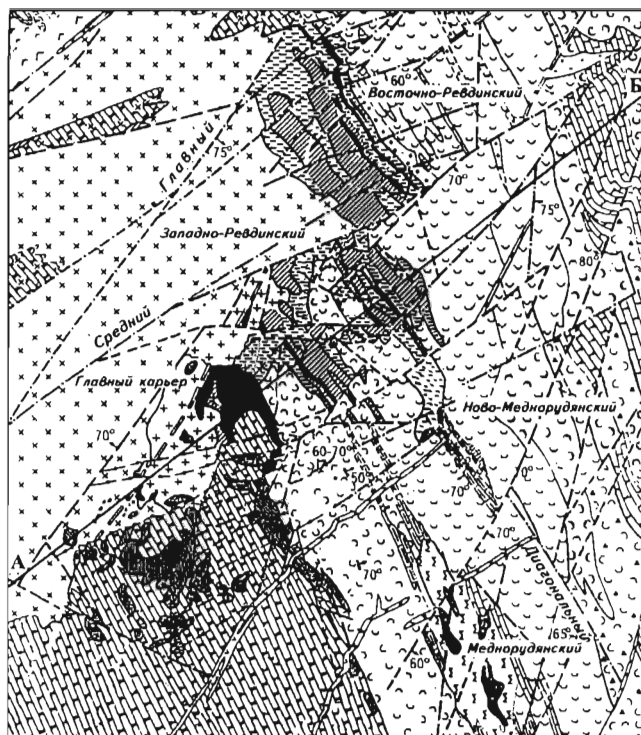


Рис. 67. Схематическая геологическая карта и разрез Высокогорского месторождения

1 - туфы трахитовых порфиров; 2 - известняки серые, белые и розовые; 3 - порфириты состава высокощелочного базальта и их туфы; 4 - полимиктовые ксенотуфы; 5 - порфириты и афириты базальтового и андезитобазальтового состава, их туфы; 6 - туфы порфиритов основного состава, туфогравелиты с прослоями туфопесчаников и туфоконгломератов; 7 - известняки белые и светло-серые; 8 - известняки серые и темно-серые, слоистые, с отдельными прослоями туфов и туфопесчаников; 9 - туфы порфиритов базальтового и андезитобазальтового состава; 10 - мраморизованные известняки; 11 - то же с инъекциями сиенитов и сиенито-диоритов; 12 - сиениты лейкократовые субщелочные; 13 - микросиениты и сиенит-порфиры; 14 - сиениты известково-щелочные и сиенито-диориты; 15 - диориты; 16 - авгитовые порфириты (жильные); 17 - метасоматиты альбит-олигоклазовые, пироксен-скаполитовые, эпидот-хлорит-альбитовые; 18 - скарны пироксеновые, пироксен-гранатовые, гранатовые; 19-22 - руды: 19 магнетитовые, 20 - маргитовые, 21 - маргитовые глинистые, 22 - бурые железняки; 23 - карстовые образования с залежами медистых глин; 24-27 - тектонические нарушения: 24 - неустановленного возраста, 25 - доинтрузивные, 26 - послерудные, 27 - новейшие; 28 - элементы залегания слоистости (а), контактов (б)

Рудные тела Западной зоны локализуются в контакте мраморизованных известняков и вулканогенных пород нижней части меднорудянской толщи вблизи вертикального контакта диорит-сиенитового массива. Они характеризуются сложной формой, не выдержаны по простиранию и падению, мощность их изменяется от 10 до 160 м. Внутреннее строение их неоднородно, отмечается большое количество внутрирудных прослоев, представленных скарнами. В Западной зоне скрыты три рудных тела, располагающихся среди гранатовых и пироксеновых скарнов.

Длина рудных тел Западной зоны по простиранию 1500 м; рудные залежи имеют пластообразную и клинообразную форму; максимальная глубина подсечения тел 630 м. Мощность залежей колеблется от нескольких до 200 м.

Рудные тела Восточной зоны располагаются выше по разрезу в верхних горизонтах меднорудянской толщи и прослежены по простиранию на расстоянии до 2 км при мощности зоны 100-160 м; максимальная глубина подсечения тел 430 м. Восточную рудную зону в основном слагают пластообразные, субсогласные с вмещающими породами рудные тела с размерами по простиранию до 1200 м при мощности от 2 до 20 м.

Большую роль в строении месторождения играют поперечные к простиранию вмещающей толщи дизъюнктивные нарушения, создавшие блоковую структуру месторождения. Выделяются три крупных разлома: *Главный*, *Средний* и *Диагональный*. Этими разломами Высокогорское месторождение разделено на три, перемещенных относительно друг друга тектонических блока.

На месторождении выделяются скарново-магнетитовые и сернистые медно-кобальтовые руды (условное содержание меди 0,7%). Большая часть сернистых медно-кобальтовых руд располагается в Восточной рудной зоне. Скарново-магнетитовые руды месторождения делятся на первичные (94,9%) и окисленные. Среди первичных руд по минералогическому и химическому составу выделяются магнетитовые (содержание железа более 48%), богатые скарново-магнетитовые (30-50%), бедные скарново-магнетитовые (20-30%), оруденелые скарны (15-20%).

Магнетитовые руды характеризуются средне- и мелкозернистым строением и включают кроме магнетита, доля которого составляет более 70%, гранат, пироксен, амфибол, хлорит, эпидот, кальцит, кварц и сульфидные минералы, присутствующие в виде неравномерно рассеянной вкрапленности, прожилков и мелких гнезд. По содержанию серы среди магнетитовых руд выделяются две разновидности: сернистые (более 0,5% серы) и мало-сернистые (серы менее 0,5%). В сернистых рудах присутствует кобальт (в пирите, магнетите и линнеите) и медь (в халькопирите). Содержание кобальта колеблется от 0 до 0,37%, в среднем 0,021%, меди - от 0 до 13%, в среднем 0,19%. Сульфидная минерализация наиболее обильно развита на флангах рудных тел Западной зоны. Руды Восточной зоны характеризуются более высоким содержанием железа, серы, фосфора и меди (табл. 77). Содержание кобальта закономерно снижается на нижних горизонтах.

Содержание шлакообразующих окислов составляет, %: SiO<sub>2</sub> - 16,2; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 6,05; TiO<sub>2</sub> - 0,40; CaO - 12,26; MgO - 4,48. По отношению содержаний окислов (SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2,68) руды являются кислыми. В магнетитовых рудах установлены полез-

Таблица 77  
Среднее содержание основных  
компонентов в железных рудах  
Высокогорского месторождения

Рудоносная зона	Содержание, %			
	Fe	S	P	Cu
Восточная	42,4	1,52	0,336	0,33
Западная	40,2	0,43	0,03	0,12
В целом по месторождению	40,8	0,74	0,116	0,18

ные примеси: медь, кобальт, марганец, ванадий. Кобальт связан с магнетитом (0,025%) и пиритом (0,36%). В медно-кобальтовых рудах среднее содержание меди 1,06%, кобальта 0,016%.

Для руд Высокогорского месторождения большинством исследователей принята контактово-метасоматическая генетическая модель, согласно которой оруденение формировалось после внедрения диорит-сиенитового интрузива в его контактом ореоле, за счет избирательного замещения известняков и известковистых вулканогенных пород. Оруденение контролируется субсогласными с напластованием участками трещиноватости, в связи с чем оно имеет стратиформный характер. В качестве альтернативной гипотезы позднее были выдвинуты представления о первично-вулканогенно-осадочном происхождении стратиформных рудных тел. Согласно этим представлениям накопление железа происходило синхронно с формированием вулканогенно-осадочных пород, а позднее, после внедрения диорит-сиенитового массива, было метаморфизовано и переотложено (Дубровин В.В., 1987 г.).

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения осложнены наличием карстовых образований и обилием тектонических нарушений. В наиболее неблагоприятных условиях находятся рудные залежи Западной зоны месторождения. Максимальные водопритоки здесь на горизонте -230 м составляют 1800 м<sup>3</sup>/ч. В более благоприятных условиях находятся рудные залежи Восточной зоны, отделенные от Западной 200-метровой толщей водонепроницаемых и ненарушенных эффузивов.

Технологическая схема обогащения руд Высокогорского месторождения разработана институтами "Уралмеханобр" и Металлургии УО АН РФ, которая предусматривает дробление магнетитовых руд до крупности 20 мм и сухую магнитную сепарацию. Промпродукт сухой магнитной сепарации додрабливается до класса крупности -0,074 мм и передается на мокрую магнитную сепарацию. Конечным продуктом является офлюсованный агломерат с содержанием железа 54,29%. По содержанию серы агломерат удовлетворяет требованиям мартеновского производства.

Выполнены также опытные работы по извлечению меди и кобальта, которые показали возможность получения пиритового (кобальтового), халькопиритового (медного) концентратов из сернистых магнетитовых руд при флотации хвостов мокрой магнитной сепарации. Предложена технология, предусматривающая отдельную переработку чистых и сернистых магнетитов. Технологические испытания по гидрометаллургической переработке промпродукта сухого магнитного обогащения и богатых руд в стадии лабораторных испытаний давали положительные результаты по извлечению меди и кобальта как из пирита, так и из магнетита, однако при полупромышленной проверке данная схема не показала удовлетворительных результатов.

В настоящее время концентрат мокрой магнитной сепарации от переработки сернистых руд поступает на флотацию, где получают медьсодержащий концентрат, используемый для производства черновой меди. Другие ценные компоненты не извлекаются.

Для оконтуривания рудных тел и подсчета запасов ГКЗ СССР в 1964 г. (протокол 52-к) утвердила параметры постоянных кондиций.

#### *Балансовые запасы железных руд*

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	30

<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность безрудных прослоев и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	3
<i>Забалансовые запасы железных руд</i>	
<i>Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	15
<i>Запасы кондиционных по качеству руд, заключенных в обособленных рудных телах, относимые к забалансовым, тыс.т, не более</i>	100
<i>Сернистые магнетитовые руды</i>	
<i>Минимальное промышленное содержание условной меди в подсчетном блоке, %</i>	0,35
<i>Переводной коэффициент для кобальта</i>	23
<i>Медно-кобальтовые руды (запасы подсчитывались без утверждения кондиций)</i>	
<i>Минимальное промышленное содержание условной меди по скважине, %</i>	0,7
<i>Коэффициент для перевода кобальта в условную медь</i>	23
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	1

Запасы железных руд Высокогорского месторождения утверждены ГКЗ СССР (протокол 4467) в 1964 г. по категориям А+В - 24,3 млн т, А+В+С<sub>1</sub> - 102,8 млн т, С<sub>2</sub> - 27,1 млн т. Отрабатываются они шахтой Магнетитовой Высокогорского ГОКа (табл. 78) совместно с Лебяжинским и Естюнинским месторождениями и перерабатываются на двух обогатительных фабриках.

По состоянию на 01.01.1995 г. на Высокогорском месторождении Государственным балансом учтены запасы железных руд по категориям: В -

Таблица 78

**Основные технико-экономические показатели работы Высокогорского ГОКа**

Основне показатели	1990 г.	1993 г.
1	2	3
Добыча сырой руды, млн т	4,6	3,19
В том числе по месторождениям:		
Высокогорскому	2,3	1,42
Лебяжинскому	1,0	0,58
Естюнинскому	1,3	1,18
Содержание железа в сырой руде, %	29,4	31,1
В том числе по месторождениям:		
Высокогорскому	28,3	29,8
Лебяжинскому	28,1	29,9
Естюнинскому	29,6	33,3
Производство товарной руды, млн т	1,69	1,3



1	2	3
Содержание железа в товарной руде, %	62,97	60,1
Себестоимость добычи 1 т сырой руды, р.	5,66	2061,8
В том числе по месторождениям:		
Высокогорскому	6,61	2326,0
Лебяжинскому	4,13	1901,0
Естюнинскому	5,31	1824,0
Себестоимость производства 1 т товарной руды, р.	20,76	6822,14

21,7 млн т;  $C_1$  - 28,9 млн т;  $B+C_1$  - 50,6 млн т;  $C_2$  - 38,0 млн т. Обеспеченность работы шахты Магнетитовой всеми запасами 36 лет.

### *Лебяжинское месторождение*

Месторождение расположено на северо-восточной окраине г. Нижний Тагил в 5 км к северо-востоку от Высокогорского месторождения. Оно известно и эксплуатируется с 1720 г.

Планомерные геологоразведочные работы на месторождении проводились с 1950 по 1961 г. до глубины 600-700 м (гор. -360 м), в результате которых была завершена детальная разведка с утверждением запасов Западной и Восточной рудных зон. К настоящему времени разведанные запасы Восточной зоны отработаны полностью, по Западной остаток составляет 3,8 млн т.

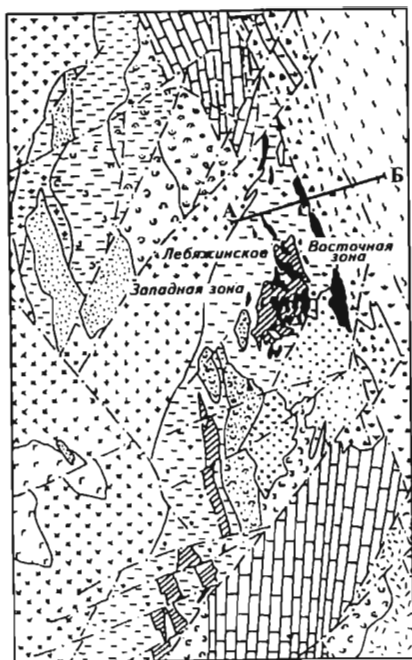
С 1961 по 1980 г. на месторождении проводились поисковые и разведочные работы на флангах и глубоких горизонтах, в результате чего выявлены и разведаны запасы Южно-Лебяжинской зоны и глубоких горизонтов Восточной зоны (Нижняя зона). Разведка осуществлена до глубины 1200 м (гор. -100 м) с утверждением запасов ГКЗ СССР в 1980 г.

Лебяжинское месторождение находится в экзоконтактовой зоне Тагильского диорит-сиенитового массива (рис. 68). В его строении принимают участие осадочно-вулканогенные породы верхнелудловского-живетского возраста, представленные ревинской и муринской толщами, а также метаморфические, жильные и интрузивные породы.

Рудовмещающий комплекс пород месторождения образует блок длиной около 3 км при максимальной ширине в южной части 800 м. С запада месторождение граничит с сиенитами и диоритами Тагильского массива, с востока ограничивается крайней западной ветвью Туринского надвига, с севера - жильным телом сиенит-порфиоров, фиксирующих крупноамплитудный сброс, а с юга - мощной толщей известняков. Жильные породы представлены дайками диабазовых порфириров. В контактовом ореоле Тагильского диорит-сиенитового массива вмещающие магнетитовое оруденение вулканогенные и интрузивные породы в значительной степени подверглись метасоматическим изменениям: ороговиканию, альбитизации, калишпатизации и скарнированию.

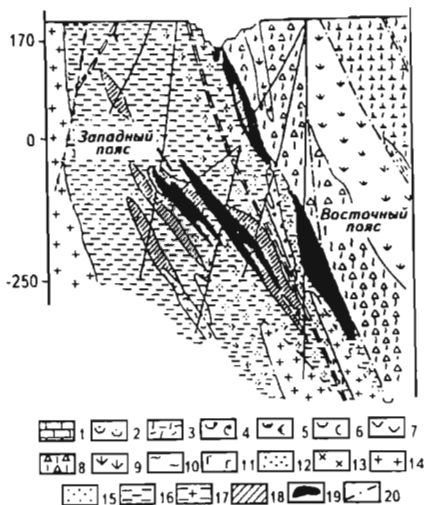
Пластообразные скарново-магнетитовые рудные тела залегают субсогласно с вулканогенно-осадочными породами, имеющими субмеридиональное простирание и углы падения от 45 до 75°. Рудные тела месторож-

Рис. 68. Схематические геологическая карта и разрез Лебяжинского железорудного месторождения



1 - известняки частично магнезиальные; 2 - слоистые туфы трахитовых порфиров, туфопесчаники; 3 - трахитовые порфиры; 4 - туфы трахитовых порфиров; 5 - порфириты состава высокощелочного андезитобазальта и их туфы; 6 - туфы и туфогравелиты с прослоями туфопесчаников; 7 - эффузивы основного состава; 8 - туфы, ксенотуфы с обломками известняков, туфогравелиты с прослоями туфопесчаников и известняков; 9 - порфириты базальтового состава; 10 - зеленые сланцы; 11 - сиениты лейкократовые субщелочные; 12 - микросиениты и сиенит-порфиры; 13 - сиениты известково-щелочные, сиенито-диориты; 14 - диориты; 15 - роговики слюдиристо-амфибол-плагноклазовые и ороговикованные породы; 16 - метасоматиты пироксен-плагноклазовые, пироксен-скаполитовые, пироксен-альбитовые, эпидот-хлорит-альбитовые; 17 - то же с реликтовой структурой микросиенитов и сиенит-порфиров; 18 - скарны пироксен-гранатовые, апатит-флогопит-диопсидовые метасоматиты; 19 - магнетитовые руды; 20 - разрывные нарушения

А - Б



Рудные тела локализованы в четырех рудно-скарновых зонах (поясах): Восточной, Западной, Южно-Лебяжинской и Нижней. Рудные зоны по латерали сменяются известняками и располагаются кулисообразно на различных стратиграфических уровнях.

Рудные тела Восточной зоны сложены в основном (60-70%) сплошными магнетитовыми рудами. Они имеют форму крутопадающих (65-70°) пластов и линзообразных залежей с раздувами и пережимами, располагаются в этаже 0-600 м, залегают среди диопсид-плагноклазовых метасоматитов и пироксен-гранатовых скарнов и составляют 85% балансовых запасов месторождения. Размеры рудных тел изменяются по простиранию от 30 до 580 м, по падению - от 50 до 220 м, по мощности - от 11 до 38 м. Длина Восточной

зоны 1,2 км, максимальная глубина подсечения руды 700 м.

Рудные тела Западной зоны представлены вкрапленными и брекчиевидными рудами, залегающими среди существенно альбитовых метасоматитов и скарнов. Размеры рудных тел по простиранию 40-170 м, по падению 20-330 м, по мощности 6-50 м, форма их линзообразная с пережимами и раздувами. Длина Западной зоны 1,2 км, ширина в центральной части 230-250 м, на флангах 30-40 м, максимальная глубина подсечения руды 600 м.

Южно-Лебяжинская зона залегает в верхах нижней толщи месторождения и отделена от Западной зоны трехсотметровой толщей порфиритов

базальтового состава и их туфов. Зона выходит на поверхность на Южном фланге Лебяжинского месторождения. Рудно-скарновая залежь имеет линзообразную форму, сложена пироксен-гранатовыми скарнами и включает девять рудных тел, границы которых устанавливаются по данным опробования.

Нижняя рудно-скарновая зона выявлена на крайнем юго-западном фланге месторождения и отделена от Южно-Лебяжинской зоны 200-300-метровой толщей роговиков и скарнов. Здесь встречено одно линзообразное тело мощностью от 6 до 30 м и длиной по простиранию 250 м, по падению 430 м.

Основными минералами, слагающими руды, являются магнетит (35,88%), гранат (20,03%), пироксен (13,93%), эпидот (9,61%), пирит (0,89%) и халькопирит (0,75%). Кроме этих минералов отмечаются кальцит, флогопит, роговая обманка, плагиоклаз, кварц, апатит, сфен, мушкетовит, борнит, галенит, халькозин, кобальтин и другие.

Таблица 79  
Химический состав железных руд  
Лебяжинского месторождения

Тип руд	Среднее содержание, %				
	Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	S	Cu	Co
Магнетитовые	25,52	24,43	-	-	-
Медисто-магнетитовые	30,92	25,16	1,73	0,55	0,22
В целом по месторождению	30,02	24,64	0,53	0,17	0,008

Скарново-магнетитовые руды Лебяжинского месторождения относятся к тагильскому ГПТ, среди них выделяются магнетитовые и медисто-магнетитовые разности (табл. 79).

Кроме указанных компонентов в рудах содержится марганец (0,41%), цинк (0,1%), диоксид титана (0,78%), пентаксид ванадия (0,08%).

По минералогическому и химическому составу среди скарново-магнетитовых руд выделяются магнетитовые

(содержание железа более 50%), богатые скарново-магнетитовые (30-50%), бедные скарново-магнетитовые (20-30%) и оруденелые скарны (15-20%). Магнетитовые руды целиком слагают рудные тела Восточной зоны, где они в основном представлены сплошными рудами, и частично Южно-Лебяжинской зоны. В большей части рудных тел Южно-Лебяжинской зоны магнетитовые руды слагают в основном их верхние части, ниже они сменяются медисто-магнетитовыми рудами.

Большинством исследователей была принята метасоматическая концепция образования руд Лебяжинского месторождения. Однако позднее (В.В.Дубровин) была выдвинута концепция первично-вулканогенно-осадочного накопления железа с последующим метаморфизмом и перераспределением его под воздействием диорит-сиенитовой интрузии. Возраст оруденения по геологическим данным оценивается как верхнесилурийско-нижнедевонский (S<sub>2</sub>-D<sub>1</sub>).

На Лебяжинском месторождении развиты воды четвертичных отложений и палеозойских пород. Основное значение имеют воды палеозойских пород, подразделяющиеся на региональные и воды тектонической трещиноватости. Обводненность эксплуатируемой части Лебяжинского месторождения невелика и колеблется в пределах 62-84 м<sup>3</sup>/ч. По химическому составу рудничные воды сульфатно-хлоридные, сульфатно-гидрокарбонатные, кальциево-магниевые с минерализацией 0,4-1,2 г/л. Горно-технические и инженерно-геологические условия обработки месторождения сложные

вследствие большой глубины залегания рудных тел и значительной нарушенности массива разрывными нарушениями. Основная часть осложнений (главным образом вывалы) связана с зонами рассланцевания и раздробленности пород.

Технологическая характеристика руд глубоких горизонтов месторождения изучена на девяти пробах массой от 69 до 635 кг, из них шесть испытаны в лаборатории обогащения руд объединения "Уралгеология" и три в институте "Уралмеханобр". Пробы представляют магнетитовые и медисто-магнетитовые руды Южно-Лебяжинской зоны. По схемам сухой и мокрой магнитной сепарации были получены кондиционные магнетитовые концентраты с содержанием железа 60,2-66,2% при выходе их 29,5-55,1% и извлечении железа в концентраты 70,6-90,3%. При коллективно-селективной флотации хвостов мокрой магнитной сепарации были выделены кондиционные концентраты: медный (с содержанием меди 27,96%, серы 31,39% при извлечении соответственно 72,28 и 27,05%) и кобальт-пиритный (с содержанием кобальта 0,62%, серы 43,66% при извлечении 47,53 и 44,21%).

Пробирными анализами медного и кобальт-пиритного концентратов установлено содержание в них золота (соответственно 1,63 и 0,64 г/т) и серебра (9 и 5,5 г/т).

Из хвостов сухой магнитной сепарации возможно получение щебня марок "600" и "800" (выход его оценивается в 83,39%). По радиационным свойствам щебень относится к 1 классу стройматериалов, использование которых возможно при всех видах строительства. Однако из-за присутствия магнетита и сульфидов исходные породы обладают высокой объемной массой ( $>2,8 \text{ т/м}^3$ ), вследствие чего щебень не отвечает требованиям ГОСТ 23254-78 и может поставляться только по согласованным техническим условиям.

Для обоснования постоянных кондиций институтами "Уралмеханобр" и "Уралгипроруда" в 1979 г. разработано ТЭО, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы по категориям A+B+C<sub>1</sub>, млн т</i>	57,9
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub>, %</i>	30,5
<i>Эксплуатационные запасы, млн т</i>	58,5
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub>, %</i>	29,0
<i>Производительность предприятия, млн т/год:</i>	
<i>по сырой руде</i>	1,3
<i>по концентрату</i>	0,4
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	32,0
<i>извлечение железа в концентрат</i>	77,6
<i>содержание железа в концентрате</i>	65,9
<i>Обеспеченность предприятия запасами, лет</i>	50
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	60,7
<i>Себестоимость 1 т руды, р.:</i>	
<i>сырой</i>	4,25
<i>товарной</i>	15,38
<i>Стоимость товарной руды годового выпуска, млн р.</i>	10,3
<i>Прибыль годовая, млн р.:</i>	
<i>по действующим ценам</i>	2,3
<i>по расчетным ценам</i>	3,0

<i>Рентабельность, %:</i>	
<i>по действующим ценам</i>	16
<i>по расчетным ценам</i>	19
<i>Срок окупаемости, лет</i>	3,6-3,8

Для подсчета разведанных запасов комплексных железных руд Южно-Лебяжинской зоны и нижних горизонтов (ниже гор. -370 м) Восточной зоны Лебяжинского месторождения ГКЗ СССР утвердила (протокол 1406-к) в 1979 г. параметры постоянных кондиций.

#### *Магнетитовые руды*

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	24
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5

#### *Медисто-магнетитовые руды*

<i>Минимальное содержание условной меди в подсчетном блоке, %</i>	0,4
<i>Коэффициент пересчета кобальта в условную медь</i>	8

Таблица 80  
Запасы железных руд Лебяжинского месторождения

Зона	Запасы по категориям, млн т			
	В	C <sub>1</sub>	В+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Восточная*	-	0,6	0,6	-
Западная*	0,8	2,6	3,4	0,09
Глубокие горизонты Восточной зоны**	2,8	9,6	12,4	9,6
Южно-Лебяжинская	14,1	47,5	61,6	6,8
В целом по месторождению	17,7	60,3	78,0	16,5

\* Указан остаток запасов, разведанных до 1961 г.

\*\* Запасы утверждены ГКЗ СССР в 1980 г.

Запасы железных руд Лебяжинского месторождения учтены Государственным балансом по состоянию на 01.01.1995 г. (табл. 80).

Запасы Южно-Лебяжинской и глубокие горизонты Восточной зон подготовлены к промышленному освоению и будут отрабатываться шахтой Эксплуатационной Высокогорского ГОКа совместно с Вы-

сокогорским и Естюнинским месторождениями. Обеспеченность работы шахты при проектной производительности 2,0 млн т руды в год около 50 лет.

#### *Естюнинское месторождение*

Естюнинское месторождение расположено на восточном склоне Среднего Урала в 8 км к северо-западу от г. Нижнего Тагила.

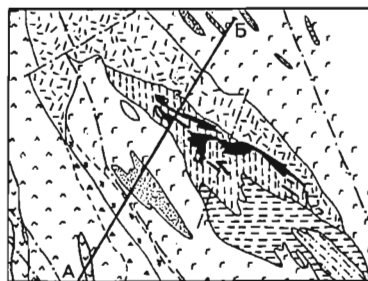
Месторождение открыто в 1901 г. и первоначально периодически отрабатывалось несколькими карьерами. Систематическая добыча руд Естю-

нинского месторождения карьером начата в 1950 г. Высокогорским рудоуправлением. За период с 1950 по 1977 г. добыто 11,9 млн т руды. С 1977 г. месторождение обрабатывается шахтой Естюнинская производительностью 1,2 млн т руды в год. Первый этап разведки месторождения проводился с 1929 по 1952 г. С 1975 г. поисковые и разведочные работы осуществлялись на глубоких горизонтах северо-восточного фланга месторождения. После 1975 г. выполнена оценка перспектив рудоносности на этом фланге, в 1976-1980 гг. - предварительная, а в 1979-1982 г. - детальная разведка.

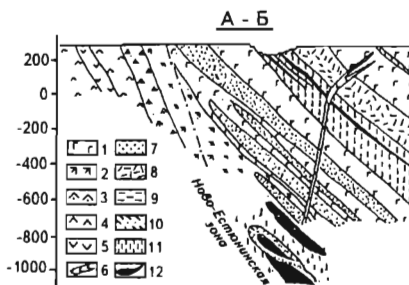
Естюнинское месторождение приурочено к одному из наиболее крупных останцов метаморфических пород основного состава (типа габбро и габбро-норитов), расположенному в западной части Тагильского диорит-сиенитового массива (рис. 69). Метаморфические породы останца простираются в северо-западном направлении более 8 км при ширине в плане от 250 до 1000 м и залегают согласно с перекрывающими и подстилающими их диоритами. Возраст пород останца по косвенным геологическим данным верхненевлоцкий, на что указывает близость состава этих пород и вулканогенно-осадочных пород гальянской свиты ( $S_1V$ ). Со стороны висячего бока месторождения залегают пироксен-биотитовые диориты. Ниже диоритов, согласно с ними, располагаются роговики основного состава. Рудовмещающая толща протяженностью около 3 км при ширине 700-750 м сложена в основном роговиковыми породами пироксен-плаггиоклазового, биотит-пироксен-плаггиоклазового состава, карбонатными породами, скарнами, магнетитовыми рудами и залегают согласно с перекрывающими роговиками основного состава, подстилающими пироксен-плаггиоклазовыми породами и диоритами лежачего бока. Дайки диоритовых и авгитовых порфиритов, а также спессартитов, монцонитов субмеридиональной и субширотной ориентировки прорывают породы и руды рудовмещающей толщи. Последняя характеризуется моноклинальным залеганием пород, осложненных слабо выраженной флексурой, контролирующей распространение магнетитового оруденения.

Рудная зона состоит из системы пластообразных кулисообразно залегающих рудных тел. Всего на месторождении выявлено 32 рудных тела, из них 10 с балансовыми и 5 с забалансовыми запасами.

Рис. 69. Схематическая геологическая карта и разрез Естюнинского железорудного месторождения



1 - диориты пироксен-биотитовые диорит-сиенитового комплекса; 2-5 - габбро-плаггиогранитный комплекс: 2 - диориты кварцевые пироксен-роговообманковые, 3 - габбро-диориты пироксен-роговообманковые кварцсодержащие, мелкозернистые, 4 - габбро роговообманковое, гиперстенсодержащее, среднезернистое, 5 - то же мелкозернистое; 6 - спессартиты; 7 - роговики пироксен-плаггиоклазовые; 8 - роговики пироксен-плаггиоклазовые, мелкозернистые метаморфические породы состава габбро - габбро-норит; 9-11 - метасоматиты: 9 - диопсид-олигоклазовые, 10 - биотит-пироксен-плаггиоклазовые, 11 - геденбергит-олигоклазовые; 12 - руды вкрапленные (геденбергит-плаггиоклаз-магнетитовые) и массивные магнетитовые



Руды месторождения в генетическом плане аналогичны Высокогорскому, относятся к классу скарново-магнетитовых тагильского ГПТ.

Основное количество запасов месторождения (91%) сконцентрировано в рудном теле 1. Максимальная его длина по простиранию составляет 1385 м, по падению - 1600 м. Максимальная мощность характерна для центральной части тела, где она достигает 72,3 м. Средняя мощность выше гор. -120 м составляет 14,0 м, ниже - 25,1 м. Рудное тело 1 слагают вкрапленные плагиоклаз-пироксен-магнетитовые, гранат-плагиоклаз-магнетитовые и сплошные магнетитовые руды, имеющие скарновую оторочку. В южной части тела распространены сплошные руды и в небольших количествах полосчатые и пятнистые гранат-плагиоклаз-магнетитовые руды. Средняя часть рудного тела представлена раздувом, сложенным густовкрапленными пироксен-плагиоклаз-магнетитовыми рудами, которые в направлении к лежащему боку переходят в бедные, тонкополосчатые, вкрапленные пироксен-плагиоклаз-магнетитовые руды; северная часть - густовкрапленными, полосчатыми и пятнистыми, но маломощными рудами в лежащем боку и бедными, тонкополосчатыми, вкрапленными рудами в висячем боку.

Минералы, слагающие руды, характеризуются следующей распространенностью, %: магнетит - 35, плагиоклаз - 28, пироксен - 24, гематит - 1, гранат - 5, эпидот - 2, карбонат - 1, апатит - 1, хлорит - 1, пирит - 0,5, ильменит - 0,8, гидроокислы железа - 0,3; мушкетовит, халькопирит, сфалерит, линнеит, арсенопирит, борнит, шпинель, сфен - 0,03-0,005.

По текстурно-структурным особенностям и содержанию железа руды месторождения подразделяются на сплошные (железа более 50%), богатые - полосчатые и пятнистые (30-50%), бедные вкрапленные, тонкополосчатые (16-30%) и оруденелые породы, слагающие внутрирудные прослои (ниже 16%).

Сплошные руды слагают 13,6% запасов месторождения, 95% этих руд залегает в рудном теле 1. Богатые густовкрапленные, полосчатые и пятнистые руды слагают 28,6%, а бедные вкрапленные и тонкополосчатые руды - 46% запасов.

Содержание компонентов в рудах месторождения приведено в табл. 81.

Химический состав железных руд Естювинского месторождения

Таблица 81

Горизонты подсчета запасов	Среднее содержание, %										
	Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
В целом по месторождению	30,5	25,0	31,0	0,54	9,50	2,50	10,13	1,87	0,20	0,41	0,23
Выше гор. -120 м	34,4	29,3	27,0	0,50	8,10	2,44	10,50	1,35	0,15	0,40	0,20
Ниже гор. -120 м	30,0	24,5	31,5	0,54	9,67	2,51	10,08	1,93	0,21	0,41	0,24

На месторождении развиты грунтовые воды четвертичных отложений и трещинные воды палеозойских пород. Учитывая глубокое залегание рудных тел, изучению подвергались подземные воды зоны региональной и тектонической трещиноватости. Установлено, что водоносный горизонт крайне неоднороден по фильтрационным свойствам как в плане, так и на глубину. На обводненность месторождения оказывают влияние поверхностные воды р. Баранчи. Расчеты водопритоков проведены методом гидрогеологической

аналогии и составляют на горизонтах -120, -420 и -1020 м соответственно 347, 708 и 1410 м<sup>3</sup>/ч. На месторождении выделены неустойчивые (рыхлые делювиально-аллювиальные), ограниченно-устойчивые (дезинтегрированные скальные) и устойчивые (скального массива) породы.

Породы и руды месторождения склонны к накоплению энергии сжатия, поэтому на горизонтах ниже -400 м ожидаются динамические проявления горного давления главным образом на глубинах 500-600 м.

Технологические свойства руд изучены в процессе длительной эксплуатации и по результатам испытаний пятнадцати полупромышленных технологических проб массой от 62 до 1168 кг в институте "Уралмеханобр", а также в процессе технологического картирования месторождения по 200 лабораторным пробам массой 0,5-2,0 кг, испытанным в лаборатории обогащения руд объединения "Уралгеология". Институтом "Уралмеханобр" разработана схема обогащения руд, предусматривающая дробление их до 20-0 мм, сухую магнитную сепарацию с получением промпродукта и хвостов. Промпродукт сухой магнитной сепарации измельчается до крупности 0,5-0 мм и после классификации поступает на двухстадийную мокрую магнитную сепарацию. Концентраты содержат железа от 67,2 до 70,5% при извлечении железа 60,6-84,2%, выход концентрата 16,4-35,0%. В концентрате накапливается пентаксид ванадия до 0,18-0,3%, но Уралмеханобром признано нерентабельным извлечение ванадия из концентрата при содержании менее 0,4%, в связи с этим подсчет запасов ванадия не производился. Хвосты сухой магнитной сепарации используются для производства щебня, выход которого составляет 93,6%. По прочности щебень относится к марке "1200", по морозостойкости - "Мрз-200". По радиационной характеристике щебень может применяться во всех видах строительных работ. Хвосты мокрой магнитной сепарации могут использоваться при производстве асфальтобетона высокого качества, а хвосты второй

стадии (фракция - 0,74 мм) пригодны в качестве обычных порошков в асфальтобетонных смесях.

Обоснование постоянных кондиций осуществлялось по двум периодам отработки месторождения: I - гор. -120 и -420 м; II - гор. -420 и -1020 м (табл. 82).

Генеральный подсчет запасов месторождения выполнен на основании кондиций, утвержденных ГКЗ СССР в 1982 г. (протокол 1674-к).

Таблица 82  
Технико-экономические показатели  
по периодам отработки месторождения

Показатели	I период	II период
Запасы руды в недрах, млн т	95,7	107,5
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	28,66	29,2
Производительность предприятия по добыче руды, млн т/год	3,2	2,8
Себестоимость 1 т руды, р.	4,45	5,51
Рентабельность, %	4,2	2,2

Ниже гор. -120 м

Бортовое содержание Fe <sub>общ</sub> в пробе, %	16
Минимальное промышленное содержание Fe <sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %:	
до гор. -420 м	23
ниже гор. -420 м	24
Минимальное содержание Fe <sub>общ</sub> на оконтуривающих выработках, %	21
Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м	5



*Выше гор. -120 м*

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в крайней пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	27
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, м</i>	3
<i>Запасы по блокам с содержанием Fe<sub>общ</sub> ниже минимально-промышленного отнести к забалансовым</i>	
<i>Подсчет запасов произвести до гор. -1020 м.</i>	

Разведанные запасы железных руд Естюнинского месторождения утверждены ГКЗ СССР (протокол 9118) в 1982 г. (табл. 83).

Таблица 83  
Характеристика запасов железных руд Естюнинского месторождения

Элементы подсчета	Балансовые запасы по категориям					Забалансовые запасы
	A	B	C <sub>1</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
Всего по месторождению						
Запасы руды, млн т	5,9	43,9	134,1	183,9	3,5	18,7
Содержание, %:						
Fe <sub>общ</sub>	32,3	29,3	29,9		29,8	21,1
S	0,23	0,15	0,27		0,13	0,28
Выше гор. -120 м						
Запасы руды, млн т	5,9	8,7	9,0	23,6	-	-
Содержание, %:						
Fe <sub>общ</sub>	32,3	34,3	31,4		-	-
S	0,23	0,22	0,24		-	-
Ниже гор. -120 м						
Запасы руды, млн т	-	35,2	125,0	160,0	3,5	18,7
Содержание, %:						
Fe <sub>общ</sub>	-	28,1	29,78		29,3	21,1
S	-	0,14	0,26		0,13	0,28

Руды обрабатываются шахтой Естюнинской Высокогорского ГОКа производительностью 1,2 млн т совместно с Высокогорским и Лебяжинским месторождениями (см. табл. 78).

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтены запасы железных руд по категориям: B - 54,7 млн т; C<sub>1</sub> - 112,9; A+B+C<sub>1</sub> - 167,6; C<sub>2</sub> - 3,5 млн т.

Основным потребителем железных руд Естюнинского месторождения является Нижнетагильский металлургический комбинат.

В 1982-1985 гг. стратиграфически ниже Естюнинского месторождения выявлена Ново-Естюнинская зона. В 1985-1988 гг. выполнена предварительная, а в 1988-1991 гг. - детальная разведка.

Ново-Естюнинская зона залегает среди контрастных по составу метаморфических пород нижнего силура в экзоконтактовой части Тагильского диорит-сиенитового массива, отделена от собственно Естюнинского месторождения толщей диоритов и роговиковых пород кислого состава мощностью 500-600 м (см. рис. 73). Ново-Естюнинская зона по условиям залегания, морфологии рудных тел и составу вмещающих пород аналогична Естюнинскому месторождению. В пределах зоны выявлено и разведано два слепых рудных тела: верхнее - рудное тело 21 и нижнее - 22.

Рудное тело 21 залегает согласно с вмещающими кислыми метаморфическими породами, имеет северо-восточное падение под углом в среднем  $37^\circ$  с колебаниями от  $26$  до  $44^\circ$ . В плане оно имеет вид короткой линзы с тупым выклиниванием на северо-западе и постепенным - на юго-востоке, в разрезе тело представляет собой пластообразную залежь, погружающуюся на север под углом  $50^\circ$ . Длина в направлении склонения до гор. -1020 м составляет 1500 м, длина по простиранию - до 280 м, по падению - до 400-500 м, мощность варьирует от 7 до 72 м и составляет в среднем 35,4 м. Рудное тело 21 содержит 28,8% балансовых запасов железных руд Ново-Естюнинской зоны.

Рудное тело 22 залегает в пироксен-плагиоклазовых породах, аналогичных Естюнинской зоне, на 100-190 м ниже рудного тела 21. По форме оно представляет собой сложную столбообразную залежь, погружающуюся на север под углом  $53^\circ$ . Длина его в направлении склонения от гор. 55 до гор. -1020 м составляет 1800 м. Длина по простиранию возрастает от верхних горизонтов к нижним от 40 до 360 м (гор. -860 м). Размеры в направлении падения также возрастают с глубиной от 75 м до 600 м. Мощность по пересечениям колеблется от 8 (краевые части) до 145 м (раздв в центральной части). Средняя мощность составляет 61,2 м. Рудное тело 22 содержит 61,2% разведанных запасов месторождения. Для него характерны резкие тупые выклинивания. Со стороны висячего бока рудной залежи выделено самостоятельное тело  $22^a$  со средней мощностью 28,4 м, длина его по простиранию 100-120 м, по падению 190-465 м. В верхней части разреза рудного тела 22 выделены небольшие самостоятельные тела  $22^b$  и  $22^c$  небольшой мощности линзопластообразной формы.

Минеральный состав руд Ново-Естюнинской зоны аналогичен такому собственно Естюнинского месторождения. По текстурно-структурным и минеральным особенностям, а также содержанию железа руды подразделяются на сплошные (массивные), богатые (скарновые густовкрапленные, полосчатые и пятнистые пироксен-плагиоклаз-магнетитовые), бедные (вкрапленные тонкополосчатые пироксен-плагиоклаз-магнетитовые) и оруденелые (пироксен-плагиоклазовые) породы. Сплошные руды слагают 19,3%, богатые - 43,2, бедные - 27,1 и оруденелые породы - 10,4% объема рудных тел. Руды сложены магнетитом (42,2%), пироксеном (25%), плагиоклазом (15%), эпидотом (8,0%), гранатом (5%) и кварцем (2%). Пирит и гематит соответственно представлены в количестве 0,88 и 0,60%, гидроокислы железа и апатит - 0,30%, пирротин, халькопирит и ильменит - по 0,10%, мушкетовит, сфалерит, борнит, шпинель и сфен - в сумме не более 0,1%.

Химический состав руд идентичен составу руд собственно Естюнинского месторождения. Основная часть железа (84,8%) связана с магнетитом, 11,9% - с силикатами, 1,8% - с оксидными минералами, 1,5% - с сульфидами. Среднее содержание железа составляет по рудным телам: 21 - 36,3%, 22 - 35,4%,  $22^a$  - 35,0%,  $22^b$  - 29,4%,  $22^c$  - 33,6%. Железом в плане обогащена осевая часть рудных тел 21 и 22, а в сторону лежащего, висячего боков

выклинивания происходит снижение его содержания. В целом отмечается также постепенное снижение содержания от верхних горизонтов к нижним. Рудное тело 21 обогащено серой, со средним содержанием 1,07%, в рудном теле 22 содержится 0,39% серы.

Гидрогеологические условия месторождения характеризуются развитием трещинных вод. По классификации ВСЕГИНГЕО обводненность месторождения характеризуется средней сложностью. Прогнозные водопритоки в горные выработки на гор. -1020 м составят 570 м<sup>3</sup>/ч, кратковременные водопритоки могут превышать 1000 м<sup>3</sup>/ч. По химическому составу природные воды гидрокарбонатные, кальциево-магниевого, гидрокарбонатно-сульфатные с общей минерализацией 0,1-0,2 г/л, которая увеличивается с глубиной до 0,2-0,5 г/л. Воды умеренно жесткие неагрессивные по отношению к бетону и металлам.

Массив относится к комплексу устойчивых пород, ограниченно устойчивые и неустойчивые породы занимают подчиненное положение и характерны для приповерхностных горизонтов и зон нарушений. Породы Ново-Естюнинской зоны склонны, как и на глубоких горизонтах собственно Естюнинского месторождения, к динамическим проявлениям горного давления.

Технологические свойства руд Ново-Естюнинской зоны изучены на двух укрупненных пробах массой 150,8 и 201 кг, характеризующих обогатимость руд рудных тел 21 и 22, и одной объединенной пробе массой 1200 кг. Кроме того, отобрано и изучено 125 малых технологических проб по отдельным пересечениям, определяющие показатели обогатимости руд по горизонтам отработки.

По результатам проведенных исследований руды Ново-Естюнинской зоны отнесены к легкообогатимым, и установлена возможность обогащения их по схеме, принятой на обогатительной фабрике Высокогорского рудоуправления, по которой обогащаются руды собственно Естюнинского месторождения. Из Ново-Естюнинских руд возможно получение концентрата с содержанием железа 64,8% при выходе его 44,74% с извлечением железа в концентрат 84,28%. Исследования показали, что имеющиеся в рудах попутные компоненты медь и кобальт не имеют промышленного значения из-за низкого содержания их в руде.

Для разработки ТЭО постоянных кондиций (табл. 84) институтом "Уралгипроруда" в 1990 г. в качестве исходных были приняты следующие условия:

руды Ново-Естюнинской зоны отрабатываются подземным способом до гор. -1020 м шахтой Естюнинской совместно с рудами Естюнинского месторождения ниже гор. -460 м;

обогащение руд осуществляется на Высокогорских фабриках МОФ-1 и МОФ-2 и производство агломерата на аглофабрике того же рудоуправления;

предусмотрена реализация щебня и песчано-щебеночной смеси, полученных из отходов сухой магнитной сепарации.

Исходя из технико-экономических показателей ГКЗ СССР в 1991 г. утвердила (протокол 2464-к) параметры постоянных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	16
<i>Минимальное промышленное содержания Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	27

**Основные технико-экономические показатели отработки  
Ново-Естюнинского месторождения**

Показатели	В целом по месторождению	В том числе по Ново-Естюнинской зоне
1	2	3
Разведанные запасы по категориям А+В+С <sub>1</sub> , млн т	278,8	98,54
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	32,09	36,07
Запасы категории С <sub>2</sub> , млн т	20,56	13,97
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	32,62	35,70
Эксплуатационные запасы, млн т	282,8	100,81
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	30,00	32,84
Производительность предприятия, млн т/год:		
по сырой руде:		
гор. -460 м	4,00	1,00
гор. -700 м	4,00	1,70
гор. -1020 м	4,00	2,60
по концентрату:		
гор. -460 м	1,54	0,45
гор. -700 м	1,59	0,76
гор. -1020 м	1,68	1,17
по агломерату:		
гор. -460 м	1,47	0,43
гор. -700 м	1,52	0,74
гор. -1020 м	1,61	1,12
по щебню:		
гор. -460 м	0,77	0,17
гор. -700 м	0,67	0,28
гор. -1020 м	0,62	0,43
Показатели обогащения, %:		
извлечение железа в концентрат	78,7	82,37
содержание железа в концентрате	64,8	64,8
Обеспеченность предприятия запасами, лет	71	58
Капитальные вложения, млн р.	457,83	145,8
Себестоимость добычи 1 т руды, р.	8,32	7,65
Себестоимость рудоподготовки, включая агломерацию, р.	5,27	5,27
Оптовая цена 1 т, р.:		
агломерата	45,05	45,05
щебня	2,6	2,60

1	2	3
Прибыль годовая, млн р.:		
гор. -460 м	15,1	6,8
гор. -700 м	12,1	10,3
гор. -1020 м	9,1	13,2
Рентабельность, %:		
гор. -460 м	9,2	20,5
гор. -700 м	7,2	24,1
гор. -1020 м	4,7	16,8

*Примечание.* ТЭО выполнено в ценах и тарифах, вводимых с 1991 г.

<i>Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> в оконтуривающей выработке, %</i>	22
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослов пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5
<i>Подсчет запасов произвести до гор. -1020 м.</i>	

Запасы железных руд Ново-Естюнинской залежи Естюнинского месторождения утверждены ГКЗ СССР (протокол 11149) в 1991 г. по категории: А+В - 25,3 млн т; А+В+С<sub>1</sub> - 107,6 млн т; С<sub>2</sub> - 3,4 млн т.

Запасы подготовлены к промышленному освоению и являются резервом шахты Естюнинской Высокогорского ГОКа.

### *Меднорудянокое месторождение*

Меднорудянокое месторождение находится в черте г.Нижнего Тагила, расположено на юго-восточном склоне г.Высокой и является продолжением Восточного пояса Высокогорского месторождения. До 1970 г. на месторождении числились незначительные запасы окисленных руд, разработка которых производилась в начале века. В 1968-1969 гг. при отборе технологических проб медьсодержащих бурых железняков встречены богатые железные окисленные руды с содержанием железа более 50%, а в 1969-1970 гг. проведены детальные геологоразведочные работы с целью их оконтуривания и подсчета запасов.

Месторождение приурочено к туфогенно-осадочной толще, отличающейся фациальным непостоянством и состоящей из перемежающихся прослоев мраморизованных известняков и рассланцованных хлоритизированных и кальцитизированных туфов. Протяженность этой толщи 750 м, ширина 200 м, простирание северо-западное, падение на северо-восток под углом 60°.

Пластообразная скарново-магнетитовая залежь имеет размеры по простиранию 700 м, по падению 500 м, мощность изменяется от 6 до 10 м. Она содержит интенсивную вкрапленность пирита и халькопирита и располагается в контакте толщи высокогорских известняков с туфосланцами вулканогенно-осадочной толщи. Простирание залежи северо-западное, падение на северо-восток под углом 70-80°. На разведанной части месторождения выделено восемь железорудных и семь меднорудных тел, из них четыре железорудных тела находятся в пределах намечаемой глубины карьер-

ерной отработки. Форма рудных тел гнездообразная, площадь их колеблется на различных горизонтах от 100 до 5500 м<sup>2</sup>. Распределение рудных минералов крайне неравномерное. Содержание железа изменяется от 10 до 55%, меди от 0,5 до 2%.

На месторождении выделяются первичные железные руды, представленные магнетитом, окисленные руды - мартитом, полумартитом, бурыми железняками, и медные руды, представленные медистыми глинами.

Горно-технические условия отработки Меднорудянского месторождения осложнены наличием большого количества старых шахт глубиной до 300 м и плавунными свойствами глиноподобных вмещающих рудную толщу пород. В результате осушения Высокогорского месторождения статические запасы воды на Меднорудянском месторождении в основном сработаны, однако некоторые скважины при бурении были обводненными. При отработке месторождения возможны внезапные прорывы плавуннов и воды.

В 1970 г. центральной лабораторией Высокогорского рудоуправления были проведены испытания по обогащению 31 технологической пробы окисленных железных руд по схеме, принятой на Высокогорской обогатительной фабрике, включающей промывку с последующей магнитной сепарацией крупнокусковой фракции. Испытания на обогатимость проводились раздельно для проб с содержанием железа более 30% и менее 30%. Удовлетворительные результаты получены при обогащении руд с содержанием железа более 30%. При содержании железа в среднем 36,4%, серы 0,06% и фосфора 0,23% выход мартеновской руды и эйфеля составляет в сумме 61,5% при содержании в продуктах обогащения Fe<sub>общ</sub> 42,61%, S 0,02-0,04% и P 0,19-0,34%. Минералогический состав окисленных медных руд не позволяет обогащать их на имеющихся обогатительных фабриках.

На 01.01.1995 г. на балансе числится 1,0 млн т железных руд по категории С<sub>1</sub> и 0,5 млн т по категории С<sub>2</sub> при среднем содержании железа 44,5%.

Оконтуривание окисленных железных и медных руд в южной части месторождения произведено по следующим техническим условиям.

#### *Окисленные железные руды*

<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %:</i>	
<i>для руд I сорта</i>	>50
<i>для руд II сорта</i>	30-50
<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	30
<i>Запасы мелких рудных тел, расположенных между горизонтами не подсчитываются</i>	

#### *Окисленные медные руды*

<i>Бортное содержание меди в пробе, %</i>	0,7
-------------------------------------------	-----

Основным потребителем железных руд Меднорудянского месторождения может являться Нижне-Тагильский металлургический комбинат. В 1970 г. Высокогорским рудоуправлением было составлено технико-экономическое обоснование первого этапа карьерной разработки рудного тела 2 Меднорудянского месторождения до гор. +150 м. Длина карьера 300 м, ширина 250 м, запасы в контуре карьера первого этапа разработки 0,4 млн т. Согласно ТЭО отработка месторождения является рентабельной и не требует значительных капитальных затрат.

## *Выйское месторождение*

Выйское месторождение расположено в окрестностях Нижнего Тагила в 2,5 км к северо-западу от Высокогорского месторождения и в 3 км к западу от Лебяжинского. Открыто оно в 1789 г., в начале XIX в. на нем велись разработки мелкими горными выработками. Разведка месторождения проводилась в 1951-1955 и 1963-1965 гг.

Выйское месторождение, как и Естюнинское, расположено внутри диорит-сиенитовой интрузии. В структурном отношении месторождение находится в протяженной прерывистой зоне динамометаморфизма, прослеженной в северо-западном направлении от Выйского груда до Естюнинского месторождения. Приурочено оно к останцу, сложенному остатками вулканогенных пород - грубообломочными вишневыми туфами, пироксен-плагиоклазовыми порфиритами основного состава, карбонатными породами и скарнами.

Рудоносная толща вытянута в северо-западном направлении ( $310^{\circ}$ ), имеет длину более 600 м, ширину до 400 м и падение на северо-восток под углом  $60-70^{\circ}$ . Мощность рудной толщи на юго-востоке 260-400 м, на северо-западе до 200 м, здесь отмечается многократное ее расщепление.

Строение рудоносной толщи крайне сложное. Осадочные, туфогенные и метаморфические породы имеют форму расщепленных плоских линз, разобщенных интрузивными брекчиями и нормальными сиенитами. Вблизи рудоносной толщи сиениты становятся гнейсовидными - в них увеличивается количество темноцветных минералов и возрастает роль вторичного калишпат-микроклина (до 30%), а в самой рудоносной толще сиениты обогащены биотитом и пироксеном. Основную часть рудоносной толщи слагают осветленные породы: пироксен-плагиоклазовые и плагиоклазовые метасоматы, в основном полосчатой, реже брекчиевидной и массивной текстуры. Скарны наиболее значительно развиты в юго-восточной части месторождения, где увязываются в отдельные тела мощностью до 55 м. Наиболее поздними образованиями на месторождении являются послерудные дайки сиенит-диоритов и роговообманково-плагиоклазовых порфиритов.

Рудные тела магнетитовые и сульфидно-магнетитовые, по элементам залегания согласуются с вмещающей толщей и залегают до 500 м от поверхности в 20-100 м одно от другого.

Всего на месторождении выявлено 27 железорудных тел линзовидной формы с промышленными запасами. Наибольшее значение имеют три рудных тела (1, 10, 21) с размерами по простиранию от 110 до 200 м, по падению - от 25 до 500 м, по мощности - от 10 до 70 м. Все рудные тела, кроме 21, сложены сплошными магнетитовыми рудами, переслаивающимися с густовкрапленными рудами в пироксеновых и пироксен-гранатовых скарнах. Текстура густовкрапленных руд - полосчатая, брекчиевидная.

Медная минерализация распространена в основном в юго-восточной части месторождения, где оконтурено 25 рудных тел, из которых наиболее крупными являются четыре (1, 10, 13, 15), составляющие в сумме 80% балансовых запасов меди. Размеры их колеблются по простиранию от 100 до 160 м, по падению - от 100 до 140 м, по мощности - от 2 до 25 м. Медные рудные тела представляют собой вкрапленность халькопирита в ассоциации с пиритом, пирротинном, сфалеритом и борнитом. Они локализуются в трещиноватых пироксен-плагиоклазовых породах, в гранатовых скарнах, а также в крупнозернистых брекчированных магнетитовых рудах.

Содержание железа по железорудным телам составляет 39-50%, серы - 0,14-0,9, меди - 0,20-0,51, фосфора - 0,047-0,146, марганца - 0,23-0,66%. Содержание меди в меднорудных телах составляет 0,84-1,53%, серы - 1,06-1,78, железа - 2,9-11,3, кобальта - 0,002-0,005, в редких случаях - 0,01%. Отмеча-

ются как в магнетитовых, так и в медных рудах небольшие содержания ванадия и титана.

По генезису месторождение аналогично Высокогорскому и Естюнинскому.

Гидрогеологические условия месторождения несложные. В его пределах имеется водоносный горизонт трещинного типа, заключенный в различных изверженных и метаморфических породах, которые являются слаботрешиноватыми и слабофильтрующими. Возможный приток воды в ствол шахты определен в 20-40 м<sup>3</sup>/ч. Близость Выйского пруда не представляет опасности вследствие малой фильтрационной способности пород. На месторождении выявлено большое количество тектонических трещин, зон брекчирования, расланцевания. Предполагается, что основной возможный способ добычи руд месторождения - подземный, однако разрозненность рудных тел как в плане, так и в разрезе, а также небольшие мощности их могут значительно осложнить отработку месторождения.

Лабораторные технологические исследования показали удовлетворительную обогатимость железных руд способом мокрой магнитной сепарации и медных руд флотационным методом. Испытания железных руд проводились по трем пробам с содержанием железа 36,6 и 52,9% и смеси из этих двух проб с содержанием железа 44%. Содержание железа в концентрате составило соответственно 60,5; 53,8 и 58% при выходе его 46,8, 72,5 и 84,9% и извлечение железа 86,65, 88,6 и 93%. Ввиду повышенного содержания серы руды месторождения требуют агломерации. В технологической схеме обогащения железных руд не было предусмотрено извлечение меди из хвостов мокрой магнитной сепарации. Содержание ее в хвостах колеблется от 0,97 до 1,16%.

Обогатимость медных руд изучалась институтом "Уралмеханобр" по двум пробам с содержанием меди 1,13 и 0,71%. Содержание меди в концентрате составило 18-20% при выходе его 3,5-5,5% и извлечении меди 93-94,5%.

Подсчет запасов был произведен согласно кондициям, утвержденным Техническим управлением МЧМ СССР в 1956 г. Кондициями было предусмотрено выделение пяти типов руд.

1. Руды, не требующие обогащения, с содержанием, %:  
 $Fe_{общ} \geq 50, P \leq 0,15, S \leq 0,15, Cu \leq 0,4.$

2. Руды, не требующие обогащения, с содержанием, %:  
 $Fe_{общ} \geq 55, P \leq 0,15, S \leq 0,15, Cu \leq 0,2.$

3. Руды, требующие обогащения, с содержанием  
 $Fe_{общ} \geq 20\%, Cu \leq 0,4\%.$

4. Руды, требующие обогащения, с содержанием  
 $Fe_{общ} \geq 20\%, Cu - 0,4-0,7\%.$

5. Медные руды с содержанием  $Cu \geq 0,7\%$   
при содержании  $Fe_{общ} \leq 20\%.$

При подсчете запасов, предусмотренные кондициями типы руд (1-4) были объединены в один сорт - руды, требующие обогащения, с содержанием железа не менее 20% без учета содержания остальных компонентов в связи с невозможностью их пространственной геометризации.

Запасы железных руд Выйского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1956 г. (протокол 1468) по категориям А+В - 2,5 млн т, С<sub>1</sub> - 3,6 млн т, С<sub>2</sub> - 1,2 млн т.



По состоянию на 01.01.1995 г. балансовые запасы по категориям  $C_1$  и  $C_2$  составляют соответственно 4,5 и 0,3 млн т.

Основным потребителем железных руд Выйского месторождения может быть Нижне-Тагильский металлургический комбинат. По аналогии с Естюнинским месторождением из хвостов сухой магнитной сепарации руд Выйского месторождения можно выделить щебень, который может быть реализован строительным организациям Свердловской области.

### *Лагерное месторождение*

Месторождение находится на восточном склоне Среднего Урала в 7,5 км к западу от Высокогорского.

В 1977-1981 гг. геологоразведочной партией Нижне-Тагильского металлургического комбината на месторождении выявлено шесть кулисообразных рудных тел сложного строения, прослеженных по простиранию от 60 до 350 м, по падению на 50-150 м.

Мощность рудных тел (в среднем 10 м) резко изменчива, падение крутое северо-западное под углом  $70-80^\circ$ , простирание северо-восточное ( $23^\circ$ ). Рудная зона под углом  $10^\circ$  погружается на северо-восток.

Месторождение приурочено к ксенолиту роговиков и пироксен-плагноклазовых пород, расположенному в западной краевой части Долгогорского кварц-диоритового массива.

Оруденение Лагерного месторождения аналогично по геолого-структурной позиции и минералогическому составу Естюнинскому месторождению. Рудные тела линзовидной формы залегают согласно с вмещающими породами и сопровождаются зонами скарнирования. Общая мощность рудно-скарновой зоны 40 м, изученная длина по простиранию 400 м. Скарны образуют три меридионально ориентированных линзовидных тела мощностью от 10 до 40 м, протяженностью 50-350 м с падением на запад под углом  $75-80^\circ$ . Переходы от вмещающих пород к скарнам и сплошным рудам постепенные.

Первичные руды представлены магнетитом, титаномагнетитом, пиритом, халькопиритом, пирротинном, марказитом и др. По минеральному составу выделяются руды магнетитовые и сульфидно-магнетитовые, последние тяготеют к кровле рудных тел; руды с содержанием сульфидов более 10% составляют около четверти от общего объема всех руд. По структурно-текстурным разновидностям выделяются руды сплошные массивные, пятнистые, полосчатые и вкрапленные. Две последние разновидности отмечаются редко.

Содержание железа в рудах по отдельным пробам составляет 7,2-66,9% (в среднем по рудным телам 33,7-47,2%), серы - 0,45-2,22% (среднее 1,17%). Содержание других вредных примесей незначительно: отмечаются медь (0,36%) и кобальт (0,02%).

Гидрогеологические работы на месторождении заключались в производстве групповой откачки исходя из намеченной первоочередной отработки месторождения карьером до глубины 110 м (гор. +160 м). Общий нормальный водоприток по расчетным данным не превышает  $135 \text{ м}^3/\text{ч}$ , во время ливневых дождей и паводков -  $270-300 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Инженерно-геологическая обстановка характеризуется крутопадающей рудно-скарновой зоной, имеющей пониженные прочностные параметры, и более крепкими породами висячего и лежащего боков.

Запасы руды на 01.01.1995 г. в пределах контура проектного карьера (до гор. +160 м) утверждены ЦКЗ Минчермета СССР по категориям  $C_1$  - 0,96 млн т,  $C_2$  - 0,254 млн т, забалансовые запасы - 0,4 млн т с содержанием  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  39,4%.

Потребителем магнетитовых руд Лагерного месторождения может быть Нижне-Тагильский металлургический комбинат. Хвосты обогащения (щебень фракций 5-20 мм) и скальные породы вскрыши (3220 тыс.м<sup>3</sup>) могут использоваться для строительных целей. Увеличение запасов месторождения возможно за счет разведки ниже гор. +120 м. Перспективные участки расположены к северо-востоку от Лагерного месторождения до широты Естюнинского месторождения.

### Большереченское месторождение

Месторождение расположено в Верхнетурьинском районе в 54 км юго-западнее г.Верхняя Салда. Открыто в 1960 г. при проверке одноименной магнитной аномалии. Разведочные работы на месторождении проведены в 1960-1963 гг.

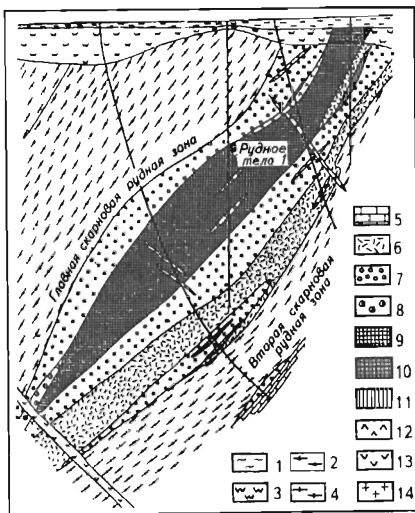
Оруденение приурочено к средней толще салдинского метаморфического комплекса, представленного в различной степени метаморфизованными амфиболитами и роговообманковыми плагиогнейсами с линзовидными прослоями мраморов и секущими жилами гранит-порфиров, плагиогранит-порфиров и микрогранитов.

Месторождение находится к западному крылу Большереченской антиклинали. Метаморфические породы залегают моноклинально с простиранием 50-60° и падением на северо-запад под углом 40-50°. Скарново-рудные зоны залегают согласно с вмещающими породами.

Главная скарновая зона (рис. 70), заключающая практически все запасы промышленных руд, перекрыта мезо-кайнозойскими песчано-глинистыми отложениями мощностью около 12 м. Зона прослежена по простиранию на 700 м, по падению на 490 м. Она представляет собой сложную линзовидную залежь, верхняя часть которой эродирована. Мощность зоны достигает 130 м.

Параллельно главной рудной зоне ниже по разрезу залегает вторая скарново-рудная зона, связанная с пластом мраморов, которая в центральной части сливается с Главной зоной. Промышленного оруденения она не содержит.

На юго-западном продолжении Главной скарново-рудной зоны прослежена третья скарново-рудная зона протяженностью около 800 м и мощностью до 40 м.



Рудные зоны сложены гранатовыми, пироксен-гранатовыми, эпидот-гранатовыми скарнами, которые формируют симметричный ореол вокруг магнетитовых руд.

Рис. 70. Схематический геологический разрез Большереченского месторождения

1 - мезо-кайнозойские отложения; 2 - глинистые коры выветривания; 3 - амфиболиты, роговообманково-биотитовые плагиогнейсы мигматизированные; 4 - то же интенсивно мигматизированные; 5 - мраморы; 6 - эпидот-актинолит-альбитовые породы; 7 - скарны; 8 - пироксен-плагиоклазовые породы; 9 - руды магнетитовые с содержанием железа более 25%; 10 - руды окисленные; 11 - бедные скарновые руды; 12 - гранит-порфиры; 13 - гранодиорит-порфиры; 14 - кварц-полевошпатовые породы

Магнетитовые руды образуют ряд рудных тел, но практически все промышленные запасы сосредоточены в рудном теле 1 Главной Зоны.

Рудное тело 1 линзовидной формы с относительно ровными контактами и с изометрическими в плане очертаниями, в верхней части эродировано. Длина его по простиранию 514 м, протяженность по падению 490 м. Мощность рудного тела колеблется от 67 м в центральной части до полного выклинивания по простиранию и падению. Внутреннее строение рудного тела осложнено прослоями скарнов, бедных скарново-магнетитовых руд, измененных вмещающих пород и кварц-полевошпатовыми жилами. Самые богатые руды расположены в центральной части рудного тела. Среднее содержание в рудах железа - 39,36%; серы - 0,77%; фосфора - 0,075%.

На месторождении выделяются:

богатые магнетитовые руды с содержанием железа более 45% (окисленные и неокисленные);

богатые скарново-магнетитовые руды с содержанием железа 30-45%;

бедные скарновые руды с содержанием железа 20-30%.

Окисленные руды мощностью 11 м залегают в зоне коры выветривания в центральной части месторождения. Руды состоят на 80% из магнетита, остальные минералы - мартит, хлорит, актинолит, гидрокислы железа.

Богатые магнетитовые руды составляют около 34% всех запасов месторождения. Они сложены агрегатами магнетита (80%) с размером зерен 0,6-2 мм, пиритом (7-10%), халькопиритом (до 1%), нерудными минералами (18-20%).

Доля богатых скарново-магнетитовых руд составляет 40% общих запасов месторождения. Это, по существу, обогащенные магнетитовые скарны. Наряду с магнетитом в них присутствует в значительных количествах пирит и пирротин. Текстуры руд вкрапленные, полосчатые, брекчиевидные.

Бедных скарново-магнетитовых руд на месторождении около 21%, без рудные прослои в них составляют 5% от общей массы.

Химический состав руд месторождения, %: SiO<sub>2</sub> - 18,20; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,3; FeO - 19,2; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 33,26; TiO<sub>2</sub> - 0,15; CaO - 11,2; MgO - 3,37; MnO - 0,29; K<sub>2</sub>O - 0,08; Na<sub>2</sub>O - 0,37; S - 0,7; P - 0,085; Cu - 0,05; Zn - 0,05; Ni - 0,01; Co - 0,019; Sn - 0,01; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ge, Ag, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - следы.

Руды месторождения - сернистые, кобальтсодержащие, по шлакообразующим компонентам - кислые, кремнеземистые.

Магнетитовые руды могут обогащаться по обычным схемам сухой или мокрой магнитной сепарации с последующей флотацией хвостов. Возможно получение концентрата с содержанием железа от 63 до 70% и кобальта 0,45%, т.е. возможно комплексное использование руд.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия отработки месторождения сложные. В покровном чехле наиболее водообильны пески и песчаники верхнего мела, а во вмещающих породах - зоны трещиноватости и контакты пород. Эксплуатация месторождения потребует предварительного отвода поверхностных болотных вод, а также постоянного водоотлива. Ожидаемые расчетные притоки в подземные выработки при глубине отработки 350 м составят 519 м<sup>3</sup>/ч.

Месторождение не намечается к освоению. Запасы железных руд по состоянию на 01.01.1995 г. оцениваются в 14,5 млн т по категории С<sub>1</sub> и 1,1 млн т по категории С<sub>2</sub> при среднем содержании железа 39,4%.

#### **5.1.4. Первоуральский железорудный район**

В железорудный район, кроме Первоуральского, входит ряд мелких месторождений, расположенных севернее старых заброшенных рудников (Пахотный, Мавринский, Осеновский, Верхнезаводский, Ступинский Ближ-

Таблица 85

Основные технико-экономические показатели  
работы Билимбаевского рудника

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	3,6	1,07
Содержание железа в сырой руде, %	14,07	15,16
Производство товарной руды, млн т	0,212	0,07
Содержание железа в товарной руде, %	35,94	35,79
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	1,1	Нет свед.
товарной	5,6	"-

ний, Ступинский Дальний). Все они приурочены преимущественно к восточной периферии горнблендитов вблизи контакта с габбро.

Государственным балансом по этому району учтено только одно Первоуральское месторождение, обрабатываемое карьером АОТ Билимбаевского (Первоуральского) рудника с проектной производительностью 2,5 млн т в год (табл. 85).

Обеспеченность рудника разведанными запасами 30 лет, в том числе в проектной контуре отработки - 24 года.

### *Первоуральское месторождение*

Месторождение расположено на окраине г.Первоуральска. Оно было открыто в 1702 г. и разрабатывается с 1936 г.

Месторождение располагается в пределах крупного нижнепалеозойского Ревдинского габброидного массива и непосредственно приурочено к телу горнблендитов, залегающих среди роговообманкового габбро. Горнблендиты образуют вытянутое тело меридионального простирания длиной 8-9 км и шириной 450-600 м. Промышленно-рудоносной зоной является восточная часть горнблендитового тела длиной 3,5 км и шириной от 50 до 350 м. В некоторых участках массив является рудоносным по всей своей ширине. Переход рудных горнблендитов в безрудные происходит постепенно. Во вмещающих месторождение породах можно наблюдать отдельные изолированные шпильки руд. Горнблендиты сложены зернами роговой обманки, промежутки между которыми выполнены титаномагнетитом. По величине зерен выделяются горнблендиты мелкозернистые (до 10 мм), среднезернистые (10-20 мм), крупнозернистые (20-50 мм) и особокрупнозернистые (свыше 50 мм).

На месторождении выделяется два типа руд: с содержанием зерен титаномагнетита более 50% и вкрапленные с содержанием зерен титаномагнетита в количестве 10-50%. Первые из них присутствуют в незначительном количестве, локализуясь в основном в осевой части месторождения. Они образуют прерывистые шпильково-линзообразные выделения мощностью от первых сантиметров до 1-2 м и протяженностью 10-30 м. Основная масса руд представлена вкрапленным типом, который условно разделен на бедные и богатые руды. Содержание  $Fe_{общ}$  в бедных рудах составляет 13,5-25%, в богатых - 25-35%, а в сплошных рудах - превышает 35%. Наибольшая концентрация оруденения связана с крупно- и неравномернозернистыми горнблендитами. По мере перехода к ним от мелкозернистых рудных горнблендитов содержание титаномагнетита возрастает в среднем с 12,7 до 22,0%. Поэтому западная часть рудной зоны, сложенная мелкозернистыми горнблендитами, характеризуется более бедным оруденением, чем восточ-

ная часть зоны, представленная преимущественно крупно- и неравномернoзернистыми горнблендитами. С укрупнением зерен роговой обманки наблюдается перекристаллизация титаномагнетита, приводящая к его концентрации в виде густой вкрапленности и шпир сплошных руд. Титаномагнетит относится к низкотитанистой разновидности с содержанием в нем 1-4%  $TiO_2$  и 0,5%  $V_2O_5$ . Наряду с титаномагнетитом в рудах присутствуют зерна свободного ильменита в количестве 3-5% от рудной массы.

Для месторождения характерно наличие многочисленных участков безрудных пород среди кондиционных руд. Форма их в плане извилистая в виде отдельных линз и изометрических образований.

По генезису Первоуральское месторождение, как и Гусевогорское, относится к магматически-метасоматическому типу, когда его первичные магматические рудные скопления вкрапленного типа подвергаются перекристаллизации и некоторому переотложению в пределах рудной зоны под влиянием метасоматирующих флюидов при становлении габброидного плутона.

Руды месторождения обогащаются в процессе сухой электромагнитной сепарации с дроблением до крупности 30-50 мм. Полученные низкотитанистые титаномагнетитовые концентраты плавятся в домнах на Чусовском заводе. При обогащении получается большое количество высококачественного строительного щебня, на который приходится до 40% дохода от всего горнорудного производства.

Запасы Первоуральского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1955 г. (протокол 848) по категориям А+В - 95,5 млн т;  $C_1$  - 46,6; А+В+ $C_1$  - 142,1 и  $C_2$  - 50,7 млн т.

По состоянию на 01.01.1995 г. на балансе числится запасов категорий А+В 35,7 млн т и  $C_1$  - 39,6 млн т.

### *Месторождения, не намечаемые к промышленному освоению*

В эту группу входят пять месторождений (см. табл. 66): Алапаевское, Зырянское, Синячихинское (Алапаевский железорудный район), Александровское (Серовско-Ивдельский железорудный район), а также Висимское, не вошедшее ни в один из железорудных районов, с суммарными запасами категорий А+В+ $C_1$  187,9 млн т и  $C_2$  - 54,7 млн т. Описание их не приводится, так как в общем сырьевом балансе Свердловской области и Урала в целом они не могут иметь серьезного значения по следующим соображениям. Наибольшее количество запасов в этой группе месторождений учтено по Висимскому месторождению (161,5 млн т), руды которого представлены титаномагнетитами. При наличии в Свердловской области около 7,0 млрд т по категориям А+В+ $C_1$  и около 5,0 млрд т по категории  $C_2$  титаномагнетитовых руд (см. табл. 65), сконцентрированных в таких уникальных по запасам месторождениях, как Гусевогорское и Собственно-Качканарское, Висимское месторождение не может рассматриваться как объект к освоению в ближайшей перспективе.

Руды месторождений Алапаевского железорудного района, а также Александровского с суммарными балансовыми запасами около 50 млн т представлены бурыми железняками с содержанием железа 36-40%. Руды этого типа обрабатывались до конца 50-х годов, но с появлением магнетитовых концентратов (продукта горно-обогатительных комбинатов) с содержанием железа 60-65% они потеряли свое значение и стали нерентабельными для металлургического передела.

## 5.2. Челябинская область

По состоянию на 01.01.1994 г. на территории Челябинской области Государственным балансом учтено 23 месторождения железных руд с балансовыми запасами 862,9 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub> и 405,3 млн т категории С<sub>2</sub> и одно месторождение (Копанское) с забалансовыми запасами. Прогнозные ресурсы оценивают в 488 млн т, в том числе по категориям Р<sub>1</sub> - 213 млн т, Р<sub>2</sub> - 245 млн т и Р<sub>3</sub> - 30 млн т.

Все месторождения группируются в три железорудных района - Бакальский, Магнитогорский и Златоустовский (табл. 86) и представлены магнетитовыми, сидеритовыми, бурожелезняковыми рудами и железистыми кварцитами (табл. 87).

Таблица 86

Распределение запасов и прогнозных ресурсов железных руд по рудным районам Челябинской области

Рудный район	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т					Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			
		А	В	С <sub>1</sub>	А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям		
									Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>	Р <sub>3</sub>
Бакальский	13	-	142,8	508,5	651,2	362,5	43,6	108	58	20	30
Магнитогорский	6	-	35,6	98,1	133,7	16,2	12,9	380	155	225	-
Златоустовский	5	-	11,9	66,1	78,0	26,6	104,2	-	-	-	-
Всего	24	-	190,3	672,7	862,9	405,3	160,7	488	213	245	30

Таблица 87

Распределение запасов и добычи железных руд Челябинской области по промышленным типам

Промышленный тип	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т/%		Добыча руды из недр за 1993 г., млн т/%	Производство товарной руды за 1993 г., млн т/%
		А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		
Магнетитовые	7	172,7/20,2	36,1	1,1/25,6	1,1/29,7
Сидеритовые	14	635,0/73,4	362,3	2,2/51,2	2,9/70,3
Бурые железняки		36,8/4,3	3,0	1,0/23,2	
Железистые кварциты	2	18,5/2,1	4,0	-	-
Всего	23	862,9/100	405,4	4,3/100	4,0/100

Отработка руд осуществляется тремя горно-добывающими предприятиями - Бакальским, Златоустовским рудоуправлениями и Магнитогорским металлургическим комбинатом - открытым и подземным способами с проектной производительностью 12,5 млн т/год (табл. 88). С учетом резервных разведанных месторождений возможная добыча составляет 16,2 млн т.

В целом горно-добывающими предприятиями Челябинской области в 1990 и 1993 гг. добыто соответственно 8,1 и 4,3 млн т сырой руды и произведено 5,7 и 3,7 млн т товарной руды (табл. 89).

## Месторождения железных руд Челябинской области

Предприятие, месторождение, тип руд	Содержа- ние Fe в запасах по категории A+B+C <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалан- совые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			
		A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям		
						P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Разрабатываемые месторождения</b>								
<i>Златоустовское РУ</i>		25,6/20,5	5,0	-	-	-	-	-
Ахтенское		20,5/20,5	2,7	-	-	-	-	-
Бурые железняки	42,8	1,5/1,5	0,1	-	-	-	-	-
Сидеритовые руды	33,7	19,0/19,0	2,6	-	-	-	-	-
Радостное								
Железистые кварциты	34,0	5,1/-	2,3	-	-	-	-	-
<i>Бакальское РУ</i>		443,8/415,9	116,8	34,3	-	-	-	-
Ново-Бакальское		75,6/66,1	16,3	-	-	-	-	-
Сидеритовые руды	32,9	75,2/66,1	16,3	-	-	-	-	-
Бурые железняки	45,9	0,3/-	-	-	-	-	-	-
Восточно-Буландихин- ское		13,4/13,4	4,3	-	-	-	-	-
Сидеритовые руды	32,6	12,8/12,8	4,3	-	-	-	-	-
Бурые железняки	47,2	0,6/0,6	-	-	-	-	-	-
Им. ОГПУ		12,4/12,1	0,3	9,0	-	-	-	-
Сидеритовые руды	29,0	12,3/12,0	0,3	9,0	-	-	-	-
Бурые железняки	46,2	0,1/0,05	-	-	-	-	-	-
Петлинское		17,3/11,0	1,0	0,4	-	-	-	-
Сидеритовые руды	29,1	0,4/-	-	0,4	-	-	-	-
Бурые железняки	45,6	16,9/11,0	1,0	-	-	-	-	-
Северо-Западный Иркут- скан								
Сидеритовые руды	34,5	22,6/22,6	1,1	-	-	-	-	-
Шиханское								
Сидеритовые руды	30,4	301,6/289,8	93,2	24,9	-	-	-	-
Ново-Карельское								
Бурые железняки	41,6	0,9/0,9	0,6	-	-	-	-	-
<i>Магнитогорский металлур- гический комбинат</i>		55,0/42,4	13,1	7,4				
Магнитогорское								
Магнетитовые руды	43,6	7,9/-	-	-	-	-	-	-
Гора Малый Куйбас								
Магнетитовые руды	36,9	43,8/40,8	13,1	0,9	75	36	45	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Восточное</b>								
Магнетитовые руды	29,0	3,3/1,6	-	6,5				
<b>Итого</b>		524,4/478,8	134,9	41,7	75	30	45	-
<b>Резервные разведанные месторождения</b>								
<b>Магнитный Ключ</b>								
Железистые кварциты	33,8	13,4/13,4	1,7	1,2	-	-	-	-
<b>Круглогорское</b>								
Магнетитовые руды	39,8	39,0/37,6	19,9	-	-	-	-	-
<b>Еловое</b>								
Сидеритовые руды	32,9	1,3/1,3	0,6	1,3	-	-	-	-
Бурые железняки		10,7/10,7	1,2	7,7	-	-	-	-
<b>Северо-Западное</b>								
Магнетитовые руды	28,3	6,8/5,9	0,1	-	-	-	-	-
<b>Теченское</b>								
Магнетитовые руды	35,4	68,1/68,1	3,0	5,5	50	-	50	-
<b>Подотвальное</b>								
Магнетитовые руды	23,9	3,8/-	-	-	-	-	-	-
<b>Итого</b>		143,1/137,0	26,3	15,7	50	-	50	-
<b>Разведываемые месторождения</b>								
<b>Рудничное</b>								
Сидеритовые руды	31,7	187,4/-	243,6	-	50	50	-	-
<b>Зараткульское</b>								
Бурые железняки	41,4	5,1/-	-	-	6	6	-	-
<b>Итого</b>		192,5/-	243,6	-	56	56	-	-
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>								
<b>Копанское</b>								
Титаномагнетитовые руды	36,5	-	-	103,0	-	-	-	-
<b>Нижне-Бакальское</b>								
Бурые железняки	38,4	0,2/-	-	0,4	-	-	-	-
<b>Канатная Дорожка</b>								
Бурые железняки	843,4	0,05/0,05	-	-	-	-	-	-
<b>Юго-Восточный Иркутскан</b>								
Сидеритовые руды	36,6	2,6/2,2	0,4	-	-	-	-	-
<b>Итого</b>		2,8/2,3	0,4	103,4	-	-	-	-



1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Новые перспективные площади</b>								
Богдановский участок (Лебединское, Полевое и аномалии)								
Магнетитовые руды	-	-	-	-	160	80	80	-
Жарагинский участок								
Бурые железняки	-	-	-	-	20	-	20	-
Бакальское рудное поле (Малосучинский, Плущ- кинский, Шуйдинский и другие участки)								
Бурые железняки	-	-	-	-	12	2	-	10
Уванское рудное поле								
Бурые железняки	-	-	-	-	20	-	-	20
Кульмяковский участок								
Магнетитовые руды	-	-	-	-	50	-	50	-
Степнинская площадь								
Магнетитовые руды	-	-	-	-	45	45	-	-
Итого	-	-	-	-	307	127	150	30
Всего		862,9/618,4	405,3	160,8	488	213	245	30

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

Таблица 89

**Горно-добывающие предприятия Челябинской области**

Предприятие, месторождение	Фактическая добыча руды из недр за 1993 г., млн т	Производство то- варной руды за 1993 г., млн т	Возможная добы- ча руды по проект- ной мощности ГОКов, млн т/год***
Златоустовское РУ	0,4	0,4	1,0
Ахтенское, Радостное*			
Бакальское РУ	2,8	2,5	5,9
Ново-Бакальское, Восточно- Буландихинское, им. ОГПУ*, Петлинское, Северо-Западный Иркускан, Шиханское, Ново- Карельское**			
Магнитогорский металлургиче- ский комбинат	1,1	0,8	5,6
Магнитогорское, г.Малый Куй- бас, Восточное**			
Всего	4,3	4,0	12,5

\* Временно законсервировано.

\*\* Законсервировано.

\*\*\* Возможная добыча по проектной мощности ГОКов на резервных разведанных месторождениях составляет: Магнитный Ключ - 0,8 млн т, Круглогорском - 1,5 млн т, Теченском - 1,4 млн т.

На территории Челябинской области расположены два металлургических комбината - Челябинский и Магнитогорский, которые являются основными потребителями добываемого в области железорудного сырья, что обеспечивает потребности их всего лишь на 0,2%. Дефицит в товарной руде восполняется за счет поставок ее из Центральные районов Российской Федерации и Республики Казахстан.

Челябинская область располагает широким ассортиментом запасов нерудного сырья для металлургии. Здесь находится одно из крупнейших в Российской Федерации и в странах СНГ Саткинское месторождение магнетитов, обеспечивающее практически всю добычу (99,3%) и потребность металлургии Российской Федерации и других стран СНГ; 12 месторождений кварцитов, используемых для производства ферросплавов и динаса, четыре из которых обеспечивают 22,2% от общероссийской добычи; три месторождения огнеупорных глин, обеспечивающих 34,3% от добычи по РФ. На территории Челябинской области разведаны крупные запасы доломитов (четыре месторождения, 61,4% добычи), известняков (12 месторождений, 18% добычи) и формовочных песков (девять месторождений, 17,1% добычи).

### *5.2.1. Бакальский железорудный район*

Бакальский железорудный район расположен на западном склоне Южного Урала в пределах Саткинского административного района.

На площади 150 км<sup>2</sup> выявлено 13 железорудных месторождений, характеризующихся сходством геологического строения, генезиса и общностью геолого-промышленных типов руд.

В Бакальском железорудном районе сосредоточено наибольшее количество разведанных запасов Челябинской области, которые представлены главным образом осадочными сидеритовыми рудами бакальского ГПТ и в меньшей мере бурожелезняковыми рудами новобакальского ГПТ, сформировавшимися в корях выветривания сидеритовых руд.

Разведанные запасы Бакальского железорудного района по сумме категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> оцениваются в 1013,7 млн т, в том числе по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 651,2 млн т, с содержанием железа 31,2% в сидеритовых рудах и 40,9% в бурых железняках (см. табл. 86). Руды отрабатываются Бакальским рудоуправлением с проектной производительностью 5,9 млн т/год при фактической 4,4 млн т в 1990 г. и 2,8 млн т в 1993 г.; выпуск товарной руды составил соответственно 3,7 и 2,5 млн т. Из 13 месторождений семь находятся в разработке открытым и подземным способами, одно (Еловое) в резерве, два (Рудничное, Зюраткульское) в разведке, три (Нижне-Бакальское, Канатная Дорожка и Юго-Восточный Иркускан) не намечаются к освоению. По уровню добычи 1993 г. Бакальское РУ обеспечено разведанными запасами более чем на 100 лет. Сырая руда подвергается восстановительному обжигу и сухой магнитной сепарации с получением концентрата. Рудная мелочь товарной руды подвергается агломерации. Концентрат и агломерат поставляются Челябинскому, Орско-Халиловскому и другим металлургическим заводам Урала.

Прогнозные ресурсы Бакальского района оцениваются в 108 млн т, в том числе 58 млн т по категории Р<sub>1</sub>, 20 млн т по категории Р<sub>2</sub> и 30 млн т по категории Р<sub>3</sub> (см. табл. 86)

Руды Бакальского района открыты Петром Рябовым в 1756 г. и начали разрабатываться с 1757 г. С начала разработки в районе добыто около 200 млн т железных руд.

Изучению Бакальского железорудного района посвящены работы И.В.Мушкетова, А.Н.Заварицкого (1925 г.), А.Д.Архангельского (1925 г.), Д.В.Наливкина (1934 г.), А.Е.Малахова (1955, 1956, 1957 гг.), А.С.Варлакова (1960 г.), А.Л.Яницкого и О.П.Сергеева (1962 г.), З.В.Старостина (1959, 1962 гг.) и других исследователей.

В геологическом строении Бакальского рудного района (поля) принимают участие осадочно-метаморфические породы бурзянской и юматинской серий верхнего протерозоя [159]. В составе бурзянской серии выделяются саткинская ( $PR_2 s$ ) и бакальская ( $PR_2 b$ ) свиты, а в юматинской серии - зигальгинская ( $PR_2 zg$ ), зигазино-комаровская ( $PR_2 zk$ ) и авзянская ( $PR_2 av$ ) свиты (рис. 71).

Саткинская свита сложена преимущественно карбонатными породами: доломитами, мергелями, известково-глинистыми сланцами, известняками и доломитовыми известняками. К верхам свиты приурочены месторождения кристаллического магнезита (саткинская группа), к низам - сидеритовые руды (Ахтинское месторождение). Мощность отложений саткинской свиты 2300-2400 м.

Отложения бакальской свиты, согласно залегающие на саткинской свите, разделяются на две подсвиты - нижнюю ( $b_1$ ) и верхнюю ( $b_2$ ). Нижняя подсвита (макаровская пачка) сложена темно-серыми, черными и зеленоватыми хлорит-серицит-кварцевыми глинистыми филлитовидными сланцами и песчаниками. Мощность ее 450-650 м.

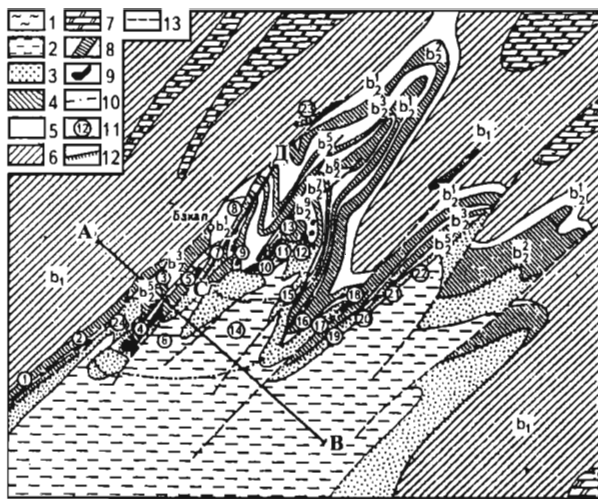
Верхняя (рудоносная) подсвита представлена чередованием карбонатных и сланцевых пород и расчленяется на десять пачек, пять из которых - березовская ( $b_2^1$ ), шуйдинская ( $b_2^3$ ), гаевская ( $b_2^5$ ), шиханская ( $b_2^7$ ) и верхне-бакальская ( $b_2^9$ ) представлены карбонатными породами, а пять - иркусская ( $b_2^2$ ), надшуйдинская ( $b_2^4$ ), надгаевская ( $b_2^6$ ), надшиханская ( $b_2^8$ ) и буландихинская ( $b_2^{10}$ ) - кварц-серицит-глинистыми сланцами и песчаниками. Мощность верхней подсвиты 1200 м.

На размытой поверхности бакальской свиты с угловым и стратиграфическим несогласием залегают породы зигальгинской свиты, сложенные кварцитами и кварцитовыми сланцами. В основании свиты наблюдаются линзовидные прослои конгломератов и аргиллитовидных сланцев мощностью до 30 м. Мощность кварцитов зигальгинской свиты 150-200 м.

В южной части района развиты отложения зигазино-комаровской свиты, представленные кварцево-глинистыми и глинистыми сланцами черного цвета мощностью до 800 м. В пределах железорудного района отложения зигазино-комаровской свиты заканчивают разрез верхнего протерозоя.

На протерозойских отложениях повсеместно развита кора выветривания, процесс образования которой начинался, вероятно, в мезозое и продолжается до наших дней. Мощность коры выветривания в зависимости от литологического состава пород и геологических условий колеблется от 2-3 до 350 м.

В районе широко развиты магматические породы, представленные многочисленными дайками и интрузивными залежами диабазов и габбро-диабазов. Дайки имеют большей частью северо-восточное простирание, падение крутое ( $70-90^\circ$ ), мощность колеблется от 1 до 2 м, достигая иногда 200 м. Интрузивные залежи, имеющие мощность до 20 м, по площади составляют до  $4 \text{ км}^2$ .



**A - В**

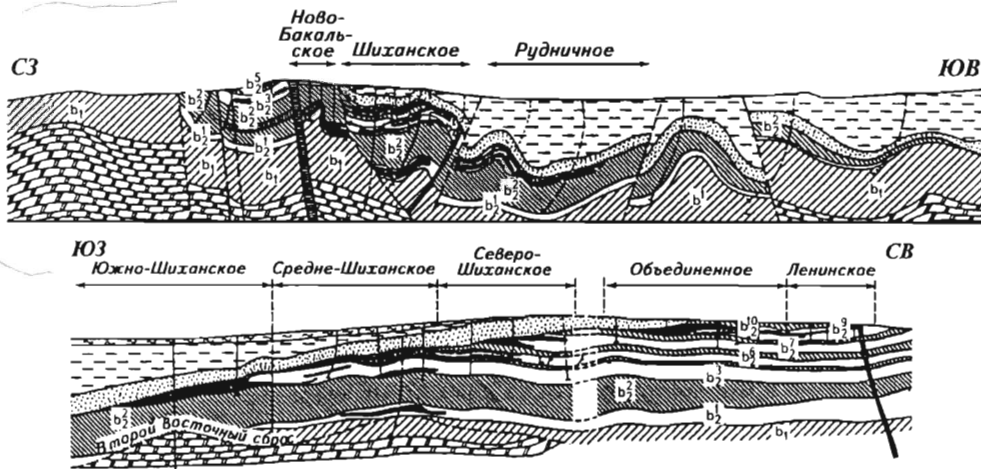


Рис. 71. Схематические геологическая карта и разрезы Бакальского рудного поля

1 - покровные отложения; 2 - сланцы зигзажно-комаровской свиты; 3 - кварциты зигальгинской свиты; 4 - сланцы верхней подсвиты бакальской свиты ( $b_2^2, b_2^4, b_2^6, b_2^8, b_2^{10}$ ); 5 - известняки и доломиты верхней подсвиты бакальской свиты: березовская пачка  $b_1^1$ , шуйдинская -  $b_1^3$ , гаевская -  $d_2^5$ , шиханская -  $b_2^7$ , верхнебакальская -  $b_2^9$ ; 6 - сланцы нижней бакальской свиты (макаровский горизонт) -  $v_1$ ; 7 - известняки и доломиты саткинской свиты; 8 - диабазы; 9 - железные руды; 10 - контуры "слепых" рудных залежей; 11 - железорудные месторождения, участки (цифры в кружках): 1 - Шуйдинское 2-2, 2 - Шуйдинское 1-е, 3 - Холодный Клюк, 4 - им.ОГПУ, 5 - Ново-Бакальское, 6 - Шиханское, 7 - Объединенное, 8 - Ленинское, 9 - Канатная Дорожка, 10 - Восточно-Буландихинское, 11 - Малобуландихинское, 12 - Восточное, 13 - Западное, 14 - Рудничное, 15 - Гаевское, 16 - Северо-Западный Иркускан, 17 - Александровское, 18 - Ивановское, 19 - Новоалександровское, 20 - Охрянное, 21 - Ельничное, 22 - Ельничное Большое, 23 - Нижне-Бакальское, 24 - Петлинское, 12 - линии трансгрессивного налегания; 13 - тектонические нарушения

Структура Бакальского рудного района отличается большой сложностью. Переслаивание благоприятных для процессов рудообразования карбонатных горизонтов со сланцевыми определило многоярусное расположение рудных тел. Тектоническими движениями рудный район разбит на серии смятых в складки крупных и мелких блоков, сдвинутых по тектоническим разломам относительно друг друга на сотни метров.

Основным структурным элементом Бакальского рудного района является Бакальская синклиналь шириной 8-12 км, осложненная складчатостью второго порядка. Среди них с запада на восток установлены: Шуйдинская антиклиналь, Петлинская синклиналь, Малошуйдинская антиклиналь, Шиханская синклиналь, Буландихинская антиклиналь, Буландихинская синклиналь, Малобуландихинская антиклиналь, Восточная синклиналь, Восточная антиклиналь, Рудничная синклиналь, Иркутская антиклиналь, Березовская синклиналь, Малосукинская антиклиналь. Складки второго порядка, в свою очередь, осложнены складчатостью третьего порядка с шириной складок от 40 до 80 м и амплитудой до 60-70 м.

Месторождения Бакальского железорудного района смыкаются и образуют одну обширную рудную полосу. Каждое месторождение включает, как правило, несколько рудных тел, расположенных в одном или нескольких стратиграфических горизонтах. Всего в районе известно более 200 рудных тел пластообразной, линзовидной, гнездообразной формы. Наиболее крупные пластообразные залежи достигают в плане 1,5-2,0 км<sup>2</sup> мощностью до 80 м. На месторождениях Бакальского района четко выражены литолого-стратиграфический и структурный контроль оруденения. Это проявляется в исключительной приуроченности руд к известняково-доломитовым пачкам, разделенным практически безрудными сланцевыми пачками, в локализации оруденения в структурах примыкания карбонатных пачек к поверхности углового межформационного несогласия и во влиянии дорудных тектонических разломов и дорудных диабазовых даек.

Генезис сидеритовых руд Бакальского железорудного района остается спорным.

Сторонники гипотезы осадочного происхождения руд (Д.В.Наливкин, М.И.Гарань, З.В.Старостин, А.Е.Малахов и др.) считают, что железистые карбонаты отлагались на дне водного бассейна в бакальскую эпоху в виде химических осадков совместно с карбонатами кальция и магния.

Сторонники гипотезы гидротермально-метасоматического образования сидеритовых руд (А.К.Заварицкий, Ю.И.Миропольский, А.А.Давыденко, О.П.Сергеев и др.) считают, что рудные залежи образовались в результате метасоматоза известняково-доломитовых пород железистыми карбонатами при воздействии гидротермальных растворов.

А.В.Анфимов высказал предположение о возникновении сидеритовых залежей метасоматическим путем при прохождении через карбонатные породы железистых рудных растворов, образовавшихся из седиментогенных вод, отжатых из слабожелезистых осадков при их литогенезе.

Происхождение бурожелезняковых и турьитовых руд в настоящее время трактуется всеми геологами однозначно. Они являются в основном продуктами выветривания сидеритовых руд в зоне окисления (плотные бурые железняки и турьиты) и последующего переотложения рудного вещества вадозными водами (кавернозно-натечные руды). Несомненно, что часть бурожелезняковых руд возникла за счет метасоматоза доломитов, сланцев, кварцитов и диабазов под воздействием железистых вадозных вод в коре выветривания. Часть охристых руд произошла за счет химического вывет-

ривания диабазов, железистых карбонатов (анкеритов, железистых доломитов).

Технология подготовки руд Бакальского железорудного района к металлургическому переделу заключается в дроблении бурых железняков до крупности +10...-100 мм и их классификации. Кусковая руда идет в доменный передел, а рудная мелочь подвергается агломерации. Сидеритовые руды также подвергаются дроблению и грохочению, рудная мелочь - агломерации, а кусковой сидерит поступает на обжиг-обоганительную фабрику, состоящую из 17 обжиговых печей и комплекса сухой магнитной сепарации.

Все месторождения за исключением Шиханского разрабатываются открытым способом Бакальским рудоуправлением (табл. 90), в состав которого входят рудоподготовительный комплекс, обжиг-обоганительная и агломерационная фабрики.

Большая часть руд отправляется на Челябинский металлургический комбинат, значительно меньше - на Саткинский и Ашинский заводы.

Кроме железных руд в пределах Бакальского железорудного района разведаны запасы металлургических кварцитов в количестве 150 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> (Буландихинское, Рудничное, Успенское, северо-западный склон г.Иркускан), потребителями которых являются Челябинский металлургический комбинат, Актюбинский ферросплавный и другие заводы.

Ниже приводится краткая характеристика наиболее крупных по запасам месторождений Бакальского железорудного района, отражающих общее представление о геологическом строении, морфологии рудных тел, их минеральном и химическом составе.

### *Ново-Бакальское месторождение*

Ново-Бакальское месторождение, открытое в 1953 г., - одно из крупнейших месторождений Бакальского железорудного района. Оно находится в 3-4 км южнее железнодорожной станции Бакал. С юго-востока к Ново-Бакальскому месторождению примыкает Шиханское месторождение сидеритов, с юго-запада - месторождение им. ОГПУ (см. рис. 71).

Месторождение располагается в ядре Малошуйдинской антиклинали в сильно складчатой зоне. В строении месторождения принимают участие метаморфизованные, осадочные, контактово-метаморфические, интрузивные породы и продукты коры выветривания. Преобладающее развитие имеют осадочные породы, относящиеся к зигальгинской и бакальской свитам. Породы зигальгинской свиты представлены мелкозернистыми кварцитами

Таблица 90  
Основные технико-экономические показатели  
работы Бакальского РУ

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	4,6	2,8
Содержание железа в сырой руде, %	34,18	35,29
Производство товарной руды, млн т	3,7	2,5
Производство концентрата, млн т	0,8	0,4
Содержание железа, %:		
в товарной руде	38,18	39,25
в концентрате	50,29	49,29
Себестоимость 1 т, р.:		
сырой руды	6,61	3230,95
товарной руды	6,61	10477,17
концентрата	19,57	10496,25

светло-серого цвета. Ниже кварцитов залегает слой переотложенных пород-конгломератов и аргиллитовидных сланцев. Мощность слоя невыдержанная и колеблется от 0 до 60 м. Из 11 пачек бакальской свиты на месторождении сохранились три: макаровская ( $b_1$ ), березовская ( $b_2^1$ ) и иркусканская ( $b_2^2$ ).

Иркусканская пачка сложена углисто-кварцево-глинистыми и филлитовидными сланцами черного цвета. Ее мощность увеличивается с северо-востока на юго-запад и колеблется от 240 до 330 м. Сланцы иркусканской пачки разделяют рудные залежи месторождения им. ОГПУ и залегают согласно на карбонатных породах березовской пачки.

Березовская пачка, которая включает в себя Ново-Бакальское месторождение, сложена карбонатными породами: доломитами, известняками, сидеритами, в зоне окисления переходящими в бурые железняки. В пределах месторождения преобладают сидериты, располагающиеся в центральной части, на периферии они сменяются доломитами и известняками. Для карбонатов этой пачки характерны червяковые и полосчатые текстуры при очень редком развитии массивных разновидностей. Среди карбонатных слоев встречаются линзовидные прослои углисто-глинистых сланцев мощностью до 5 м. Мощность пород березовской пачки постепенно уменьшается с северо-востока на юго-запад от 120 до 20 м.

Макарьевская пачка подстилает рудоносную березовскую пачку. Она представлена углисто-кварцево-глинистыми и филлитовидными сланцами. В верхней части пачки отмечаются линзовидные тела филлит-карбонатной породы червяковой структуры. Мощность толщи на месторождении не установлена, так как она является самой древней и вскрыта скважинами только верхняя ее часть.

Интрузивные породы представлены секущими и пластообразными телами диабазов, которые подвергнуты сильному метаморфизму, выраженному в серпентинизации, хлоритизации, отальковании. Секущие дайки ориентированы в северо-восточном и меридиональном направлениях. Мощная диабазовая дайка (в среднем 50-60 м) проходит вдоль первого западного сброса и является западной границей Ново-Бакальской залежи.

Разрывная тектоника на месторождении подчеркивается секущими телами диабазов, смещениями и зонами брекчирования. Наиболее крупным разрывным нарушением, влияющим на структуру месторождения, является юго-восточный разлом, разделяющий Ново-Бакальское и Шиханское месторождения. Его простираение северо-восточное (под углом  $40^\circ$ ), падение на юго-восток ( $80-85^\circ$ ). Более мелкие тектонические нарушения образуют целую сеть трещин, разбивающих рудную залежь на серию блоков, смещенных по вертикали и в плане по отношению друг к другу.

Залежь Ново-Бакальского месторождения приурочена к карбонатному пласту березовской пачки, сложена сидеритами и бурыми железняками. Форма и строение рудной залежи контролируется формой и условиями залегания карбонатного пласта. Размер рудной залежи по простираению 2700 м, по падению до 450 м, мощность колеблется от 5 до 110 м. Форма Ново-Бакальской залежи - пластовая. Контакты сидеритов со сланцами и доломитами обычно резкие, согласные, хотя с доломитами встречаются постепенные переходы, когда границы между породами определяются с помощью химических анализов. Внутреннее строение рудного тела зависит от строения карбонатного пласта. Неравномерность замещения карбонатных толщ приводит к образованию в них рудных тел сложной формы, с останцами незамещенных пород и к образованию сложных метасоматических контак-

тов между рудами и доломитами. Кроме доломитов среди рудного пласта фиксируются прослойки углисто-кварцево-глинистых сланцев, которые полностью повторяют конфигурацию складок для вмещающей пачки. Форма рудного тела, сложенного бурыми железняками, в общем сохраняет пластобразный характер, но она значительно усложнена в кровле и подошве тела, где бурые железняки подверглись размыву и имеют глубокие карманы и гнезда, выполненные безрудным материалом.

По физическому составу и физическим свойствам руды Ново-Бакальского месторождения разделяются на первичные сидериты, полуокисленные сидериты и окисленные руды - бурые железняки.

**Сидеритовые руды** серого и желтовато-серого цвета, мелко- и среднезернистой структуры, отдельные зерна которой ограничены плоскостями спайности и имеют стеклянный блеск. Текстура сидеритов массивная, встречается прожилковая, червячковая и полосчатая.

Основным рудным минералом является сидероплезит; нерудные - доломит, анкерит, магнезит, барит и др. Содержание железа в сидеритах колеблется от 25 до 35%. Преобладают руды с содержанием железа 30-33%. Сера в сидеритовых рудах связана с пиритом и баритом, содержание ее колеблется от сотых долей до 6-7%. Содержание фосфора довольно постоянное и колеблется от тысячных до сотых долей процента. Минералогическая форма нахождения фосфора не установлена. Потери при прокаливании составляют 25-40% от массы руды, при этом они уменьшаются с увеличением содержания железа.

Подавляющая часть п.п.п. приходится на долю углекислого газа, незначительная - на серу.

Согласно техническим условиям сидеритовые руды с содержанием железа более 25% относятся к балансовым, при содержании от 20 до 25% - к забалансовым. Средний химический состав сидеритовых руд в пределах контуров подсчета балансовых запасов рудной залежи по категориям достаточно стабилен (табл. 91).

**Бурые железняки** развиты в зоне окисления первичных сидеритовых руд, глубина которой на месторождении колеблется от 2 до 200 м. Обычно в железняках присутствуют три рудных минерала: гетит, гидрогетит (лимонит) и гидрогематит (турьит). Они слагают от 60 до 80% рудной массы, остальные 20-40% приходятся на долю безрудных включений - кварца и глинистых материалов. В небольших количествах в рудах встречаются слюда, хлорит, доломит, анкерит, барит и т.д.

По химическому составу и физическим свойствам на месторождении выделяются три типа бурых железняков: плотные тонкопористые, канвернозно-натечные и охристо-глинистые.

**Плотные бурые железняки** представляют собой однородный тонкопористый агрегат гидрогетита с редкими, точечными включениями кальцита. Они сохраняют текстурные особенности сидерита, а в нижних слоях на контакте с сидеритами - и их структуру. Большой частью бурый железняк - трещиноватый с характерной ромбической отдельностью.

Таблица 91  
Химический состав сидеритовых руд  
Ново-Бакальского месторождения

Категория запасов	Среднее содержание, %				
	Fe	P	S	SiO <sub>2</sub>	П.п.п.
В	33,06	0,011	0,068	1,58	34,98
C <sub>1</sub>	31,96	0,012	0,064	1,88	35,39
В+C <sub>1</sub>	32,41	0,012	0,066	1,76	35,22



*Кавернозно-натечные бурые железняки* имеют ограниченное распространение на месторождении. Они представляют собой ноздреватые образования с послонным расположением каверн и пустот. Твердая часть представлена гидрогетитом, обычно переходящим по мере приближения к кавернам в гетит. Гетит образует тонкие корочки и натечи, реже мелкие сталактиты. Каверны большей частью пустые, иногда они заполнены охристо-глинистым материалом.

*Охристо-глинистые бурые железняки* развиты преимущественно в верхней части рудной залежи. Эта разновидность также имеет ограниченное развитие и почти полностью отработана.

Таблица 92  
Химический состав бурых железняков  
Ново-Бакальского месторождения

Категория запасов	Среднее содержание, %				
	Fe	P	S	SiO <sub>2</sub>	П.л.п.
В	43,91	0,110	0,010	13,09	12,12
C <sub>1</sub>	44,59	0,100	0,014	12,97	8,54
В+C <sub>1</sub>	44,29	0,104	0,012	13,02	11,07

Содержание железа в бурых железняках колеблется от 20 до 58%. На контакте с сидеритами в бурых железняках отмечается понижение содержания CaO и MgO, т.е. они представляют собой полуокисленные сидериты, имеющие весьма ограниченное распространение. Кремнезем и глинозем являются основной безрудной составляющей бурых железняков и представлены кварцем (табл. 92) и глинистым материалом.

В пределах Ново-Бакальского месторождения выделяются два основных водоносных горизонта - в делювиальных отложениях и карбонатных породах. Водоносный горизонт в делювиальных отложениях имеет небольшую мощность с удельным дебитом 1,5 м<sup>3</sup>/ч, коэффициент фильтрации от 0,2 до 12,4 м/сут, минерализация вод в среднем составляет 370 мг/л и не превышает 500-600 мг/л. Сланцы и кварциты слабодоносные и практически безводные, диабазовые пластовые залежи и дайки играют роль водоупоров.

Основную роль на обводненность карьера оказывают атмосферные осадки, выпадающие на его территории и в непосредственной близости. Максимальный водоприток в карьер в период весеннего снеготаяния и после обильных дождей может достигнуть 300-350 м<sup>3</sup>/ч.

Обогащение сидеритовых руд Ново-Бакальского месторождения осуществляется по принятой схеме на дробильно-обогащительном комплексе Бакальского РУ.

Запасы железных руд месторождения подсчитаны в соответствии с условиями.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	25
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2
<i>Содержание железа в сидеритовых рудах, отнесенных к забалансовым, %</i>	20-25

Запасы месторождения утверждены в ГКЗ СССР в 1957 г. по категориям В - 77,9 млн т, C<sub>1</sub> - 116,4 млн т и C<sub>2</sub> - 4,9 млн т, в том числе по категориям В+C<sub>1</sub> 10,1 млн т бурых железняков.

По состоянию на 01.01.1995 г. запасы сидеритовых руд учтены Государственным балансом в количестве 74,7 млн т по категориям В+C<sub>1</sub>, запасы бурых железняков отработаны практически полностью.

Уровень добычи сидеритовых руд из недр Ново-Бакальского месторождения в 1994 г. снизился до 0,8 млн т против 1,9 млн т в 1990 г.

## Петлинское месторождение

Петлинское месторождение железных руд находится в 5 км к юго-западу от железнодорожной станции Бакал и граничит с юго-востока с месторождениями им. ОГПУ и Ново-Бакальским, с северо-запада ограничено выходами на поверхность доломитов шуйдинской пачки ( $b_2^3$ ).

Месторождение сложено осадочно-метаморфическими породами бакальской, зигальгинской и зигазино-комаровской свит верхнего протерозоя, образующих Петлинскую синклиналь северо-восточного простирания. Ось синклинали погружается на юго-запад под углом  $10-13^\circ$ , размах крыльев складки достигает 800 м, углы падения крыльев  $40-50^\circ$ .

Продуктивная бакальская свита представлена переслаиванием карбонатных пород с кварцево-глинистыми сланцами. Кварциты зигальгинской и песчано-глинистые сланцы зигазино-комаровской свит с несогласием и разрывом залегают на бакальской свите. Коренные породы перекрыты кварцитовым делювием мощностью до 20-30 м и рудничными отвалами горных пород мощностью до 35 м. Общая мощность вскрышных пород достигает в центральной части месторождения 220 м.

Руды месторождения сложены бурыми железняками и сидеритами, которые локализируются в двух карбонатных пачках бакальской свиты - шуйдинской ( $b_2^3$ ) и гаевской ( $b_2^5$ ), разделенных надшуйдинской ( $b_2^4$ ) пачкой сланцев мощностью от 20 до 90 м.

Основная рудовмещающая толща доломитов имеет протяженность по простиранию около 1 км и мощность до 130 м. Всего на месторождении выявлено 12 рудных тел, 10 из них приурочены к шуйдинской и 2 к гаевской пачкам. Они залегают одно под другим, разделяясь прослоями глин и сланцев мощностью от 1 до 20-40 м,

а также телами диабазов мощностью до 30 м. Глубина залегания рудных тел изменяется от 6 м на выходах шуйдинской пачки до 350 м в ядре синклинали. Большая часть подсчитанных запасов (96%) находится в пяти рудных телах I-V (табл. 93), в том числе 50% в наиболее крупном рудном теле II, которое имеет в плане сложную изометричную форму (с "языками" и безрудными окнами).

Наиболее мощные рудные тела залегают в западном крыле синклинали и выходят под наносы. Они имеют пластово-линзовидную форму, сложные очертания в плане и расщепляются на флангах. Контакты бурых железняков с вмещающими их глинами нечеткие. Длина рудных тел по простиранию от 60 до 840 м, по падению - от 40 до 560 м. Мощность их изменяется от 2 до 63 м, в среднем - от 4 до 24 м.

Зона окисления на месторождении распространяется до 350 м от поверхности. Руды месторождения представлены в основном бурыми железняками, являющимися продуктом окисления сидеритов, и в незначительной степени - сидеритами. Последние залегают на большой глубине, местами сменяя по падению бурые железняки. Среди бурых железняков преобладают глинистые и охристо-глинистые разновидности. Рудные минералы в них представлены гидрогетитом, гетитом, лепидокрокитом.

Таблица 93

**Основные параметры рудных тел  
Петлинского месторождения**

Рудное тело	Глубина залегания, м	Длина, м		Средняя мощность, м
		по простиранию	по падению	
I	14-280	340	560	18
II	2-530	720	560	24
III	14-320	560	500	13
IV	30-260	220	370	9
V	0-235	840	190	11

Содержание железа в бурых железняках изменяется от 30 до 55%. Среднее содержание других компонентов, %: MnO - 0,5-2,08; SiO<sub>2</sub> - 12,92; CaO - 1,24; MgO - 1,23; P - 0,058; S - 0,08; п.п.п. - 11,32. Средняя влажность руд 17,7%.

Гидрогеологические условия обработки месторождения средней сложности и определяются наличием подземных вод во всех толщах пород, слагающих месторождение. Наиболее водообильными являются известняки и доломиты с прослоями сланцев. Питание подземных вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков.

По ориентировочным расчетам максимальные возможные притоки воды в карьер оцениваются в 124 м<sup>3</sup>/ч и в шахты - 100 м<sup>3</sup>/ч с возможным кратковременным их увеличением при вскрытии карстовых полостей.

Техническое водоснабжение рудника возможно за счет подземных вод, откачиваемых при осушении горных выработок и из гидрогеологических скважин.

Горно-технические условия обработки сложные. Висячем боку рудной зоны располагаются интенсивно раздробленные трещиноватые породы, среди бурых железняков преобладают рыхлые разности, морфология рудных тел сложная.

Обогащение бурых железняков Петлинского месторождения осуществляется по принятой схеме на дробильно-обогательном комплексе Бакальского РУ. Кондиции для подсчета запасов бурых железняков утверждены ГКЗ СССР в 1967 г. (протокол 311-к).

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	30
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	30
<i>Минимальная мощность рудных тел, м:</i>	
<i>для открытой добычи</i>	2
<i>для подземной добычи</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2
<i>Статистически подсчитать запасы:</i>	
<i>руд с содержанием железа, %:</i>	
<i>рядовых</i>	30-45
<i>богатых</i>	> 45
<i>малофосфористых руд с содержанием фосфора на 1% железа, %</i>	< 0,00035
<i>Запасы сидеритовых руд отнести к забалансовым.</i>	

Подсчитанные запасы были утверждены в 1967 г. (табл. 94).

Таблица 94

**Характеристика запасов железных руд Петлинского месторождения**

Категория запасов	Запасы руды, тыс.т		Среднее содержание, %		
	сырой	сухой	Fe <sub>общ</sub>	P	S
Балансовые бурые железняки					
В	8895	7116	46,49	0,070	0,069
C <sub>1</sub>	18599	14878	45,23	0,057	0,092
C <sub>2</sub>	1838	1471	42,48	0,054	0,106
Забалансовые сидериты					
В	524	524	31,57	0,014	0,798
C <sub>1</sub>	2608	2608	28,57	0,012	0,740

Петлинское месторождение в связи с небольшими запасами имеет подсобное значение для Бакальского рудоуправления. Его разработка начата в 1967 г. и осуществляется открытым и частично подземным способами.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтены запасы бурых железняков в количестве 16,1 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub> и 1,0 млн т категории С<sub>2</sub>.

Уровень добычи бурых железняков из недр Петлинского месторождения в 1994 г. составил 0,7 млн т против 0,78 млн т в 1990 г.

### *Шиханское месторождение*

Шиханское месторождение сидеритовых руд расположено в Саткинском административном районе и охватывает северо-восточный склон г.Шуйды и юго-западный склон г.Буландиха (см.рис. 71). Открыто оно в 1950 г. при разведке глубоких горизонтов месторождения им.ОГПУ.

В геологическом строении месторождения принимают участие осадочно-метаморфические отложения бакальской, зигальгинской и зигазино-комаровской свит бурзянской и юматинской серий верхнего протерозоя. Продуктивной является бакальская свита, подразделяющаяся на две подсвиты, - нижнюю (b<sub>1</sub>) сланцевую и верхнюю (b<sub>2</sub>) карбонатную. В составе верхней подсвиты установлены (снизу вверх): березовская (b<sub>2</sub><sup>1</sup>), иркутская (b<sub>2</sub><sup>2</sup>), шуйдинская (b<sub>2</sub><sup>3</sup>), гаевская (b<sub>2</sub><sup>5</sup>), шиханская (b<sub>2</sub><sup>7</sup>) и верхнебакальская (b<sub>2</sub><sup>9</sup>) пачки.

В структурном плане месторождение приурочено к Шиханской синклинали и крыльям сопряженных с ней антиклинальных складок - Буландихинской и Мало-Шуйдинской, а также к зоне трансгрессивного перекрытия кварцитами зигальгинской свиты карбонатных отложений бакальской свиты. Оно прослежено по простиранию на расстоянии 3 км при ширине 0,6 км.

Всего на месторождении выявлено 15 рудных тел, которые локализируются в основном в шиханской, гаевской и шуйдинской пачках, не имеют выходов под наносы делювиальных отложений и залегают на глубине от 100 до 350 м, погружаясь в юго-западном направлении. Свыше 90% всех запасов сосредоточено в четырех основных рудных телах пластообразной формы с размерами по простиранию 700-900 м, по ширине 400-600 м при мощности от 6 до 30 м.

Залежи Шиханского месторождения сложены исключительно сидеритовыми рудами, на 90-98% состоящими из магнезиального железистого карбоната переменного состава (сидероплезит, пистомезит или мезитит). Зона окисления на месторождении отсутствует.

Содержание железа в кондиционных рудах по блокам и рудным телам колеблется от 25 до 33%, серы от 0,4 до 1,0%. В целом среднее содержание в рудах железа составляет 28,4% на Южном участке и 32,5% на Северном, серы соответственно - 1,15 и 0,71%, оксида кальция - 2,48 и 2,57%, оксида магния - 14,96 и 12,38%, оксида марганца - 1,1 и 1,1%. Руды характеризуются высокой основностью и легкой восстановимостью. Руды Северного участка по своему качеству могут использоваться в металлургии после дробления и классификации без предварительного обогащения. Большая часть руд Шиханского месторождения в сыром виде не отвечает действующим техническим условиям на поставку Челябинскому металлургическому заводу

и перерабатывается на обжиго-обогащительной фабрике по принятой схеме для Бакальского железорудного района.

Гидрогеологические условия отработки месторождения простые и определяются наличием подземных вод в покрывающих делювиальных отложениях, а также вод трещинного и частично карстового типа в сланцево-карбонатной толще. По ориентировочным подсчетам возможные притоки воды в шахту оцениваются в  $120 \text{ м}^3/\text{ч}$  с возможным кратковременным увеличением до  $250\text{-}260 \text{ м}^3/\text{ч}$  при вскрытии карстовых полостей. При подходе к зонам тектонических нарушений и карстовым полостям необходимы мероприятия от возможного прорыва воды.

Для подсчета запасов сидеритовых руд Шиханского месторождения приняты кондиции, утвержденные Госпланом СССР (протокол 104 от 10 марта 1959 г.).

<i>Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	25
<i>То же для руд, затронутых выветриванием, %</i>	30
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2

Запасы сидеритовых руд впервые утверждены ГКЗ СССР по Северному участку в 1959 г. (протокол 2637), по Южному участку в 1963 г. (протокол 4164) по категориям А+В - 46,8 млн т, А+В+С<sub>1</sub> - 177,8 млн т и С<sub>2</sub> - 51,4 млн т.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом запасы Шиханского месторождения с учетом разведанного Среднего участка оцениваются в 394,3 млн т, в том числе по категориям А+В - 80,7 млн т, С<sub>1</sub> - 220,4 млн т и С<sub>2</sub> - 93,2 млн т.

Часть рудных тел шиханской пачки Северного участка Шиханского месторождения, залегающих вблизи от дневной поверхности, обрабатывается Ново-Бакальским и Сидеритовым карьерами. Основные запасы руд находятся на больших глубинах и обрабатываются подземным способом шахтой "Сидеритовой" с проектной производительностью 1,8 млн т руды в год.

Уровень добычи сидеритовых руд Шиханского месторождения в 1993 г. снизился до 0,3 млн т против 0,75 млн т в 1990 г. Обеспеченность шахты балансовыми запасами очень высокая.

### **5.2.2. Магнитогорский железорудный район**

Район расположен в восточной части Магнитогорского мегасинклинария от широты г. Верхнетурьинска на севере до административной границы Челябинской области на юге.

В районе известны шесть месторождений, три из которых (Магнитогорское, Малый Куйбас, Теченское) представлены коренными скарно-магнетитовыми рудами (кустанайский ГПТ) и три - валунчатыми рудами (Восточное, Северо-Западное, Подотвальное). Месторождения Магнитогорское, Малый Куйбас обрабатываются открытым способом, Восточное находится во временной консервации, остальные месторождения - в резерве. Разведанные запасы по сумме категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> оцениваются в 144,9 млн т, из них 133,7 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub> (см. табл. 86, 87). Разработка месторождений осуществляется Горным управлением Магнито-

горского металлургического комбината с годовой проектной производительностью 5,6 млн т, фактической за 1990 г. - 2,6 млн т и за 1993 г. - 1,1 млн т. Руды перерабатываются на обогатительных фабриках комбината по схеме сухой и мокрой магнитной сепарации, россыпные валунчатые руды подвергаются промывке. За счет собственных и привозных руд комбинатом в 1990 г. произведено 1,5 млн т товарной руды, в 1993 г. - 0,83 млн т. Обеспеченность запасами карьеров Магнитогорского комбината по проектной производительности колеблется от нескольких месяцев по месторождению Восточное до 8 лет по месторождению Малый Куйбас. Металлургический комбинат работает практически полностью на привозном сырье.

Повышение обеспеченности разведанными запасами возможно за счет геологоразведочных работ на перспективных площадях, прогнозные ресурсы которых оцениваются в 380 млн т, в том числе в районе разрабатываемого месторождения Малый Куйбас - 75 млн т, резервного разведанного месторождения Теченского - 50 млн т и на новых перспективных участках - Богдановском, Кульмяковском - и Степнинской площади соответственно 160, 50 и 45 млн т (см. табл. 88).

Геологическое строение района описано в работах Л.С.Либровича (1936), П.В.Струве (1959) и в отчетах Уральского геологического управления по результатам геологического изучения территории (В.В.Потапьев, Г.И.Чайко, Ю.С.Емельянов, К.П.Плюснин и др.).

Вулканогенные образования района представлены отложениями карамальташской ( $D_1-D_2$ ), улугауской ( $D_2$ ), колтубанской ( $D_3$ ), зилаирской ( $D_3-C_1$ ), березовской ( $C_1t-V$ ) и кизильской ( $C_1V-n$ ) свит. Они слагают ряд чередующихся меридионально вытянутых складок второго порядка - брахиантиклиналей (Магнитогорскую, Обручевскую) и синклиналей (Агаповскую, Браиловскую и др.). В ядерных частях антиклиналей второго порядка располагаются гранитоидные интрузии.

Интрузивные породы представлены гранитоидами габбровой формации и образуют два разновозрастных комплекса - среднедевонский и раннекаменноугольный. Большинство контактово-метасоматических месторождений и рудопроявлений железа связаны с гранитоидными массивами раннекаменноугольного комплекса, располагаясь в отложениях березовской свиты. Рудные тела находятся либо непосредственно в контакте с гранитоидами (месторождение Малый Куйбас), либо в пределах экзоконтактов массивов (Магнитогорское месторождение).

Месторождения железорудного района (Магнитогорское, Малый Куйбас, Восточное - временно законсервировано) разрабатываются горнорудным предприятием Магнитогорского металлургического комбината открытым способом (табл. 95).

Полученная товарная руда подвергается агломерации и полностью потребляется Магнитогорским металлургическим комбинатом.

Таблица 95

**Основные технико-экономические показатели работы Магнитогорского металлургического комбината**

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	2,6	1,1
Содержание железа в сырой руде, %	29,6	36,1
Производство товарной руды, млн т	0,8	0,83
Содержание железа в товарной руде, %	58,8	64,6
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	3,16	1714
товарной	15,5	6374

## *Магнитогорское месторождение*

Месторождение находится на восточном склоне Южного Урала, на з. Магнитной около г. Магнитогорска и известно с 1747 г. Первая геологическая карта месторождения составлена Н.И.Антиповым в середине XIX в., первое геологическое описание опубликовано Н.А.Морозевичем в 1901 г. С 1912 по 1935 г. геологическое изучение и детальная разведка месторождения проведены под руководством А.Н.Заварицкого. Последующие геологоразведочные работы, завершившиеся утверждением запасов руд в ГКЗ СССР в 1953 г., осуществлены Уральским геологическим управлением.

Месторождение приурочено к сводовой части Магнитогорской антиклинали, сложенной осадочными и вулканогенными породами верхнего девона - нижнего карбона, прорванными гранитоидной интрузией и дайками разнообразного состава. Восточное крыло антиклинали срезано сбросо-сдвигом, по которому отложения верхнего девона - нижнего карбона приведены в соприкосновение с известняками намюрского яруса, слагающими Агаповскую антиклиналь.

В северной части территории расположена интрузия гранитоидов неправильной формы в плане и сложного петрографического состава с постепенными переходами от основных к кислым разностям. В южном экзоконтакте интрузивного массива (на расстоянии 0,5-0,7 км от границы интрузива) среди метаморфизованных осадочных и вулканогенных пород расположено Магнитогорское месторождение, вскрытое и практически полностью отработанное Главным и Дальним карьерами (рис. 72). К западу от Главного карьера рудовмещающая толща перекрывается вулканогенно-осадочными брекчиями, диабазами, диабазовыми порфиритами и туфами.

Месторождение было сложено двумя пластообразными рудными залежами, расположенными на западном и восточном склонах з. Атач-Магнитная и вскрытыми соответственно Главным и Дальним карьерами. Залежи имели сложное строение, включали безрудные прослои и рассекались значительным количеством крутопадающих даек диоритов и кератофиров мощностью от 0,5 до 50 м. Кроме того, залежи системой меридиональных и широтных пострудных сбросов расчленялись на отдельные блоки.

В пределах Главного карьера руды слагали крупную пластообразную залежь, вытянутую в северо-западном направлении. Всячий бок залежи и породы кровли эродированы. Лежащий бок залежи в ее восточной части имеет согласное с вмещающими породами падение на запад под углом 15-20°, а в восточной - образует полого секущий контакт с подстилающими мраморизованными известняками с падением на восток под углом 10-15°. В пределах Дальнего карьера выделялось несколько пластообразных рудных тел магнетитовых руд, разделенных между собой прослоями роговиков и скарнов. Мощность отдельных рудных тел, слагающих залежи, не превышала 30 м, а размеры в плане 400x600 м.

Рудные залежи сложены первичными магнетитовыми и окисленными мартитовыми рудами. Глубина зоны окисления достигала 70 м и в среднем составляла 22,6 м. Руды зоны окисления отличались низким содержанием серы (менее 0,3%), тогда как в первичных рудах оно достигало 1-2% и более.

В рудах Магнитогорского месторождения установлено более 40 минералов, главными из которых являются магнетит и гранат ряда гроссуляр-андрадит; широко распространены пирит, клинопироксены, кальцит, гетит; часто, но не в значительных количествах встречаются гематит, мушкетовит, роговая обманка; редко - галенит, сидерит, сфен и др.

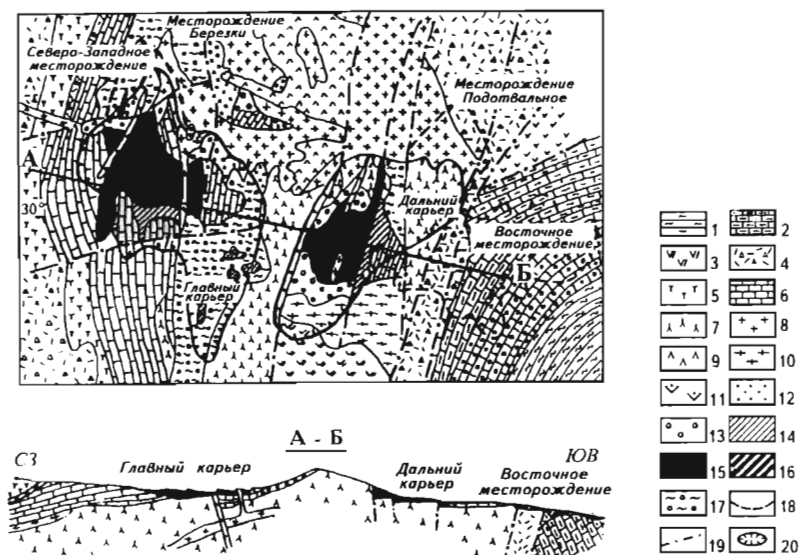


Рис. 72. Схематическая геологическая карта и разрез Магнитогорского месторождения

1 - тонкослоистые алевролиты, мергели; 2 - известняки слоистые и обломочные; 3 - палеобазальты и базальтовые порфириды; 4 - туфобрекчии; 5 - микропорфириды, диабазовые порфириды; 6 - известняки, мраморы; 7 - плагиоклазовые и пироксен-плагиоклазовые порфириды; 8 - граниты; 9 - диориты и гранодиориты; 10 - микрограниты и гранит-порфиры; 11 - микродиориты и диабазы; 12 - полевошпатовые и пироксен-полевошпатовые роговики; 13 - скарны; 14 - маргитовые и полумаргитовые руды; 15 - магнетитовые руды; 16 - россыпные маргитовые и полумаргитовые руды; 17 - дезинтегрированные скарны; 18 - контур развития валунчатых руд; 19 - тектонические нарушения; 20 - карьеры

Богатые руды залегают в основном в нижней части залежи, где они составляют 70-80% объема, а бедные - в верхней.

Кроме первичных и окисленных руд на месторождении выделяются валунчатые руды, средняя мощность которых около 8 м при максимальной 28 м. Качество валунчатых руд определяется выходом концентрата из рудной массы. При выходе его менее 25%, делювиальные отложения считаются безрудными.

Средний химический состав руд месторождения представлен следующими компонентами, %: Fe - 27,0-69,8 (в среднем 48,6); S - 0,01-8,6 (1,98); P - 0,001-0,4 (0,04); SiO<sub>2</sub> - 0,3-36,2 (8,3); CaO - 0,02-26,1 (12,8); MgO - следы-3,18 (1,02); MnO - 0,01-0,26 (0,08).

Магнитогорское месторождение, подобно Малому Куйбасу, Гороблагодатскому, Высокогорскому и другим, по мнению большинства исследователей относится к типичным скарновым, контактово-метасоматическим, образование которого связано с внедрением гранитоидов Магнитогорского массива. Формирование скарнов и руд, являющихся продуктом воздействия постмагматических растворов, происходило после становления гранитоидных интрузий и жильных пород, с ними связанных.

Г.И.Чайко (1974) источником железа для формирования рудно-скарновых гранитов Магнитогорского месторождения считает процессы орого-викования вмещающих пород основного состава под влиянием гранитных интрузий, а также ассимиляции вмещающих пород активными магматиче-



скими растворами, которые мобилизуют железо из пород и становятся рудоформирующими растворами.

К.П.Плюснин (1976) рудообразование Магнитогорского месторождения связывает с самыми ранними интрузивными формациями (преимущественно габбро-диабазами), которые имеют основной состав и не несут признаков дифференциации. Гранитоиды магнитогорского комплекса являются субвулканическими образованиями, типичными для более поздних приповерхностных магматических тел, которые не создали, а разрушили ранее созданные магнетитовые залежи. Формирование магнетитовых руд, по его мнению, занимает определенное место в эволюции вулканоструктуры и перспективными могут быть магматические комплексы, где гранитоидов в разрезе мало и они не разрушают рудные тела.

По мнению В.П.Бухарева, А.Ф.Гончарука, Ю.М.Стебновской (1978) в пределах Магнитогорского месторождения рудовмещающая вулканогенно-осадочная толща подверглась главным образом термальному метаморфизму и современный состав того или иного слоя или горизонта обусловлен первичным составом, но не привнесом и метаморфическим замещением. В противном случае состав рудовмещающей толщи должен выравниваться, а стратиформность не может быть отчетливой. Выклинивание рудно-скарновых залежей в сторону известняков (мраморов) по их мнению обусловлено сменой вулканогенно-осадочных фаций осадочными.

В связи с большим разнообразием типов руд на Магнитогорском месторождении (коренные и россыпные, высокосернистые и малосернистые) отработка и технология их подготовки к металлургическому переделу осуществляется селективно.

Богатые окисленные руды подвергаются только дроблению, образующаяся при этом мелочь, а также мелочь от промывки валунчатых руд поступает на агломерацию. Бедные окисленные руды подвергаются обогащению на отсадочных машинах с последующей агломерацией мелких фракций концентрата.

Первичные руды, даже богатые, вследствие высокого содержания серы подлежат обессериванию. Для этого они подвергаются мелкому дроблению, магнитной сепарации и агломерации. Выход концентратов и содержание железа в них приведены в табл. 96.

Таблица 96

Показатели обогащения отдельных разновидностей руд

Показатели	Руды				
	богатые окисленные	бедные окисленные	россыпные	богатые сернистые	бедные сернистые
Выход концентрата, %	95,8	47,0	34,0	93,3	48,0
Содержание железа в концентрате, %	60,2	58,9	58,0	59,2	62,9

Запасы руд Магнитогорского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1953 г. в количестве 268,3 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>, в том числе 198,7 млн т по категориям А+В.

Магнитогорское месторождение обрабатывается Магнитогорским металлургическим комбинатом открытым способом с 1929 г. За время отработки извлечено из недр около 550 млн т железных руд. В настоящее время месторождение практически отработано.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтено 7,9 млн т железной руды. Уровень добычи в 1993 г. снизился до 0,3 млн т против 0,338 млн т в 1990 г.

### *Месторождение г.Малый Куйбас*

Месторождение находится в Агаповском районе в 18 км северо-восточнее г.Магнитогорска. Оно известно с прошлого столетия, разведывалось с 1930 г в основном в 1945-1960 гг. Разведка магнетитового оруденения на глубоких горизонтах (до 900 м) возобновилась в 1965 г. и завершилась в 1975 г. Залежи валунчатых руд разведаны в 1974-1975 гг., титаномagnetитовых руд в северо-восточной части месторождения - в 1971-1975 гг.

Месторождение расположено в северо-восточной части Куйбасовского массива непосредственно среди интрузивных пород магнитогорского гранитоидного комплекса. Оно простирается в северо-восточном направлении на протяжении 3 км при ширине до 1 т и прослежено на глубину 800-1200 м.

Породы, слагающие месторождение, представлены метаморфизованными диабазовыми порфиритами и туфами, плагиоклазовыми и пироксеновыми порфиритами, графитами, габбро и разнообразными контактово-метасоматическими образованиями. Центральная часть сложена пироксен-полевошпатовыми и кварц-полевошпатовыми роговиками, скарнами и магнетитовыми рудами, образуя рудоносную зону шириной от 200 до 600 м, длиной до 2500 м.

По возрасту рудообразования, структурным и стратиграфическим признакам оно аналогично Магнитогорскому месторождению. Существенное отличие заключается в условиях залегания рудовмещающей вулканической и вулканогенно-осадочной толщ, которые в Магнитогорском месторождении слабо дислоцированы, здесь многократно внедрявшимися интрузиями расчленены на мелкие блоки, останцы и ксенолиты. Как габбро, так и гранитоды по отношению к магнетитовым залежам и вмещающим их ороговикоманным породам, по мнению В.П.Бухарева, А.Ф.Гончарука и Ю.М.Стебновской (1978), являются более поздними.

Второй особенностью месторождения Малый Куйбас является наличие двух генетических типов руд - собственно магматические титаномagnetитовые руды и малотитанистые магнетитовые руды. Первые имеют позднематматический генезис, залегают в дифференцированных интрузивах габбрового состава и тяготеют к оливиновым габбро и габбро-норитам. Вторые залегают среди стратифицированных вулканогенно-осадочных пород сильно метаморфизованных и измененных. Руды представлены четырьмя разновозрастными разновидностями.

*Скарново-метасоматические магнетитовые руды* залегают в раздробленных и метаморфизованных вулканогенных и осадочных породах в форме неправильных, преимущественно линзообразных тел. Выявлено 136 рудных тел с длиной по простиранию до 540 м, по падению до 300 м, мощностью до 50 м (средняя 20 м). Наибольшее количество рудных тел сосредоточено в центральной и южной частях рудной зоны. Руды представлены массивными, полосчатыми, брекчиевидными и вкрапленными разновидностями. Основными рудными минералами являются магнетит, пирит, пирротин; реже отмечаются мушкетовит, халькопирит, сфалерит. Перудные минералы представлены гранатом и пироксеном, реже встречаются плагиоклаз, хлорит, эпидот. Содержание железа в магнетитовых рудах колеблется от 20 до 65% при среднем по месторождению 40,4%, серы - от 0,3 до 13% при среднем 1,7%.

*Магматические титаномагнетитовые руды* обособлены в северо-восточном габбровом штоке в форме крутых жилиобразных тел. Выделяется семь крутопадающих рудных тел мощностью от 5 до 35 м и максимальными размерами по простиранию и падению 500-600 м. Сложены тела сплошными, густовкрапленными и вкрапленными рудами с содержанием титаномагнетита соответственно 70-95, 40-70 и 15-40%. Количественно преобладают сплошные руды. Титаномагнетитовые руды - ванадийсодержащие, содержат железа 39,0%,  $V_2O_5$  - 0,37, S - 0,42, P - 0,042%.

*Валунчатые мартитовые руды* представляют собой делювиально-коллювиальную россыпь. Валунчатые руды образуют два горизонта: четвертичные и неогеновые россыпи. Четвертичные россыпи из-за ограниченных запасов промышленного значения не имеют.

Среди неогеновых отложений выявлено восемь рудных тел пластообразной и линзовидной формы. Длина их по простиранию от 200 до 300 м, ширина от 50 до 800 м, мощность от 1 до 24 м (средняя 7 м), глубина залегания до 45 м (средняя 13 м). Три рудных тела (1, 3 и 4) содержат 80% всех запасов данного генетического типа.

Валунчатые руды сложены обломками мартита и полумартита с примесью незначительного количества обломков коренных пород в плотных вязких красных глинах. Размер обломков от долей миллиметра до нескольких дециметров в поперечнике. Концентрация обломков в основном составляет 10-40%, вблизи коренных источников - 60-80%. Средний выход мытых руд 24,7%. Содержание железа в исходной руде от 10 до 35%, в мытой - от 15 до 67%, среднее 51,3%. Концентрация рудных обломков возрастает с глубиной, достигая максимального значения в самых нижних горизонтах. С удалением от коренных источников на расстояние 1-1,5 км россыпи практически затухают. Валунчатые руды могут быть использованы в мартеновском и доменном производстве.

*Окисленные (мартитовые) руды* связаны с корой выветривания коренных скарново-магнетитовых руд. Они распространены преимущественно в северной части месторождения на верхних горизонтах до глубины 20-40 м. Всего выявлено и оконтурено 18 рудных тел. Руды данного типа представлены в основном мартитом (полумартитом) и составляют 3,8% от общих запасов месторождения. Среднее содержание железа по месторождению составляет 51,4%, содержание серы снижается до 0,06%.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия месторождения простые. Оно малообводнено, по аналогии с карьером Магнитогорского месторождения ожидаемый водоприток составит около 400 м<sup>3</sup>/ч за счет подземных вод и 680 м<sup>3</sup>/ч с учетом атмосферных вод. Увеличение водопритоков с глубиной на горизонтах подземной отработки месторождения не ожидается. Залежи валунчатых руд не обводнены, расположены выше уровня грунтовых вод.

Технологические исследования руд выполнены на рудоиспытательной станции Магнитогорского металлургического комбината. Установлена возможность их переработки на действующих обогатительных фабриках комбината. Извлечение железа при обогащении магнетитовых руд составляет 70-73%, валунчатых - 36-38%.

Титаномагнетитовые руды хорошо обогащаются электромагнитной сепарацией, которая обеспечивает получение концентрата с содержанием  $Fe_{общ}$  55%,  $TiO_2$  - 12,6%,  $V_2O_5$  - 0,4% при извлечении указанных компонентов соответственно 88, 81, 85% и выходе концентрата 63%.

Изучение физико-механических свойств вмещающих пород показало, что породы вскрыши могут быть использованы в качестве строительного камня в промышленном и дорожном строительстве.

Технико-экономическое обоснование проекта постоянных кондиций выполнено Челябинской нерудной партией для магнетитовых руд (1971 г.), дополнительные расчеты - Челябинской КГРЭ, которые обосновали экономическую целесообразность отработки месторождения комбинированным способом: до глубины 300 м - карьером и до 500 м - шахтой с вовлечением в отработку титаномагнетитовых руд (1976 г.). Основные технико-экономические показатели отработки руд месторождения Малый Куйбас приведены в табл. 97.

Таблица 97

**Основные технико-экономические показатели  
отработки месторождения Малый Куйбас**

Показатели	Магнетитовые руды	Валунчатые руды	Титаномагнетитовые руды
Запасы руд по категориям, млн т:			
A+B+C <sub>1</sub>	50,4	13,3	8,3
C <sub>2</sub>	12,0	0,4	1,4
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	39,6	25,1	39,0
Производительность предприятия по добыче, млн т/год	3,2	2,14	1,1
Способ отработки	Открытый		Подземный
Показатели обогащения (по 11 пробам), %:			
выход концентрата	37,0-97,3	15,2	63,0
извлечение железа в концентрат	48,8-99,8	36-38	88,0
содержание железа в концентрате	57,8-66,5	20,3	55,0
Обеспеченность предприятия запасами, лет	19	6,4	8,8
Капитальные вложения, млн р.	21,3	2,43	18,0
Себестоимость 1 т руды, р.:			
сырой	1,63	0,35	3,59
товарной	5,97	13,17	11,98
Прибыль годовая, млн р.		0,358	1,3
Рентабельность, %		14,7	
Срок окупаемости, лет	3,7	6,4	13,6

По данным ТЭО ГКЗ СССР утверждены в 1971 г. кондиции на магнетитовые руды для открытой отработки.

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	25
<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
<i>для магнетитовых руд</i>	20
<i>для окисленных руд</i>	27

Минимальная мощность рудных тел, м	2
Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м	4

Для подсчета балансовых запасов руд, пригодных для подземной разработки, параметры кондиций утверждены ГКЗ СССР в 1976 г.

Бортовое содержание $Fe_{общ}$ в пробе, %:	
для магнетитовых руд	20
для титаномагнетитовых руд	25
Минимальное промышленное содержание $Fe_{общ}$ в подсчетном блоке для обоих типов руд, %	32
Минимальная мощность рудных тел, м	4
Максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м	6
Глубина (от поверхности) подсчета запасов, м	500

В соответствии с утвержденными кондициями ГКЗ СССР в 1976 г. (протокол 7571) утвердила запасы месторождения (табл. 98).

Таблица 98  
Характеристика запасов железных руд месторождения Малый Куйбас

Тип руд	Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %	
			Fe	S
Для открытой обработки				
Окисленные	C <sub>1</sub>	1,7	50,8	0,07
	C <sub>2</sub>	0,7	45,3	0,08
Магнетитовые	C <sub>1</sub>	36,3	40,0	1,69
	C <sub>2</sub>	5,5	36,9	1,33
Валунчатые	C <sub>1</sub>	13,3	25,10	
	C <sub>2</sub>	0,4	25,10	
Для подземной обработки				
Окисленные	C <sub>1</sub>	0,1	58,2	0,03
Магнетитовые	C <sub>1</sub>	14,1	39,4	1,44
	C <sub>2</sub>	6,5	40,4	1,79
Титаномагнетитовые*	C <sub>1</sub>	8,3	38,8	-
	C <sub>2</sub>	1,4	40,0	-

\* В запасах категории C<sub>1</sub> содержание TiO<sub>2</sub> составляет 10,54%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,37%, категории C<sub>2</sub> - соответственно 10,88 и 0,39%.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом на месторождении Малый Куйбас учтено 47,2 млн т железных руд по категориям А+В+C<sub>1</sub> и 13,1 млн т по категории C<sub>2</sub>.

Месторождение обрабатывается Магнитогорским металлургическим комбинатом с 1973 г. карьерным способом с производительностью 1,7 млн т. Фактическая добыча в 1994 г. составила 1,7 млн т против 0,6 млн т в 1990 г.

### *Теченское месторождение*

Месторождение находится на восточном склоне Южного Урала, в Кунашакском районе Челябинской области в 57 км севернее г. Челябинска. Открыто оно в 1950 г. Н.Ф.Мамаевым и Н.Н.Пихтниковой при проведении геолого-съемочных работ. Геологоразведочные работы с перерывами проводились в 1951-1970 гг. с целью создания дополнительной сырьевой базы для Челябинского металлургического завода. Запасы руд месторождения утверждались в 1953, 1957 и 1971 гг.

В геологическом строении месторождения принимают участие дислоцированные палеозойские породы и рыхлые мезо-кайнозойские покровные отложения мощностью от 2 до 20 м.

Палеозойский комплекс представлен образованиями нижней и средней подтолщи осадочно-вулканогенной толщи среднего девона, диоритами и плагиогранитами Надыровомостовского массива, метасоматическими породами и рудами.

Нижнюю подтолщу слагают туфоалевролиты, туффиты, роговообманково-плагиоклазовые и плагиоклазовые порфириты андезитового состава, их туфы, известковистые туфоалевролиты, брекчии и мраморизованные известняки.

Средняя подтолща сложена плагиоклазовыми и пироксен-плагиоклазовыми порфиритами базальтового состава, спилитами, спилитовыми порфиритами, диабазами и лавовыми брекчиями.

Теченское месторождение приурочено к структуре четвертого порядка западного крыла Надыровомостовской синклинали. Породы залегают в основном моноклинально с падением на юго-восток под углом 65-85°.

Месторождение размещается в нижней подтолще вулканогенно-осадочной толщи, слагающей восточное крыло Калдинской антиклинали сложного строения, вблизи зоны экзоконтакта Надыровомостовского массива гранитоидов.

Магнетитовое оруденение приурочено к крутопадающим скарновым зонам, согласно залегающим с вмещающими карбонатно-туфогенными породами. Всего на месторождении выделено пять скарново-рудных зон, из них три на собственно Теченском месторождении и две в 2,5 км к юго-западу, на Таскинском участке.

На Теченском месторождении в трех скарново-рудных зонах (1,2-4 и 3) насчитывается 17 обособленных рудных тел (рис. 73), которые выходят на поверхность в местах эрозионного среза среднедевонских образований. Рудные зоны согласно залегают с вмещающими породами, имеют субмеридиональное простирание с падением на юго-восток под углом 50-85°. Наиболее крупная рудная зона 3 состоит из шести рудных тел и включает 70% общих запасов руд категорий В+С<sub>1</sub> Теченского месторождения. Главное рудное тело имеет мощность от 60 до 130 м, средняя - 79 м, оно прослежено по простиранию на 510 м, по падению - на 630 м. Сопровождающие его рудные тела со стороны висячего и лежащего боков расположены в 10-40 м, и их мощность обычно не превышает 15-20 м. Линзовидная и пластообразная форма рудных тел осложнена наличием участков слабооруденелых пород, локальных раздувов, пережимов и ответвлений.

В 120-150 м к западу от рудной зоны 3, параллельно ей, располагается зона 2-4, состоящая из восьми рудных тел, а в 150 м на юго-запад от южного окончания последней - рудная зона 1 субширотного простирания, сложенная тремя обособленными рудными телами. Запасы рудной зоны 2-4 составля-

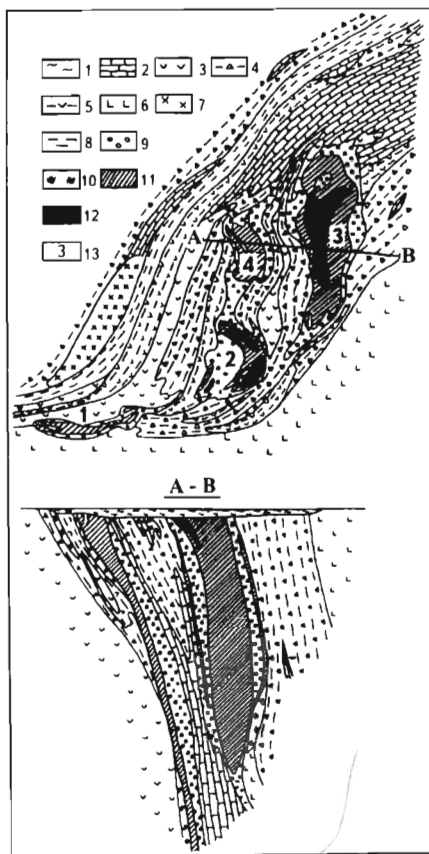


Рис. 73. Схематическая геологическая карта и разрез Теченского месторождения

1 - покровные отложения; 2 - известняки; 3 - плагиоклазовые порфиристы андезитового состава; 4 - туфы, туффиты и туфоалевролиты андезитового состава; 5 - переслаивание карбонатизированных туфоалевролитов, туффитов, туфов андезитового состава; 6 - спилитовые порфиристы, порфиристы основного состава; 7 - гранодиориты; 8 - серицит-хлоритовые сланцы; 9 - скарны; 10 - роговики; 11 - средние и бедные руды; 12 - богатые руды; 13 - номер рудной залежи

ют в контуре карьера 27% и в контуре подземных работ 20% от общих запасов категорий В+С<sub>1</sub>. Рудные тела этих зон отличаются более сложной морфологией. Наиболее крупное тело имеет мощность от 5 до 40 м, в среднем 23 м, увеличивающуюся в раздвухах до 80 м.

На Таскинском участке известно два линзообразных рудных тела - Мало-Таскинское и Ново-Таскинское. Первое ориентировано в северо-восточном направлении с юго-восточным падением под углом 70-75° и имеет протяженность по простиранию 150 м, на глубину 170 м при мощности от 8 до 35 м. Ново-Таскинское рудное тело залегает в 200 м южнее,

кулисообразно, не выходит в контурах подсчета запасов на поверхность. Глубина его залегания меняется от 120 м на северо-восточном фланге до 250 м на юго-западном. Длина по простиранию 250 м, по падению 350 м, мощность в центральной части достигает 80 м.

Оруденение представлено первичными магнетитовыми и полуокисленными рудами. Последние (магнетит-мартитовые) развиты на северном фланге рудной зоны 3 до глубины 100-170 м. Запасы их определены в 5,0 млн т.

Содержание Fe<sub>общ</sub> в первичных рудах от 15 до 60%, среднее 33%, содержание Fe<sub>магн</sub> около 26%. В незначительном количестве содержится кобальт (0,013%), сера (1,15%), фосфор (0,06%).

Пространственная приуроченность месторождения к зоне экзоконтакта и непосредственно к контуру Надыровомостовского диоритового массива свидетельствует о генетической связи магнетитового оруденения с данной интрузией. В локализации магнетитового оруденения существенную роль играли химический состав и физическое состояние пород в период прохождения рудоносных растворов. К числу факторов, способствующих локализации магнетитового оруденения на месторождении, следует отнести: карбонатно-алюмосиликатный состав замещаемых толщ; рассланцевание, расслоение и трещиноватость на изгибах складок и флексур; зоны дробления и брекчирования; зоны повышенной трещиноватости.

Обводненность месторождения в основном связана с трещинными водами палеозойских пород, источниками питания которых являются на северо-востоке оз. Чеба-Куль, расположенное в 2,5 км от границы месторождения, а на юго-западе р. Теча, пересекающая зону тектонического нарушения в 1,5 км от месторождения. Зона активной трещиноватости имеет ширину 300-500 м с дебитом от десятых долей до 17 л/с и коэффициентом фильтрации от 1 до 15,5 м/сут. За пределами зоны в палеозойских породах водоносность незначительная. Приток воды в карьер при отработке месторождения при достижении максимальной глубины 300 м определен в 700 м<sup>3</sup>/ч.

По химическому составу подземные воды, как правило, пресные гидрокарбонатно-кальциевого, реже натриевого состава. В зонах с замедленной циркуляцией подземные воды имеют повышенную минерализацию до 3-5 г/л с преобладанием хлор-натриевых солей.

При разработке месторождения в пределах зоны выветривания, обусловленной тектоническим нарушением, где породы превращены в малоустойчивые песчано-глинистые разности, насыщенные водой, возможны обвалы и оползни бортов карьера.

Технологические исследования руд проводились институтом "Уралмеханобр" в 1951-1954 гг. (табл. 99). Схемы обогащения включали сухую и мокрую двухстадийную магнитную сепарацию с измельчением руд до -0,21 и -0,15 мм, в отдельных опытах - до класса крупности -0,074 мм.

Таблица 99

Показатели обогащения руд Тегенского месторождения

Тип руд	Содержание железа, %		Выход концентрата, %	Извлечение железа в концентрат, %	Содержание железа в хвостах, %
	в пробе	в концентрате			
Первичные	30-32	63	34-36	70-72	13,5-14,5
	36-38	63	43-47	75-78	15,7-16,3
Полуокисленные	38-42	63	46-53	77-80	16-17

Обогащение руд предполагается проводить на месте методом сухой магнитной сепарации с последующей мокрой сепарацией на обогатительных фабриках Магнитогорского или Нижне-Тагильского металлургических комбинатов в смеси с магнетитовыми рудами других уральских месторождений.

Проводилось также изучение технологии извлечения кобальта, большая часть которого связана с сульфидами - пиритом, пирротинном, уходящими в хвосты магнитной сепарации. Флотация этих хвостов показала возможность получения кобальт-пиритных концентратов удовлетворительного качества с содержанием кобальта более 0,45% только из полуокисленных руд при содержании серы 2,8% и выше. В первичных рудах, где содержание серы колеблется от 0,5 до 1,4% (среднее 1,15%), содержание кобальта в концентратах составило всего 0,32-0,44%. Так как запасы полуокисленных руд на месторождении невелики (7% от общего количества), извлечение кобальта признано нецелесообразным.

В результате проведенных работ по месторождению произведен подсчет запасов по состоянию на 01.06.1970 г. в количестве 68,1 млн т по



категориям В+С<sub>1</sub> и 3,0 млн т по категории С<sub>2</sub>, забалансовые запасы составили 5,5 млн т.

Подсчет запасов выполнен в соответствии с утвержденными в ГКЗ СССР кондициями.

*Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %:*

<i>для открытой отработки</i>	24
<i>для подземной добычи</i>	27
<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м:</i>	
<i>для открытой отработки</i>	6
<i>для подземной добычи</i>	4

Отработка месторождения предусматривается открытым способом до глубины 300 м с производительностью карьера 1,44 млн т сырой руды в год. Мощность вскрыши не превышает 10-12 м. Пижние горизонты месторождения планируется обрабатывать подземным способом.

### *Месторождение Северо-Западное*

Месторождение валунчатых железных руд расположено в черте г.Магнитогорска и примыкает непосредственно с севера к Главному карьеру г.Магнитной (см. рис. 72). Открыто оно Уральским геологическим управлением в 1968 г. и разведывалось в течение 1969-1972 гг.

Руды месторождения залегают на склонах гор Березовая и Шишка в рыхлых мезозойских и неогеновых отложениях, перекрывающих складчатый палеозойский фундамент чехлом мощностью до 90 м. На месторождении встречаются два типа руд: валунчатые глинисто-мартиновые, представляющие собой рудные россыпи неогенового возраста, образовавшиеся за счет разрушения коренных магнетитовых руд месторождений Березки и Главной залежи г.Магнитной, и охристо-бурожелезняковые руды, являющиеся продуктом мезозойской коры выветривания за счет окисления железистых скарнов. Охристо-бурожелезняковые руды частью находятся в коренном залегании, а верхняя их часть превращена в обломочный рудный делювий и элювий.

На месторождении выявлено семь рудных залежей, из них рудные тела 1 и 3 сложены целиком валунчатыми рудами, рудное тело 6 бурожелезняковыми, а рудные тела 2, 4, 5 и 7 представляют собой коренные залежи охристых бурожелезняковых руд, перекрытых россыпью валунчатых руд. Наиболее крупная залежь 2 имеет размеры 800x420 м (площадь 271,8 тыс.м<sup>2</sup>), максимальную мощность 50 м, в среднем 12,6 м; запасы ее составляют 5,1 млн т (76,6% запасов месторождения), средняя мощность вскрыши 13,6 м.

Рудная масса валунчатых руд состоит из неравномерно распределенных рудных валунов и обломков в глинистой или песчано-глинистой массе. Количество обломков колеблется от 5 до 40%, редко более. Обломки и валуны представлены мартитом, гематитом и бурым железняком, реже нерудными породами (скарны, кремь, известняк, гранодиорит). Размер обломков от 0,1 до 30 см. Рыхлая цементирующая масса сложена глинистыми минералами, мелкими зернами граната, карбоната, кварца и хлорита. Рудная масса охристо-бурожелезняковых руд состоит из обломков лимонити-

зированного скарна, реже мартита в охристо-глинистой массе. Среднее содержание железа 28,3%.

Гидрогеологические условия месторождения благоприятные для открытой отработки. Большая часть руд залегает выше уровня грунтовых вод. На обводненность карьера будут оказывать влияние атмосферные осадки, а с углублением карьера глубже 25-30 м - также грунтовые воды, связанные с трещинным водоносным горизонтом палеозойских пород. Воды безнапорные и лишь в отдельных местах слабонапорные, глубина зеркала грунтовых вод 28-44 м. Расчетные максимальные водопритоки в карьер определены в 169 м<sup>3</sup>/ч.

Исследования обогатимости руд производились на рудоиспытательной станции Магнитогорского металлургического комбината на трех пробах, представляющих разновидности руд и руду смешанного состава (табл. 100). Было установлено, что руды целесообразно обогащать только методом промывки (дообогащение мытых руд с помощью магнитной сепарации не дало положительных результатов).

Таблица 100

Показатели обогащения руд Северо-Западного месторождения

Тип руд	Содержание железа в исходной руде, %	Показатели обогащения, %		
		Выход концентрата	Содержание железа в концентрате	Извлечение железа в концентрат
Охристо-бурожелезняковые	37,0	44,5	49,1	58,0
Валунчатые	30,2	49,6	44,4	72,6
Смешанные	30,8	44,5	38,7	56,0
В среднем по месторождению	32,9	46,4	47,7	62,3

С целью обоснования параметров постоянных кондиций в 1972 г. было выполнено ТЭО, основные показатели которого приведены ниже.

*Запасы по категориям, млн т:*

*A+B+C<sub>1</sub>* 5,9

*C<sub>2</sub>* 0,08

*Содержание Fe<sub>общ</sub> в сырой руде, %* 28,3

*Производительность предприятия, млн т/год:*

*по добыче сырой руды* 1,0

*по концентрату (мытая руда)* 0,26

*Способ отработки* Открытый

*Коэффициент вскрыши, т/т* 2,04

*Показатели обогащения, %:*

*выход концентрата* 26,7

*извлечение железа в концентрат* 44,0

*содержание железа в концентрате* 46,6

*Капитальные вложения, млн р.* 1,85

*Себестоимость 1 т, р.:*

*сырой руды* 1,34

*концентрата* 7,55

В 1972 г. ГКЗ СССР (протокол 644-к) утвердила параметры постоянных кондиций.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в краевой пробе в исходной руде, %</i>	15
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в мытообогатщенной руде, %</i>	≥ 30
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	2
<i>Максимальная мощность пустых прослоев и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	3

Таблица 101  
Характеристика запасов железных руд  
Северо-Западного месторождения

Категория запасов	Запасы сухой руды, млн т	Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	
		в исходной (сухой) руде	в мытой руде
В	1,8	30,6	47,4
C <sub>1</sub>	4,1	27,3	47,1
В+C <sub>1</sub>	5,9	28,3	47,2
C <sub>2</sub>	0,08	27,5	47,1

По состоянию на 01.01.1972 г. ГКЗ СССР (протокол 6708) утверждены запасы валунчатых руд Северо-Западного месторождения (табл. 101).

Месторождение подготовлено к освоению. Отработка будет производиться открытым способом. Каждое рудное тело проектируется обрабатывать отдельным карьером. Мощность вскрышных пород в среднем по месторождению 19,8 м.

### *Подотвальное месторождение*

Расположено к северо-востоку от карьера Дальнего г.Магнитной, непосредственно примыкая к нему (см. рис. 72). Площадь месторождения (0,5 км<sup>2</sup>) входит в горный отвод Магнитогорского металлургического комбината. На поверхности месторождения размещены отвалы пустых пород мощностью до 40 м.

Геологоразведочные работы на месторождении проводились с 1969 по 1975 г.

Месторождение расположено в узком (700-800 м) тектоническом блоке меридионального простирания, ограниченном двумя сбросами (Подотвальным на западе и г.Маячной на востоке) и представляет собой элювиально-делювиальную россыпь, образовавшуюся за счет разрушения и сноса верхней части коренного месторождения магнетитовых руд г. Магнитной.

Залежи валунчатых руд приурочены к глинистым отложениям аральской и кустанайской свит неогена, почти горизонтально залегающим на эффузивно-метаморфических породах нижнего карбона и верхнего девона.

На месторождении установлено три пластообразных рудных тела, характеризующихся извилистыми контурами, невыдержанной мощностью и частым переслаиванием рудного и безрудного делювия. Рудное тело 1 размерами 320x400 м и мощностью от 2 до 7,6 м (в среднем 5,1 м), расположено в северной части месторождения на глубине 31-59 м (с учетом отвалов средней мощностью 37 м).

Рудное тело 2, заключающее 70% всех запасов, занимает центральную и южную части месторождения. Размеры рудного тела 700-600 м, мощность

от 2 до 14 м (в среднем 5,2 м), глубина залегания от 21 до 51 м (в среднем 37 м) при средней мощности отвалов 10 м.

Рудное тело 3 залегает над рудным телом 2 на глубине 18 м от поверхности (с учетом отвалов). Размеры его 400x80 м, мощность от 2 до 7 м (в среднем 3,5 м).

Руды представлены обломками мартита, полумартита, магнетита и бурого железняка в глинистой массе. Размер обломков от долей сантиметра до нескольких дециметров. Для промышленных руд характерной является фракция 3-25 см, которая составляет 10-40% от рудной массы.

В зависимости от минералогического состава рудных обломков и их концентрации изменяется содержание железа в рудной массе и в мытом продукте, а также выход мытого продукта. Из руд, в которых кусковой материал представлен главным образом мартитом, получают концентраты с высоким содержанием железа. Руды, в которых преобладают обломки обогатенных скарнов и бедных магнетитовых руд, обогащению не поддаются.

При разведке месторождения производился технологический анализ рядовых проб на рудоиспытательной станции (РИС) Магнитогорского металлургического комбината по схеме промывочно-обогащительной фабрики № 1, включающей промывку от глинистой части и ситовой анализ мытых руд выделением четырех классов крупностью более 25, 25-3, 3-0,2 и менее 0,2 мм. По результатам технологического опробования рядовых проб на РИСе установлены следующие показатели обогатимости руд: содержание железа в исходной руде 23,9%, выход мытых руд 27,3%, содержание железа в мытых рудах 51,3%. Полупромышленные исследования обогатимости валунчатых руд не проводились, и приняты аналогичные показатели для Восточного месторождения.

В северной части месторождения под рудным телом 2 вскрыты первичные скарново-магнетитовые руды, залегающие в зоне тектонического нарушения среди вулканогенных пород в кровле гранитоидного массива. Рудно-скарновая зона прослежена в меридиональном направлении на расстоянии 500 м при ширине в плане 100-250 м; падение западное, крутое (60-70°), несколько несогласное с вмещающими породами.

В пределах рудно-скарновой зоны выявлено девять мелких рудных тел, по вещественному составу, аналогичному рудам месторождений г.Магнитной и Малый Куйбас. Среднее содержание в рудах, %: Fe<sub>общ</sub> - 43,1; S - 0,147; P - 0,054; SiO<sub>2</sub> - 17; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 4,5; CaO - 4,55; MgO - 2,4. Технологические исследования первичных руд не проводились. Запасы оцениваются в 4,9 млн т, основная часть их залегает на глубине 125-360 м.

Горно-технические условия месторождения благоприятны для разработки рудных тел 1 и 2 открытым способом, однако отработка валунчатых руд рудного тела 1, а также залегающих под рудным телом 2 первичных скарново-магнетитовых руд нерациональна в связи с высоким коэффициентом вскрыши (20,2 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>); нерентабельна также добыча их подземным способом в связи с незначительными запасами.

Запасы Подотвального месторождения предварительно разведаны до глубины 45 м и подсчитаны по временным кондициям, утвержденным Минчерметом СССР.

<i>Бортовой выход мытой руды на пробу, %</i>	10
<i>Бортовое содержание железа в мытой руде на пробу, %</i>	35
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	2
<i>Максимальная мощность прослоев некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4

Запасы месторождения оценены по категории  $C_1$  в количестве 3,8 млн т, приняты на баланс ЦКЗ Мингео СССР и являются резервом Магнитогорского металлургического комбината.

### *Месторождение Восточное*

Месторождение находится в черте г.Магнитогорска и представляет собой делювиальную россыпь в глинах аральской свиты. Оно является восточным продолжением частично отработанной элювиально-делювиальной россыпи Магнитогорского месторождения и примыкает непосредственно к карьере Дальнему (см. рис. 72).

Месторождение выявлено в 1956 г. Магнитогорской геологоразведочной партией. В 1963-1964 гг. на нем проводились поисковые работы, а в 1967-1969 гг. проведены предварительная и детальная разведки, по результатам которых подсчитаны запасы валунчатых руд.

Все разведанные запасы валунчатых руд месторождения сосредоточены практически в одной пластообразной залежи, имеющей изометрическую форму в плане и залегающей в толще красноцветных и бурых охристых глин аральской свиты. Залежь разделена на два рудных тела, которые существенно отличаются по составу рудной фракции, содержанию железа и обогатимости руд.

Рудное тело 1, вытянутое в северо-восточном направлении вдоль борта карьера Дальнего на 1060 м при ширине 300-500 м и средней мощности 8,7 м, залегают горизонтально на глубине 20-30 м от поверхности на глинистой коре выветривания порфиритов.

Рудное тело 2 является восточным продолжением первого. В краевой западной части оно располагается гипсометрически ниже первого тела и отделяется прослоем бедных валунчатых руд и пород мощностью от 3 до 12 м. Залегают рудное тело 2 на глубине 25-45 м непосредственно на известняках верхневизейского возраста. Длина его 1400 м, средняя ширина 500 м, мощность от 1 до 35 м (в основном 12-15 м). Повышенная мощность рудных тел обусловлена наличием местами карстовых углублений в известняках.

В кровле и подошве рудных тел 1 и 2 отдельными скважинами вскрыто 12 обособленных тел мощностью от 2 до 10 м с незначительными запасами.

Рудные пласты состоят из неравномерно распределенных рудных обломков и валунов, составляющих от 10 до 50% объема пласта, переслаивающиеся с невьдержанными слоями безрудного делювия мощностью до 3-4 м. Размер валунов в рудном теле 1 от 0,1 до 30 см, реже до 50 см, в рудном теле 2 - от 0,1 до 10 см. Рудными минералами являются мартит, гетит-гидрогетит, магнетит, лимонит. В рудном теле 2 преобладает бурый железняк. Нерудная часть валунов представлена кварцем, полевым шпатом, хлоритом, карбонатами, скарнами.

Содержание  $Fe_{\text{общ}}$  в рудной массе месторождения колеблется от 15-20 до 60% (по отдельным подсчетным блокам от 25 до 41%). По рудному телу 1 среднее содержание железа 36%, в мытой руде - 54%, выход мытой руды 48,5%; по рудному телу 2 соответственно 27,1, 47,7, 32,3%.

Месторождение образовалось в результате разрушения и переотложения магнетитовых руд, при этом магнетит частично или полностью мартизитизирован и конечным продуктом его изменений является бурый железняк. Отмечается увеличение степени окисления руд в направлении сноса руд-

ного материала с г.Магнитной, т.е. с запада на восток, а также уменьшением содержания железа и выхода мытой руды.

Гидрогеологические условия месторождения благоприятные. На обводненность карьера оказывают влияние грунтовые воды, связанные с комплексом рыхлых мезозойско-кайнозойских отложений. Воды безнапорные, уровень грунтовых вод 3-12 м. Расчетный максимальный водоприток в карьер 70-90 м<sup>3</sup>/ч. Породы палеозойского фундамента в своей кровле слабо водоносны, безнапорные и их участие в обводнении карьера исключается.

Проведенные технологические исследования валунчатых руд месторождения по схеме, принятой на промывочно-обогащительной фабрике Магнитогорского металлургического комбината, показали, что из руд с содержанием железа 31-32% могут быть получены концентраты с содержанием железа 55-60% при выходе их 36-37% и извлечении железа 64-71%; при снижении содержания железа в рудах до 24-27% эти показатели снижаются соответственно до 53-54, 12-28 и 28-56%; при этом потери железа в хвостах составляют 44-71%.

Средние содержания компонентов в мытых рудах по месторождению в целом следующие, %: Fe<sub>общ</sub> - 49,8; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 68,9; FeO - 3,13; SiO<sub>2</sub> - 15,3; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5,0; CaO - 0,67; MgO - 0,48; MnO - 0,28; S - 0,046; P - 0,153.

По заключению рудоиспытательной станции Магнитогорского металлургического комбината технологические свойства валунчатых руд месторождения аналогичны россыпным рудам г.Магнитной. Руды среднепромысловые и могут перерабатываться на промывочно-обогащительной фабрике № 1. Концентраты из них являются хорошим сырьем для мартеновской и доменной плавки.

В 1968 г. ГКЗ СССР (протокол 390-к) утвердила кондиции для подсчета запасов.

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	25
<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе для оконтуривания, %:</i>	
<i>балансовых запасов</i>	20
<i>забалансовых запасов</i>	15
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	3
<i>Предельный коэффициент вскрыши в блоке, т/т</i>	10

Запасы месторождения подсчитаны и утверждены ГКЗ в 1969 г. в количестве 22,6 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>. По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтено 3,3 млн т запасов категорий А+В+С<sub>1</sub>.

Месторождение Восточное до 1993 г. отрабатывалось открытым способом с проектной глубиной карьера 65 м. С 1993 г. месторождение законсервировано и переведено в резервные.

### 5.2.3. Златоустовский железорудный район

Златоустовский железорудный район выделен в значительной мере условно по территориальной близости расположения месторождений, различных по генезису и стратиграфическому положению и входящих в состав Златоустовского рудоуправления.

В рудном районе находится пять месторождений, в том числе одно (Копанское) с забалансовыми запасами, относимых к пяти промышленным типам - железистые кварциты тараташского ГПТ (Радостное, Магнитный Ключ), качканарского ГПТ (Копанское), скарново-магнетитовые руды тагильского ГПТ (Круглогорское), сидериты бакальского ГПТ и бурые железняки ново-бакальского ГПТ (Ахтенское). Разведанные запасы по категориям  $A+B+C_1+C_2$  оцениваются в 104,6 млн т, в том числе по категориям  $A+B+C_1$  - 78,0 млн т (см. табл. 86). В разработке находятся два месторождения - Ахтенское (бурые железняки и сидериты) и Радостное (железистые кварциты), в резерве - Магнитный Ключ и Круглогорское, одно месторождение титаномагнетитов (Копанское) не намечается к отработке. Разработка месторождений осуществляется Златоустовским рудоуправлением с проектной производительностью 1,0 млн т в год при фактической за 1990 г. 0,9 млн т и за 1993 г. - 0,4 млн т. После обогащения по схеме мокрой магнитной (железистые кварциты) и обжиг-магнитной сепарации (сидеритовые руды) руды подвергаются агломерации. Основными потребителями товарной руды являются Староуткинский, Омутнинский и Кузнецкий ферросплавные заводы, а также Челябинский металлургический комбинат. Перспективы увеличения запасов отсутствуют.

В геологическом строении района принимают участие образования архея (месторождения Магнитный Ключ, Радостное), верхнего протерозоя (Ахтенское) и нижнего девона (Круглогорское). В породах архея выделяются четыре свиты: куватальская, шигирская, радашская и тагаюкская. Рудоносной является радашская свита.

Отложения верхнего протерозоя делятся на айскую, саткинскую, бакальскую, зигальгинскую и зигазино-комаровскую свиты. В пределах района распространены преимущественно отложения тараташской, айской и саткинской свит.

Образования нижнего девона представлены метаморфически измененными вулканогенно-осадочными отложениями иренеденской свиты.

В структурном плане район приурочен к восточному крылу Тараташской антиклинали и располагается в зоне крупного Бакало-Саткинского надвига.

Златоустовским РУ в настоящее время разрабатывается Ахтенское месторождение (табл. 102), месторождение Радостное временно законсервировано.

В 1993 г. 0,22 млн т товарной аглоруды с содержанием железа 33,5% отгружено Челябинскому металлургическому комбинату, остальная часть подвергнута агломерации на собственной аглофабрике.

Таблица 102  
Основные технико-экономические показатели работы Златоустовского РУ

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	0,9	0,4
Содержание железа в сырой руде, %	31,42	34,38
Производство товарной руды, млн т	0,1	0,39
Содержание железа в товарной руде, %	58,6	33,49
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	6,4	1788
товарной	24,37	2480

## *Ахтенское месторождение*

Месторождение расположено на территории Кусинского района в 20 км к северо-востоку от г.Кусы. Оно известно с прошлого века и периодически разрабатывалось в 1827-1930 гг.; с 1959 г. стабильно разрабатывается Златоустовским рудоуправлением открытым способом.

Месторождение приурочено к небольшой синклинальной складке, осложняющей восточное крыло Тараташской антиклинали, и располагается в зоне крупного Бакало-Саткинского надвига на контакте карбонатных пород саткинской свиты верхнего протерозоя с массивом метаморфизованных гранитов и габбро Александровского метаморфического комплекса.

Рудная зона залегает согласно с вмещающими ее карбонатными породами и характеризуется северо-восточным простирианием (25-30°) и юго-восточным падением (30-50°). Протяженность рудной зоны по простирианию 1740 м, ширина рудных выходов на поверхность изменяется от 2 до 50 м. В центральной части месторождения рудная зона прослежена по падению на глубину 400-535 м (350-480 м от поверхности), на флангах она выклинивается на глубинах 40-100 м. Мощность ее изменяется от 80 м в центральной части до 2 м на флангах, составляя в среднем 35-40 м.

В зоне выделяется шесть рудных залежей, но основные запасы руд (98%) сосредоточены в залежи 1, которая имеет сложную пластообразную форму. На глубине и флангах она расщепляется на отдельные ветви мощностью до 30 м. В пределах зоны наблюдаются участки незамещенных рудой доломитов длиной до 180 м и мощностью 10-15 м. Рудные залежи 2, 3, 4 расположены висячем боку основной залежи в 15-16 м от нее; протяженность их по простирианию 100-300 м, по падению до 100-200 м, мощность 4-10 м. Залежи 5 и 6 расположены в лежачем боку основной залежи, размеры их по простирианию и падению не превышают 100 м при мощности 5-8 м.

Рудные залежи сложены в основном первичными сидеритовыми рудами, составляющими около 73% всех разведанных запасов месторождения. Первичные сидериты представляют собой плотную темно-серую кристаллическую породу мелко- или среднезернистой структуры.

Полуокисленные руды и бурые железняки, которые практически отработаны, составляют соответственно 8 и 19%. Бурые железняки по минеральному составу, структурным и текстурным особенностям представлены на месторождении тремя разновидностями: плотными бурыми, кавернозно-натечными и глинистыми (реже охристыми).

Основными рудными минералами в сидеритовых рудах является сидероплезит, в бурых железняках - гетит и гидрогетит.

Зона окисления сидеритов распространяется на глубину неравномерно и зависит в основном от наличия вблизи рудных залежей тектонических нарушений. На северном фланге месторождения, удаленном от разлома, глубина зоны окисления не превышает 45-50 м, на южном, вблизи разлома, доходит до 135 м от поверхности.

Сидеритовые руды характеризуются средним содержанием, %: Fe<sub>общ</sub> - 33,7; SiO<sub>2</sub> - 10, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,75; CaO - 1,84; P - 0,02; S - 0,36; п.п.п. - 29; среднее содержание компонентов в бурых железняках, %: Fe<sub>общ</sub> - 44,6; SiO<sub>2</sub> - 20; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,87; CaO - 0,62; MgO - 0,70; P - 0,04; S - 0,07; п.п.п. - 11,4.

Гидрогеологические условия месторождения довольно сложные. Они характеризуются развитием грунтовых вод аллювиальных отложений долины р.Изранды и трещинных вод коренных пород. Русло р.Изранды, протекающей в северной части месторождения непосредственно по рудной залежи, еще в 1955 г. перекрыто специальной плотиной и отведено в р.Кусу,



правые притоки р.Изранды с западного склона перекрыты специальным нагорным каналом, спускающим воду южнее месторождения в р.Изранду. Поэтому поступление воды в карьер за счет поверхностного стока невелико.

Большое влияние на обводненность карьера оказывают трещинные воды, образующие единый водоносный горизонт. На месторождении согласно проекту треста "Союзшахтоосушение", разработанному в 1959 г., осуществляется полное осушение дна карьера с помощью дренажных скважин, расположенных в лежащем боку рудной залежи. Согласно расчетам, суммарный приток воды в большой карьер составит на горизонтах: 364 м - 690 м<sup>3</sup>/ч, 304 м - 990 м<sup>3</sup>/ч, 256 м - 1367 м<sup>3</sup>/ч.

Технологические исследования руд Ахтенского месторождения проводились институтом "Уралмеханобр" и Уральским геологическим управлением в 1954 и 1958-1959 гг. Наиболее эффективным методом обогащения сидеритовых руд является обжиг-магнитный. После рудоподготовки, которая осуществлялась на дробильно-сортировочной фабрике, где сидеритовые руды проходили стадии дробления, сушки и грохочения с выделением товарной руды, аглоруды и хвостов обогащения, аглоруда подвергалась агломерации. Так, в 1990 г. выход товарной аглоруды составил 93,51% при извлечении железа 93,2% и содержании его в товарной аглоруде 33,31%. В настоящее время руды подвергаются дроблению, классификации и агломерации с содержанием железа в агломерате 55,59%.

Комиссией Госплана СССР в 1959 г. утверждены балансовые запасы сидеритовых руд в соответствии со следующими кондициями.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
<i>в сидеритовых рудах</i>	25
<i>в бурых железняках и полуокисленных сидеритовых рудах</i>	30
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub></i>	
<i>в подсчетном блоке в сидеритовых рудах</i>	30
<i>Максимальное содержание кремнезема в сидеритовых рудах, %:</i>	
<i>в пробе</i>	15
<i>в подсчетном блоке</i>	12
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2

Последний раз запасы Ахтенского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1962 г. (протокол 3800): бурых железняков в количестве 8,6 млн т по категориям В+С<sub>1</sub> и 0,06 млн т по категории С<sub>2</sub>, сидеритовых руд соответственно 23,2 и 2,6 млн т.

По состоянию на 01.01.1994 г. Государственным балансом учтены запасы бурых железняков 1,5 млн т по категориям В+С<sub>1</sub> и 0,06 млн т по категории С<sub>2</sub>; сидеритовых руд соответственно 19,0 и 2,6 млн т.

По проекту института "Уралгипроруда" в 1955 г. разработка месторождения до глубины 150 м предусмотрена открытым способом, а ниже - подземными горными выработками. С 1959 г. на южном участке месторождения действует карьер проектной мощностью 600 тыс.т рудной массы в год.

Добыча сидеритовых руд в 1994 г. составила 0,07 млн т против 0,471 млн т в 1990 г. Обеспеченность разведанными запасами Ахтенского месторождения при проектной производительности 0,6 млн т сырой руды в год составляет 34 года, в проектных контурах отработки - 11 лет.

## *Месторождение Радостное*

Месторождение расположено в Кусинском районе в 25 км северо-восточнее пос.Магнитка и в 5 км севернее пос.Александровка. Оно известно с конца XVIII в., однако планомерные геологоразведочные работы на нем проводятся с 1966 г.

Месторождение представлено пятью участками, приуроченными к Первой, Второй, Третьей, Четвертой и Пятой аномальным зонам. Общая площадь месторождения 10 км<sup>2</sup>.

Наиболее изученной является Вторая аномальная зона, центральная часть которой детально разведана до глубины 200-300 м. На Третьей аномальной зоне проведена предварительная разведка до глубины 300 м.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы третьей толщи тараташской свиты, представленные кристаллическими сланцами, гнейсами и магнетитовыми кварцитами сутамского (тараташского) ГПТ.

В пределах Второй аномальной зоны третья толща тараташского комплекса подразделяется на три пачки - подрудную, надрудную и рудную. Последняя, в свою очередь, расчленена на пять горизонтов, из которых второй вмещает тела магнетитовых кварцитов.

Рудные тела Второй аномальной зоны залегают на крыле крупной синклинальной структуры, осложненной складками более высоких порядков (Центральной синклинали), которая расчленена двумя продольными разломами на три тектонических блока. Мощность пластов железистых кварцитов составляет на крыльях складок 5-20 м, а в западных частях до 40-60 м. В пределах Второй аномальной зоны выделено два рудных тела магнетитовых кварцитов, разобщенных прослоем кристаллических сланцев мощностью 10-20 м, реже более. Строение рудных тел осложнено наличием секущих даек диабазов и диабазовых порфиритов мощностью до 10-20 м.

Отмечается склонение рудных тел в юго-западном направлении под углом не более 25-30° и лишь в юго-западной части Второй аномальной зоны - 50-55°. В этой части месторождения рудные тела погружаются до глубины 250 м.

По минеральному составу руды подразделяются на магнетитовые и пироксен-магнетитовые разновидности. В рудных телах их соотношение составляет приблизительно 3:2. Кроме отмеченных имеются гиперстен-магнетитовые, куммингтонит-магнетитовые, актинолит-магнетитовые, тальк-магнетитовые и гиперстен-магнетитовые кварциты.

Главным рудным минералом кварцитов является магнетит. Реже встречаются пирит, халькопирит, марказит, ильменит, гематит, гидроокислы железа. Нерудные минералы представлены кварцем, гиперстеном, клинопироксеном, роговой обманкой, гранатом, тальком, апатитом, флогопитом.

Кварциты всех разновидностей характеризуются постоянством химического состава. Пироксен-магнетитовые по своему химическому составу отличаются от магнетитовых кварцитов несколько повышенным содержанием железа общего, глинозема и высоким содержанием оксида магния.

В рудах Второй аномальной зоны среднее содержание компонентов составляет, %: Fe<sub>общ</sub> - 33,23 (при колебаниях от 20 до 45); Fe<sub>магн</sub> - 27,22; S - 0,15; P - 0,16.

Гидрогеологические условия Второй аномальной зоны, включающей два водоносных горизонта, благоприятны для отработки открытым спосо-

бом. Первый водоносный горизонт приурочен к делювиально-аллювиальным образованиям и питается за счет атмосферных осадков.

Второй горизонт трещинного типа. Воды обоих горизонтов безнапорные. Максимально возможный водоприток, рассчитанный для карьера, составляет 31 м<sup>3</sup>/ч.

Горно-технические условия разработки месторождения благоприятные. Мощность покровных отложений невелика. Вмещающие породы достаточно устойчивы.

Технологические испытания, проведенные институтом "Уралмеханобр", показали, что руды легко обогащаются мокрой магнитной сепарацией. Конечным продуктом является магнетитовый концентрат, который содержит 66,14% железа при выходе его 42,0% и извлечение железа магнетитового в концентрат 95,1%.

Запасы железных руд на месторождении подсчитаны по кондициям 1972 г. применительно к открытой отработке.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	27
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	3

Разведанные запасы приняты на баланс в 1979 г. ТКЗ Уральского геологического управления в количестве 4,3 млн т по категории С<sub>1</sub> и 0,086 млн т по категории С<sub>2</sub>.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтено 5,1 млн т по категории С<sub>1</sub> и 2,3 млн т по категории С<sub>2</sub>.

Месторождение отрабатывалось с 1973 г. Златоустовским рудоуправлением. В 1990 г. добыто 0,456 млн т сырой руды; с 1991 г. добыча руд прекращена, и месторождение законсервировано.

### ***Месторождение Магнитный Ключ***

Месторождение находится в Кусинском районе в 32 км к северо-востоку от пос.Магнитка. Известно оно с XIX в. В 1972-1974 гг. Уральским геологическим управлением проведена предварительная, а в 1975-1976 гг. - детальная разведка.

Месторождение связано с древнейшими породами Урала архейского возраста, залегающими в ядерных частях Тараташского антиклинория, и представлено рудами сутамского (тараташского) ГПТ.

Породы архея представлены отложениями радашской свиты, состоящей из пяти горизонтов: подрудного - кварцито-гнейсового; второго рудоносного - глиноземистого; межрудного - кварцито-гнейсового; первого рудоносного - железисто-глиноземистого; надрудного - кварцито-гнейсового, почти нацело гранитизированного.

Железистые кварциты приурочены преимущественно к базальным слоям первого Рудоносного горизонта и имеют пространственную связь с существенно гиперстеновыми породами.

Покровные отложения и образования зоны выветривания представлены суглинками и глинами с различным количеством дресвы и щебня. Мощность зоны дезинтеграции от 2 до 70 м, средняя 35 м.

Тектоническую обстановку определяет основная пликативная структура - Масаелгинская синклираль с размахом крыльев складки по подошве первого рудоносного горизонта 600-700 м. Простираение оси складки северо-восточное, падение крыльев асимметричное: северо-западное крыло имеет угол падения 30-40°, восточное - 60-90°. Пликативная структура нарушается двумя относительно крупными разломами (Центральным и Северным), которые расчленяют месторождение на три блока.

На месторождении выявлено десять рудных тел, длина которых по простиранию изменяется от 100 до 1100 м, протяженность по падению - от 40 до 350 м, мощность - от 5 до 20 м.

Руды представлены в основном (72%) пироксен-магнетитовыми и магнетитовыми кварцитами. Главным рудным минералом является магнетит. Содержание железа общего в рудах 34,51%, магнетитового - 23,32%.

Гидрогеологические и горно-технические условия отработки месторождения предельно простые и определяются наличием двух типов подземных вод: грунтовые в аллювиальных и трещинные в породах архейского фундамента. Воды обоих типов безнапорные, питание их осуществляется за счет атмосферных осадков. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатно-магниево-кальциевые либо кальциево-магниевые. Максимальный водоприток в карьер оценивается в 345 м<sup>3</sup>/ч. Высокометаморфизованный комплекс пород обеспечивает устойчивость бортов карьера.

Исследования обогатимости руд месторождения Магнитный Ключ выполнены институтом "Уралмеханобр" и лабораторией обогащения Уральского геологического управления. Установлена высокая эффективность их обогащения по схеме мокрой магнитной сепарации, принятой на Кусинской обогатительной фабрике для переработки руд Радостного месторождения. Получаемый концентрат содержит железа общего 64,6% при выходе его 32,7% и извлечении железа в концентрат 66,4%.

Технологические исследования проб вмещающих пород показали, что диорито-гнейсы, пикриты, диабазы, пироксеновые породы, мигматиты, гнейсы и кварцито-гнейсы по своим физико-механическим свойствам отвечают техническим требованиям к обычно бутовому строительному камню марки 800.

С целью обоснования постоянных кондиций для подсчета запасов руд месторождения институтом "Уралгипроруда" в 1975 г. выполнено ТЭО, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы железных руд категории С<sub>2</sub>, млн т</i>	13,4
<i>Запасы строительного камня категорий А+В+С<sub>1</sub>, млн м<sup>3</sup></i>	28,5
<i>Производительность карьера, млн т/год:</i>	
<i>по руде</i>	0,8
<i>по строительному камню</i>	1,4
<i>Годовой выпуск:</i>	
<i>агломерата, млн т</i>	0,265
<i>товарного щебня марки не ниже 600-800, млн м<sup>3</sup></i>	1,58
<i>Обеспеченность карьера запасами, лет:</i>	
<i>железной руды</i>	21
<i>строительного камня</i>	19,6
<i>Себестоимость, р.:</i>	
<i>1 т агломерата</i>	22,74
<i>1 м<sup>3</sup> щебня</i>	2,62

Отпускная цена на 1990 г., р.:

1 т агломерата	23,63
1 м <sup>3</sup> щебня	3,53
Прибыль годовая, млн р.	1,7
Рентабельность, %	5,9

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1976 г. утверждены (протокол 1081-к) параметры постоянных кондиций.

Минимальное промышленное и бортовое содержание Fe <sub>магн</sub> , %	14
Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м	3
Минимальная мощность скальных пород, учитываемых при подсчете запасов, м	6

Таблица 103  
Запасы железных руд и строительного камня месторождения Магнитный Ключ

Категория запасов	Запасы руды, млн т	Среднее содержание в руде, %		Запасы строительного камня
		Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	
А	-	-	-	2,1
В	-	-	-	9,7
С <sub>1</sub>	13,4	33,76	23,10	16,6
С <sub>2</sub>	1,7	32,52	23,20	-

Запасы железных руд и строительного камня, подсчитанные по данным кондициям, утверждены ГКЗ СССР в 1976 г. (табл. 103).

Месторождение подготовлено к промышленному освоению.

Разработка месторождения предусматривается открытым способом Златоустовским рудоуправлением при производительности карьера 0,8 млн т руды в год после отработки запасов месторождения Радостное.

### Круглогорское месторождение

Круглогорское месторождение магнетитовых руд находится в Чебаркульском районе в 12 км юго-западнее г. Миасса. Открыто оно в 1964 г., с 1965 по 1969 г. на нем проводились поисковые работы и предварительная разведка, в 1970-1973 гг. - детальная разведка.

Месторождение приурочено к толще метаморфически измененных вулканогенно-осадочных пород ирендинской свиты нижнего девона, локализуется в экзоконтактовой зоне Круглогорского габбрового массива и является аналогом Магнитогорского месторождения. Магнетитовое оруденение представлено пласто- и линзообразными телами, разведанными в пределах пяти участков магнитных аномалий (1,2,3,4,6), расположенных в 0,3-1,0 км друг от друга (рис. 74). Наиболее крупные рудные тела прослежены по простиранию от 400 до 1400 м, по падению - на 150-520 м при мощности от первых метров до 50 м; в участках раздувов мощность рудных тел достигает 150 м. Другие рудные тела имеют значительно меньшие размеры, их длина по простиранию - 100-300 м, по падению - 50-150 м, средняя мощность - 5-12 м. Углы падения рудных тел - от 20-30 до 50-60°.

Руды представлены кустанайскими ГПТ, среди них выделяются первично-магнетитовые вкрапленные (65% от общих запасов) и сплошные (33%) разновидности. Подчиненное значение имеют сульфидно-магнетитовые (2%), окисленные (0,2%) и валунчатые (0,8%) руды.

Главным рудным минералом является магнетит. Сульфидная минерализация представлена в основном пирротином, пиритом и халькопиритом. Среднее содержание серы в собственно магнетитовых рудах в сплошных их разновидностях составляет около 0,9% и во вкрапленных - около 1,4%. Сульфидно-магнетитовые руды, приуроченные к периферийным (на выклинивании) частям рудных тел, наряду с пирротином, пиритом и халькопиритом, содержат пентландит, сфалерит, марказит и некоторые другие минералы, а также самородное золото. Содержание серы в них колеблется от 5 до 16%. В этих рудах отмечается повышенное содержание кобальта (0,011-0,176%), никеля (0,11-0,41%), меди (0,5-3,1%). В целом по магнетитовым и сульфидно-магнетитовым рудам среднее содержание меди составляет около 0,04% и кобальта около 0,01%.

В рудах Круглогорского месторождения установлено золото, содержание которого по отдельным интервалам длиной 2-30 м составляет 1-5 г/т, достигая иногда 40 г/т. Золото связано в основном с сульфидной минерализацией (золото-кобальтин-магнетитовая, золото-арсенопирит-пирротиновая и золото-халькопирит-галенитовая ассоциации) и нередко присутствует в обогащенных сульфидами вмещающих скарнах. Руды содержат также серебро от следов до 58 г/т, в среднем около 1,44 г/т.

Средний химический состав сплошных магнетитовых руд, %: Fe<sub>общ</sub> - 56,7; Fe<sub>магн</sub> - 52,7; SiO<sub>2</sub> - 8,96; TiO<sub>2</sub> - 0,16; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,95; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 50,86; FeO - 27,22; CaO - 4,26; MgO - 1,03; K<sub>2</sub>O - 0,12; Na<sub>2</sub>O - 0,16; п.п.п. - 4,66; вкрапленных: Fe<sub>общ</sub> - 31,9; Fe<sub>магн</sub> - 22,5; SiO<sub>2</sub> - 24,29; TiO<sub>2</sub> - 0,14; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5,54; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 26,45; FeO - 19,95; CaO - 10,658; MgO - 3,72; K<sub>2</sub>O - 0,16; Na<sub>2</sub>O - 0,39; п.п.п. - 7,66.

Содержание железа, связанного с немагнитными минералами, в сплошных рудах в среднем составляет 4,2, во вкрапленных - 9,1%.

Гидрогеологические и горно-технические условия эксплуатации месторождения несложные. Обводненность пород и руд слабая. Возможная величина водопритока 204 м<sup>3</sup>/ч.

Некоторое увеличение водопритока можно ожидать за счет инфильтрации весенних талых вод, а также обильных весенне-летних осадков на площади гор Кругая и Жмаевка.

Источником водоснабжения будущего рудника могут служить трещинно-карстовые воды, разведанные в 11 км к северо-западу от месторождения.

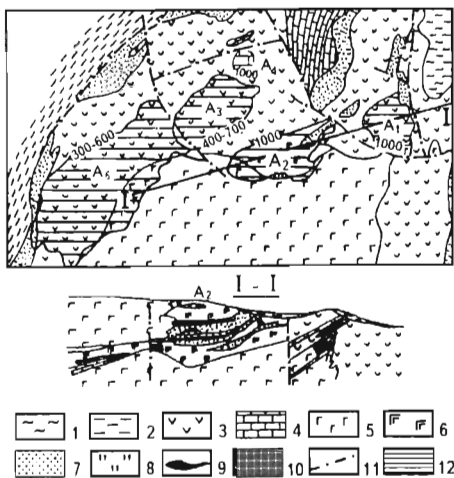


Рис. 74. Схематическая геологическая карта и разрез Круглогорского месторождения

- 1 - делювий; 2 - сланцы глинисто-кремнистые и кварц-хлорит-серицитовые; 3 - порфириты базальтовые, пироксен-плагиоклазовые с прослоями туфов; 4 - известняки мраморизованные; 5 - габбро, кварцевые габбро; 6 - габбро-порфириты; 7 - серпентиниты хризотилловые и ангидритовые; 8 - роговики кварцевые; 9 - магнетитовые руды сплошные; 10 - магнетитовые руды вкрапленные; 11 - тектонические нарушения; 12 - площади магнитных аномалий

Испытания обогатимости руд проводились институтом "Уралмеханобр" и лабораторией Уральского геологического управления по схеме сухой и мокрой магнитной сепарации с последующей флотацией (в лабораторных условиях) хвостов магнитного обогащения с целью выделения сульфидного концентрата и изучения возможности извлечения золота, серебра, меди и кобальта.

Для обоснования кондиций приняты следующие усредненные расчетные показатели обогащения: при исходном содержании железа в руде 38-43%, золота - 0,6 г/т, серебра - 1,44 г/т выход магнетитового концентрата составил 45-64%, содержание железа в нем 67,8%, извлечение железа в концентрат 76,6-83,3%; выход сульфидного концентрата - 0,7% с содержанием в нем золота 50,2 г/т, серебра - 16,02 г/т при извлечении их соответственно 32 и 6,5%.

С целью обоснования постоянных кондиций для подсчета запасов железных руд Челябинской комплексной геологоразведочной экспедицией в 1973 г. разработано ТЭО, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы руды в недрах, млн т</i>	40,8
<i>Содержание железа в руде, %</i>	40,9
<i>Эксплуатационные запасы (потери 9%, разубоживание 14%), млн т</i>	42,3
<i>Содержание железа в эксплуатационных запасах, %</i>	36,36
<i>Извлечение железа в концентрат, %</i>	79,6
<i>Производительность шахты, млн т/год:</i>	
<i>по сырой руде</i>	1,8
<i>по концентрату</i>	0,667
<i>по агломерату</i>	0,654
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
<i>сырой руды</i>	3,41
<i>концентрата</i>	13,46
<i>агломерата</i>	15,92
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	48,6
<i>Срок окупаемости, лет</i>	10,7

В ТЭО проведены укрупненные расчеты экономики извлечения золота и серебра из хвостов магнитного обогащения на обогатительной фабрике Кусинского месторождения со строительством на ней флотационного отделения. Дополнительные капитальные затраты увеличатся на 13%, что повысит себестоимость агломерата на 15%.

Годовой выпуск хвостов магнитного обогащения определен в 1 млн т, золотосульфидного концентрата 12600 т, золота в нем 632,5 кг по основному варианту.

На основании ТЭО ГКЗ СССР утвердила в 1973 г. (протокол 713-к) подсчетные параметры постоянных кондиций.

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	25
<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4

Разведанные запасы, подсчитанные по данным кондициям, утверждены ГКЗ СССР (протокол 7019) в 1973 г.: по категориям В+С<sub>1</sub> - 37,6 млн т при среднем содержании железа 39,76%, серы - 1,0% и С<sub>2</sub> - 22,6 млн т при среднем содержании железа 41,11% и серы - 1,88%.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом на Круглогорском месторождении учтено запасов по категориям А+В+С<sub>1</sub> в количестве 39,0 млн т и С<sub>2</sub> - 19,9 млн т.

Месторождение квалифицируется как резервное (разведанное) для Магнитогорского металлургического комбината.

### *Копанское месторождение*

Месторождение расположено в 22 км на юго-запад от г.Златоуста, в 12 км от железнодорожной станции Тундуш. Приурочено оно к центральной части Копанского массива габбро, имеющего северо-восточное простирание (25-35°) и юго-восточное падение под углом 35-55°. Общая протяженность массива 28 км при ширине от 1,0 до 2,2 км. На северо-западе массив контактирует с кварцитами, переслаивающимися с карбонатными породами. С юго-востока контакт проходит вдоль массива молодых гранитоидов. На всем протяжении Копанский массив прорезан дайками диабазов, порфилов и гранитов.

В пределах массива выделяются три рудных зоны: Западная, сложенная маломощными прослоями ильменитовых и ильменит-титаномагнетитовых руд; Главная, представленная ильменит-титаномагнетитовыми и собственно титаномагнетитовыми рудами, и Восточная, сложенная существенно ильменитовыми рудами. Во всех этих зонах количественно преобладают бедновкрапленные руды. Только в основании Главной рудной зоны имеются согласные пластообразные тела сплошных и богатых вкрапленных существенно титаномагнетитовых руд, которые отнесены к собственно железным рудам. Тела сплошных руд довольно выдержаны по простиранию на расстояние до нескольких сотен метров при незначительной мощности (0,3-1,5 м). В целом руды месторождения относятся к качканарскому ГПТ и являются высокотитанистыми железо-титано-ванадиевыми. Руды, отвечающие требованиям металлургии ( $\text{TiO}_2 < 3,0\%$ ,  $\text{Fe} > 30\%$ ), составляют лишь небольшую часть от общих запасов месторождения. Запасы месторождения (103 млн т) отнесены к забалансовым.

По данным 40 полных химических анализов среднее содержание различных компонентов в сплошных рудах составляет, %:  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  - 45,10;  $\text{TiO}_2$  - 10,89;  $\text{V}_2\text{O}_5$  - 0,57; P - 0,01; S - 0,01;  $\text{SiO}_2$  - 7,70;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 37,08;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 11,45; FeO - 24,58; MnO - 0,33;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - 0,45; CaO - 1,16; MgO - 2,85; NiO - 0,09. Средний химический состав вкрапленных руд при бортовом содержании в них железа не менее 20% следующий:  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  - 24,98%,  $\text{TiO}_2$  - 6,0%,  $\text{V}_2\text{O}_5$  - 0,22%.

Генезис месторождения типичный магматический. Образование вкрапленных руд происходило в результате кристаллизационной дифференциации рудоносного магматического расплава, а залежи сплошных руд сформировались при участии ликвационных процессов расслоения магмы на существенно окисно-рудную и силикатную составные части.



Гидрогеологические условия обработки месторождения простые. Водоприитоки в горные выработки до горизонта 100 м составят примерно  $50 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Предполагается увеличение водоприитоков до  $200-400 \text{ м}^3/\text{ч}$  на глубине 200-300 м.

Магнитная сепарация сплошных руд дает возможность получить магнитный железо-титано-ванадиевый концентрат с содержанием  $\text{Fe}_{\text{общ}} 57,0\%$ ;  $\text{TiO}_2 - 13,6\%$  и  $\text{V}_2\text{O}_5 - 0,97\%$ .

Наиболее рациональный способ использования собственно титано-магнетитовых руд Копанского месторождения - двухстадийная электротермическая плавка их коллективного концентрата с получением ванадиевого чугуна и высокотитанистого шлака (Резниченко В.А., Шабалин Л.И., 1986). Шлаки могут перерабатываться на высококачественный пигментный диоксид титана, а ванадий из чугуна переводиться в шлак при продувке кислородом в конвертерах и затем извлекаться в ванадиевые промпродукты. Возможно также использование титаномагнетитового концентрата в доменном переделе.

### 5.3. Курганская область

Железорудная база Курганской области по состоянию на 01.01.1994 г. представлена тремя месторождениями, оцененными на стадии поисковых работ, и шестью рудопроявлениями скарново-магнетитовых руд, объединяемых в Глубоченский железорудный район. Прогнозные ресурсы месторождений утверждены НТС Роскомнедр по категориям  $P_1$  и  $P_2$  в количестве 1000 млн т (табл. 104).

Таблица 104  
Прогнозные ресурсы скарново-магнетитовых руд Курганской области, млн т

Месторождение	Всего	В том числе по категориям	
		$P_1$	$P_2$
Глубоченское	370	210	160
Березовское	200	200	-
Петровское	430	320	110
Итого	1000	730	270

Месторождения Глубоченского железорудного района - средние по масштабам с содержанием железа в руде от 20 до 48% и более. Руды перекрыты чехлом рыхлых отложений мощностью 320-550 м. Железорудный потенциал Курганской области следует рассматривать как возможный источник сырья для удовлетворения потребностей в железных рудах металлургических предприятий Южного Урала, расположенных на расстоянии 400-500 км.

Поисковые работы на железо проводились в пределах Курганской части Тюменско-Кустанайского прогиба в два этапа: в 1960-1965 гг. и 1973-1980 гг. Этими работами выявлено три месторождения и около 70 магнитных аномалий, большая часть которых проверена буровыми работами. В результате перспективы Курганской области значительно расширены.

Выполненные различными организациями (институт "Гипроруда", 1975 г.; Институт горного дела АН СССР, 1975 г.; Нормативно-исследовательская партия Уральского ПГО 1976, 1979, 1980 гг.) укрупненные технико-экономические расчеты свидетельствуют о принципиальной возможности их промышленного освоения (табл. 105).

**Ориентировочные показатели отработки месторождений железных руд  
Курганской области**

Показатели	Месторождение				
	Глубоченское		Березовское	Петровское	
	Гипроруда, 1975 г.	ИГД, 1975 г.	НИП, 1976 г.	НИП, 1979 г.	НИП, 1980 г.
Прогнозные ресурсы, млн т	288	144	252	300	490
Содержание железа, %	31	35	36	36	34,4
Производительность рудника, млн т/год	5,0	7,0	5,0	7,0	10,0
Обеспеченность рудника запасами, лет	59	22	55	45	48
Выход концентрата ММС, %	58	55	58	48	32
Себестоимость 1 т, р.:					
сырой руды	3,04	2,64	2,90	3,65	4,35
концентрата ММС	11,74	12,24	11,01	12,79	18,49
Капитальные затраты, млн р.	173	167	167	204	215
Удельные капитальные затраты, р.:					
на 1 т руды	39,4	14,8	29,1	22,1	27,1
на 1 т концентрата ММС	-	-	-	57,9	60,7

Кроме железных руд в Курганской области выявлены месторождения стройматериалов, подземных вод, а также признаки асбеста, рудного золота, полиметаллов, бокситов, нефти, газа, угля и других полезных ископаемых.

### **5.3.1. Глубоченский железорудный район**

Глубоченский железорудный район объединяет три сближенных месторождения скарново-магнетитовых руд (Глубоченское, Березовское и Петровское) и сопутствующие им рудопроявления, сосредоточенные в юго-западной части Западно-Сибирской низменности в пределах среднего течения р. Тобол на юге Курганской области.

Район представляет собой узкую полосу пород северо-восточного простирания длиной 100 км и шириной 5-15 км. Общая площадь района около 1000 км<sup>2</sup>. Рельеф района пониженный, равнинный, абсолютные отметки варьируют от 120 до 170 м.

Магнитные аномалии Глубоченского, Березовского и Петровского месторождений выявлены аэромагнитной съемкой в начале 60-х годов (В.А.Уфимцев). Позднее рудная природа аномалий была установлена буровыми работами 1960-1965 гг. и 1973-1976 гг. (В.В.Рябов, С.И.Уфимцев и др.).

Большой вклад в геологическое изучение района внесли также М.В.Чурсина, А.В.Чурсин, П.С.Прямоносков, С.И.Бирючев, А.Е.Медведев, Р.А.Крылов, Е.М.Ананьева, И.И.Пастушенко, Н.Г.Шмидт и др.

Площадь месторождений Глубоченского района покрыта аэро- и наземной магнитной съемкой, составлена схематическая геологическая карта досреднеюрских образований масштаба 1:5 000 и др.

Глубоченский железорудный район является непосредственным северным продолжением Тургайского железорудного пояса. Входящие в его

состав месторождения приурочены к осевой (Курганской) части Тюменско-Кустанайского прогиба (восточной части Валерьяновской структурно-формационной зоны), сформировавшегося на месте внешнего сочленения герцинских сооружений Урала с более древними складчатыми сооружениями Казахстана. В пределах Глубоченского района прогиб имеет сложное трехъярусное строение. Нижний ярус сложен девонскими осадочно-вулканогенными породами. Средний - представлен главным образом нижнекаменноугольными образованиями: базальтами, андезитами, сопровождающими их туфами, туффитами, а также известняками и другими осадочными породами. Раннекаменноугольные вулканогенно-осадочные комплексы вступают субвулканическими гипабиссальными интрузивами габбро-гранитоидной формации, с которыми железорудные месторождения пространственно наиболее тесно связаны. Весь этот складчатый комплекс палеозойских пород перекрывается рыхлыми мезо-кайнозойскими платформенными образованиями, составляющими верхний ярус прогиба (рис. 75).

С точки зрения генезиса скарново-магнетитовые руды Глубоченского района являются гидротермально-метасоматическими образованиями. Месторождения железных руд размещаются в вулканогенно-осадочной толще валерьяновской серии, сопровождаются широкими зонами альбитизации, скаполитизации, скарнирования и хлоритизации. Оруденение концентрируется чаще всего в областях фациальной смены эффузивных, пирокластических и вулканогенно-осадочных пород, приурочиваясь, как правило, к внутренним частям структур.

В пределах Глубоченского района месторождения и рудопроявления располагаются узлами на расстоянии 30-45 км друг от друга и состоят из ряда сближенных тел мощностью до 50-100 м (максимальная 300 м). Рудные тела устроены в интервале глубин 300-1700 м (по геофизическим данным они распространяются до глубин 2,5-2,8 км). Наиболее высокозалегающие тела обычно выходят на поверхность эрозионного среза фундамента.

Железные руды представлены первичными магнетитовыми и имеющими подчиненное значение окисленными разностями. Руды массивные, прожилково-вкрапленные, вкрапленные. Главные рудные минералы - магнетит, в окисленных рудах - магнетит и гематит; нерудные - скарнообразующие силикаты, хлорит, в меньшей степени карбонаты и др. Содержание компонентов по рудным интервалам варьирует в следующих пределах, %:  $Fe_{общ}$  - 25-60,  $Fe_{магн}$  - 13-56, S - 0,1-5 (иногда до 6-8,5), P - 0,01-0,5.

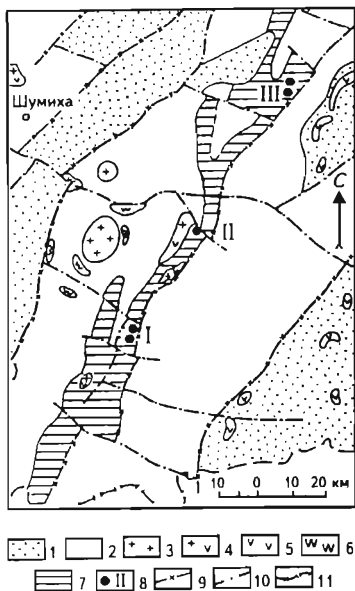


Рис. 75. Схематическая геолого-тектоническая карта Глубоченского железорудного района (по С.И.Бирючеву, 1981)

1 - отложения верхнепалеозойско-нижнемезозойского яруса (PZ<sub>3</sub>-MZ<sub>1</sub>); 2 - отложения верхнедевонско-нижнекаменноугольного яруса (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>); 3 - позднепалеозойская гранитовая формация; 4 - раннекаменноугольная габбро-гранитоидная формация; 5 - позднепалеозойско-раннемезозойская габбро-норит-долеритовая формация; 6 - раннекаменноугольная ультрабазитовая формация; 7 - Глубоченская железорудная полоса; 8 - магнетитовые месторождения: I - Глубоченское, II - Березовское, III - Петровское; 9 - границы структур первого порядка; 10 - тектонические нарушения; 11 - административная граница

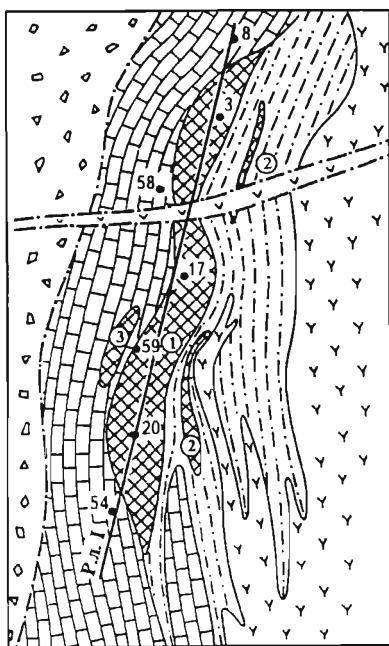
Лабораторные технологические исследования показали, что из магнетитовых руд могут быть получены концентраты с содержанием железа 63-69,8% при выходе от 34 до 52%, из окисленных руд после магнетизирующего обжига - концентраты с содержанием железа 62,6-63,5% при выходе 49-58%.

Все это свидетельствует о том, что на территории Глубоченского железорудного района может быть создана новая сырьевая база металлургических предприятий Южного Урала.

### Глубоченское месторождение

Глубоченское месторождение находится в 130-135 км к юго-западу от г.Кургана. Оно приурочено к структурно-формационной зоне север-северо-восточного простирания, которая характеризуется широким развитием вулканогенных пород, их многократным чередованием с осадочными породами, значительная часть которых представлена известняками. Выше по разрезу рудная толща перекрыта чехлом рыхлых мезо-кайнозойских отложений мощностью 320-370 м. Месторождение расчленено серией тектонических нарушений с образованием тектонических брекчий и интрузиями даек долеритов, диабазов и др.

Железные руды сконцентрированы на двух разобщенных участках с интервалом 1,5 км - Северном и Южном. Последний изучен наиболее детально. Рудная зона Южного участка (рис. 76) расположена на глубине 325-750 м и имеет длину около 1400 м. Она состоит из трех сблизженных рудных тел, выходящих на поверхность фундамента. Как и вмещающие их породы, рудные тела простираются в меридиональном направлении и падают на запад под углом 35-50°. Средняя мощность основного рудного тела 80-90 м; мощность двух других тел не превышает 10-15 м, длина - первых сотен метров. Оруденение, выявленное на Южном участке, практически полностью околонуено.



100 0 100 200 300 м

Р-Л I

Ю-ЮВ Скв.20 Скв.17 Скв.3 Скв.16 С-СВ

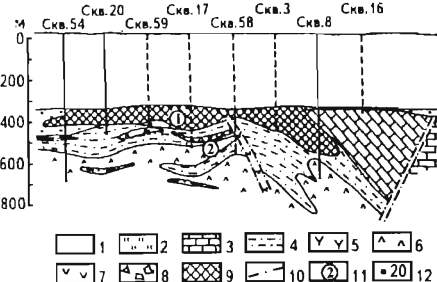


Рис. 76. Схематическая геологическая карта и разрез Южного участка Глубоченского месторождения по разведочной линии I (по С.И.Бирючеву, 1981, 1984)

1 - нерасчлененные мезо-кайнозойские отложения; 2 - кора выветривания (пестроцветные глины, иногда с обломками железных и марганцевых руд); 3 - известняки; 4 - аргиллиты, алевролиты, песчаники и туфопесчаники с прослоями известняков и, редко, туфов и лав андезит-базальтового состава; 5 - плагиоклазовые и пироксен-плагиоклазовые порфиры базальтового и андезит-базальтового состава; 6 - порфиры; 7 - долериты; 8 - тектонические брекчии; 9 - магнетитовые руды; 10 - предполагаемые тектонические нарушения; 11 - рудное тело; 12 - разведочные скважины

Руды представлены двумя типами - магнетитовыми со средним содержанием  $Fe_{общ}$  32,2% и частично (25% ресурсов) окисленными со средним содержанием  $Fe_{общ}$  40,46%.

На Северном участке оруденение прослежено на 2 км по простиранию и не оконтурено на флангах и на глубину. В этой рудной зоне выявлено пять рудных тел, залегающих на глубине 480-1770 м (по геофизическим данным оруденение распространено до глубины 2,3-2,8 км) и не имеющих выхода на поверхность фундамента. Мощность рудных тел изменяется от 20 до 300 м, по простиранию тела не оконтурены, простираются в субмеридиональном направлении и круто (50-70°) падают на восток.

На площади между Северным и Южным участками (Центральный блок) отдельными скважинами выявлены магнетитовые руды, содержащие  $Fe_{общ}$  от 31,15 до 44,03%.

Дополнительный прирост ресурсов возможен в восточной части Северной магнитной аномалии на участке смены эффузивных и осадочных пород (до 80-90 млн т).

### *Березовское месторождение*

Месторождение расположено в 32 км севернее Глубоченского месторождения и в 100 км к юго-западу от г.Кургана. Оно находится в одной и той же тектонической зоне с Глубоченским месторождением и имеет с ним много общих черт. Оруденение прослежено по простиранию на 2800 м и на 1300 м по падению. Руды залегают на глубине 443-987 м и не имеют выхода на поверхность эрозионного среза фундамента; выше по разрезу рудная толща перекрывается чехлом рыхлых мезо-кайнозойских отложений мощностью 420-450 м.

Руды сосредоточены в двух зонах, которые согласно с вмещающими породами протягиваются в северо-западном направлении и падают на юго-запад под углом 20-30°. В составе рудных зон выявлено 10 рудных тел средней мощностью от 5 до 35 м. Рудные зоны в основном оконтурены по востанию, падению и на юго-восточном фланге; северо-западный фланг месторождения не оконтурен.

Железные руды месторождения имеют существенно магнетитовый состав и содержат  $Fe_{общ}$  от 21,76 до 35,45%.

Прирост ресурсов возможен на северо-западном фланге месторождения. Кроме того, в северо-западной и юго-западной частях западной зоны могут быть дополнительно выявлены бедные руды.

### *Петровское месторождение*

В Глубоченском железорудном районе Петровское месторождение занимает самое северное положение, находится в 45 км к северу от Березовского, в 60 км к западу-юго-западу от г.Кургана и продолжает к северу цепь рудных аномалий Глубоченской зоны. Оно имеет единую рудную природу с другими месторождениями района.

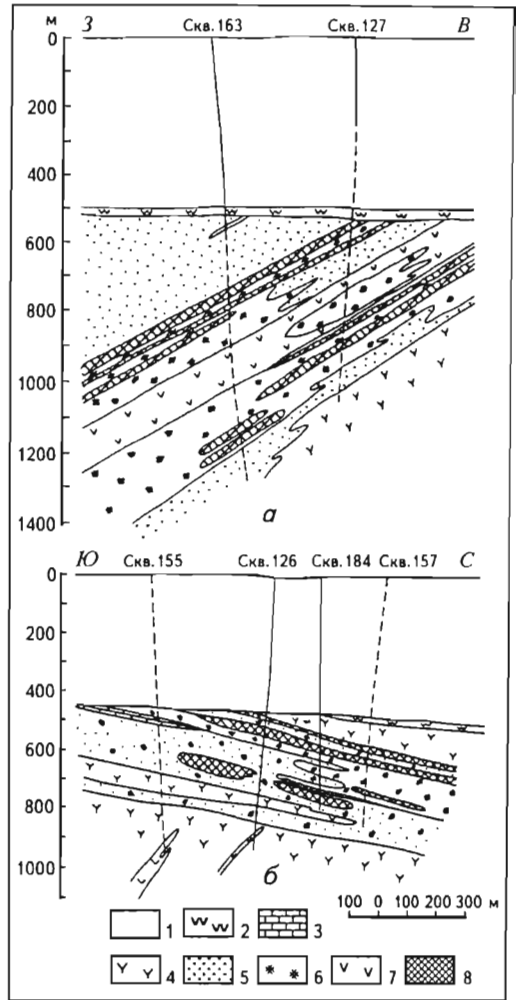
Рудное поле Петровского месторождения имеет сложную форму; длина поля в субмеридиональном направлении 6 км, ширина - 5,5 км. В его пределах руды сосредоточены на трех участках - Северном, Южном и Западном (рис. 77), которые отвечают трем различно ориентированным блокам. Оруденение размещается двумя этажами в интервале глубин 475-1185 м; расстояние между этажами на Северном участке 180-200 м, на Южном и Западном - 60-100 м. Падение рудных зон и вмещающих их пород пологое, не превышающее 10-25°. Рудные зоны имеют непосредственный выход на эрозионную поверхность фундамента.

Рис. 77. Схематические геологические разрезы Северного (а) и Южного (б) участков Петровского месторождения

1 - нерасчлененные мезо-кайнозойские отложения; 2 - мезозойская кора выветривания (глины и др.); 3 - известняки; 4 - нерасчлененные порфириды, сильнометаморфизованные; 5 - порфириды андезито-базальтовые; 6 - туфы андезито-базальтовые; 7 - метасоматиты; 8 - магнетитовые руды

В каждом этаже оруденение представлено сериями рудных тел мощностью от 5 до 41,9 м (в среднем 13,0 м). Суммарные мощности рудных подсечений по отдельным скважинам варьируют от 7,8 до 76,2 м (в среднем по месторождению 42 м). Из-за отсутствия необходимых данных геометризация рудных тел не проводилась; не исследовано и поведение их по восстанию.

Вскрытые железные руды имеют существенно магнетитовый состав с содержанием  $Fe_{общ}$  в суммарных подсечениях скважинами от 28,5 до 40% (в среднем по месторождению 34,0%). Не исключено, что в зоне окисления могут оказаться значительные ресурсы окисленных руд, которые не получили отражения в магнитном поле.



#### 5.4. Оренбургская область

Железорудная база Оренбургской области по состоянию на 01.01.1994 г. оценивается в 317,2 млн т балансовых запасов железных руд на восьми месторождениях, в том числе по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 194,7 млн т, С<sub>2</sub> - 122,5 млн т (табл. 106).

Работы по добыче руд Орско-Халиловского района были начаты в 1932-1934 гг. на Орловском и Мало-Халиловском месторождениях. С вводом в строй Орско-Халиловского металлургического комбината (ОХМК) начались планомерные добычные работы на Новокиевском (1954), а затем на Новопетропавловском (с 1975 г.) месторождениях. До 1990 г. добыча железных руд осуществлялась ОХМК на трех (Новокиевском, Новопетропавловском и Аккермановском) месторождениях в количестве 0,2 млн т в год. В целом с начала эксплуатации месторождений района уровень добычи весьма ценных природнолегированных хромом и никелем руд снизился с 0,6 млн т до полного прекращения, и ОХМК полностью перешел на переработку руд КМА и Соколовско-Сарбайского ГОКа Республики Казахстан.

## Месторождения железо-хромо-никелевых руд Оренбургской области

Предприятие, месторождение	Содержание Fe в запасах категорий А+В+С <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		А+В+С <sub>1</sub> *	С <sub>2</sub>		Всего	В том числе	
						Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>
<b>Разрабатываемые месторождения</b>							
<i>Новокиевский рудник Орско-Халиловского металлургического комбината</i>							
Новокиевское**	36,2	3,9/-	-	-	10	-	10
Новопетропавловское***	37,0	10,6/10,5	-	1,4	10	-	10
Аккермановское****	32,0	155,3/155,3	121,8	-	-	-	-
Итого		169,8/165,8	121,8	1,4	20	-	20
<b>Резервные разведанные месторождения</b>							
Мало-Халиловское	37,0	5,2/5,2	-	-	-	-	-
Орловское	40,9	9,4/9,4	0,7	-	-	-	-
Промежуточное	35,4	3,1/3,1	-	-	-	-	-
Ново-Георгиевское	40,0	5,4/5,4	-	-	-	-	-
Буруктаьское	34,2	5,6/5,6	-	-	-	-	-
Итого		28,7/28,7	0,7	-	-	-	-
<b>Новые перспективные площади</b>							
Орловская и Мустафинская площади	-	-	-	-	10	10	-
Ишкинская площадь	-	-	-	-	20	-	20
Итого	-	-	-	-	30	10	20
Всего		198,5/194,5	122,5	1,4	50	10	40

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

\*\* Месторождение полностью отработано.

\*\*\* Месторождение временно законсервировано.

\*\*\*\* Добыча руд на месторождении (0,021 млн т в 1993 г.) велась попутно с флюсовыми известняками. Руда заскладирована в спецотвале.

Вместе с тем весьма благоприятные горно-технические условия отработки месторождений района, возможность использования руд в доменном переделе с содержанием железа более 35% практически без обогащения (рассев) и значительные балансовые запасы позволяют ОХМК развить добычные работы на собственной сырьевой базе и сократить поставку руд с КМА за 2500 км.

Из нерудного сырья на территории Оренбургской области в небольшом объеме (2,9 млн т, или 5,8% от добычи по Российской Федерации) добываются только флюсовые известняки и огнеупорные глины (0,1 млн т) при запасах по категориям А+В+С<sub>1</sub> в количестве 48,7 млн т. Имеются два разведанных месторождения кварцитов как флюсовое сырье и два месторождения доломитов с запасами по категориям А+В+С<sub>1</sub> соответственно 40,6 и 56,4 млн т.

### 5.4.1. Орско-Халиловский железорудный район

Орско-Халиловский железорудный район находится на восточном склоне Южного Урала и представляет собой узкую субмеридиональную полосу между р.Таналык (правый приток р.Урала) на севере и р.Урал на юге (рис. 78); ширина полосы 0,5-2 км на севере и 10-15 км на юге, длина - около 60 км.

В орографическом отношении район представляет собой приподнятую всхолмленную равнину, состоящую из водораздельных плато (сыртов) и расчлененных оврагами склонов речных долин. Абсолютные отметки водоразделов достигают 400-420 м при относительном превышении от 50 до 170 м.

Наиболее крупными населенными центрами являются гг.Орск и Ново-Троицк на юге района и пос.Халилово в его центральной части на р.Б.Губерля.

Орско-Халиловский железорудный район открыт И.Л.Рудницким в 1929 г. Значительный вклад в изучение его железных руд внесли также Б.П.Кротов, Н.К.Разумовский, П.Л.Безруков, Н.М.Кеппен, В.С.Коптев-Дворников, А.Л.Яницкий, М.И.Калганов и др.

Разведка месторождений началась в 1929-1930 гг. (Аккермановского - в 1932 г.) и с перерывами продолжалась до 1957-1962 гг. Одновременно в 1934-1935 гг. была проведена геологическая съемка Орско-Халиловского района и к 1936 г. составлены карты отдельных листов масштаба 1:50 000 и сводная геологическая карта масштаба 1:100 000.

Месторождения Орско-Халиловского района приурочены к краевым (западной и восточной) частям мезозойской Таналык-Баймакской депрессии Южного Урала, образовавшейся на месте грабенообразного субмеридионального погружения жесткого палеозойского фундамента. Ее слагающие породы представлены субгоризонтально лежащими рыхлыми континентальными и, в меньшей степени, морскими отложениями мезо-кайнозоя - глинами, песками, галечниками, мергелями, реже известково-кремнистыми породами. Фундаментом этой толщи служит складчатый комплекс вулканогенно-осадочных пород палеозойского возраста - кремнистых сланцев, известняков и эффузивов, прорванных габбро-перидотитовыми интрузивами; последние интенсивно серпентинизированы, с поверхности развита кора выветривания на глубину до 50 м и более. Магматические породы представлены выше упомянутыми серпентинизированными габбро-перидотитовыми верхнепалеозойскими (?) интрузивами (массивы Халиловский, Губерлинский и др.) и рвушими их дайками диабазов.

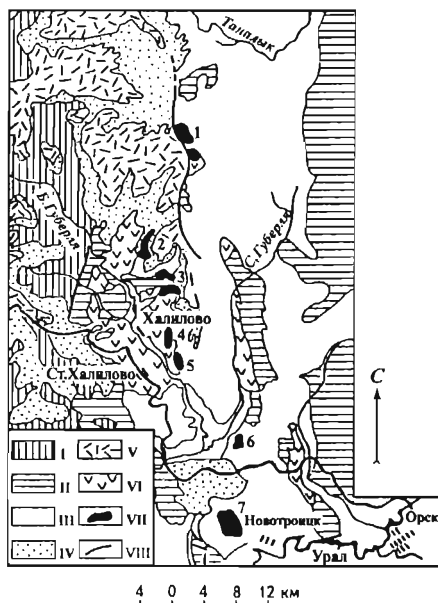


Рис. 78. Схематическая геологическая карта Орско-Халиловского железорудного района [146]

I - метаморфические сланцы; II - породы палеозоя (С - С); III - континентальные отложения юры; IV - континентальные отложения мела; V - тритичные отложения; VI - серпентиниты, габбро перидотиты; VII - месторождения железо-хромоникелевых руд: 1 - Новопетропавловское, 2 - Ново-Георгиевское, 3 - Ново-Киевское, 4 - Промежуточное, 5 - Мало-Халиловское, 6 - Орловское, 7 - Аккермановское; VIII - надвиги



Руды района относятся к одному железо-хром-никелевому орско-халиловскому ГПТ; сформировались они как остаточные в коре выветривания основных и ультраосновных пород, а также за счет переотложения продуктов корообразования в озерноболотных условиях.

Все железорудные месторождения Орско-Халиловского района связаны со стратиграфически единой разновозрастной продуктивной толщей, залегающей в основании юрских отложений на неровной размытой поверхности серпентинизированных габбро-перидотитовых массивов, реже смешаясь на вмещающие их кремнистые сланцы и известняки. Как правило, она представлена одним гидрогетитовым горизонтом и только на Аккермановском месторождении в основании продуктивной толщи появляется еще один - сидеритовый (гидрогетит-сидеритовый) горизонт. Размещение продуктивной толщи контролировалось зонами сопряжения древних (западного и восточного) берегов депрессии с образующими их серпентинитами. После отложения она подверглась эрозии и сохранилась преимущественно в тех местах, где ее прикрывают юрские осадки, предохранившие толщу от более поздних размывов. Поэтому месторождения обычно состоят из нескольких сближенных рудных залежей, лежащих на выступах палеозойского фундамента и разделенных эрозионными долинами; падение залежей пологое, не превышающее 5-20°.

Руды представлены конгломератовидными, бобово-оолитовыми, грубо- и тонкослоистыми, глинисто-охристыми, охристыми и сидеритовыми разновидностями. Наибольшее развитие и промышленное значение имеют бобово-оолитовые и слоистые руды, а на Аккермановском месторождении - глинисто-охристые. В классическом разрезе слоистые руды находятся в основании рудных залежей, выше - бобово-оолитовые и завершают разрез непромышленные конгломератовидные руды.

Хром-никелевые железные руды месторождений Орско-Халиловского района являются кислыми низколегированными с невысоким содержанием железа.

Технологические исследования обогатимости руд мелких месторождений (Ново-Георгиевского, Промежуточного, Орловского и Мало-Халиловского) выполнялись в 1930-1938 гг. институтами "Механобр" и "Уралмеханобр" с применением гравитационного и электромагнитного способов обогащения. В 1957-1958 гг. институтом "Механобр" проведены дополнительные исследования обогатимости трех проб - бобово-оолитовых, слоистых и контронитовых руд с применением промывки, гравитации, флотации и обжиг-магнитной сепарации. Как на первом, так и на втором этапе исследований было установлено, что руды Орско-Халиловского района труднообогащаемы, удовлетворительные результаты не были получены. Было рекомендовано использовать их в металлургическом производстве без обогащения с предварительным дроблением и грохочением с агломерацией мелкой фракции.

Руды Аккермановского месторождения с содержанием железа более 35% могут быть использованы без обогащения; руды, содержащие менее 35% железа (в среднем 32%), удовлетворительно обогащаются путем предварительного магнетизирующего обжига и последующей магнитной сепарацией.

### *Аккермановское месторождение*

Аккермановское месторождение комплексных железо-хром-никелевых руд расположено на правом берегу р.Урала в 25 км к западу от г. Орска, а с востока оно практически примыкает к западной окраине г. Ново-Троицка, в котором находится Орско-Халиловский металлургический комбинат (см. рис. 78).

Орографически месторождение находится в пределах равнинного участка восточных отрогов Губерлинских гор, полого наклоненного в юго-восточном направлении (к р.Уралу) и осложненного сетью ручьев и оврагов. Абсолютные отметки района месторождения варьируют от 300-310 до 240-230 м.

В отличие от других месторождений Орско-Халиловского района продуктивная толща Аккермановского месторождения залегает не на серпентинизированных габбро-перидотитах и коре их выветривания, а на карстированной поверхности нижнекаменноугольных известняков и частично глинисто-песчаных породах нижней юры. В соответствии с особенностями ее внутреннего строения и условиями залегания месторождение делится на две части - западную и восточную. В западной части продуктивная толща представлена только одним гидрогетитовым горизонтом мощностью 0-50 м, лежащим на закарстованных известняках. Прослоями глин и реже песков и галечников, иногда достигающих мощности нескольких десятков метров, продуктивная толща разделена на отдельные пластообразные залежи, обычно имеющие на контакте с известняками более сложную форму, определяемую формой выполняемых рудой карстовых воронок и карманов. В восточной части месторождения продуктивная толща представлена двумя

горизонтами: верхним гидрогетитовым, являющимся продолжением западного горизонта, и нижним сидеритовым (гидрогетит-сидеритовым) мощностью 1-35 м каждый. Чаше в раздувах они имеют сложное строение и состоят из двух-трех рудных пластов, разделенных глинистыми прослоями. Кроме того, в восточном направлении ослабевает закарстованность известняков, и рудные залежи приобретают более спокойное залегание при одновременном общем погружении продуктивной толщи вместе с подстилающими ее известняками; соответственно возрастает мощность кроющих пород от первых метров на западе месторождения до 38-40 м на востоке и далее за пределами месторождения продолжает увеличиваться в том же направлении до 90 м и более (рис. 79).

В перспективе промышленному освоению подлежат только рудные залежи верхнего (гидрогетитового) горизонта. В их сложении преобладают глинисто-охристые руды; в значительно меньшей степени распространены бобово-оолитовые, пиролюзит-гидрогетитовые с конкрециями и жеодами и др. Главным рудным минералом является гидрогетит, в меньших количествах присутствуют железистые хлориты; второстепенные - гидрогематит и еще более редкие - магнетит, минералы марганца (асболан, рансьеит и др.), никеля (ревдинскит, никелевый нонтронит и др.), хрома (хромшпинелиды, волконскоит и др.) и т.д.; нерудные - глинистые минералы, карбонаты, кварц. Среднее содержание ком-

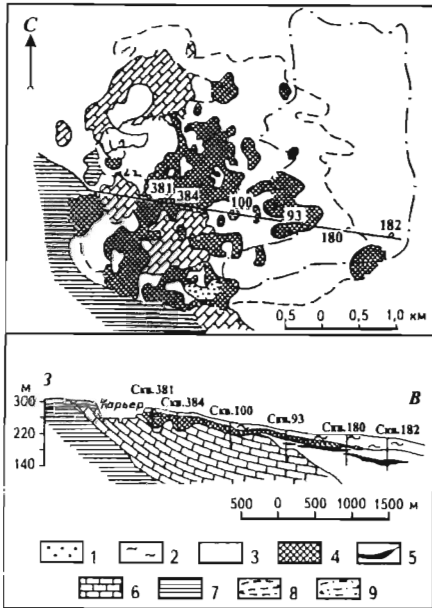


Рис. 79. Схематическая геологическая карта и разрез Аккермановского месторождения железо-хромоникелевых руд [70]

1 - щебенчато-галечные переотложенные железо-хромоникелевые руды; 2 - суглинки; 3 - глины; 4 - железно-хромоникелевые гидрогетитовые руды (верхний горизонт); 5 - сидеритовые руды (нижний горизонт); 6 - известняки визея; 7 - кремнистые сланцы; 8 - контуры гидрогетитовых руд (верхний горизонт); 9 - контуры сидеритовых руд (нижний горизонт)

понентов в рудах верхнего горизонта, %: Fe - 32; Ni - 0,40; Cr - 1,32; Mn - 0,9; S - 0,13-0,14; P - 0,04-0,12. Руды разделены на сорта; в частности к первому сорту (27,6% общего количества утвержденных запасов) отнесены руды с содержанием железа более 35%, никеля около 0,4% и хрома более 1%.

Промышленная ценность руд нижнего (сидеритового) горизонта не установлена. По существу он состоит из различной степени окисленных сидеритов. Главным рудным минералом является сидерит; второстепенные - гидрогетит, железистые хлориты и еще более редко встречающиеся гидрогематит, магнетит, псиломелан, хромшпинелиды и др.; нерудные - кварц, глинистые минералы, кальцит. Среднее содержание компонентов в рудах нижнего горизонта, %: Fe - 27,2; Ni - 0,29; Co - 0,02-0,05; Cr - 1,81; Mn - 0,9; S - 0,13-0,14; P - 0,02-0,12.

Ценные попутные компоненты - никель, кобальт, хром и марганец концентрируются преимущественно в нижних частях рудных залежей.

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения различны в его западной и восточной частях. В западной части, на которую приходится большая часть балансовых запасов, руды залегают выше уровня подземных вод, приуроченных к подстилающим известнякам и имеющих напорный характер. Значительные запасы руд на этом участке, небольшая мощность вскрыши и отсутствие подземных вод создают благоприятные условия для открытой отработки руд. Для снижения стоимости подготовительных работ добычу железных руд рационально сочетать с добычей подстилающих флюсовых известняков. Напротив, в восточной части месторождения преобладающая часть руд залегают ниже уровня подземных вод. Особенно водообилен нижний (сидеритовый) горизонт, при отработке которого водопристок в горные выработки может ориентировочно достигать 3-4 м<sup>3</sup>/ч.

Балансовые запасы комплексных железных руд Аккермановского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1957 г. (протокол 1939) в количестве 295,7 млн т, в том числе гидрогетитовых руд верхнего горизонта по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 173,9 млн т и категории С<sub>2</sub> - 1,8 млн т, сидеритовых руд нижнего горизонта по категории С<sub>2</sub> - 120,0 млн т. Запасы подсчитывались по следующим кондициям.

<i>Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
<i>независимо от содержания никеля</i>	24
<i>для руд I сорта</i>	35
<i>Минимальная мощность рудного пласта, м</i>	2

По состоянию на 01.01.1994 г. Государственным балансом учтено 155,3 млн т гидрогетитовых руд по категориям А+В+С<sub>1</sub> и 1,8 млн т по категории С<sub>2</sub> со средним содержанием железа 32% (верхний горизонт) и 120,0 млн т сидеритовых руд по категории С<sub>2</sub> со средним содержанием железа 27,2%.

Глубина разведанных запасов более 90 м.

Западная часть Аккермановского месторождения оконтурена и детально разведана; дальнейший прирост запасов возможен за счет доразведки его восточной части. В настоящее время железные руды месторождения в небольшом объеме продолжают обрабатываться в контурах известнякового карьера попутно с флюсовыми известняками, по отношению к которым железные руды являются вскрышей. Вследствие недостаточного высокого содержания железа добытые руды складываются в спецотвалы. По состоянию на 01.01.1994 г. на складе рудника находится 17,1 млн т добытой руды с содержанием железа 31,3%. При доработке технологии обогащения руд на Аккермановском месторождении возможно строительство рудника производительностью 3-4 млн т сырой железной руды в год.

## *Новопетропавловское месторождение*

Новопетропавловское месторождение комплексных железо-хромо-никелевых руд находится в 30 км к север-северо-востоку от станции Халилово Оренбургской железной дороги и в 56 км к север-северо-западу от г.Ново-Троицка, где расположен Орско-Халиловский металлургический комбинат (см. рис. 78).

Продуктивная толща Новопетропавловского месторождения залегает в основании юрских отложений на неровной размытой поверхности серпентинитов и эффузивов. Эрозионными процессами она расчленена на три залежи - Центральную, Северную и Южную; последние две не имеют промышленного значения.

Центральная залежь пластообразной формы вытянута в меридиональном направлении; длина ее 3,5 км, ширина 0,4-2,0 км, мощность варьирует от 0,3 до 9 м, достигая в отдельных случаях 19 м; западная и центральная части залежи характеризуются большей мощностью и ее большей изменчивостью (от 2,5-3 до 7-8 м), восточная, наоборот, меньшей, но устойчивой мощностью (2-3, редко до 5-7 м).

Глубина залегания руд колеблется от первых до 42 м от дневной поверхности.

Руды Новопетропавловского месторождения представлены бобово-оолитовыми (с относительно низким содержанием никеля) и слоистыми (концентрирующими никель в наибольшей степени) типами; содержание хрома в обоих типах руд примерно одинаковое. Главными рудными минералами являются гидрогетит и железистые хлориты; в небольших количествах распространены гидрогематит, магнетит, хромшпинелиды и марганцевые минералы. Содержание компонентов в балансовых рудах, %: Fe - 37,0; Ni - 0,45; Co - 0,07; Cr - 1,74; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 11-14; SiO<sub>2</sub> - 16-18; P - 0,14 и Mn - 0,3 (в отдельных пробах до 3-8).

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения благоприятные. Рудное поле находится в пределах водораздельного плато, и поскольку продуктивная толща и покрывающие ее отложения представлены в основном водонепроницаемыми породами, обводненность месторождения незначительна. При открытом способе отработки месторождения максимальная глубина карьера составит 50 м.

Запасы руд Новопетропавловского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1959 г. (протокол 2533) по категориям А+В+С<sub>1</sub> в количестве 11,6 млн т с применением следующих кондиций.

<i>Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
<i>при любом содержании никеля</i>	35
<i>при содержании никеля не ниже 0,3%</i>	25
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2
<i>Глубина разведанных запасов около 50 м.</i>	

Новопетропавловское месторождение детально разведано. С 1975 г. руды месторождения обрабатывались Орско-Халиловским комбинатом, в настоящее время месторождение временно законсервировано.

По состоянию на 01.01.1994 г. Государственным балансом учтено 10,6 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub> с содержанием железа 37,0% и 1,4 млн т забалансовых руд.

## *Орловское месторождение*

Орловское месторождение комплексных железо-хромо-никелевых руд находится в 15 км к юго-востоку от станции Халилово и в 15 км север-северо-западнее г.Ново-Троицка (см. рис. 78).

Продуктивная толща Орловского месторождения состоит из двух пластообразных тел, разделенных пестроцветными глинами мощностью до нескольких метров. Нижнее тело, с которым связано 88% разведанных запасов месторождения, занимает всю площадь месторождения, размещается на неровной поверхности серпентинитов. Субгоризонтальное положение руд осложняется местными резкими изгибами за счет неровностей поверхности серпентинитового массива, не исключены и мелкие тектонические нарушения. Длина нижнего тела 1600 м, ширина 1200 м, мощность 2 м. Верхнее тело расположено в западной части месторождения и имеет в длину 280 м, ширину 200 м при мощности 2 м (рис. 80).

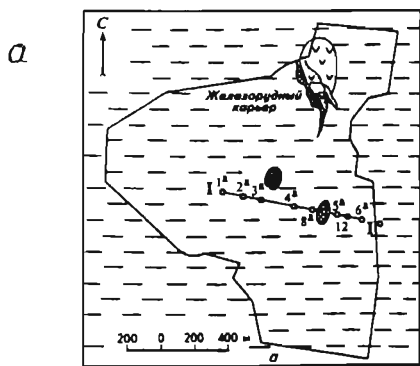
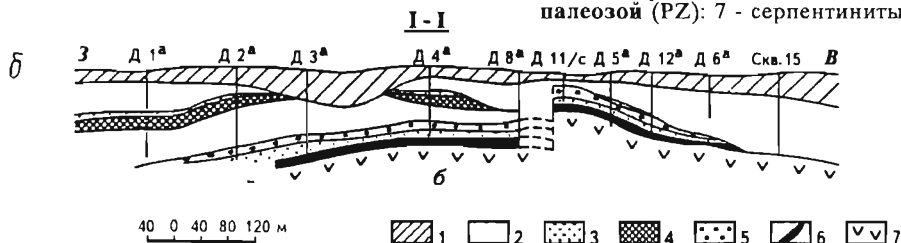


Рис. 80. Схематические геологическая карта (а) и разрез (б) Орловского железо-хромоникелевого месторождения (по А.Л.Явницкому [92])

а. 1 - песчано-глинистые отложения; нижняя юра ( $J_1$ ); 2 - железо-хромоникелевые руды; палеозой (PZ); 3 - серпентиниты; 4 - контур рудного тела (по данным И.Л.Рудницкого); б. Четвертичные отложения (Q): 1 - суглинки с почвенно-растительным слоем; нижняя юра ( $J_1$ ); 2 - углистые песчаные глины, 3 - гидрогетит-хлоритовая бобово-оолитовая руда, 4 - гидрогетит-хлоритовая бобовая руда, 5 - гидрогетит-хлоритовая грубообломочная руда, 6 - гидрогетит-хлоритовая тонкослоистая руда; палеозой (PZ): 7 - серпентиниты



Руды месторождения представлены четырьмя типами - конгломератовидными, бобовыми, бобово-оолитовыми и тонкослоистыми; промышленное значение имеют последние два типа, отличающиеся наиболее высоким содержанием железа, никеля и хрома. Главными рудными минералами являются гидрогетит, железистые хлориты и гидрогематит; в подчиненном количестве встречаются магнетит, сидерит, хромшпинелиды и др. Нерудные минералы представлены гипбситом, карбонатами, кварцем и глинистыми минералами. Среднее содержание компонентов в рудах, %: Fe - 41; Ni - 0,34; Co - 0,01-0,09; Cr - 0,30; Mn - 0,1-0,5; P - 0,2-0,4 и S - 0,03-0,14.

Рудные тела перекрыты рыхлой мезо-кайнозойской толщей мощностью от 0 до 50 м.

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения менее благоприятные, чем на других аналогичных месторождениях района, поскольку часть балансовых запасов находится ниже уровня подземных вод и песчано-алеврито-глинистые породы надрудной толщи характеризуются повышенной обводненностью. Несмотря на это институтом "Гипроруда" Орловское месторождение рекомендовано к отработке открытым способом; водоприток в карьер составит не более 60-70 м<sup>3</sup>/ч.

Запасы железо-хромоникелевых руд Орловского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1962 г. (протокол 3739) по категориям А+В+С<sub>1</sub> в

количестве 9,4 млн т и по категории  $C_2$  - 0,7 млн т при среднем содержании железа 40,9%. Запасы подсчитывались по следующим кондициям.

<i>Минимальное содержание <math>Fe_{общ}</math> в пробах по выработкам для оконтуривания балансовых запасов, %:</i>	
<i>независимо от содержания никеля</i>	30
<i>при содержании никеля <math>\geq 0,3\%</math></i>	25
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	1

В утвержденных кондициях отсутствуют какие-либо пределы по содержанию в руде хрома, тогда как в технических условиях содержание хрома лимитируется.

Глубина разведанных запасов до 30 м.

Орловское месторождение оконтурено и детально разведано. Обработка руд прекращена в 1934 г. В настоящее время оно является резервом Орско-Халиловского комбината.

### 5.5. Республика Башкортостан

На территории Республики Башкортостан Государственным балансом на 01.01.1994 г. учтено 19 месторождений железных руд бурожелезнякового ново-бакальского геолого-промышленного типа, сформировавшихся в корях выветривания анкеритов и сидеритов, объединяемых в один Зигазино-Комаровский рудный район.

Обработка месторождений открытым способом осуществляется Туканским рудоуправлением Белорецкого металлургического комбината (табл. 107).

Разведанные запасы по сумме категорий  $A+B+C_1+C_2$  оцениваются в 79,1 млн т, в том числе по категориям  $A+B+C_1$  - 71,2 млн т,  $C_2$  - 7,9 млн т.

По степени освоения месторождения подразделяются на разрабатываемые, резервные разведанные и не намечаемые к промышленному освоению (табл. 108).

Месторождения, как правило, очень мелкие по запасам, но с достаточно высоким содержанием железа (от 37 до 47%). Наиболее крупными по запасам являются отрабатываемое месторождение Туканское и резервное разведанное месторождение Наратай с запасами по категориям  $A+B+C_1$  соответственно 28,9 и 12 млн т.

Вся производимая товарная руда перерабатывается на Белорецком металлургическом комбинате. Легирующим компонентом

Таблица 107

Основные технико-экономические показатели работы Белорецкого металлургического комбината

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	0,4	0,15
Содержание железа в сырой руде, %	42,7	43,9
Производство товарной руды, млн т	0,113	0,083
Содержание железа в товарной руде, %	46,4	46,4
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	9,0	4721,15
товарной	22,63	6516,7

## Месторождения бурожелезняковых руд Республики Башкортостан

Предприятие, месторождение	Содержа- ние Fe в за- пасах кате- горий A+B+C <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.94 г. по категориям, млн т		Забалансо- вые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
						P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
<b>Разрабатываемые месторождения</b>							
<i>Туканское РУ Белорецкого металлургического ком- бината</i>							
Туканское	39,0	28,9/28,9	3,6	11,0	-	-	-
Тара "А"	37,0	0,6/0,6	-	0,6	4	-	4
Туссаган	42,4	1,2/1,2	-	1,2	-	-	-
Верхняя Каранда	39,6	0,9/0,7	-	0,8	6	-	6
Итого		31,6/31,4	3,6	13,6	10	-	10
<b>Резервные разведанные месторождения</b>							
Наратай	41,0	12,0/12,0	1,5	2,0	12	5	7
Наратай Северный	43,5	9,6/9,6	-	2,7	4	4	-
Итого		21,6/21,6	1,5	4,7	16	9	7
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>							
Майгашля Западная	43,1	1,7/1,7	-	-	-	-	-
Комаровское	42,0	4,4/4,4	0,5	4,4	-	-	-
Южно-Комаровское	44,0	0,4/0,4	-	-	-	-	-
Ермотаевское	42,4	1,0/1,0	-	2,7	14	-	14
Калышта I	39,6	3,0/-	0,4	5,8	15	-	15
Калышта VI	47,2	0,5/0,5	0,4	0,09	-	-	-
Калышта III	46,3	1,7/1,7	-	-	6	2	4
Зигазинское	40,4	1,7/1,7	1,4	3,6	-	-	-
Майгашля Восточная	41,4	0,7/0,7	-	-	-	-	-
Старо-Башкирское	45,0	0,4/0,4	-	-	-	-	-
Бик-Булатовское	45,4	0,7/0,7	-	-	-	-	-
Тара "С"	42,5	0,2/0,2	-	0,05	-	-	-
Лапа-Нугуш	43,2	1,5/-	0,1	1,6	-	-	-
Итого		17,9/13,4	2,8	18,2	35	2	33
Всего		71,2/66,4	7,9	36,5	85	35	50

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

в товарных рудах является марганец в количестве до 1,4%, который полностью используется в доменном производстве.

Поддержание уровня добычи сырой руды Туканским рудоуправлением возможно прежде всего за счет вовлечения в разработку резервных месторождений Наратай и Наратай Северный, а расширение сырьевой базы - за счет разведки прогнозных ресурсов известных месторождений, а также на перспективных площадях, которые оцениваются в 85 млн т.

Из нерудного сырья для металлургии на территории Республики Башкортостан добываются в крайне незначительных объемах огнеупорные глины - 0,01 млн т (запасы по категориям А+В+С<sub>1</sub> 1,3 млн т), доломиты - 0,02 млн т (запасы 0,5 млн т) и известняки - 0,3 млн т (запасы 74,6 млн т).

### 5.5.1. Зигазино-Комаровский железорудный район

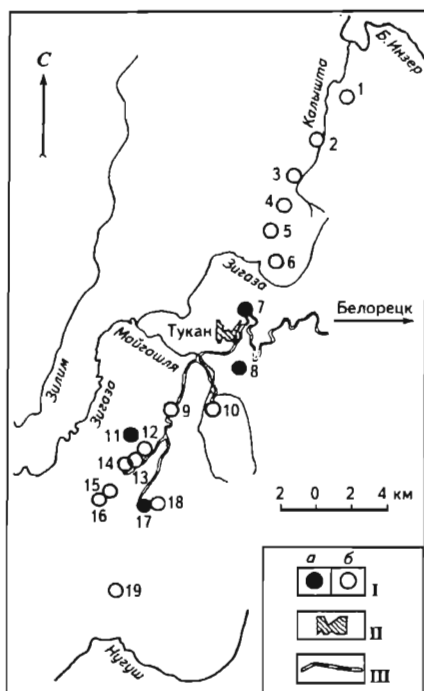
Зигазино-Комаровский железорудный район находится на западном склоне Южного Урала в Белорецком районе Башкортостана. В нем сосредоточено более 30 однотипных разведанных месторождений и рудопроявлений бурых железняков, группирующихся в виде узкой полосы северо-северо-восточного простирания шириной от нескольких километров до 5-6 км, длиной 40 км; площадь района около 250 км<sup>2</sup> (рис. 81).

В изучение района наибольший вклад внесли Л.К.Конюшевский, О.П.Горяинова, М.Н.Доброхотов, В.А.Филиппов, К.К.Ишмаматов, В.А.Красильников, В.В.Воробьев, С.М.Кузнецов, А.Е.Пислегина, А.В.Клочихин, Н.Н.Ларионов, А.А.Макушин и др.

Зигазино-Комаровский железорудный район приурочен к западному крылу Ямантауского антиклинория в зоне его сочленения с южным периклинальным окончанием Инзерского синклинория. В его сложении участвуют слабометаморфизованные породы и железные руды верхнего протерозоя зигазино-комаровской (PR<sub>3</sub> zk) и авянской (PR<sub>3</sub> av) свит юрматинской серии. Отложения первой представлены песчаниками, алевролитами и сланцами туканской подсвиты (PR<sub>3</sub> zk<sub>3</sub>), второй - известняками, доломитами, углистыми, карбонатными и кремнистыми сланцами, а также анкеритами, сидеритами и бурыми железняками катаскинской (PR<sub>3</sub> av<sub>1</sub>) и малоинзерской (PR<sub>3</sub> av<sub>2</sub>)

Рис. 81. Обзорная карта Зигазино-Комаровского железорудного района

I - месторождения эксплуатируемые (а) и разведанные (б): 1 - Калышта I, 2 - Калышта III, 3 - Калышта VI, 4 - Северный Наратай, 5 - Наратай, 6 - Зигазино, 7 - Туканское, 8 - Верхняя Каранда, 9 - Комаровское, 10 - Ермотаевское, 11 - Туссаган, 12 - Южно-Комаровское, 13 - Восточная Майгашла, 14 - Западная Майгашла, 15 - Старо-Башкирское, 16 - Бик-Булатовское, 17 - Тара "А", 18 - Тара "С", 19 - Лапа-Нугуш; II - территория поселка; III - узкоколейная железная дорога





подсвет. Общая мощность рудного разреза превышает 1000 м. В мезозое и кайнозое породы верхнего протерозоя подверглись интенсивному выветриванию до глубины более 200 м.

Кроме осадочных пород протерозоя и пород коры выветривания в районе широко распространены четвертичные отложения - щебенка, илы и глины с примесью песчаного и гравийного материала и др.

Изверженные породы представлены дайками диабазов, линейно вытянутыми в субмеридиональном направлении. Мощность даек до 30-60 м, в отдельных случаях свыше 100 м; падение даек крутое на восток.

В генетическом плане бурые железняки Зигазино-Комаровского района являются продуктом гипергенного окисления *in situ* осадочных пластовых сидеритов (анкеритов). Кроме того, в небольших количествах распространены бурые железняки метасоматического происхождения, образование которых связано с частичной миграцией железа в зоне гипергенеза.

В пределах Зигазино-Комаровского района бурые железняки распространены на трех стратиграфических уровнях среди глубоко выветрелых, дезинтегрированных и обесцвеченных пород катаскинской ( $PR_3 av_1$ ) и малоинзерской ( $PR_3 av_2^1$  и  $PR_3 av_2^2$ ) подсвет, превращенных в так называемые "белики" (алеврито-глинистые породы с включениями недоразложенных пород - сланцевой щебенки и др). Мощность рудных горизонтов обычно не превышает 20-50 м, максимальная - 115 м. В свою очередь рудные горизонты состоят из одного-двух до трех-четырех сближенных пластов бурых железняков с разделяющими их сланцами и более редкими алевролитами. Мощность отдельных пластов достигает 8-15 м, в раздувах до 20-25 м и больше (Туканское месторождение).

В составе бурых железняков преобладает гидрогетит; в меньшей степени распространены гидрогематит, гетит и гематит; участками и в небольших количествах встречаются псиломелан и пиролюзит; на нижних горизонтах появляются сидерит, анкерит и редко сульфиды (пирит). В зависимости от состава, сложения и физико-механических свойств бурые железняки разделяют на следующие типы (табл. 109): плотные (ПБЖ), охристые

Таблица 109

Химический состав железных руд Зигазино-Комаровского железорудного района

Компоненты	Тип руд						
	Плотные бурые железняки	Охристые бурые железняки	Карандашевые	Конкреционно-секционные	Охристо-порошковые	Охристо-глинистые	Корковые
Fe	46,08	45,87	49,72	37,0	44,8	29,4	37,0
Mn	0,67	0,73	2,30	0,33	3,38	1,15	0,24
P	0,07	0,05	0,03	0,05	0,07	0,08	0,05
S	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	65,61	65,31	71,05	52,51	64,0	42,0	52,8
FeO	0,2	0,25	0,05	0,31	0,09	0,07	0,25
MnO <sub>2</sub>	0,86	0,95	2,95	0,43	4,40	1,48	0,31
SiO <sub>2</sub>	17,50	17,60	12,49	28,2	18,0	36,55	29,01
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,10	0,12	0,17	-	-	0,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,70	3,73	3,05	9,11	3,75	7,86	8,05

(ОБЖ), карандашевые (турьитовые) руды (КАР), охристо-порошковатые (ОР), охристо-глинистые (ОГР), корковые (КОР), конкреционно-секретионные (КСР) и обломочно-валунчатые руды; кроме того, в отдельную группу выделяют сидериты и анкериты.

Изучение обогатимости железных руд Зигазино-Комаровского района периодически осуществляется с 1929 г. Разнообразие руд по минеральному составу и физико-механическим свойствам определило необходимость дифференцированного их изучения. Так, установлено, что плотные бурые железняки и охры легко обогащаются восстановительным обжигом с последующей магнитной сепарацией. Достаточно прочный агломерат может быть получен спеканием и из охристо-порошковатых руд, причем содержание железа в нем за счет удаления гидратной влаги повышается на 2-4%. Рациональный метод обогащения корковых и конкреционных руд не найден.

В настоящее время подготовка бурых железняков к доменному переделу производится на двух фабриках - Туканской и Майгашлинской, которые в зимнее время работают как дробильно-сортировочные, а в летнее - как дробильно-промывочные. В зимнее время добытая рудная масса подвергается дроблению и грохочению на классы крупностью 300-70 мм, 70-15 мм и менее 15 мм с последующей ручной отборкой пустой породы и некондиционных руд на транспортной ленте. В летнее время к дроблению и грохочению руд на те же классы добавляется промывка, в результате чего рудная масса обогащается на 1-10%, в среднем 6,6% (многолетние данные по Майгашлинской фабрике); глинистые частицы и пылеватые охры вымываются и накапливаются в отстойнике в виде шламов с содержанием железа от 36 до 14%, в среднем 22,2%. В результате указанных операций Туканская и Майгашлинская фабрики обеспечивают получение концентрата с содержанием железа 46,4-46,8% при выходе его 47,1-48,1%; сведения об извлечении железа в концентрат отсутствуют.

Ниже приводится описание только наиболее типичных и крупных по запасам месторождений Зигазино-Комаровского железорудного района.

### *Месторождение Туканское*

Месторождение находится в центральной части Зигазино-Комаровского железорудного района непосредственно к северо-востоку от пос. Тукан. Оно известно с XVIII столетия и, по-видимому, в прошлом разрабатывалось; вновь эксплуатируется с 1925 г., в этом же году началось планомерное изучение месторождения, которое продолжалось в 1926-1937, 1937-1942, 1944-1950 и 1975-1983 гг. За это время на месторождении выполнена геологическая съемка масштабов 1:10000 и 1:2000.

Туканское месторождение (рис. 82) приурочено к участку складчато-блокового строения Комаровской (Катаскинской по А.А.Макушину) антиклинали, сложенной породами двух нижних подсвит авзянской свиты (PR<sub>3</sub> av) юрматинской серии верхнего протерозоя. Базальная часть разреза представлена слабометаморфизованными известняками, доломитами и железистыми карбонатами катаскинской подсвиты (PR<sub>3</sub> av<sub>1</sub>); кроющая (основная рудовмещающая) - толщей переслаивания слабометаморфизованных углесто-глинистых и алевролитоглинистых сланцев, железистых карбонатов, известняков и доломитов малоинзерской подсвиты (PR<sub>3</sub> av<sub>2</sub>). В последующем все перечисленные выше породы подверглись интенсивному выветриванию до глубины более 180 м с образованием "беликов", бурых железняков и др. На размытой поверхности пород докембрия лежат четвертичные от-

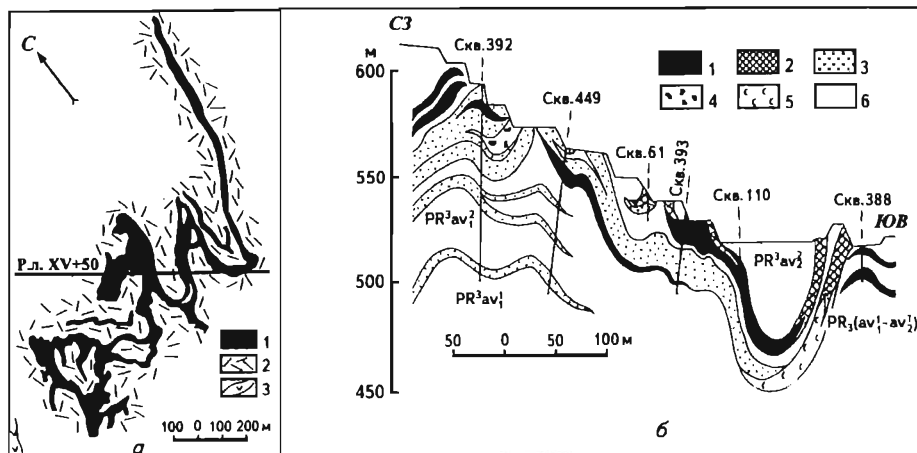


Рис. 82. Схематические геологическая карта (а) и разрез по разведочной линии XV+50 (б) Туканского месторождения (по В.А.Красильникову и В.В.Воробьеву, 1983, с изменениями по А.А.Макушину и др., 1987)

а. 1 - бурые железняки; 2 - углисто-глинистые и алевролитоглинистые сланцы и продукты их выветривания малоинзерской подсвиты авзянской свиты ( $PR_3 av_2$ ); 3 - диабазы;  
 б. 1 - плотные бурые железняки; 2 - охристые бурые железняки; 3 - охристые и охристо-глинистые руды; 4 - конкреционно-секреционные руды; 5 - сидериты; 6 - вмещающие породы (углисто-глинистые и алевролитоглинистые сланцы и продукты их выветривания)

ложения средней мощностью до нескольких метров. Магматические породы представлены дайками диабазов субмеридионального простирания.

Основной структурой Туканского месторождения является Центрально-Туканская синклиналь, осложняющая восточное крыло крупной и широкой Комаровской антиклинали. С запада она сопрягается с Западно-Туканской горст-антиклиналью, а на восточном фланге месторождения сформировался глубокий синклинальный прогиб, получивший название Бутаевской рудоносной складки. Общей особенностью перечисленных структур являются осложняющие их флексурные уступы субширотного простирания и субмеридиональные разломы. Благодаря поперечным поднятиям линейные складки в центральной части месторождения приобрели брахиформное строение, а на флангах произошло периклинальное замыкание складчатых структур - основной синклинали на юге месторождения и Бутаевской складки на его восточном фланге. Промышленные залежи бурых железняков в основном сосредоточены в восточном крыле Западно-Туканской горст-антиклинали, Центрально-Туканской синклинали и восточном крыле Бутаевской синклинали. Образованное ими рудное поле вытянуто в субмеридиональном направлении на расстояние около 5 км и делится на три основных участка: Южный, Центральный (Усольский) и Северный (Бутаевский); средняя ширина рудного поля в пределах этих участков составляет соответственно 120, 600 и 150 м.

В рудовмещающей толще бурые железняки залегают на трех стратиграфических уровнях: в кровле катаскинской подсвиты ( $PR_3 av_1$ ) и в двух нижних горизонтах малоинзерской подсвиты ( $PR_3 av_2^1$  и  $PR_3 av_2^2$ ). Оруденение в кровле катаскинской подсвиты вскрыто на западном фланге месторожде-

ния, где установлен его максимальный для района вертикальный размах - 66 м. Руды этого стратиграфического уровня низкого качества, представлены охристыми сортами. Промышленные сорта бурых железняков стратиграфически связаны с малоинзерской подсвитой, причем на западном фланге месторождения рудоносным является ее нижний горизонт, в центральной части рудоносны оба нижних горизонта, на восточном фланге - верхний (второй снизу) горизонт. При этом наиболее высококачественные руды пространственно тяготеют к зонам флексур и разрывным нарушениям.

В разрезе рудовмещающей толщи бурые железняки образуют четыре пластообразных тела и десятки линз. Длина пластообразных тел изменяется от 775 до 1524 м, мощность от 1 до 32 м. К рудным линзам отнесены тела длиной от 350 м и менее; мощность отдельных линз обычно не превышает 4-6 м, максимальная - 9 м. Глубина погружения рудных залежей на Южном участке 29-47 м, на Центральном - 80-230 м и на Северном - 130-180 м. Кроме бурых железняков в наиболее погруженных структурах месторождения распространены сидериты, образующие пластообразные залежи длиной до 100-200 м и мощностью до 10,5 м. К северному и южному флангам месторождения они постепенно сменяются бурожелезняковыми рудами.

Железные руды Туканского месторождения представлены девятью природными типами (табл. 110).

В процессе эксплуатации месторождения селективная отработка кусковых руд сочетается с одновременным складированием рыхлых разновидностей руд в отвалы.

Бурые железняки месторождения сложены гидрогетитом с подчиненными количествами гидрогематита и гетита; в отдельных типах руд в небольших количествах распространены гематит и гидроксиды марганца. В карбонатных рудах, кроме сидерита и анкерита, присутствует акцессорный пирит. Содержание железа в рудах в среднем по месторождению 41,7%,

Таблица 110

**Химический состав железных руд Туканского месторождения**

Тип руд	Доля в запасах месторождения, %	Количество анализов	Среднее содержание, %				
			Fe	Mn	S	P	SiO <sub>2</sub>
Плотные бурые железняки	34,6	6	54,80	0,40	0,014	0,065	7,86
Охристые		3	42,20	0,76	0,01	0,032	24,58
Карандашевые	6,3	5	50,97	2,05	0,02	0,037	10,97
Охристо-порошковатые	43,1	4	51,40	0,27	0,01	0,11	11,76
Глинисто-охристые	7,2	2	28,46	0,59	0,005	0,055	36,24
Охристо-глинистые							
Корковые	8,2	6	38,47	0,29	0,013	0,061	25,43
Конкреционно-секреционные							
Сидериты	0,6	4	39,43	2,96	0,29	0,023	4,51

марганца 1,37%, серы 0,012% и фосфора 0,059%. Ценные попутные компоненты, кроме марганца, отсутствуют.

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения простые. Основную роль в его обводненности играют подземные воды, образующие в породах протерозоя единый водоносный горизонт. Воды трещинного, трещинно-карстового типов, безнапорные и с местными гидростатическими напорами до 10 м; глубина их залегания на месторождении колеблется от 10 до 75 м; при этом наиболее высокий уровень подземных вод держится в северной части месторождения, наиболее низкий - в центральной. Дебиты скважин в рудоносном горизонте варьируют от 0,06 до 0,93 л/с, коэффициент фильтрации пород рудоносного горизонта 0,02-0,5 м/сут. Породы нижележащего сланцево-карбонатного горизонта отличаются значительно большей водообильностью, и дебиты источников этого горизонта достигают 30-50 л/с. Руды Южного участка залегают в основном выше уровня подземных вод, на Центральном и Северном участках - ниже. Однако обводненность руд по месторождению в целом незначительна. Согласно расчетам ожидаемый приток подземных вод в карьер при понижении горных работ до отметки 500 м составит 400 м<sup>3</sup>/ч. Глубина вскрыши руд 60-250 м.

Запасы бурых железняков Туканского месторождения утверждены ВКЗ СССР в 1951 г. (протокол 6982) по категориям: А - 4,9 млн т, В - 18,2 млн т, С<sub>1</sub> - 21,0 млн т и С<sub>2</sub> - 3,9 млн т (А+В+С<sub>1</sub> = 44,1 млн т). Запасы подсчитывались по следующим кондициям.

<i>Бортовое содержание железа в пробе, %</i>	30
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	36
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	1
<i>Запасы подсчитаны до глубины 250 м.</i>	

Туканское месторождение детально разведано и в настоящее время обрабатывается открытым способом Белорецким металлургическим комбинатом.

По состоянию на 01.01.1995 г. запасы месторождения оцениваются в 28,8 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub> и 3,6 млн т по категории С<sub>2</sub>. Обеспеченность разведанными запасами действующего карьера по проектной (0,2 млн т/год) и фактической (0,169 млн т/год) производительности очень высокая.

### ***Месторождение Нартай***

Месторождение находится в северной части Зигазино-Комаровского железорудного района в 7 км к север-северо-востоку от рудника и пос.Тукан.

Месторождение известно с XVIII в. и до Октябрьской революции бурые железняки месторождения в небольших количествах обрабатывались старателями открытым способом. Планомерное изучение месторождения началось в 1931 г. и продолжалось в 1932, 1948-1950 и 1976-1983 гг.; в 1942 г. проводилось определение перспективных запасов месторождения. В перечисленные этапы на месторождении проведены поисковые, разведочные работы и геологическая съемка масштабов 1:10000 и 1:2000.

Месторождение Наратай (рис. 83) приурочено к участку складчато-блокового строения, сложенному породами двух нижних подсвит авзянской свиты юрматинской серии. Нижняя часть разреза представлена слабометаморфизованными известняками, доломитами и железистыми карбонатами катаскинской подсвиты ( $PR_3 av_1$ ), верхняя - толщей переслаивания углисто-глинистых и алевролитоглинистых сланцев, железистых карбонатов, известняков, доломитов и изредка тонкозернистых песчаников малоинзерской подсвиты ( $PR_3 av_2$ ). В последующем все перечисленные выше породы подверглись интенсивному выветриванию до глубины более 250 м с образованием "беликов", бурых железняков и др. В свою очередь породы докембрия перекрываются маломощным чехлом четвертичных отложений. Маг-

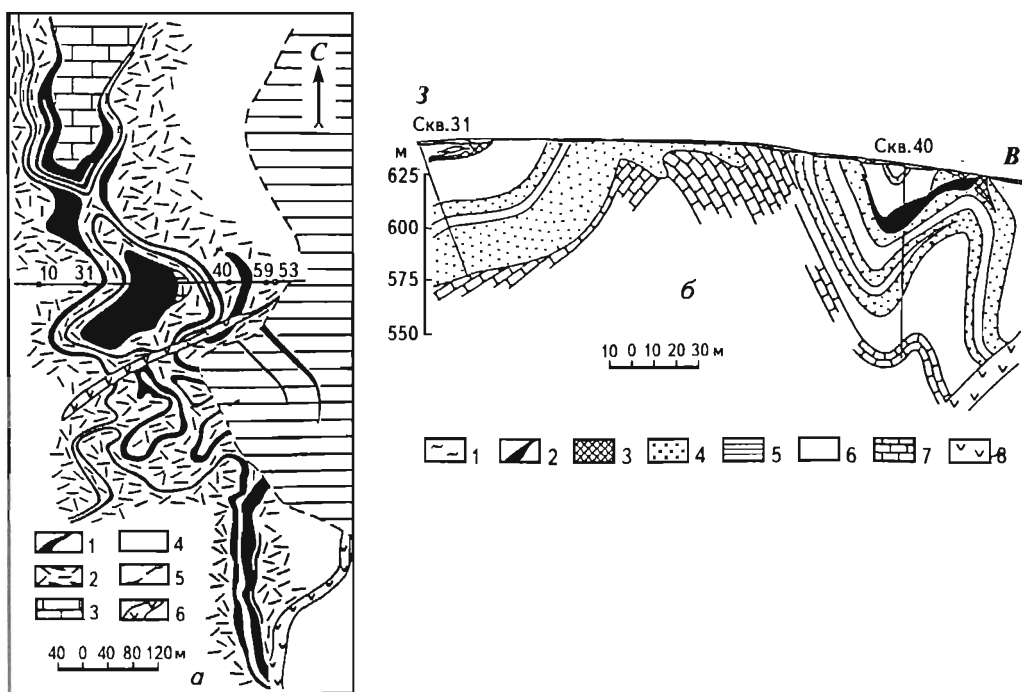


Рис. 83. Схематические геологическая карта (а) и разрез (б) месторождения Наратай (по В.А.Красильникову и В.В.Воробьеву, 1983, с изменениями по А.А.Макушину и др., 1978)

а. 1 - бурые железняки; **верхний протерозой ( $PR_3$ )**: 2 - углисто-глинистые и алевролитоглинистые сланцы и продукты их выветривания малоинзерской подсвиты авзянской свиты ( $PR_3 av_2$ ); 3 - известняки катаскинской подсвиты авзянской свиты ( $PR_3 av_1$ ); 4 - алевролиты, аркозовые песчаники и слюдисто-хлоритовые сланцы туканской подсвиты зигазино-комаровской свиты ( $PR_3 zk_3$ ); 5 - линия тектонического контакта; 6 - диабазы.

б. 1 - **четвертичные отложения**; 2 - плотные бурые железняки; 3 - охристые бурые железняки; 4 - охристо-порошковатые руды; 5 - корковые руды; **верхний протерозой ( $PR_3$ )**: 6 - углисто-глинистые и алевролитоглинистые сланцы и продукты их выветривания малоинзерской подсвиты авзянской свиты ( $PR_3 av_2$ ); 7 - известняки катаскинской подсвиты авзянской свиты ( $PR_3 av_1$ ); 8 - диабазы

матические породы представлены дайками габбро-диабазов, секущими складчатые структуры месторождения.

Основной рудоконтролирующей структурой месторождения является центральная грабен-антиклиналь, погружающаяся ступенчато вдоль флексуриных зон в южном направлении. Одновременно к югу грабен-антиклиналь переходит в сопряженную грабен-синклиналиную структурную зону (амплитуда 100 м). Размах крыльев рудоносной структуры достигает 430 м, глубина погружения - более 250 м. Бурые железняки залегают в своде центральной грабен-антиклинали, ее крыльях, в ядре и крыльях сопряженной грабен-синклинали.

В разрезе месторождения бурые железняки образуют четыре рудных пласта (табл. 111), приуроченных к верхнему горизонту катаскинской подсвиты и к двум нижним горизонтам малоинзерской подсвиты, распространены бурые железняки шести природных типов (табл. 112).

Таблица 111

**Характеристика рудных пластов бурых железняков месторождения Наратай**

Номер рудного пласта	Размах крыльев, м	Длина, м		Мощность, м		Максимальная глубина погружения от поверхности, м
		полная	в контуре подсчета запасов	полная	в контуре подсчета запасов	
I	105-426	1190	1174	1-27	2-27	280
II	110-416	1160	1144	1-25	2-25	280
III	104-180	320	-	1-10	-	140
IV	196-282	590	575	1-75	2-75	210

Таблица 112

**Химический состав железных руд месторождения Наратай**

Тип руд	Доля в запасах месторождения, %	Среднее содержание, %			
		Fe	Mn	P	SiO <sub>2</sub>
Плотные бурые железняки	35,2	43,13	1,58	0,065	17,78
Охристые бурые железняки	4,4	44,25	1,70	0,081	17,00
Карандашевые	0,3	43,10	0,78	0,059	10,36
Охристо-порошковатые	59,4	41,03	2,15	0,063	18,25
Охристо-глинистые	0,4	32,35	Не опр.	Не опр.	Не опр.
Корковые	0,3	38,40	"-	"-	"-
Кусковатые	37,7	43,23	1,58	0,066	17,49
Рыхлые	62,3	40,98	2,14	0,063	18,14

Селективная отработка кусковатых руд возможна при условии одновременного складирования рыхлых руд в отвалы.

Бурые железняки месторождения Наратай сложены гидрогетитом с небольшой примесью гидрогематита и гетита; редко встречаются гематит, гидроксиды марганца, барит и галенит. На глубоких горизонтах в составе руд распространен сидерит. Содержание железа в балансовых рудах состав-

ляет 41,18%, марганца - 1,83%, фосфора - 0,070% и кремнезема - 17,94%. Ценные попутные компоненты, кроме марганца, отсутствуют.

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения простые. Основную роль в обводненности месторождения играют подземные воды трещинного типа, локализующиеся в бурых железняках, вмещающих их породах и нижележащих известняках и доломитах. Дайкой диабаз, приуроченной к центральной части месторождения и являющейся водоупором, месторождение разделено на две части с различной глубиной залегания подземных вод - северную (30-40 м) и южную (13-70 м). Большая часть балансовых запасов месторождения находится ниже постоянного уровня подземных вод и обводнена.

Воды безнапорные и с местными напорами (около дайки диабаз). Коэффициент фильтрации пород рудоносного горизонта 0,02-1,26, в среднем 0,3 м/сут. Максимальные дебиты скважин варьируют от 4 до 300 м<sup>3</sup>/сут, в среднем 90-100 м<sup>3</sup>/сут. Породы, подстилающие рудный горизонт, отличаются большей водообильностью: коэффициент фильтрации 0,28-0,49 м/сут, в среднем 0,4 м/сут. Максимальные дебиты скважин достигают 1000 м<sup>3</sup>/сут. Водоносный горизонт дренируется гидрографической сетью р.Зигаза и р.Б.Наратай.

В соответствии с гидрогеологическими условиями залегания подземных вод отработку руд месторождения целесообразно осуществлять двумя карьерами - северным и южным. При среднем уровне подземных вод 20-30 м и глубине отработки руд 50-60 м приток подземных вод в южный карьер составит 130 л/с, в северный - 199 л/с. При отработке руд на всю глубину месторождения мощность вскрышных пород составит 0-250 м.

Все типы руд месторождения требуют предварительного обогащения. Рыхлые разности бурых железняков с низким содержанием железа (40,98%) целесообразно обогащать по обжиг-магнитной схеме, кусковатые разности руд - более простыми и дешевыми методами (промывкой с последующей рудоразборкой на транспортерной ленте).

Запасы бурых железняков месторождения Наратай были утверждены в 1951 г. (протокол 6982) в количестве 11,97 млн т по категориям В+С<sub>1</sub> и 1,5 млн т по категории С<sub>2</sub>. Запасы подсчитывались по следующим кондициям.

<i>Бортное содержание Feобщ в пробе, %</i>	30
<i>Минимальное промышленное содержание Feобщ в подсчетном блоке, %</i>	36
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	1
<i>Запасы подсчитать до глубины 250 м.</i>	

Месторождение Наратай детально разведано, и дальнейший прирост запасов исключен. В настоящее время в Государственном балансе оно отнесено к группе разведанных резервных месторождений.

### ***Месторождение Северный Наратай***

Месторождение находится в северной части Зигазино-Комаровского железорудного района на северном пологом склоне г.Наратай, в 10-12 км на север от рудника и пос.Тукал.

Месторождение открыто при геологоразведочных работах 1931-1932 гг., проводившихся под руководством М.Н.Доброхотова. Планомерное изучение



его началось в 1950 г. и продолжалось в 1958-1960 гг. Кроме геологоразведочных работ на месторождении выполнена геологическая съемка масштабов 1:10000 и 1:2000.

Месторождение Северный Наратай (рис. 84) приурочено к антиклинальной структуре второго порядка, сложенной породами двух нижних подсвит авзянской свиты ( $PR_3 av$ ) юрматинской серии верхнего протерозоя. Базальная часть разреза представлена слабометаморфизованными известняками и доломитами катаскинской подсвиты ( $PR_3 av_1$ ), кроющая - толщей переслаивания слабометаморфизованных углисто-глинистых сланцев, алевролитов, железистых карбонатов и менее широко распространенных песчаников малоинзерской подсвиты ( $PR_3 av_2$ ). Позднее все перечисленные выше породы подверглись интенсивному выветриванию до глубины более 170 м с образованием "беликов", бурых железняков и др. В верхней части разреза породы докембрия перекрыты маломощным чехлом четвертичных отложений. Магматические породы в пределах месторождения не установлены.

Структурным цоколем месторождения является Катаскинская грабен-антиклиналь, представленная западным крылом; восточное крыло этой складки уничтожено надвигом пород нижележащей туанской подсвиты ( $PR_3 zk_3$ ). На южном фланге месторождения ширина свода антиклинали 200 м, а к северу она сокращается до 20-40 м. Кроме того, в центральной части месторождения в антиклинали образовался прогиб, который обычно рассматривают как сопряженную грабен-синклинали. Промышленные залежи бурых железняков размещаются в пределах этой сопряженной грабен-синклинали и в присводовой части грабен-антиклинали, причем общая ширина рудоносной зоны контролируется размерами южной грабен-антиклинальной структуры.

Бурые железняки месторождения Северный Наратай размещаются в зоне контакта двух нижних горизонтов малоинзерской подсвиты. В этой

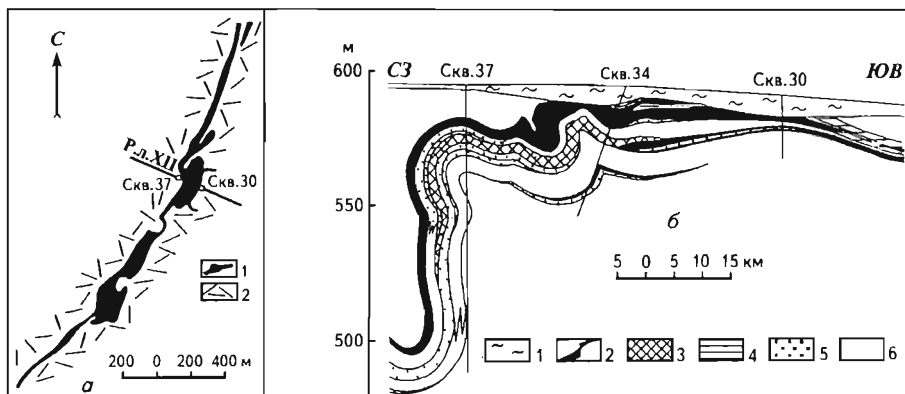


Рис. 84. Схематические геологическая карта (а) и разрез (б) месторождения Северный Наратай (по В.А.Филиппову, 1961, с изменениями по А.А.Макушину и др., 1987)

а. 1 - бурые железняки; 2 - вмещающие породы - углисто-глинистые и алевролитоглинистые сланцы и продукты их выветривания малоинзерской подсвиты авзянской свиты ( $PR_3 av_2$ ); б. 1 - четвертичные отложения; 2 - плотные бурые железняки; 3 - охристые бурые железняки; 4 - корковые руды; 5 - охристо-порошковатые и охристо-глинистые руды; 6 - вмещающие породы - углисто-глинистые и алевролитоглинистые сланцы и продукты их выветривания малоинзерской подсвиты авзянской свиты ( $PR_3 av_2$ )

части разреза они образуют вытянутую в северо-восточном направлении многопластовую залежь, осложненную мелкой складчатостью. Длина залежи 2,5 км, максимальная глубина погружения 166-193 м. В составе залежи выделяют четыре пластообразных рудных тела, разделенных выветрелыми сланцами и бедными рудами. Протяженность отдельных рудных тел от 400 до 2300 м, мощность до 15 м. На северном и южном флангах месторождения рудные тела, спускаясь к ограничивающим их речным долинам, денудированы вплоть до их полного исчезновения. С глубиной рудные тела, уменьшаясь по мощности, выклиниваются или сменяются сидеритами, которые в свою очередь переходят в доломиты, анкериты и анкеритовые мергели.

На месторождении Северный Наратай распространены бурые железняки нескольких природных типов руд (табл. 113).

Таблица 113  
Химический состав железных руд месторождения Северный Наратай

Тип руд	Доля в запасах месторождения, %	Среднее содержание, %			
		Fe	Mn	S	P
Плотный бурый железняк	18,6	49,7	0,97	0,04	0,04
Кавернозные и охристые бурые железняки (включая карандашевые руды)	17,7	44,4	1,60	0,04	0,04
Охристо-порошковатые	58,1	43,0	1,92	0,02	0,05
Глинисто-охристые	1,3	33,7	1,95	0,03	0,05
Конкреционные	3,7	36,9	2,10	0,04	0,01
Корковые	,1	40,0	1,27	0,02	0,04

Селективная отработка кусковатых руд возможна при условии одновременного складирования рыхлых руд в отвалы.

Бурые железняки месторождения сложены гидрогетитом с небольшой примесью гидрогематита, гетита и значительно более редких гематита, гидроксидов марганца и барита. В северной части месторождения, ниже уровня подземных вод, распространены сидерит и анкерит. Содержание компонентов в балансовых рудах составляет, %: Fe - 33,0-49,7 (в среднем 43,5); Mn - 0,97-2,10 (1,56); S - 0,02; P - 0,05. Ценные попутные компоненты, кроме марганца, отсутствуют.

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения простые. В обводненности месторождения основную роль играют подземные воды, залегающие на глубине 8-45 м в северной части месторождения, и на глубине 50-70 м в его южной части. Они образуют два водоносных горизонта - верхний, представленный водами бурых железняков и вмещающих их сланцев, алевролитов и песчаников, и нижний, образуемый водами в подстилающих известняках и доломитах. В северной части месторождения оба горизонта сообщаются; в южной - они разделены водупором, воды напорные с напором до 30 м. Дебиты скважин в рудоносном горизонте месторождения близки к 0,4 л/с и только на севере - на порядок выше за счет подпитывания водами руч.Калышты. Коэффициент фильтрации пород южного участка месторождения 0,4 м/сут, центральной части - 0,87 м/сут, на севере - 14 м/сут.

Добыча руд предусматривается открытым способом тремя карьерами. Приток подземных вод в северный карьер (36х300 м) составит 86,0 л/с, в центральный (123х644 м) - 69,5 л/с и в южный (165х1120 м) - 109,0 л/с.

Запасы бурых железняков месторождения Северный Наратай утверждены в 1961 г. (протокол 3387) в количестве 9,6 млн т категории С<sub>1</sub>. Запасы подсчитывались по следующим кондициям.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	35
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	39
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	1,5
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включенных в подсчет запасов, м</i>	0,5

Месторождение разведано до глубины 100-120 м, на отдельных участках до 150 м.

Месторождение Северный Наратай детально разведано, и дальнейший прирост запасов мало вероятен. В настоящее время в Государственном балансе оно отнесено к группе разведанных резервных месторождений.

## Глава 6

# ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ БАЗА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Железорудные месторождения Западной Сибири сосредоточены на территории Кемеровской области, Алтайского края, Республики Алтай (западная оконечность Алтае-Саянской железорудной провинции), прогнозные ресурсы - на территории Тюменской области (северо-восточная часть Уральской железорудной провинции) и потенциальные ресурсы - на территории Томской области (потенциально-рудоносная Колпашевская провинция).

Основу железорудной базы района составляют скарново-магнетитовые руды кондомского (Кемеровская обл., Алтайский край), холзунского (Республика Алтай) и тагильского (Тюменская обл.) геолого-промышленных типов, а потенциальные ресурсы представлены бурыми железняками потенциального колпашевского типа (Томская обл.).

Всего на территории Западной Сибири по состоянию на 01.01.1994 г. Государственным балансом Российской Федерации учтено 13 месторождений с балансовыми запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> - 1851,9 млн т (3,2% к запасам России), С<sub>2</sub> - 829,3 млн т и одно (Юнь-Ягинское) с забалансовыми (табл. 114). Прогнозные ресурсы, утвержденные Роскомнедра на 01.01.1993 г.,

Таблица 114

**Распределение балансовых запасов, прогнозных ресурсов и добычи железных руд Западной Сибири по субъектам Российской Федерации**

Субъект Российской Федерации	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			Добыча руды из недр за 1993 г., млн т
		А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	Всего	В том числе по категориям		
					Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>	
Тюменская обл.	1*	-	-	600	200	400	-
Кемеровская обл.	10	992,0	519,3	530	360	170	4,19
Алтайский край	2	452,3	37,5	100	70	30	-
Республика Алтай	1	407,6	272,5	-	-	-	-
<b>Всего</b>	<b>14</b>	<b>1851,9</b>	<b>829,3</b>	<b>1230</b>	<b>630</b>	<b>600</b>	<b>4,19</b>

\* Месторождение с забалансовыми запасами.

оцениваются в 1230 млн т, или 0,94% от ресурсов России (без учета потенциальных ресурсов Колпашевской железорудной провинции, которые оцениваются в десятки миллиардов тонн).

Обработка железных руд Западной Сибири осуществляется четырьмя рудниками (Шерегешевским, Таштагольским, Казским и Темир-Тауским). В 1993 г. уровень добычи сырой руды снизился до 6,3 млн т против 9,3 млн т в 1990 г., производство товарных руд - соответственно до 3,6 млн т против 5,4 млн т.

Руды подвергаются обогащению методом сухой и мокрой магнитной сепарации и поставляются на металлургический передел на Кузнецкий и частично Западно-Сибирский металлургические комбинаты (г.Новокузнецк), обеспечивая их потребности только на 25%. Дефицит в товарных рудах восполняется за счет поставок из Восточной Сибири, частично из Северного и Центральных районов, а также за счет импорта из Казахстана.

### 6.1. Тюменская область

Тюменская область занимает северную часть Западно-Сибирского района, западная часть которой (Приполярный и Полярный Урал) входит в состав Уральской железорудной провинции. Здесь развиты скарново-магнетитовые руды тагильского ГПТ. Они распространены главным образом среди среднепалеозойских отложений восточного склона Приполярного и Полярного Урала и формируют Щучьинский и Северо-Сосьвинский железорудные районы.

Таблица 115

Распределение запасов и прогнозных ресурсов скарново-магнетитовых руд по рудным районам Тюменской области

Рудный район, месторождение, перспективная площадь	Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		Всего	В том числе по категориям	
			P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
<b>Щучьинский</b>		200	-	200
Юнь-Ягинское	54,2	-	-	-
Юнь-Ягинское рудное поле	-	100	-	100
Сибилейское рудное поле	-	100	-	100
<b>Северо-Сосьвинский</b>		400	200	200
Харасюрское рудное поле		300	100	200
Вольинско-Няйсманское рудное поле		100	100	-
<b>Всего</b>	<b>54,2</b>	<b>600</b>	<b>200</b>	<b>400</b>

На территории области нет разведанных месторождений с балансовыми запасами, а прогнозные ресурсы по категориям P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub> оцениваются в 600 млн т (табл. 115), в том числе в Щучьинском районе 33,3% и в Северо-Сосьвинском - 66,7%. В целом на долю Тюменской области приходится 0,4% прогнозных ресурсов России с содержанием железа от 20 до 50%.

#### 6.1.1. Щучьинский железорудный район

Щучьинский железорудный район находится на Полярном Урале и в плане совпадает с Щучьинским синклином. Для района характерно большое развитие магматических образований силуро-девонского возраста. Они представлены порфиритами андезито-базальтового и андезито-дацито-

вого состава с их пирокластами и интрузиями габбро-норитов, габбро, габбро-диоритов, диоритов, гранодиоритов и плагиогранитов Юнь-Ягинского комплекса [130].

По данным ПГО "Полярноуралгеология" рудопроявления и рудные скарны связаны с массивами габбро-диорит-гранодиоритового ряда, которые прорывают верхнесилурийско-нижнедевонскую вулканогенно-осадочную толщу.

Рудопроявления, известные в настоящее время, располагаются в юго-западной части синклинория и формируют Юнь-Ягинское и Сибилейское рудные поля. Они находятся в 130-135 км к северо-востоку от станции Обской на железнодорожной ветке Сейда-Лабытнанги. Рудные поля расположены в зоне крупного разлома, вдоль которого выявлены в Юнь-Ягинском рудном поле пять рудопоявлений (Юнь-Ягинское, Новое, Дорожное, Отдельное, Овальное). Рудные тела указанных рудопоявлений имеют крутое падение и залегают в зонах ороговикования и катаклаза крупных вулканоплутонических структур. Руды связаны с интрузиями плагиогранитов, габбро и диоритов.

Кроме выявленных месторождений и рудопоявлений, которые оценены не полностью, в Щучинском рудном районе известно более десяти аэромагнитных аномалий. Это делает район перспективным на выявление новых объектов.

### **6.1.2. Северо-Сосьвинский железорудный район**

Северо-Сосьвинский рудный район находится на Приполярном Урале. В плане он совпадает с Лозьвинско-Хулгинской железорудной зоной, которая является северным окончанием Тагильского синклинория и продолжает Гороблагодатско-Покровскую железорудную зону. Протяженность ее более 300 км от верховьев р. Хулга на севере до р. Талья на юге.

В геологическое изучение района внесли значительный вклад Г.Г.Ефимов, А.И.Ицков, С.И.Комарицкий, П.В.Комаров, Б.Ф.Костюк, И.Н.Крылов, Н.И.Литовченко, Ю.Е.Молдованцев, В.А.Павлов, М.М.Павлов, Г.И.Севостьянов, И.Н.Шиятов, В.И.Чердаков, и др.

В строении Северо-Сосьвинского рудного района принимают участие осадочно-вулканогенные образования силура и девона, прорванные интрузивными образованиями платиноносной дунит-пироксенит-габ-бровой формации и гранитами гороблагодатского комплекса.

В пределах зоны выделяется ряд вулканоплутонических (купольных) структур диаметром от 1-2 до 10-15 км, сложенных вулканогенно-осадочными толщами силурийско-девонского возраста (базальты, андезиты, их туфы, песчаники, туфопесчаники, известняки). К центральным, а иногда и периферическим частям их приурочены интрузии габбро, диоритов, гранодиоритов.

Вулканоплутонические структуры контролируются узлами пересечения крупных (глубинных) разломов: субмеридиональных (уральских) и суб-

широтных. В восточной части зоны палеозойские образования перекрыты мезо-кайнозойскими отложениями.

Аэромагнитной съемкой масштабов 1:50 000-1:25 000, проведенной в 1980-1982 гг., в пределах зоны выявлено более 50 локальных магнитных аномалий интенсивностью от первых тысяч до 40 тыс нТл. На наиболее контрастных из них в 1980-1992 гг. проведена наземная магниторазведка в масштабе 1:25 000 с детализацией в масштабе 1:10 000, горные и буровые работы. Аномалии обусловлены наличием скарново-магнетитового оруденения, которое располагается в контактовых зонах интрузий с вулканогенно-осадочными толщами. Последние ороговитованы, скаполитизированы, эпидотизированы; с ними ассоциируют гранат-магнетитовые, гранат-пироксен-магнетитовые скарны. Магнетитовые руды (массивные и вкрапленные) приурочены преимущественно к скарнам, реже к измененным вулканитам.

По геофизическим данным в районе выделяются Хорасюрское, Вольинско-Няйсманское, Польинско-Сертынбинское, Мань-Маньинское, Иутынтинско-Нахорское и Нахорско-Масловское рудные поля, в пределах которых выявлен ряд локальных магнитных аномалий и проведены поисковые работы с проходкой канав и бурением скважин. В пределах Хорасюрского и Вольинско-Няйсманского рудных полей выявлены рудные зоны протяженностью от первой сотни метров до 3,5 км и рудные залежи - 20-700, реже до 1000-1500 м, иногда больше, что позволило оценить их прогнозные ресурсы по категориям  $P_1+P_2$  в количестве 400 млн т.

Рудные залежи в ряде случаев выходят на поверхность, в других - верхняя кромка их находится на глубинах от первых десятков до 100-150 м и больше.

Рудные тела линзо- и пластообразные, мощность их от 3-5 до 20-40 м и больше. Падение рудных тел крутое - 60-70°, по падению они прослеживаются до 200-300 м и более.

Выделяются богатые массивные руды с содержанием  $Fe_{общ}$  более 45%, богатые вкрапленные (30-45%) и бедные вкрапленные (20-30%).

Массивные руды в основном сложены магнетитом и мушкетовитом с примесью сульфидов; в небольшом количестве содержатся пироксен, гранат, эпидот, цоизит, актинолит, хлорит.

Скарново-магнетитовые руды, как правило, имеют гранат-эпидот-магнетитовый и гранат-магнетитовый состав. В них наблюдаются реликты пироксена, часто амфиболитизированного и хлоритизированного, иногда встречаются серпентин, альбит, кальцит, кварц. Характерны гнезда, вкрапленники и прожилки сульфидов - пирита и халькопирита.

Текстура богатых скарново-магнетитовых руд преимущественно прожилковая, вкрапленно-прожилковая, атакситовая, реже пятнистая и графическая.

Руды содержат, %:  $Fe_{общ}$  - 20-70; Cu - до 0,8; Co - до 0,1; Ni - до 0,02; W - до 0,01; Pb - до 0,15; Sn - до 0,04; Ag - до 0,001.

В целом прогнозные ресурсы Тюменской области утверждены НТС "Роскомнедра" в количестве 600 млн т (см. табл. 115). Общие потенциальные ресурсы района до глубины 1200 м ПГО "Тюменьгеология" оцениваются в 3 млрд т.

## 6.2. Кемеровская область

На юге Кемеровской области разведано десять месторождений и выявлено значительное количество рудопроявлений железных руд, относящихся к скарново-магнетитовому генетическому и кондомскому ГПТ.

Значительный вклад в изучение и развитие железорудной базы Кемеровской области внесли В.А.Ашурков, В.П.Бондарец, А.Г.Володин, В.А.Гарнец, Л.Г.Горбачев, Г.Ф.Горелов, И.В.Дербинов, А.В.Зябкин, Т.Я.Каменская, А.С.Калугин, А.М.Кузнецов, В.А.Кузнецов, А.Д.Кузнецов, Г.И.Кузьмин, Г.В.Лавренов, С.С.Лапин, И.Н.Лапинский, А.М.Масленников, П.Е.Мертвецов, А.С.Мухин, Г.Д.Овчинников, В.П.Орлов, Г.Л.Поспелов, М.Г.Русанов, И.С.Руткевич, М.И. Селиверстова, В.И.Синяков, Л.Д.Староверов, В.П.Сучков, М.П.Тараймович, Е.Н.Трибунский, А.Б.Шепель, В.Д.Яшин.

Месторождения локализованы в пределах пяти групп (районов) - Кондомской (Шерегешевское, Таштагольское, Кочуринское), Тельбесской (Сухаринское, Самарское, Кедровское, Казское), Терсинской (Лавреновское), Тайдонской (Ампалькское), Ташелгино-Майзасской (Ташелгинское).

По состоянию на 01.01.1994 г. разведанные запасы железных руд Кемеровской области по категориям А+В+С<sub>1</sub> составляли 992 млн т и С<sub>2</sub> - 519,3 млн т. Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г. оценены в 530 млн т (табл. 116, 117).

Таблица 116

Распределение запасов и прогнозных ресурсов железных руд по рудным группам (районам) Кемеровской области

Рудная группа (район)	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т					Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		А	В	С <sub>1</sub>	А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		Всего	В т.ч. по категориям	
									P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
Кондомская	3	12,0	121,7	505,7	639,4	318,2	3,4	-	-	-
Тельбесская	4	-	18,1	69,0	87,2	28,7	5,4	70	70	-
Тайдонская	1	-	42,5	139,4	181,9	120,1	2,1	460	290	170
Терсинская	1	-	-	17,9	17,9	50,2	-	-	-	-
Ташелгино-Майзасская	1	-	15,7	50,0	65,6	2,1	20,1	-	-	-
Всего	10	12,0	198,0	782,0	992,0	519,3	31,0	530,0	360	170

Шерегешевское, Таштагольское и Казское месторождения разрабатываются одноименными рудниками, Сухаринское - рудоуправлением Темир-Тау.

При проектной мощности рудников на разрабатываемых месторождениях 12 млн т добыча сырой руды в 1990 г. составила 9,3 млн т, в 1993 г. снизилась до 6,3 млн т, выпуск товарной руды составил соответственно 5,4 и 3,6 млн т (см. табл. 117).

Добыча руды на резервных разведанных месторождениях ориентировочно определяется в 4-8 млн т сырой руды в год (ТЭО кондиций в 50-60 годах не составлялись).



## Месторождения железных руд Кемеровской области

Месторождение	Тип руд	Содержание Fe в запасах категорий A+B+C <sub>1</sub>	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			Фактическая добыча сырой руды за 1993 г., млн т	Производство товарной руды за 1993 г., млн т	Возможная добыча по проектной мощности ГОКов, млн т
			A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям				
							P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Разрабатываемые месторождения</b>											
Шерегешевское	Магнетитовые	35,59	175,9 118,4	14,5	-	-	-	-	2,7	1,3	6,0
Таштагольское	"-	45,58	442,8 401,4	296,5	-	-	-	-	2,1	1,5	3,0
В том числе участок Глубокий		48,20	159,5 153,1	253,2	-						
Казское	"-	41,06	76,6 63,9	27,1	3,4	20	20	-	1,4	0,7	2,5
Сухаринское	"-	46,9	2,9 1,3	0,08	-	-	-	-	0,08	0,04	0,5
Итого			698,2 585,0	338,2	3,4	20	20	-	6,3	3,6	12,0
<b>Резервные разведанные месторождения</b>											
Кочуринское	Магнетитовые и мартиновые	38,85	20,6 14,3	7,7 (до гор. -1260 м)	3,4	-	-	-	-	-	Не опр.
	В том числе мартиновые и полумартиновые	52,7	2,1 1,9	0,3	-	-	-	-	-	-	-

Ампалыкское	Магнетитовые	33,0	$\frac{181,9}{102,4}$	120,1	2,1	360	290	70	-	-	Не опр.
Ташелгинское	"-	33,71	$\frac{65,6}{51,96}$	2,1	20,2	-	-	-	-	-	4,0
Самарское	"-	44,11	$\frac{3,7}{3,1}$	1,1	2,0	-	-	-	-	-	Не опр.
Кедровское	"-	42,30	$\frac{4,0}{2,3}$	0,4	-	-	-	-	-	-	"-
Итого			$\frac{275,8}{174,0}$	131,0	26,6	360	290	70			4,0
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>											
Лавреневское	"-	43,2	$\frac{17,9}{-}$	50,2	-	-	-	-	-	-	-
<b>Новые объекты</b>											
Мурюкская группа аномалий	"-	29,3	-	-	-	100	-	100	-	-	-
Темир-Таузское рудное поле	"-	42,0	-	-	-	50	50	-	-	-	-
Итого						150	50	100			
Всего		40,17	$\frac{992,0}{759,0}$	519,3	31,0	530	360	170	6,3	3,6	16,0

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

### 6.2.1. Кондомская группа

Кондомская группа железорудных месторождений расположена в южной части Кемеровской области и состоит из трех месторождений: Шерегешевского, Таштагольского и Кочуринского с балансовыми запасами 957,6 млн т (63,4% от балансовых запасов Кемеровской области), в том числе 639,4 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>, а также полностью отработанного Шалымского месторождения.

Кондомская группа месторождений приурочена к крупной линейно вытянутой грабеновой структуре, протяженность которой более 50 км при ширине 4-15 км, выполненной вулканогенно-осадочными отложениями мундыбашской свиты среднего кембрия и терригенными отложениями ордовика.

Мундыбашская свита разделена на шесть подсвит, пять из которых отвечают эпохам активизации вулканической деятельности и лишь одна (вторая снизу) сложена морскими слоистыми вулканогенно-осадочными отложениями, соответствующими эпохе спада вулканической активности.

От соседних, существенно карбонатных блоков, грабеновая структура отделена разломами. Главная масса руд, по данным М.П.Тараймовича и В.П.Орлова [135], сосредоточена на крыльях крупных вулкано-купольных структур: Шерегешской и Таштагольской.

Отложения Мундыбашской свиты прорваны кембрийскими габбро-порфиритами, габбро, сиенитами, слагающими вулканоплутоническую структуру, а также девонскими гранитами.

Рудные залежи сформировались в кембрии, сосредоточены в слоистых туфопесчаниках, туффитах второй подсвиты и залегают согласно с ними на склонах вулканоплутонических структур.

Наряду с преобладающими представлениями о контактово-метасоматическом происхождении, обосновываемым наличием скарнов, магнетитовым составом руд, неправильной формой рудных тел и расположением их в контакте с сиенитами, существует мнение М.И. Селиверстовой, В.П.Орлова и других [74] о формировании месторождений в два этапа: седиментационно-вулканогенный и интрузивно-постмагматический. Предполагается, что в последний этап руды подверглись метаморфизму, что обусловило улучшение их качества и образование скарнов и вторичных метасоматических руд.

#### *Шерегешевское месторождение*

Расположено в северо-восточной части Кондомской группы железорудных месторождений в 220 км южнее г.Новокузнецка и в 20 км от г. Таштагола. Рельеф среднегорный с абсолютными высотами 590-740 м.

Месторождение открыто в 1931 г. при планомерных геолого-геофизических поисках с учетом заявки местного жителя М.А.Шерегешева.

На площади рудного поля проведены: геологическая съемка масштаба 1:10 000, аэромагнитная и гравиметрическая съемки масштаба 1:25 000, наземная высокоточная магнитометрическая съемка масштаба 1:2 000.

Шерегешевское месторождение приурочено к северному борту кальдерообразной вулканической структуры, осложненной синклинальной складкой северо-западного простирания и антиклиналью, носящей черты вулканокупольной структуры [128].

Вулканогенно-осадочный комплекс, слагающий основную часть рудного поля, расчленяется на таштагольскую, мундыбашскую и каменушинскую свиты среднекембрийского возраста (рис. 85).

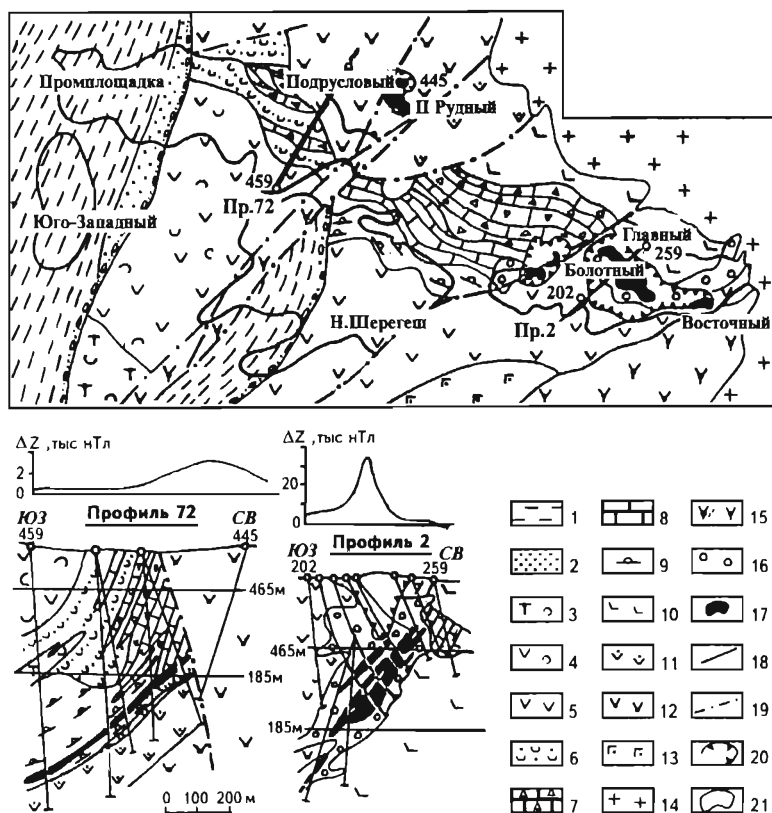


Рис. 85. Схематическая геологическая карта и разрезы Шерегешевского месторождения (по В.П.Орлову с изменениями В.Д.Яшина)

**Нижний ордовик (O<sub>1</sub>):** 1-2 - алгаинская свита: 1 - алевролиты, аргиллиты, сланцы, 2 - песчаники кварцевые, гравелиты; **средний кембрий (Є<sub>2</sub>):** 3-5 - каменушинская свита: 3 - туфы трахитовых порфиров, 4 - лавовые брекчии и агломератовые туфы андезито-базальтовых и андезитовых порфиров, 5 - нерасчлененные вулканиты того же состава; 6-9 - мундыбашская свита: 6 - туфопесчаники, туфоалевролиты, туффиты, 7 - обломочные известняки, 8 - известняки, мраморы, 9 - роговики по вулканогенно-осадочным породам; 10-12 - таштагольская свита: 10 - базальтовые порфириты, 11 - андезито-базальтовые порфириты, 12 - андезитовые, трахиандезитовые и базальтовые порфириты; 13 - субвулканические габбро-порфириты; 14 - граниты; 15 - сиениты; 16 - скарны; 17 - магнетитовые руды; 18 - геологические границы; 19 - дизъюнктивные нарушения; 20 - отработанное карьерами пространство; 21 - проекция рудных тел на поверхность

В таштагольской (подрудной) свите мощностью более 1500 м преобладают лавы и туфы андезито-базальтовых порфиров, менее развиты вулканиты трахиандезитового состава. В центральной и главным образом в восточной частях рудного поля в верхней части разреза свиты наблюдаются

пироксеновые и пироксен-амфиболовые андезито-базальтовые порфириты субвулканического облика.

В разрезе рудовмещающей мундыбашской свиты мощностью 200-800 м преобладают разнообломочные туфы трахитовых порфиров при подчиненном развитии туффитов, слоистых туфопесчаников и туфоалевролитов, известняков, мергелей, околорифовых известняковых брекчий. Важным элементом строения свиты является выявленный в ее основании и прослеженный на значительные расстояния горизонт туфов трахитового порфира, содержащий невыдержанные прослои и линзы магнетитовых песчаников с характерной кривой слоистостью. Песчаники сопровождаются маломощными линзами гравелитов и конгломерато-брекчий, цемент которых также насыщен типично терригенным магнетитом. По данным В.П. Орлова [104], эти породы являются продуктами размыва пород нижележащей таштагольской свиты.

В надрудной каменушенской свите мощностью более 1000 м преобладают грубообломочные туфы и лавобрекчии среднего и основного состава.

В западной части рудного поля среднекембрийские вулканогенно-осадочные отложения трансгрессивно перекрыты нижнеордовикскими терригенными образованиями, среди которых развиты существенно кварцевые и кварцитовидные песчаники, полимиктовые песчаники и алевролиты, а также окатанные и полукатанные обломки магнетитовых руд в базальном горизонте.

Магматические породы в пределах рудного поля объединяются в габбро-сиенитовый комплекс среднего кембрия и среднедевонский кистальский комплекс субщелочных гранитов (Сарлыкский массив).

Габбровые породы развиты в восточной части месторождения в виде силлоподобных тел мощностью до 70-80 м, прорывающих субвулканические габбро-порфириты. Габбровые массивы приурочены к субширотной трещинной зоне. Их состав колеблется от габбро-диоритов до пироксенитов. Габброиды фельдшпатизируются с образованием известковых и магнизиальных скарнов и наложенной на них магнетитовой минерализацией. Сиениты выходят на поверхность в южной части рудного поля, в виде мощной апофизы сиенитового массива, залегающего на глубине 500-1200 м. В рудном поле широко развиты дайки микросиенитов и плагиосиенит-порфиров. Сиениты характеризуются сложными взаимоотношениями с магнетитовыми рудами, проявляя в одних случаях черты послерудных, а в других - дорудных образований.

Скарново-рудная зона протяженностью 3700 м приурочена к северному крылу синклинальной складки в области фациального перехода органогенных (рифовых, по В.П. Орлову) известняков в силикатные вулканогенно-осадочные отложения, осложненной послерудной тектоникой, придавшей ей блоковое строение. Амплитуда горизонтального смещения достигает 200-600 м.

Рудная зона залегает согласно с вмещающими породами и имеет коленообразное поперечное сечение: на контакте с известняками рудные тела круто погружаются на юго-запад (70-80°), на глубинах 400-600 м они резко выполаживаются и в корневых частях имеют почти горизонтальное залегание.

На Юго-Западном участке рудное тело приурочено к послесиенитовой зоне дробления северо-западного простирания. В поперечном сечении форма рудного тела чечевицеобразная, мощность его 40-80 м, ширина 100-180 м, длина 500 м.

На восточном фланге месторождения, около интрузивов, рудные тела представлены линзами, гнездами, штоками, трубами и жилами. В рудах преобладают брекчиевидные текстуры, подчиненно развиты массивные разновидности; структуры гетеробластические, мелкозернистые. Предполагается, что эти руды образовались в постаббровую или раннемагматическую сиенитовую стадию.

Рудные тела западного фланга месторождения по форме более простые (см. рис. 85). Преимущественно это пласто- и линзообразные залежи, подчиняющиеся напластованию рудовмещающей толщи и контролирующиеся карбонатной и туффитовой фациями. Преобладают скрытозернистые полосчатые руды, которым подчинены массивные и брекчиевидные разновидности. Эти руды отнесены к вулканогенно-осадочным метаморфизованным.

Основной рудный минерал - магнетит, меньше развиты мушкетовит и гематит. Постоянно в качестве примесей встречаются пирит, пирротин, сфалерит, халькопирит, редко галенит, арсенопирит.

Руды Шерегешевского месторождения по химическому составу относятся к высококремнистым и высокосернистым (табл. 118).

Таблица 118

Средний химический состав железных руд Шерегешевского месторождения, %

Компоненты	Участок						
	Главный	Восточный	Болотный	Новый Шерегеш	Ц-Рудный	Подрусловый	Промплощадка
Fe <sub>раст</sub>	37,78	35,29	31,68	33,30	41,36	36,38	41,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO	63,35	50,37	55,71	45,5	53,44	58,27	52,95
SiO <sub>2</sub>	13,8	21,51	16,07	21,66	12,28	14,57	17,98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,43	7,1	6,37	7,7	4,77	5,57	6,30
CaO	10,02	14,18	11,46	13,75	9,54	9,97	9,72
MgO	3,21	2,25	5,3	4,11	4,15	3,59	4,27
MnO	1,32	0,77	1,53	0,94	0,99	0,99	0,73
TiO <sub>2</sub>	0,29	0,28	0,30	0,30	0,30	0,26	0,25
Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O	0,70	0,84	0,44	0,71	1,00	0,76	0,88
S	0,91	0,60	1,1	1,62	0,94	2,09	1,04
P	0,07	0,25	0,12	0,15	0,15	0,26	0,097
П.п.п.	1,57	1,38	2,71	2,57	3,22	3,5	5,99

В повышенных концентрациях в рудах встречается кобальт, цинк и медь. Кобальт в основном связан с пиритом, цинк - со сфалеритом, медь - с халькопиритом.

По гидрогеологическим условиям Шерегешевское месторождение относится к средней сложности. Ожидаемые водопритоки на горизонтах +325, +255 и +185 м составляют соответственно 505, 825 и 895 м<sup>3</sup>/ч. По химическому составу подземные воды натриево-кальциевые, сульфатные (агрессивные по отношению к бетону), реже гидрокарбонатно-кальциевые.

Добытая сырая магнетитовая руда крупностью 25-100 мм с содержанием валового железа 25% дробится до крупности 0-25 мм и проходит сухую магнитную сепарацию, после чего получается промпродукт с содержанием же-

леза 41,5-42,5% и хвосты с содержанием железа 11,0-12,5% при выходе пром-продукта 50-52% и извлечении железа 77,2-88,9%.

Кондиции для подсчета запасов руд Шерегешевского месторождения утверждены комиссией Госплана СССР в 1959 г. (протокол 225).

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2,0
<i>Максимальная мощность внутрирудных прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5,0

Запасы железных руд месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1970 г. (протокол 5954) в количестве 190,3 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub> и 38,1 млн т - С<sub>2</sub>.

Месторождение обрабатывается Шерегешевским рудоуправлением с 1952 г. (табл. 119).

Первичный концентрат направляется на дообогащение на Мундыбашскую и Абагурскую обогатительные фабрики, где они перерабатываются совместно с привозным сырьем.

По состоянию на 01.01.1995 г. разведанные запасы Шерегешевского месторождения с содержанием железа 35,83% по категориям А+В+С<sub>1</sub> оцениваются в 180,2 млн т, С<sub>2</sub> - 14,5 млн т. Обеспеченность рудоуправления разведанными запасами высокая.

Таблица 119

Основные технико-экономические показатели работы Шерегешевского РУ

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	4,5	2,08
Содержание железа в сырой руде, %	27,5	35,9
Производство товарной руды (первичный концентрат), млн т	2,2	1,3
Содержание железа в товарной руде, %	42,4	42,5
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	3,98	5254
товарной (первичного концентрата)	8,22	7644

### *Таштагольское месторождение*

Расположено в юго-западной части Кондомской группы железорудных месторождений, в 200 км к югу от г.Новокузнецка. Рельеф среднегорный, высотные отметки составляют 450-700 м. Район месторождения хорошо освоен.

Месторождение (Восточный участок) открыто в 1931 г. при планомерных геолого-геофизических поисках с учетом заявки местного жителя. Разведка месторождения проводилась в 1931-1991 гг.

Рудное поле покрыто крупномасштабными съемками: геологической (1:10 000), повысотной аэромагнитометрической (1:10 000), наземной высокоточной магнитометрической (1:2 000) и гравиметрической (1:10 000). В его пределах выявлены и разведаны пять участков - Восточный, Западный, Северо-Западный, Юго-Восточный и Глубокий. Последний открыт в 1977 г. Верхняя кромка рудных тел участка Глубокого находится на глубине 1000 м (гор. -480 м) от поверхности, он разведан до гор. -1260 м. Рудные тела по магнитометрическим данным выклиниваются на гор. -1500 м.

Таштагольское месторождение расположено в южной части кальдерообразной вулканической структуры, выполненной вулканогенными образованиями среднекембрийского возраста, и располагается в центральной части грабена.

Ранее все вулканогенно-осадочные отложения, слагающие рудное поле Таштагольского месторождения, относились к мундыбашской свите среднего кембрия и подразделялись на подрудную, рудовмещающую и надрудную подсвиты [136]. Исследования Г.Ф.Горелова [36] позволяют мундыбашскую свиту расчленить на три подсвиты: таштагольскую, мундыбашскую и каменушинскую.

Нижняя таштагольская (подрудная) подсвита мощностью 725-1030 м слагает вулканокупольный или антиклинальный выступ в центральной части месторождения (рис. 86). Сложена рассланцованными хлоритизированными и карбонатизированными андезитовыми и андезито-базальтовыми порфиритами, гематизированными лаво-брекчиями, туфами андезито-базальтовых порфиритов с незначительным количеством прослоев туффитов, туфопесчаников, туфоалевролитов.

Мундыбашская (рудовмещающая) подсвита залегает со стратиграфическим несогласием на таштагольской и слагает крылья вулканокупольной структуры. В ней выделяется туффитовая и карбонатная литофации, к которым приурочены все рудные участки. Наиболее полно разрез вулканогенно-осадочной фации представлен на Северо-Западном участке, где (снизу вверх) выделяются:

туфы серицитизированных и карбонатизированных трахитовых порфиров с пластами магнетитовых песчаников и линзами магнетитовой руды и хлорит-эпидотовых метасоматитов; мощность до 180 м;

магнетитовые руды массивные и полосчатые, сменяющиеся по востоку известняками с доломитами и хлорит-эпидотовыми метасоматитами; мощность до 80 м;

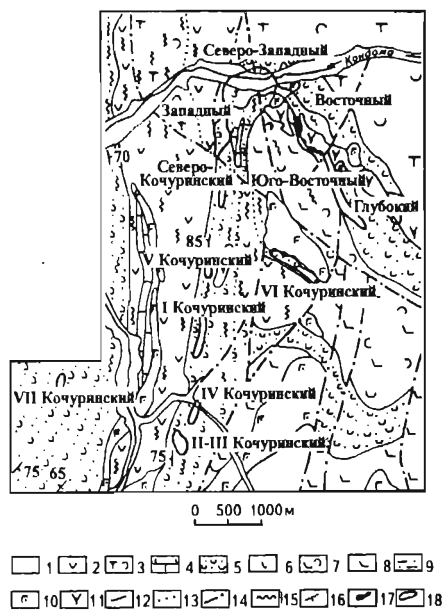


Рис. 86. Схематическая геологическая карта Таштагольско-Кочуринского рудного поля (по В.В.Мельникову с изменениями В.Д.Яшина).

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - галечники, пески, глины; **средний кембрий (Є<sub>2</sub>):** 2-8 - мундыбашская свита: 2-4 - каменушинская подсвита: 2 - андезитовые порфириты, 3 - туфы трахитовых порфиров, туфопесчаники, алевролиты, известковистые аргиллиты, 4 - известняки, 5 - мундыбашская подсвита: туфопесчаники, туфоалевролиты, мергели, песчаные известняки, туфы трахитовых порфиров, туфоконгломераты, 6-8 - таштагольская подсвита: 6 - андезитовые порфириты, 7 - лавобрекчии андезито-базальтовых порфиритов и их туфы, реже туффиты, туфопесчаники, туфоалевролиты, 8 - андезито-базальтовые порфириты; **нижний кембрий (Є<sub>1</sub>):** 9 - аргиллиты, алевролиты, песчаники, известняки; 10 - субвулканические габбро-порфириты; 11 - сиенит-порфиры, сиениты; 12 - геологические границы; 13 - граница разновозрастных образований (фациальная); 14 - дизъюнктивные нарушения; 15 - зоны рассланцевания; 16 - элементы залегания слоистости; 17 - выход рудных тел на поверхность; 18 - проекция рудных зон на поверхность



слоистые туфы трахитовых порфиров и альбитофиров, туффиты, туфопесчаники, туфоалевролиты, мергели, песчанистые известняки, черные сланцы с пиритом, отдельные потоки трахитовых порфиров. По восстанию эти породы частично переходят в карбонатную фацию и в крупнообломочные туфы; мощность 110 м.

На Восточном участке значительная часть пород превращена в скарны. На флангах Юго-Восточного участка рудовмещающая свита сложена в основном карбонатной, а в центральной части - туффитовой литофациями, заключающими полосчатые мушкетовит-магнетитовые руды, магнетит-эпидот-хлорит-полевошпатовые породы и эпидот-гранатовые скарны.

В пределах участка Глубокого преобладающим развитием пользуются туффиты, мергели, туфопесчаники и туфоалевролиты, составляющие до 70% стратифицированной части разреза. В меньшей степени развиты туфы трахитового и трахиандезитового состава, известняки и магнетитовые руды. Мощность прослоев и линз отдельных литологических разностей колеблется в пределах 10-50 м.

Таким образом, для рудовмещающей подсвиты характерно присутствие вулканитов трахитового ряда и развитие морских (туффитовой и карбонатной) фаций. Мощность ее колеблется от 400 до 900 м.

Каменушинская (надрудная) подсвита мощностью около 1500 м залегает согласно с рудовмещающей подсвитой. Распространена по северному, северо-восточному и восточному флангам Таштагольского месторождения. Сложена преимущественно вулканитами, состав которых меняется от андезитовых до трахитовых. В верхних частях разреза преобладают туфопесчаники, алевролиты, известковистые аргиллиты.

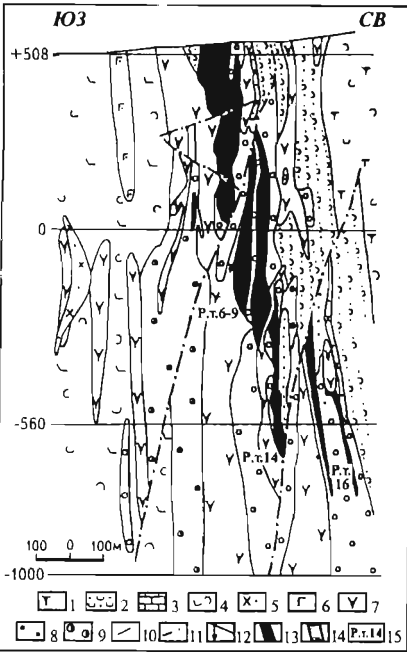
На месторождении установлены интрузии габбро-сиенитового комплекса среднего кембрия и гранитоидного комплекса среднего девона. Таштагольская группа сиенитовых тел с площадью 0,5x5 км прорывает отложения таштагольской, мундыбашской и каменушинской подсвит. Количество и размеры их увеличиваются с глубиной. Вмещающие породы и субвулканические габбро-порфиры на контакте с сиенитами калишпатизированы и эпидотизированы, а около рудных тел скарнированы. Месторождение пронизано дайками диабазов, диоритов и микродиоритов, прорывающих сиениты, местами содержащих ксенолиты руды величиной до 3,0 см.

Рудные тела имеют пластообразную (рис. 87) форму, вытянуты согласно залеганию рудовмещающих пород. На участке Глубоком рудная залежь представляет собой мощный уплощенный шток (рис. 88), форма которого осложнена апофизами сиенитов. Мощность рудных тел непостоянна и колеблется от первых десятков до 100-120 м, а по участку Глубокому - до 400 м. По падению рудные тела прослеживаются от 1100 до 1500 м.

Руды представлены магнетитом, мартитом, реже мушкетовитом, содержат пирит и единичные зерна халькопирита, сфалерита, галенита, блеклой руды, ковеллина, пирротина. Из природных разновидностей по минеральному составу выделяются руды карбонатно-магнетитовые (участки Восточный, Глубокий) и сульфидно-карбонатно-магнетитовые (участок Глубокий). Наиболее распространенными нерудными минералами являются доломит-анкерит, сидерит, кальцит, хлорит, кварц.

По текстуре руды массивные или вкрапленные, но чаще полосчатые, неясно полосчатые, с ритмичным чередованием туфопесчаника, туфоалевролита, карбоната. Во всех типах руд месторождения отмечаются следы кактаклаза и перекристаллизации.

Рис. 87. Схематический геологический разрез Восточного участка Таштагольского месторождения (по М.И.Селиверстовой с изменениями В.Д.Яшина).



Средний кембрий ( $\epsilon_2$ ): 1-4 - мундыбашская свита: 1 - каменушинская подсвита - туфы трахитовых порфиров, туфопесчаники, туфогравелиты, 2,3 - мундыбашская подсвита: 2 - туфопесчаники, туфоалевролиты, мергели, песчанистые известняки, туфы трахитовых порфиров, туфоконгломераты, 3 - известняки, 4 - таштагольская подсвита - лавобрекчии андезито-базальтовых порфиров и их туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты; средний девон ( $D_2$ ): 5 - микродиориты; средний кембрий ( $\epsilon_2$ ): 6 - субвулканические габбро-порфириты, 7 - сиенит-порфиры, сиениты; 8 - скарны; 9 - метасоматиты гидросиликатного типа; 10 - геологические границы; 11 - дизъюнктивные нарушения; 12 - элементы залегания слоистости; 13 - магнетитовые руды; 14 - предполагаемые рудные тела; 15 - рудное тело и его номер

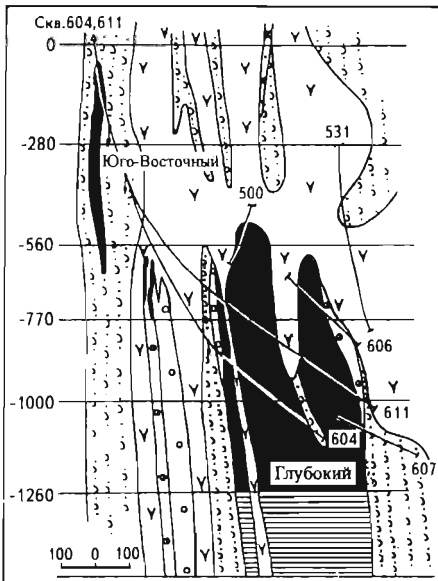
Руды участка Глубокого от руд других участков отличаются повышенным содержанием серы и более низким содержанием кремнезема, двуоксида титана, глинозема и окиси кальция (табл. 120).

Существуют различные взгляды на генезис Таштагольского и других месторождений Кондомской группы - контактово-метасоматический [136] и вулканогенно-осадочный [128]. Наиболее достоверная генетическая модель - это полигенное рудообразование. Об этом свидетельствуют, наряду со многими другими факторами, результаты анализа магнетита - главного рудообразующего минерала, который по своей природе оказывается полигенным.

Гидрогеологические и горно-технические условия отработки месторождения сложные, обусловленные большой глубиной залегания рудных тел и напряженным состоянием горного массива. Приток воды в горные выработки на горизонтах +280 и +350 м составляет 1030-1370 м<sup>3</sup>/ч. На более низких горизонтах он ожидается в пределах 320-340 м<sup>3</sup>/ч. До гор. +210 м по химическому составу воды гидрокарбонатно-кальциево-магниевые, ниже - гидрокарбонатно-сульфатные и натриево-кальциевые, агрессивные по отношению к железобетонным, бетонным и алюминиевым конструкциям.

Технологические свойства магнетитовых руд различных участков Таш-

Рис. 88. Схематический геологический разрез участка Глубокого Таштагольского месторождения (по А.В.Зябкину с изменениями В.Д.Яшина)



Условные обозначения - см. рис. 87

## Средний химический состав железных руд Таштагольского месторождения, %

Компо- ненты	Участок				
	Западный	Северо-Западный	Восточный	Юго-Восточный	Глубокий
Fe <sub>вал</sub>	37,0	45,1	48,2	33,3	47,91
FeO	16,03	20,66	17,02	13,17	22,68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39,6	41,40	49,46	37,57	44,09
SiO <sub>2</sub>	18,3	14,97	12,56	18,34	9,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,72	4,27	3,94	6,23	2,55
CaO	9,32	8,33	9,24	9,03	6,06
MgO	2,62	1,82	1,19	2,61	2,10
TiO <sub>2</sub>	0,31	0,23	0,24	0,39	0,10
MnO	0,47	0,52	0,58	0,47	0,41
Na <sub>2</sub> O	1,09	0,42	0,42	0,86	0,25
K <sub>2</sub> O	0,64	0,32	0,41	0,80	0,48
S	0,24	0,75	0,23	1,93	3,86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,20	0,276	0,214	0,336	0,13
Cu	0,02	0,028	0,02	0,04	0,07
Pb	0,04	0,06	0,02	0,01	0,01
Zn	0,02	0,01	0,047	0,02	0,01
As	-	Следы	Следы	0,001	-
Co	0,003	0,008	0,003	0,011	-
П.п.п.	6,11	5,28	4,87	8,41	7,38

тагольского месторождения существенных различий не имеют. Руды легко обогащаются методом сухой и мокрой магнитной сепарации. Фактические показатели обогатимости руд текущей добычи по Восточному участку и лабораторных исследований по другим участкам приведены в табл. 121. Хвосты ММС руд участка Глубокого на 70% представлены анкеритом, сидеритом, доломитом, кальцитом и могут использоваться в качестве флюсовых добавок.

Для подсчета запасов ранее разведанных участков (Восточный, Западный, Северо-Западный, Юго-Восточный) приняты кондиции, утвержденные Комиссией Гос-плана СССР в 1959 г. и подтвержденные ГКЗ СССР в 1975 г. (протокол 895-к) с некоторыми уточнениями их параметров согласно

Таблица 121

## Показатели обогащения железных руд Таштагольского месторождения

Участок	Содержание железа в руде, %		Выход концентрата, %	Извлечение железа в концентрат, %
	сырой (среднее по участку)	товарной (концентрат)		
Восточный (текущая добыча)	39,0	52,2	35,2	63-95
Западный	37,0	66,2	57,7	89,1
Северо-Западный	45,1	65,3	62,9	89,5
Юго-Восточный	33,2	61,0	41,0	72,9
Глубокий	48,2	68-70	44,7-48,9	74,7-78,6

совместному протоколу совещания представителей Кузнецкого металлургического комбината, Западно-Сибирского геологического управления и Сибирского филиала института "Гипроруда".

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	25
<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	4
<i>Максимальная мощность внутрирудных прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5

Запасы, подсчитанные по данным кондициям, утверждены ГКЗ СССР в 1975 г. (протокол 7476) в количестве 375,8 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 281,9 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub> с содержанием железа 45,0%.

В связи с выявлением в 1977 г. участка Глубокого (первоначально рассматривавшегося как самостоятельное Ново-Таштагольское месторождение), выполнением на нем поисково-оценочных работ (1978-1985 гг.) и предварительной разведки (1985-1987 гг.), Сибирским филиалом института "Гипроруда" разработано в 1988 г. ТЭО целесообразности детальной разведки и проекта временных кондиций (табл. 122).

Таблица 122

**Основные технико-экономические показатели отработки участка Глубокий**

Показатели	Варианты отработки запасов	
	самостоятельной шахтой производительностью 6,0 млн т/год	совместно с другими участками производительностью 6,0 млн т/год
Разведанные запасы по категориям В <sub>1</sub> +С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> , млн т	361,5	608,1
В том числе по категориям В+С <sub>1</sub>	153,2	400,0
Эксплуатационные запасы, млн т	353,8	600,4
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах, %:		
разведанных	48,9	47,32
эксплуатационных	44,16	39,55
Производительность предприятия, млн т/год:		
по сырой руде	6,0	6,0
по промпродукту	5,2	4,6
по агломерату	3,5	3,1
Среднее содержание железа в агломерате, %	61,5	61,09
Обеспеченность предприятия запасами, лет	62	102
Капитальные вложения, млн р.	1415	1451
Себестоимость 1 т, р.:		
руды	8,64	7,72
агломерата	25,6	26,06
Оптовая цена 1 т агломерата (в ценах 1987 г.), р.	28,35	28,10
Рентабельность, %	1,7	1,3

Рассмотрев ТЭО временных кондиций, ГКЗ СССР признала целесообразным Ново-Таштагольское месторождение считать участком Глубоким Таштагольского месторождения, по степени разведанности подготовленным к промышленному освоению, и утвердила временные кондиции в качестве постоянных (протокол 2280-к).

Бортовое содержание $Fe_{общ}$ в пробе, %	21
Минимальная мощность рудного тела, включаемого в подсчет запасов, м	4
Максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м	10
Нижняя граница подсчета балансовых запасов, м	Гор. -1260

Запасы участка Глубокий, подсчитанные по данным кондициям, утверждены ГКЗ СССР в 1988 г. (протокол 10428) в количестве 358,2 млн т по категориям  $C_1+C_2$ , в том числе 153,1 млн т по категории  $C_1$  с содержанием  $Fe_{общ}$  47,0%,  $Fe_{магн}$  - 37,5%, S - 3,85%.

Руды Таштагольского месторождения с 1941 г. обрабатываются одноименным рудоуправлением подземным способом (табл. 123).

Первичный концентрат после сухой магнитной сепарации направляется на дообогащение на Мундыбашскую и Абагурскую обогатительные фабрики, где он перерабатывается совместно с привозным сырьем.

По состоянию на 01.01.1995 г. разведанные запасы Таштагольского месторождения оцениваются в 441,3 млн т по категориям  $A+B+C_1$  с содержанием железа 45,57% и 296,5 млн т категории  $C_2$ .

Обеспеченность горно-добывающего предприятия разведанными запасами очень высокая (более 100 лет).

Таблица 123  
Основные технико-экономические показатели работы Таштагольского РУ

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	2,7	2,08
Содержание железа в сырой руде, %	36,1	35,9
Производство товарной руды (первичный концентрат), млн т	2,02	1,54
Содержание железа в товарной руде (первичном концентрате), %	45,0	45,0
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	6,46	5254
товарной (первичный концентрат)	8,74	7695

### Кочуринское месторождение

Кочуринское месторождение находится в 1,5-5 км к югу от Западного фланга Таштагольского месторождения. Рельеф среднегорный с абсолютными отметками от 430 до 760 м.

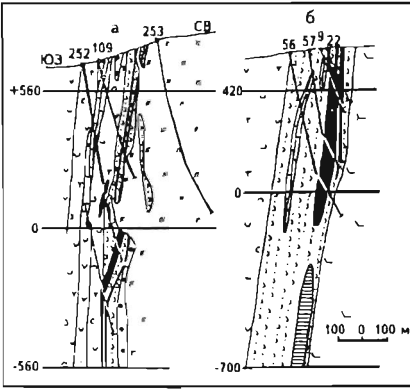
Поисково-разведочные работы на месторождении проводились одновременно с Таштагольским и закончились также в 1991 г.

Площадь месторождения покрыта крупномасштабными съемками: геологической (1:10 000), повысотной аэромагнитной (1:10 000), наземной высоточной магнитометрической (1:2 000) и гравиметрической (1:10 000).

В стратифицированном разрезе Кочуринского месторождения наиболее древними являются отложения мрамсовой свиты нижнего кембрия, развитые в его южной части, где они слагают ядра антиклинальных структур (рис. 89). Отложения свиты представлены аргиллитами, алевролитами, пес-

Рис. 89. Схематические геологические разрезы участков VI Кочуринский (а) и I Кочуринский (б) Кочуринского месторождения (по М.И.Селиверстовой с изменениями В.Д.Яшвина).

Условные обозначения - см. рис. 87



чаниками, известняками. Вследствие регионального метаморфизма породы мраморной свиты претерпели расслаивание и преобразованы до зеленосланцевой фации.

Преимущественное же значение в геологическом строении месторождения играют вулканогенно-осадочные отложения тех же свит, что и на Таштагольском месторождении.

Подрудная таштагольская подсвита представлена метаморфическими сланцами по андезито-базальтовым порфирирам и их туфам.

Рудовмещающая мундыбашская подсвита сложена в основном слоистыми туфами с разной размерностью обломочного материала. Известняки представлены тонкими, но иногда протяженными линзами, залегающими выше магнетитовых руд. Мощность свиты колеблется от 410 до 800 м.

Среди надрудной каменушинской подсвиты преобладают грубообломочные туфы трахитовых порфиров смешанного состава. Нередки прослои тонкообломочных туфов, туффитов, известняков.

Интрузивные породы представлены субвулканическими телами габбро-порфиров. Наиболее крупные тела в большинстве случаев залегают почти согласно с вмещающими их вулканогенно-осадочными образованиями. Возраст среднекембрийский.

Мелкие сиенитовые тела, выявленные на Кочуринском месторождении, представлены переходными разновидностями, приближающимися по структуре к трахитовым порфирам.

Рудные тела Кочуринского месторождения залегают под углом до 80-90° с падением на запад или юго-запад, имеют линзо- и пластообразную форму и небольшую мощность (4-30 м). Длина по падению от 100-150 до 1200 м и более.

Руды месторождения представлены первичными и окисленными разновидностями. Минеральный состав: первичных руд - магнетит, в меньшей мере гематит, пирит, редко встречаются халькопирит, борнит, халькозин, сидерит; окисленных руд - мартит. Текстуры руд массивные, полосчатые, бурундучные, пятнистые, вкрапленные; по структуре тонко- и мелкозернистые до средне- и крупнозернистых. Химический состав руд приведен в табл. 124.

Генезис магнетитовых руд Кочуринского месторождения, как и Таштагольского, считается полигенным.

На Кочуринском месторождении гидрогеологические условия более простые, чем на Таштагольском, так как здесь менее развита дизъюнктивная тектоника и в составе рудовмещающей мундыбашской свиты объем карбонатных пород небольшой. Кроме того, депрессионная воронка от разработки Таштагольского месторождения достигла Кочуринского месторождения, вследствие чего статические уровни подземных вод понизились на 20-50 м. Ожидаемые водопритоки в горные выработки на гор. +450 м со-

## Средний химический состав магнетитовых руд Кочуринского месторождения, %

Компоненты	Магнетитовые руды участка			Окисленные руды месторождения
	IV	V	II-III	
Fe <sub>вал</sub>	41,61	40,05	42,76	54,77
FeO	14,77	-	13,30, 4,39	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	54,2	-	29,9	60,94
SiO <sub>2</sub>	18,86	21,14	12,83	12,94
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,26	5,51	5,57	-
TiO <sub>2</sub>	0,2	0,21	0,28	-
CaO	5,80	5,68	7,27	-
MgO	2,58	2,16	3,86	-
K <sub>2</sub> O	0,95	0,56	-	-
Na <sub>2</sub> O	0,82	0,21	-	-
MnO	0,49	0,97	0,31	0,40
S	2,01	0,53	4,77	0,16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,27	0,27	-	0,23
Pb	-	-	0,03	-
Zn	0,04	0,10	0,06	0,14
As	0,006	-	-	-
Co	0,009	-	0,026	0,013
П.л.п.	3,99	5,33	6,24	-

ставят 160-192 м<sup>3</sup>/ч. Химический состав вод - гидрокарбонатно-кальциево-магниевый с минерализацией 0,1-0,3 г/л по сухому остатку.

Представительные технологические испытания обогатимости руд Кочуринского месторождения (участки II-III) показали полную приемлемость схемы обогащения, принятой для руд текущей добычи Таштагольского месторождения.

Для подсчета запасов руд Кочуринского месторождения были приняты кондиции, утвержденные Комиссией Госплана СССР в 1959 г. (протокол 166), которыми предусматривалось выделение руд, не требующих обогащения и агломерации (мартеновские и доменные) и требующих обогащения (магнетитовые, мартиновые и полумартиновые).

*Руды, не требующие обогащения*

*Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:*

*для мартеновских руд*

55

*для доменных руд*

45

*Содержание в подсчетном блоке, %:*

*для мартеновских руд:*

*железа, не менее*

58

*серы, не более*

0,15

*кремнезема, не более*

14

*для доменных руд:*

*железа*

50

*серы*

0,15

Минимальная мощность рудных тел, включаемых  
в подсчет запасов, м

2

Руды, требующие обогащения

Бортное содержание  $Fe_{общ}$  в пробе, %:

для магнетитовых руд, %

20

для мартеновских и полумартеновских руд

40

Минимальное промышленное содержание  $Fe_{общ}$   
в подсчетном блоке для магнетитовых руд, %

25

Минимальная мощность рудных тел, м

2,0

Разведанные запасы Кочуринского месторождения, подсчитанные по данным кондициям, утверждены ГКЗ СССР в 1960 г. (протокол 3104) по категориям: В - 5,0 млн т, В+С<sub>1</sub> - 14,3 млн т и С<sub>2</sub> - 6,5 млн т.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтено 6,3 млн т категории В, 14,3 млн т категории С<sub>1</sub> и 7,3 млн т категории С<sub>2</sub>.

Месторождение является резервным для Таштагольского рудника.

### 6.2.2. Тельбесская группа

Тельбесская группа месторождений расположена в северо-западной части Горной Шории. В ее состав входят Сухаринское, Самарское, Кедровское III и Казское месторождения с запасами 115,9 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 87,2 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>, а также рудопроявления Тельбес, Одра-Баш, Тазское и другие. Отрабатывается в настоящее время Казское месторождение одноименным рудником подземным способом с проектной производительностью 2,5 млн т сырой руды в год. Фактическая добыча за 1993 г. составила 1,4 млн т против 1,7 млн т в 1990 г., произведено товарной руды соответственно 0,7 и 0,7 млн т. Дорабатываются также запасы Сухаринского месторождения рудником Темир-Тау с проектной производительностью 0,4 млн т сырой руды в год. Фактическая добыча за 1993 г. составила 0,08 млн т против 0,4 млн т в 1990 г., товарной руды произведено соответственно 0,039 и 0,263 млн т.

Тельбесская группа месторождений приурочена к зоне субширотного глубинного разлома, оперяющего главный Кузнецко-Алатаусский глубинный разлом, известный в литературе как Темир-Ташелгинский или Тельбесский глубинный разлом [137].

Структура рудного поля представляет собой грабен-синклинальную блоковую впадину, выполненную вулканогенно-осадочными отложениями верхнего протерозоя - кембрия и терригенными образованиями ордовика, прорванными разновозрастными интрузиями. Месторождения, как правило, приурочены к горст-антиклинальным выступам, ограниченным тектоническими нарушениями субширотного и северо-восточного простирания. Выступы сложены карбонатными и кремнисто-вулканогенными породами сухаринской свиты верхнего протерозоя. Магнетитовые рудные залежи тесно ассоциируют с карбонатными и вулканогенными породами андезито-базальтового и трахиандезитового состава и располагаются в области фациального замещения карбонатных пород вулканогенными (Сухаринское месторождение) либо в основании вулканогенно-терригенной толщи (Казское месторождение). Некоторые месторождения располагаются среди интрузивных пород, в их скарновом ореоле, в связи с чем большинство исследователей относят эти месторождения к контактово-метасоматическому типу.



## Казское месторождение

Находится в 75 км к юг-юго-востоку от г.Новокузнецка. Территория месторождения представляет горно-таежную местность с абсолютными высотами 350-750 м, относительные превышения составляют 100-300 м.

Район месторождения хорошо освоен; здесь находятся отработанные железорудные месторождения - Тельбесское, Одра-Башское, Темир-Тау. Ведется добыча доломитов на месторождении Большая Гора в качестве огнеупорного сырья для Кузнецкого и Западно-Сибирского металлургических комбинатов. Многие строительные организации Западной Сибири используют отходы дробильно-обогажительных фабрик Казского и Темир-Тауского рудников как строительное сырье.

Вблизи месторождения проходит электрофицированная железнодорожная линия Новокузнецк-Таштагол, соединяющая рудники Горной Шории (Казский, Темир-Тауский, Таштагольский, Шерегешский) с Мундыбашской и Абагурской агломерационно-обогажительными фабриками, Кузнецким и Западно-Сибирским металлургическими комбинатами.

Казское железорудное месторождение открыто в 1930 г. На базе запасов участков Амфитеатр-Бегунец, Северо-Восточные и Юго-Западные Штоки, Большой и Малый Медвежьи, Леспромхозный в 1961 г. был построен и введен в эксплуатацию Казский рудник. Одновременно с началом эксплуатации, с целью выявления новых рудных залежей, были начаты интенсивные поисковые работы, приведшие к открытию в 1965 г. нового участка Центральные Штоки.

Площадь месторождения покрыта геологической съемкой масштаба 1:10 000, а также крупномасштабными магнитометрическими (1:2 000 и 1:5 000) и гравиметрическими (1:10 000) съемками; электроразведочными работами (метод СЭП) масштаба 1:10 000 с постановкой метода ВЭЗ по отдельным профилям.

В геологическом строении Казского месторождения принимают участие вулканогенно-осадочные, осадочные и вулканогенные комплексы верхнего протерозоя, нижнего палеозоя и интрузивные образования, относящиеся к трем магматическим комплексам. Магнетитовое оруднение сосредоточено по площади и глубине залегания, что связано со значительной пликативной и дизъюнктивной нарушенностью как рудовмещающей свиты, так и всего комплекса пород, слагающих рудное поле (рис. 90).

Рудовмещающая сухаринская свита верхнего протерозоя, образующая два горст-антиклинальных выступа среди отложений нижнего и среднего ордовика, расчленяется на четыре толщи (снизу вверх): карбонатно-вулканогенную, кремнисто-вулканогенную, карбонатную и вулканогенно-терригенную общей мощностью 1350 м [41].

Карбонатно-вулканогенная толща вскрыта в пределах южной зоны участка Центральные Штоки и на участке Леспромхозном. Представлена в основном кальцитовыми и доломитовыми мраморами, реже андезитовыми порфиритами и их туфами. Мощность толщи более 500 м.

Кремнисто-вулканогенная толща распространена также в пределах южной зоны участка Центральные Штоки и на участке Леспромхозном. Сложена базальтовыми и андезитовыми порфиритами, дацитами, трахитами, ортофирами, кремнистыми породами. К нижней части толщи приурочены основные рудные тела южной зоны участка Центральные Штоки. Мощность толщи 450-550 м.

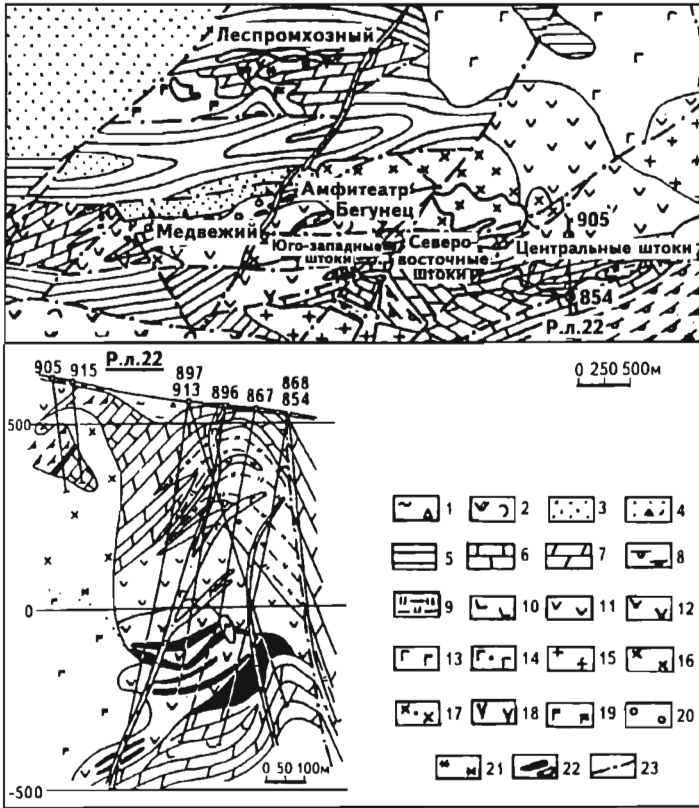


Рис. 90. Схематические геологическая карта и разрез Казского месторождения (по Г.И.Кузьмину, В.Д.Яшицу).

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - глины с обломками пород; девон (D<sub>1-2</sub>): 2 - тазовская свита - андезито-дацитовые порфириты и их туфы; ордовик (O<sub>2-3</sub>): 3-4 - амзасская свита: 3 - песчаники полимиктовые, 4 - песчаники кварцевые, конгломераты с рудными обломками; кембрий-ордовик (Є<sub>3</sub>-O<sub>1</sub>): 5 - алгаинская свита - нерасчлененные флишеидные отложения; верхний протерозой (PR<sub>3</sub>): 6-12 - сухаринская свита: 6 - кальцитовые мраморы, 7 - доломитовые мраморы; 8 - полосчатые роговики, 9 - кремнистые породы, 10 - базальтовые порфириты, 11 - андезитовые и андезито-базальтовые порфириты, 12 - трахиандезитовые порфириты; магматические комплексы: 13 - габбро, 14 - дайки лабрадоритовых порфиритов, 15 - графиты, 16 - диориты, 17 - диоритовые порфириты, 18 - сиениты, 19 - измененное габбро, 20-21 - скарны гранатовые (20), монтичеллитовые (21); 22 - рудные тела и их проекции на поверхность, 23 - тектонические нарушения

Карбонатная толща выходит на поверхность в южной части месторождения непосредственно под рудными телами северной части участка Центральные Штоки и сложена кальцитовыми, кальцит-доломитовыми и доломитовыми мраморами.

Вулканогенно-терригенная толща вскрыта в северной зоне Центральных Штоков. Сложена преимущественно роговиками по осадочным породам, скарноидами и эффузивами. В основании толщи в непосредственном контакте с карбонатными породами нижележащей толщи сосредоточены рудные тела северной зоны участка Центральные Штоки. Мощность толщи 300 м.

Нижнеордовикские флишеидные терригенно-карбонатные отложения алгаинской свиты в центральной и южной частях рудного поля слагают грабен-синклинальные структуры субширотного простирания. В основании выявлен горизонт конгломератов и гравелитов, среди обломочного материала которых находятся скарны и магнетитовые руды.

Отложения, относимые к амзасской свите среднего-верхнего ордовика, сложены аркозовыми и полимиктовыми песчаниками. В основании свиты залегает горизонт кварцевых песчаников, содержащий прослой конгломератов с обломками мартитовой и гематитовой руды, источником которых была доордовикская зона окисления близлежащих рудных участков.

Девонские порфириды, туфы, игнимбриты распространены в южной части месторождения, где они слагают возвышенные участки рельефа.

Наиболее ранним проявлением интрузивного магматизма верхнепротерозойско-раннекембрийского возраста следует считать образование субвулканических порфиритов, штокообразное тело которых расположено между северной и южной зонами участка Центральные Штоки. К этому же возрасту относятся метагаббро, встреченные в тектоническом блоке под отложениями нижнего ордовика между участками Леспромхозным и Амфитеатр-Бегунцом, габбро, габбро-диориты и сиениты Леспромхозного участка, а также порфиридные габбро южной зоны Центральных Штоков. По химическому составу пород этого комплекса устанавливается его комагматическая связь с эффузивами рудовмещающей сухаринской свиты.

Силурийский (тельбесский) комплекс представлен диорит-порфиритами, диоритами, монцонитами Казского интрузива; диоритами, гранодиоритами и гранитами Тельбесского и гранит-порфирами Анзайского интрузивов. Комплекс многофазен. Вмещающие породы у контакта ороговикованы, амфиболизированы, биотитизированы, магнетитовые руды перекристаллизованы.

К среднедевонскому магматическому комплексу отнесен габбровый интрузив г.Малиновой, характеризующийся повышенными магнитными свойствами из-за высокого содержания магнетита и титаномагнетита (6-7%).

В Казском железорудном месторождении выделяются два уровня оруденения, приуроченные к сухаринской свите. Нижнему соответствуют рудные тела южной зоны участка Центральные Штоки (см. рис. 90), которые локализируются в основном в нижней части кремнисто-вулканогенной толщи. Верхний уровень представлен рудными телами северной зоны Центральных Штоков, залегающими в низах вулканогенно-терригенной толщи. Этому же уровню соответствуют и рудные тела участков Амфитеатр-Бегунец, Юго-Западные и Северо-Восточные Штоки, Медвежьи, выведенные на поверхность по субширотной тектонической зоне.

Рудные тела месторождения имеют линзо-пластовую форму с осложнениями в зонах тектонических нарушений и развития интрузивных пород. Выделяется от 3 до 13 рудных тел, залегающих согласно с напластованием вмещающих пород, протяженностью по простиранию 125-1040 м, мощностью 4-126 м.

Руды в основном магнетитовые. Сульфидно-магнетитовые и сульфидные руды развиты незначительно и слагают периферические, выклинивающиеся части рудных тел. Кроме магнетита в рудах встречаются пирит, пирротин, гранат, эпидот, амфибол, хлорит, кальцит, флогопит, кварц, по-

левые шпаты, гематит, марказит, халькопирит, биотит, апатит, сфен, изредка кобальтин, алабандин, яacobсит. На Леспромхозном участке руды и околорудные породы характеризуются повышенными содержаниями магниезальных минералов, среди которых распространены шпинель, местами с корундом и диаспором, клиногумит, флогопит, серпентин, монтичеллит, брусит. Высокая магниезальность руд и околорудных пород на Леспромхозном участке обусловлена доломитовым составом вмещающих пород. В рудах участка Центральные Штоки отмечается повышенное содержание золота и серебра.

По текстурно-структурным особенностям выделяются руды: массивные, пятнистые, брекчиевидные, вкрапленные, полосчатые и редко с реликтовой колломорфной текстурой. Для них характерны процессы перекристаллизации и катаклаза.

Для химического состава руд в среднем характерны содержания, %: железа - 37,8-46,9, кремнезема - 8,53-21,0, глинозема - 3,47-5,6, извести - 6,4-11,9, магниезии - 1,0-2,56, серы - 1,0-8,1, фосфора - 0,05-0,25, цинка - 0,02-0,07, мышьяка и свинца - сотые доли, меди - до 0,15; коэффициент основности составляет 0,32-0,7. Руды участка Леспромхозного отличаются повышенным содержанием магниезии (до 11%), фосфора (0,75%), окиси марганца (1,08%).

Генезис руд Казского месторождения считался контактово-метасоматическим, в последние годы предполагается их первичное вулканогенно-осадочное происхождение [137].

Гидрогеологические и горно-технические условия отработки месторождения благоприятные. Выделяются следующие типы подземных вод: карстовые, трещинные и тектонических зон. По химическому составу преобладают воды гидрокарбонатно-кальциево-натриевого состава с сухим остатком 100-200 мг/л. Воды преимущественно нейтральные (рН - 6,9-7,1). Водоприток в горные выработки составляет до 320 м<sup>3</sup>/ч.

Добыча руд производится подземным способом с применением этажно-камерной и этажно-принудительной систем обрушения.

При сухой магнитной сепарации рядовых руд крупностью 25-0 мм выделяется промпродукт с содержанием железа 49-52% при выходе его 81-93% и извлечении железа в концентрат 81-98%; мокрая магнитная сепарация промпродуктов, измельченных до класса крупности -0,1 мм, обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 62-64% при выходе его 64-66% и извлечении железа в концентрат 72-87%.

В целях учета запасов, разведанных в 1969-1976 гг., и реконструкции рудника с доведением его производительности до 2,5 млн т сырой руды в год вместо 1,7 млн т, Сибирским филиалом института "Гипроруда" в 1977 г. разработано ТЭО постоянных кондиций (табл. 125).

Таблица 125

**Основные технико-экономические показатели отработки Казского месторождения**

Показатели	Участок		В целом по месторождению
	Центральные Штоки	Леспромхозный	
1	2	3	4
Геологические запасы категории С <sub>1</sub> , млн т	67,7	17,7	86,4
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	40,0	44,94	41,06

1	2	3	4
Производительность предприятия, млн т/год:			
по сырой руде	2,8	1,1	2,8
по промпродукту	1,9	0,82	1,9
по концентрату	1,18	0,51	1,18
Содержание железа в промпродукте, %	44,0	44,0	44,0
Выход промпродукта, %	61,45-67,95	71,11-81,02	Не опр.
Выход концентрата, %	63,44	63,44	63,44
Себестоимость 1 т, р.:			
сырой руды	4,92	4,64	4,85
промпродукта	8,35	6,99	7,98
агломерата	18,81	16,67	18,24
Оптовая цена агломерата, р/т	24,86	24,86	24,86
Капитальные вложения, млн р.	75,1	24,6	99,7
Срок окупаемости, лет	-	-	3-3,8
Рентабельность, %	9,8-4,4	9,1-11,0	9,8-6,4

По данным ТЭО ГКЗ СССР утвердила в 1977 г. (протокол 1161-к) постоянные кондиции.

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>вал</sub> в подсчетном блоке, %</i>	32
<i>Бортовое содержание Fe<sub>вал</sub> в пробе, %</i>	23
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5

В том же году ГКЗ СССР утвердила (протокол 7954) запасы железных руд Казского месторождения (табл. 126).

Таблица 126

#### Характеристика запасов железных руд Казского месторождения

Участок	Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %
Центральные Штоки	Балансовые:		
	С <sub>1</sub>	60,4	39,1
	С <sub>2</sub>	36,9	45,5
Леспромхозный	Забалансовые	5,5	29,0
	Балансовые		
	С <sub>1</sub>	13,1	45,5
	С <sub>2</sub>	4,4	43,3
	Забалансовые	1,9	28,2
Всего	Балансовые:		
	С <sub>1</sub>	73,5	40,3
	С <sub>2</sub>	41,4	40,6
	Забалансовые	7,4	29,0

Руды Казского месторождения обрабатываются одноименным рудником с 1961 г. подземным способом (табл. 127).

Таблица 127

**Основные технико-экономические показатели  
работы Казского рудника**

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	1,7	1,41
Содержание железа в сырой руде, %	28,1	28,4
Производство товарной руды (первичный концентрат), млн т	0,84	0,7
Содержание железа в товарной руде (в первичном концентрате), %	44,0	44,0
Себестоимость 1 т, р.:		
руды	6,15	3189
первичного концентрата	12,57	9495

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом по Казскому месторождению учтено запасов категорий А+В+С<sub>1</sub> - 75,6 млн т с содержанием железа 41,11% и категории С<sub>2</sub> - 27,1 млн т.

Обеспеченность рудника разведанными запасами более 30 лет.

***Сухаринское рудное поле  
(Сухаринское, Самарское, Кедровское-III месторождения)***

Расположено в западной части Тельбесской группы железорудных месторождений, в 100 км к югу от г.Новокузнецка и в 2,5-3 км к юго-западу от железнодорожной станции Учудей. Рельеф среднегорный с отметками от 340 до 527 м. Район месторождения хорошо освоен. По северной части рудного поля проходит железная дорога Новокузнецк-Таштагол. В 20 км к востоку находится Казский рудник. Севернее месторождения (12 км) расположена Мундыбашская обогатительная фабрика.

Сухаринское месторождение открыто в 1773 г. местными жителями, разведка его проводилась в 1951-1983 гг.

Площадь рудного поля покрыта геологической съемкой масштаба 1:10 000, а также крупномасштабными магнитометрическими (1:2 000 и 1:5 000) и гравиметрическими (1:10 000) съемками.

В пределах Сухаринского рудного поля были выявлены и разведывались 12 участков (с востока на запад): Северный Аргыш-Таг, Южный Аргыш-Таг, Правосухаринский, Левосухаринский, Кедровские II и III, Западный, Самарские II, III-IV, V и VI. На участке Самарском III-IV с 1962 по 1975 г. для Кузнецкого металлургического комбината добывались мартеповские и доменные окисленные руды открытым способом. Участок Северный Аргыш-Таг отработан подземным способом в 1985 г. Доставка руды на дробильно-обогатительную фабрику осуществлялась по квершлагу протяженностью 6 км к главному стволу отработанного месторождения Темир-Тау.

Сухаринское рудное поле расположено в западной части грабенной структуры, приуроченной к зоне Тельбесского глубинного разлома.

Наиболее древними в районе являются кристаллические сланцы кварц-альбит-амфибол-эпидотового, хлорит-амфиболового и кварц-альбитового состава, а также катаклазиты по вулканогенно-осадочным породам,

слагающим самарскую свиту верхнего протерозоя. Эти отложения образуют горст-антиклинальный выступ субширотного простирания в южной части рудного поля (рис. 91).

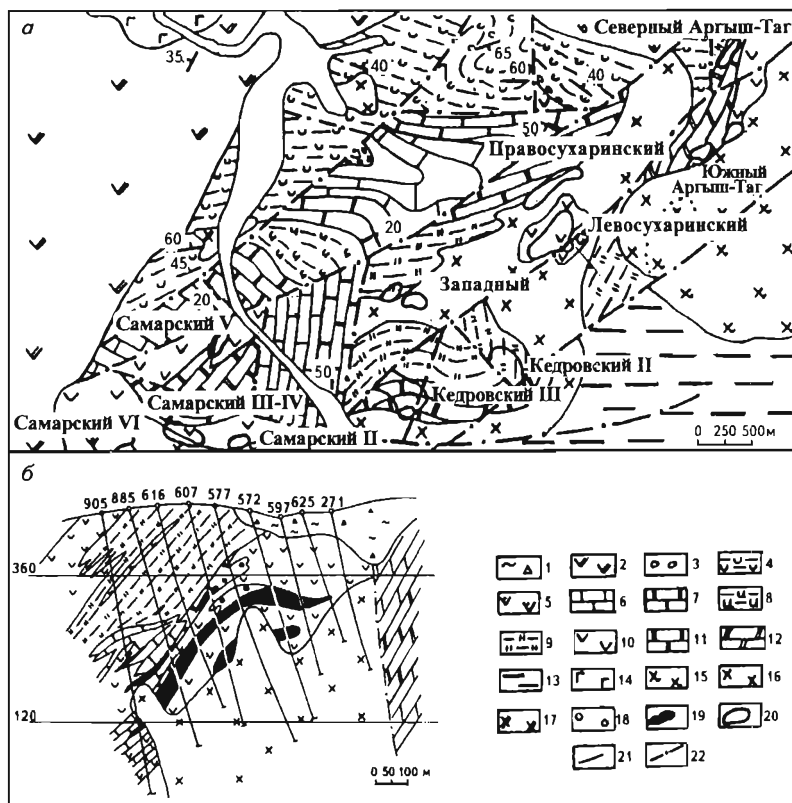


Рис. 91. Схематические геологическая карта (а) и разрез участка Кедровского II (б) Сухаринского месторождения (по В.Д.Яшину)

1 - карстовые образования; девон ( $D_{1-2}$ ): 2 - нерасчлененные учуленская и тазовская свиты - базальтовые, андезито-базальтовые порфириды и их туфы, туфы смешанного состава, туфоалевролиты, туфопесчаники; **средний кембрий** ( $\epsilon_2$ ): 3-5 - мундыбашская свита: 3 - конгломераты, 4 - алевролиты, туфопесчаники, известняки, 5 - андезито-базальтовые порфириды; 6 - мазасская свита - пепельно-серые известняки; 7-8 - мрасская свита: 7 - черные углеродистые известняки, 8 - черные углеродистые алевролиты, песчаники; **верхний протерозой** (PR<sub>3</sub>): 9-12 - сухаринская свита: 9 - туфы риолито-дацитового состава, кремнистые породы, алевролиты, 10 - андезитовые порфириды и их туфы, 11 - белые мраморизованные известняки, 12 - кальцито-доломитовые мраморы; 13 - самарская свита: кристаллические сланцы; **магматические комплексы**: 14 - габбро-диориты, габбро, 15 - гранодиориты, 16 - диориты, 17 - измененные диориты, 18 - скарны гранат-амфиболового и гранат-пироксенового состава; 19 - магнетитовые руды; 20 - проекция рудных тел на поверхность; 21 - геологические границы; 22 - дизъюнктивные нарушения; 23 - элементы залегания слоистости

Все известные рудные участки месторождения приурочены к сухаринской свите, развитой в тектоническом блоке севернее горста метаморфических пород. По литологическому составу свита подразделяется на две

толщи - нижнюю кремнисто-вулканогенно-карбонатную и верхнюю кремнисто-вулканогенно-терригенную.

Нижняя толща является рудовмещающей. В ее составе преобладают карбонатные породы, представленные кальцито-доломитовыми мраморами на участках Самарском VI, Кедровском III, Северном и Южном Аргыш-Таге и кальцитовыми мраморами на участках Кедровском II, Правосухаринском и Левосухаринском. По данным термических анализов в составе карбонатных пород присутствуют кальцит, доломит, доломит-анкерит, сидерит. Мощность толщи более 400 м.

На участках Кедровских II, III и Самарском VI карбонатные породы перекрываются терригенно-кремнисто-вулканогенными отложениями, представленными туфами риолит-дацитового состава, кремнистыми породами, алевролитами, андезитовыми порфиритами и их туфами. Толща характеризуется резкой фациальной изменчивостью по простиранию и падению. Среди андезитовых порфиритов выделяются и субвулканические разновидности, наиболее широко распространенные в районе участка Самарского VI.

В северной и северо-западной частях рудного поля преимущественным распространением пользуются терригенно-карбонатные отложения адиакской и карбонатные породы мазасской свит нижнего кембрия.

Интрузивные породы представлены краевой юго-западной частью Тельбесского интрузива силурийского возраста, сложенного диоритовыми порфиритами, диоритами и гранодиоритами. В контакте их с вмещающими породами развиты мраморы, роговики и скарны.

Рудные тела находятся как в зоне перехода от карбонатных пород к вулканогенным, так и среди карбонатных пород (см. рис. 91,б).

Залегают они согласно с вмещающими породами, участвуя совместно с ними в пликативной складчатости, и имеют линзо- и реже пластообразную форму. Размеры по простиранию и падению только единичных рудных тел достигают первых сотен, а по мощности десятков метров.

Руды месторождений представлены первичными и окисленными разновидностями. Среди первичных руд выделяются карбонатно-магнетитовые, амфибол-магнетитовые, пироксен-магнетитовые и гранат-магнетитовые. Минеральный состав карбонатно-магнетитовых руд наиболее разнообразен и представлен магнетитом, пиритом, сидеритом, анкеритом. Из нерудных присутствуют доломит, кальцит, марганец-сидерит, магнетит. Этот тип руд встречается, как правило, среди карбонатных вмещающих пород и наиболее удален от контакта с интрузивными породами, по мере приближения к которому происходят метасоматические преобразования их в амфибол- и пироксен-магнетитовые руды. Непосредственно на контакте с диоритами в рудах в большом количестве (40-50%) появляется гранат (андрадит), часто с эпидотом (участки: Самарский VI, Левосухаринский, Южный Аргыш-Таг).

Окисленные валунчатые руды распространены на участках Кедровском III, Западном, Самарском III-IV и содержат лимонит, гематит, мартит.

Текстуры руд массивные, вкрапленные и полосчатые. Под микроскопом в массивных рудах выявляется микрослоистость, которая подчеркивается определенной ориентировкой в распределении зерен апатита, наличием тончайших карбонатных прослоев. На контакте с интрузивом руды становятся grano- и гетеробластовыми.

В рудах участков Северный Аргыш-Таг, Кедровских II и III отмечается повышенное содержание окиси магния (табл. 128). Это объясняется тем, что в составе рудовмещающей толщи среди карбонатных пород преобладают доломиты.



Средний химический состав руд Сухаринского рудного поля, %

Компоненты	Участок					
	Северный Аргыш-Таг	Правосухаринский	Левосухаринский	Кедровский II	Кедровский III	Самарский VI
Fe <sub>вал</sub>	41,8	45,8	40,7	43,5	32,4	44,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,0	37,0	39,8	55,8	32,44	Не опр.
FeO	24,8	20,3	17,4	-	16,25	"-
SiO <sub>2</sub>	8,9	10,3	19,8	15,7	11,71	11,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,0	3,3	3,1	2,4	2,93	2,6
CaO	7,8	10,3	15,3	7,0	17,79	7,5
MgO	7,6	2,1	1,6	5,0	4,34	1,5
TiO <sub>2</sub>	-	0,1	0,2	0,2	0,16	0,2
S	2,1	1,5	2,8	2,86	0,2	3,7
P	0,06	0,03	0,04	0,37	0,15	Не опр.
Zn	-	0,3	0,01	0,02	0,06	0,07
Cu	0,03	0,1	0,1	0,005	0,04	Не опр.
Mn	0,17	2,5	0,26	Не опр.	0,42	"-
Pb	-	0,04	0,03	0,02	0,1	0,07
As	-	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
П.п.п.	13,6	7,6	3,7	6,4	12,7	6,0

На Сухаринском месторождении исследованиями В.И.Синякова выявлены первичные карбонатно-магнетитовые руды вулканогенно-осадочного происхождения. Вблизи контактов с диоритами Тельбесского плутона эти руды преобразованы в амфибол-кальцит-магнетитовые и пироксен-магнетитовые руды.

Гидрогеологические условия в районе Сухаринского рудного поля характеризуются наличием поверхностных водотоков, вод карстовых отложений и трещинных вод коренных пород, занимающих ведущую роль в обводнении месторождений. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-кальциево-магниевого типа. Ожидаемые водопритоки в горные выработки составят 45-90 м<sup>3</sup>/ч. В карьер участка Самарский III-IV с глубиной 100 м ниже поверхности величина притока в зимний и летний периоды составляла 28-40 м<sup>3</sup>/ч, в осенне-весенний - 60-100 м<sup>3</sup>/ч. Подземные воды месторождений отличаются пониженной минерализацией (до 0,06-0,3 г/л), жесткостью (2-3 мг-экв), значительным содержанием свободной углекислоты (от 16-23 до 70-75 мг/л), агрессивными свойствами по отношению к бетону.

При двухстадийной схеме обогащения магнетитовых руд возможно получение концентрата с содержанием железа 53-62% при выходе его 65-79%, извлечения железа в концентрат 84-94%. Из окисленных руд получение концентрата возможно только при магнетизирующем обжиге (Fe 46-57%).

В основу подсчета запасов Сухаринского, Кедровского III и Самарского месторождений положены кондиции, утвержденные Комиссией Госплана СССР в 1959 г. (протокол 215).

*Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:*

*для окисленных руд*

35

*для магнетитовых и сульфидно-магнетитовых руд*

27

Выделение и подсчет запасов окисленных мартезовских руд с содержанием, %:

железа	> 55
серы	≤ 0,15
фосфора	≤ 0,15
мышьяка	≤ 0,12

Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослов пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м

3

Таблица 129

Запасы железных руд месторождений Сухаринского рудного поля

Месторождение	Запасы по категориям, млн т	
	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Сухаринское	7,5	0,4
Кедровское III	2,3	-
Самарское	7,2	1,8

Подсчитанные на основании приведенных кондиций разведанные запасы были утверждены ГКЗ СССР в 1961 г. (табл. 129).

Руды месторождений обрабатываются рудоуправлением Темир-Тау открытым способом (табл. 130). В настоящее время обработка осуществляется только на Сухаринском месторождении.

Первичные концентраты дообогащаются на Мандыбашской и Абагурской обогатительных фабриках совместно с первичным сырьем.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтены запасы месторождений:

Сухаринского - 5,1 млн т по категориям B+C<sub>1</sub> и 0,09 млн т - C<sub>2</sub>;

Кедровского - 4,0 млн т по категориям B+C<sub>1</sub> и 0,4 млн т - C<sub>2</sub>;

Самарского - 3,7 млн т по категориям B+C<sub>1</sub> и 1,1 млн т - C<sub>2</sub>.

Таблица 130

Основные технико-экономические показатели работы рудоуправления Темир-Тау

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	0,4	0,08
Содержание железа в сырой руде, %	33,0	29,3
Производство товарной руды (первичный концентрат), млн т	0,26	0,04
Содержание железа в товарной руде (в первичном концентрате), %	40,3	39,9
Себестоимость 1 т.р.:		
руды	3,74	921
первичного концентрата	5,62	9373

### 6.2.3. Тайдонская группа

Тайдонская группа, включающая Ампалыкское месторождение с запасами 302 млн т категорий A+B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>, в том числе 181,9 млн т категорий A+B+C<sub>1</sub>, а также рудопроявления Ижморско-Почитанское, Кайгадатское, Суразовско-Мурюкское и Михайловское, расположена в северной части Кузнецкого Алатау в пределах крупной структуры грабен-синклинорного типа протяженностью более 150 км при ширине в средней части около 25 км [53]. С востока структура ограничена Кузнецко-Алатауским глубинным разломом, а с запада - Кожуховско-Китатским сбросом.

Рудовмещающая толща представлена андезито-базальтовыми порфирами и их туфами, диабазами, туфопесчаниками и туфоконгломератами

среднекембрийского возраста. Перекрывают их юрские и меловые отложения. Юрские отложения содержат пласты бурых углей мощностью от десятков сантиметров до 15 м, а суммарная мощность их на Ампалькском месторождении 2-65 м.

Породы палеозойского фундамента прорваны многочисленными интрузиями гранитов, гранодиоритов, диоритов, габбро-диоритов.

### *Ампалькское месторождение*

Расположено в 50 км к северо-востоку от железнодорожной станции Барзас, в 45 км к югу от ст.Ижморская Кемеровской железной дороги, в 360 км от г.Новокузнецка на холмистом залесенном водоразделе рек Золотой Китат и Алчедат с абсолютными отметками 300-320 м и превышениями над рекой 110-120 м. Месторождение обнаружено в 1953 г. региональными магнитометрическими съемками масштабов 1:50 000 и 1:10 000 в поле мощных рыхлых мезо-кайнозойских осадков. В 1954 г. скважинами в эпицентрах IV и III магнитных аномалий под отложениями мезозоя-кайнозоя вскрыты магнетитовые руды.

На месторождении проведены магнитная съемка (масштабов 1:2 000 и 1:10 000), электроразведка (1:50 000 - 260 км<sup>2</sup>), вариометрическая (1:2 000 - 3 км<sup>2</sup>) и гравиметрическая (1:10 000 - 75 км<sup>2</sup>) съемки.

Ампалькское месторождение приурочено к области погружения складчатых структур Кузнецкого Алатау под рыхлые толщи Чулымо-Енисейской котловины. Рудные тела залегают среди палеозойских пород под отложениями мезо-кайнозоя на глубине 140-220 м и прослежены до глубины 1200 м от поверхности. В основании рыхлой толщи залегают юрские алевролиты и аргиллиты с пластами бурого угля общей мощностью 30-90 м [104].

Магнитное поле месторождения в контуре изолинии 200 гамм имеет длину 12 км и вытянуто согласно с простираем складчатых структур палеозойского фундамента. Состоит оно из шести узлов с напряжением в эпицентрах 1000-5200 гамм, состояния между ними 2250, 2100, 1800, 1900 и 2100 м, на всех узлах имеются магнетитовые руды.

Рудные тела залегают в контакте эффузивно-осадочных пород предположительно среднего кембрия с ниже- или среднепалеозойской интрузией диоритов (рис. 92). Эффузивно-осадочная толща круто падает на северо-восток и сложена порфиритами, известняками и диабазами. На III и IV аномалиях диориты, рудные тела и вмещающая толща на глубине срезаются гранитами. Поверхность гранитов воздымается к северу под углом 15-20°. Представлены рудные тела согласными с напластованием вмещающих пород залежами с чередованием магнетитовых руд, скарнов, маломощных апофиз изверженных пород, порфиритов и роговиков, обычно оруденелых. Рудно-скарновая зона расчленяется поперечным сбросо-сдвигом с опусканием северного блока.

Наиболее крупные рудные тела разведаны на Центральном и Северном участках. Размеры их составляют соответственно по простираению 700 и 1800 м, по падению до 1200 м, мощность до 120 и 35 м. Падение рудных тел восточное под углом 75-85°.

По минеральному составу выделяются два типа руд - магнетитовые и магнетит-сульфоарсенидные. Преобладают магнетитовые (86%) пятнисто-полосчатые, брекчиевидные, прожилково-вкрапленные и сплошные, в состав которых входят: из рудных - магнетит, пирит, пирротин; из нерудных - пироксен (диопсид), амфибол, кальцит, хлорит, калишнат, биотит, гранат.

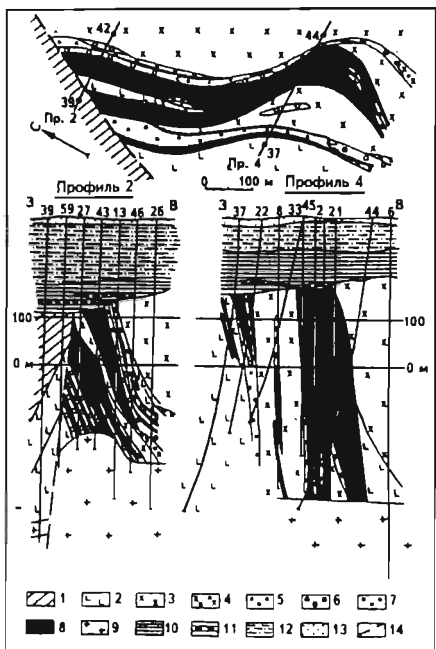


Рис. 92. Схематические геологический план гор. 100 м и разрезы Ампалыкского месторождения (по П.Е.Мертвцову, Л.Г.Горбачеву)

Верхний протерозой (PR<sub>3</sub>): 1 - углисто-кремнистый сланец; средний кембрий (Є<sub>2</sub>): 2 - порфириды диабазовые и диабазы; палеозой (PZ<sub>1-2</sub>): 3 - диориты, 4 - диориты измененные, 5 - роговики, 6 - скарны нерудные, 7 - скарны рудные, 8 - руды магнетитовые, 9 - граниты; юра (J): 10 - алевролиты, углистые аргиллиты, 11 - бурый уголь, 12 - мергели, глины; 13 - суглинки; 14 - сбросо-сдвиг

Халькопирит, галенит, арсенопирит, сфалерит - от единичных зерен до десятых долей процента

Химический состав магнетитовых руд, %: Fe<sub>вал</sub> - 36,04; SiO<sub>2</sub> - 23,67; TiO<sub>2</sub> - 0,45; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,85; CaO - 10,48; MgO - 5,26; MnO - 0,28; S - 2,85; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,07; As - 0,11; Zn - 0,03; Pb - 0,03; п.п.п. - 2,98.

Магнетит-сульфоарсенидные руды залегают в экзоконтактовой части месторождения, часто непосредственно у

контакта известняков и скарново-роговиковых образований. Основными рудными минералами этих руд являются магнетит, сульфоарсениды, сульфиды (пирротин, пирит), иногда в незначительном количестве присутствуют сфалерит, галенит.

Химический состав железоредкометалльных руд, %: Fe<sub>вал</sub> - 35,10; SiO<sub>2</sub> - 23,56; TiO<sub>2</sub> - 0,19; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2,79; CaO - 6,02; MgO - 11,26; MnO - 0,31; S - 2,46; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,31; As - 0,66; Co - 0,07; Au - 1,0 г/т; Bi - 0,001; Cu - 0,03; Pb - 0,02; Zn - 0,04; п.п.п. - 4,46.

Установлено редкометалльное оруденение, которое генетически связывается с внедрением Ампалыкской интрузии щелочных гранитов и сиенитов.

Зона окисления на месторождении выражена слабо, в среднем до глубины 3-5 м, редко до 15-20 м от поверхности фундамента. Окисленные руды состоят из гидроокислов железа, гематита, магнетита и сидерита. Их запасы составляют не более 1,0% от общих запасов месторождения.

Гидрогеологические условия отработки месторождения являются сложными, что определяется наличием трех водоносных горизонтов в толще рыхлых мезо-кайнозойских отложений и трех водоносных горизонтов в трещиноватых породах палеозоя. Все водоносные горизонты являются напорными. Общий максимальный водоприток со всей площади отработки месторождения определен в 1425-1418 м<sup>3</sup>/ч.

Горно-технические условия отработки месторождения также сложные из-за наличия пластов бурых углей, залегающих непосредственно над железорудными телами. Линзы и пласты бурых углей мощностью от 0,5 до 26 м при вскрытии их горными выработками могут самовозгораться. Отработка бурых углей признана нецелесообразной в связи с большой зольностью (до 36%) и низкой теплотворной способностью (2900 кал.). В связи с этим отработку железных руд можно осуществлять системой с закладкой или с оставлением в верхней части месторождения охранного целика.

Исследования обогатимости руд Ампалькского месторождения выполнены в 50-х годах институтом "Ленмеханобр" и лабораторией обогащения Сибирского металлургического института на трех пробах с содержанием железа 32-38% и серы около 3%. Установлена хорошая обогатимость руд по схеме двухстадиального измельчения до классов крупности 50-0 мм и 1-00 мм и магнитной сепарации. Схема обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 54-56% при выходе его 51% и извлечении железа в концентрат 85-87%.

В основу подсчета запасов железных руд положены кондиции, утвержденные Госпланом СССР в 1958 г. (протокол 49).

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	25
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2

По данным кондициям ГКЗ СССР в 1959 г. (протокол 2645) утвердила запасы железных руд (табл. 131).

Таблица 131

**Характеристика запасов железных руд  
Ампалькского месторождения**

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %		
		Fe <sub>общ</sub>	S	P
Магнетитовые руды				
В	13,6	33,1	2,32	0,06
C <sub>1</sub>	87,4	34,9	2,35	0,06
В+C <sub>1</sub>	101,0			
C <sub>2</sub>	30,8	32,6	2,76	0,06
Окисленные руды				
C <sub>1</sub>	1,3	49,7	0,08	
Всего В+C <sub>1</sub>	102,3	34,81	2,31	0,06
C <sub>2</sub>	30,8	32,6	2,76	0,06

По состоянию на 01.01.1995 г. на Ампалькском месторождении Государственным балансом учтено 302,0 млн т запасов категорий В+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>, в том числе 181,9 млн т категорий В+C<sub>1</sub>. Увеличение запасов на месторождении возможно за счет доизучения флангов и глубоких горизонтов. Учитывая комплексный состав руд, а также сложные гидрогеологические и горно-технические условия

отработки месторождения, необходимо выполнить исследования обогатимости руд на современном уровне техники и технологии обогащения, решить вопросы системы отработки месторождения.

#### 6.2.4. Терсинская группа

Терсинская группа, включающая Лавреновское месторождение и рудопроявления Савельевское, Шатское, расположена в осевой части хребта Кузнецкого Алатау в гольцевой зоне на высотах до 1500 м и приурочена к Канымской грабен-синклинали, представляющей собой вулканическую депрессию, заполненную осадочно-вулканогенными отложениями среднего кембрия канымской свиты [53], и разделенной на четыре подсвиты. Первая (подрудная) подсвита представлена зеленокаменными андезито-базальтовыми порфиритами и шаровыми лавами мощностью более 200 м. Вторая

(рудовмещающая) подсвета состоит из перемежающихся рассланцованных туфов кислого и андезитового состава, туфопесчаников, туфоалевролитов, пропластков известняков и разлинзованных пластообразных залежей магнетитовых руд мощностью 400-500 м. Третья подсвета сложена андезитовыми порфиритами и их туфами, четвертая - кварцевыми порфиритами и фельзитпорфирами. Общая мощность надрудных подцветов 3000 м.

Породы канымской свиты прорваны интрузиями диоритов, габбро-диоритов, плагиогранитов и на контактах с ними окварцованы, амфиболизированы, эпидотизированы, скарнированы.

### *Лавреновское месторождение*

Расположено месторождение в 30 км к северо-востоку от села Воскресенского, открыто в результате геологосъемочных работ в 1932 г. коллектором Г.В.Лавреновым. Кроме собственно Лавреновского месторождения выявлены также Заповедный, Нижне-Лавреновский и Кибрасский участки.

Рудные залежи располагаются в зоне контакта диоритов и габбро-диоритов с отложениями второй рудовмещающей подцветы канымской свиты.

Рудная залежь Лавреновского участка имеет на поверхности длину 800 м при мощности 20-90 м, на глубину прослежена до 600-800 м. На Нижне-Лавреновском участке горными выработками выявлена цепочка рудных тел длиной 50-220 м, мощностью 5-40 м. На Кибрасском участке рудная залежь прослежена на поверхности на 550 м при средней мощности 10 м.

Руды пятнисто-вкрапленные, прожилково-вкрапленные, часто массивные; по минеральному составу они однотипны и сложены магнетитом с незначительным развитием пирротина, халькопирита, гематита. Нерудные минералы представлены амфиболом, гранатом, пироксеном, эпидотом, хлоритом, карбонатом, полевыми шпатами, кварцем. В зоне окисления до глубины 5 м руды мартизитизированы.

Среднее содержание в рудах общего железа 37%, серы 1,5%, фосфора 0,05%. Руды легко обогатимые, позволяют получать концентрат с содержанием железа 65,3-68,6% при выходе концентрата 30-48% и извлечении железа в концентрат до 83%.

Предварительно разведанные запасы магнетитовых руд по состоянию на 01.01.1995 г. учтены Государственным балансом и составляют 17,9 млн т по категории С<sub>1</sub> и 50,2 млн т по категории С<sub>2</sub>. Среднее содержание железа 43,2%.

### *6.2.5. Ташелгино-Майзасская группа*

Расположена в северной части Горной Шории. Район характеризуется расчлененным горным рельефом с абсолютными отметками 500-1200 м. Группа месторождений (Ташелгинское, Майзасское) и рудопроявлений (Парушкисское) приурочена к протяженной (более 50 км) узкой (не более 10 км) складчатой структуре, отделенной разломами от соседнего Тельбесского прогиба с запада и Томского кристаллического выступа фундамента с востока [63]. Структура вытянута в северо-восточном направлении и рудоносна только в западной части, где разведаны названные месторождения.

### Ташелгинское месторождение

Расположено в 35 км к югу от железной дороги Абакан-Новокузнецк, в 140 км от Новокузнецка.

Обломки магнетитовой руды на р.Ташелге обнаружены в 1929 г. А.М.Кузьминым, проверявшим заявки местных жителей А.И.Чиспякова и С.А.Сыркашева. В коренном залегании железные руды были выявлены Л.П.Пожарицким в 1930 г., Майзасское месторождение открыто в 1939 г. геологами Западно-Сибирского ГУ. Поисковые и разведочные работы выполнены в 1930-1972 гг. А.М.Кузьминым, Г.П.Болговым, Л.П.Пожарицким и др.

Ташелгинское месторождение, протягивающееся в субмеридиональном направлении на 17 км [151], сложено образованиями шорской, терсинской и ташелгинской свит протерозоя (рис. 93).

Отложения шорской свиты представлены амфиболитами, среди которых в виде прослоев и линз залегают гранат-биотитовые гнейсы, мраморы, доломитовые мраморы, редко кварциты. Общая мощность свиты более 3,5 км.

Отложения терсинской свиты в виде непрерывной полосы шириной 500-1300 м прослеживаются в субмеридиональном направлении параллельно отложениям шорской свиты и представлены мраморами, доломитовыми мраморами с прослоями гранат-биотитовых микрогнейсов, амфиболитовых сланцев, кварцитов мощностью около 1000 м.

Без видимого несогласия, через межформационное дизъюнктивное нарушение, на терсинской свите залегают осадочно-эффузивные отложения ташелгинской свиты мощностью до 1800 м, представленные порфироидами, хлорит-актинолитовыми, хлорит-серицитовыми сланцами с прослоями известняков.

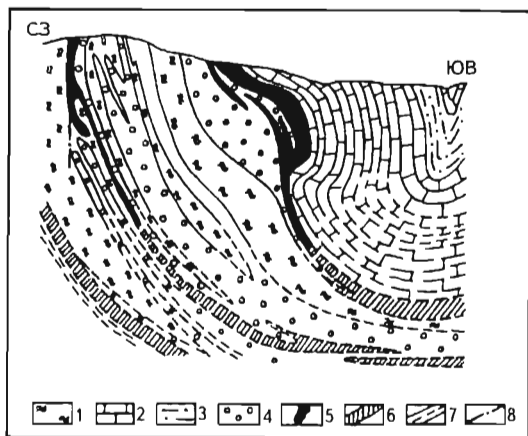


Рис. 93. Схематический геологический разрез участка Монгол Ташелгинского месторождения (по И.П.Казимирову)

Средний протерозой (PR<sub>3</sub>): 1 - шорская свита - амфиболиты, 2-3 - терсинская свита: 2 - мраморы, 3 - хлорит-эпидотовые сланцы; 4 - скарны; 5 - магнетитовые руды; 6 - предполагаемые магнетитовые руды; 7 - полевошпатовые метасоматиты; 8 - тектонические нарушения

Рудолокализирующими являются в основном отложения шорской и в меньшей мере терсинской свит.

Породы имеют восточное падение под углом 60-80° и прорваны интрузиями метадiorитов, габбро-амфиболитов, пироксенитов, перидотитов, габбро и габбро-норитов.

Руды подразделяются на магнетитовые, сульфидно-магнетитовые (S 3%), полумартитовые и мартитовые. Главным минералом магнетитовых руд является магнетит, окисленных - мартит, гематит, гетит, гидрогетит; в рудах постоянно присутствуют пирит, пирротин, халькопирит, реже галенит, сфалерит, кубанит, молибденит, а также пироксен, гранат, роговая обманка, эпидот и др.

Магнетитовые руды слагают линзо- и пластообразные тела, залегающие согласно с напластованием пород среди скарнов или на

контакте скарнов и скарнированных амфиболитов, габбро-пироксенитов и метадiorитов с мраморами. Размеры рудных тел на разных участках колеблются по простиранию от 320 до 1250 м, по падению от 200 до 780 м при мощностях от 9,1 до 23,4 м.

Содержание железа в рудах различных участков находится в пределах от 29,5 до 46,5 %, среднее по месторождению 33,71%.

Руды Ташелгинского месторождения в основном массивные полосчатые, брекчиевидные, реже прожилково-вкрапленные и вкрапленные, по содержанию железа средние и бедные, по составу шлакообразующих компонентов близки к самоплавким (табл. 132).

Таблица 132

Средний химический состав железных руд участков Ташелгинского месторождения, %

Компоненты	Участок					
	Коптау		Монгол	Мраморный	Тебир-Пель	Тивергол
	юго-восточное рудное тело	северо-западное рудное тело				
Fe <sub>вал</sub>	47,54	45,73	28,10	42,90	57,81	58,30
SiO <sub>2</sub>	9,10	9,29	19,99	16,00	4,02	10,75
TiO <sub>2</sub>	0,23	0,28	0,36	0,32	0,13	Сл.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,28	5,31	6,24	5,45	1,87	7,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	49,01	51,56	Не опр.	Не опр.	62,60	Не опр.
FeO	19,02	17,93	11,09	-"	18,50	-"
MnO	1,91	1,18	1,03	0,92	0,65	-"
MgO	3,23	2,59	3,53	3,36	1,04	0,57
CaO	6,27	8,18	18,36	10,04	15,36	0,79
S	4,43	4,38	2,42	2,95	3,48	0,16
P	0,090	0,105	0,050	0,086	0,057	0,064
Zn	0,12	0,09	0,17	0,07	0,09	0,02
Cu	0,13	0,14	0,17	0,08	0,14	0,05
П.п.п.	Не опр.	3,51	4,92	Не опр.	Не опр.	Не опр.

Основная доля железа связана с магнетитом. При содержании валового железа 46% магнетитового железа содержится 36,61%, сульфидного - 5,13%, силикатного - 2,76%. Из полезных примесей присутствует кобальт (0,004-0,006%).

Исследования обогатимости руд проводились Западно-Сибирским филиалом института "Ленмеханобр", ВостНИГРИ и технологической лабораторией Западно-Сибирского геологического управления. Установлено, что наиболее рациональной для всех разновидностей первичных магнетитовых сульфидно-магнетитовых и выветрелых магнетитовых руд является двухстадиальная схема магнитной сепарации, предусматривающая дробление исходной руды до крупности 25-0 мм, сухую магнитную сепарацию с получением промпродукта с содержанием железа 41,4-61,4% при выходе его 49,5%-94% и извлечении железа в концентрат 71,15-98,2%. При доизмельчении промпродукта до класса крупности 0,2 мм и мокрой магнитной сепарации обеспечивается получение концентрата с содержанием железа 59,5-67,66% при выходе его 32,17-81,3% и извлечении железа в концентрат 63,8-93%.



Установлена также возможность получения флотационным способом сульфидно-кобальтовых концентратов из хвостов мокрой магнитной сепарации с содержанием кобальта 0,33-0,48% при извлечении металла 39,0-71,4%.

В пределах месторождения установлены три гидравлически взаимосвязанных горизонта подземных вод: грунтовые воды аллювиальных и элювиально-делювиальных отложений, трещинные воды метаморфических и магматических пород и трещинно-карстовые воды мраморов. В обводнении будущих карьеров будут участвовать в основном воды двух последних горизонтов, а также атмосферных осадков. Ожидаемые водопритоки в карьеры определены в 200-360 м<sup>3</sup>/ч.

Подсчет запасов железных руд Ташелгинского месторождения выполнен в соответствии с кондициями, утвержденными ГКЗ СССР в 1966 г. (протокол 280-к).

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	24
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4

Запасы месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1968 г. (протокол 5406) в количестве 54 млн т категорий В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 52 млн т категорий В+С<sub>1</sub>.

Кроме железных руд по участкам Коп-Тау и Монгол утверждены запасы кобальта в количестве 7022 т с содержанием кобальта 0,017%.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтено запасов в количестве 67,7 млн т категорий В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 65,6 млн т категорий В+С<sub>1</sub>. Месторождение квалифицируется как резервное.

Отработку запасов отдельных участков предусматривается самостоятельными карьерами до глубины 240-290 м. Годовая производительность будущего рудника определена в 4,0 млн т сырой руды.

### 6.3. Алтайский край и Республика Алтай

Железорудные месторождения Алтайского края и Республики Алтай приурочены к западной оконечности Алтае-Саянской железорудной провинции. М.И.Селиверстовой и Б.Н.Лузгиным выделяются две группы (района) - Тигирекская (Алтайский край) и Холзунско-Коксинская (Республика Алтай).

Государственным балансом по состоянию на 01.01.1994 г. учтены три разведанных месторождения железных руд с запасами категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> 1170 млн т и прогнозных ресурсов в количестве 100 млн т (табл. 133). Руды относятся к скарново-магнетитовому генетическому типу и представлены кондомским ГПТ. Месторождения находятся в государственном резерве как подготовленные к промышленному освоению.

Изучением железорудных месторождений и рудопроявлений Алтайского края и Республики Алтай занимались В.В.Бессоненко, Е.И.Володина, С.М. Глебов, А.И.Гришко, А.В.Груздева, А.Я.Доронин, Е.И. Евдокимов, П.В.Ершов, А.К.Захаров, Я.Р.Зильберман, С.С.Зимин, А.В.Зябкин, В.И.Иванов, Ю.В.Индукаев, А.С.Калугин, И.А.Калугин, Т.С.Калугина,

**Месторождения скарново-магнетитовых железных руд  
Алтайского края и Республики Алтай**

Рудная группа (район), месторождение	Содержание железа в запасах категорий А+В+С <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г. по категориям, млн т			Возможная добыча по проектной мощности ГОКов, млн т
		А+В+С <sub>1</sub> *	С <sub>2</sub>		Всего	В том числе		
						Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>	
Алтайский край								
Тигирекская								
Инское	45,2	163,1 133,7	9,1	15,5	-	-	-	4-6
Белорецкое	31,1	289,2 289,3	28,4	1,6	-	-	-	4-6
Итого		452,3 422,9	37,5	17,1	100**	70	30	
Республика Алтай								
Холзуно-Коксинская								
Холзунское	28,9	407,6 407,6	272,5	-	-	-	-	14
Всего	32,7	859,9 830,5	310,0	17,1	100	70	30	

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

\*\* Ресурсы Чесноковских магнитных аномалий.

Э.Г.Кассандров, С.С.Коляго, А.М. Комаров, Е.Н.Кочанов, М.В.Крапивин, Б.Н.Лапин, В.Н.Лузгин, В.А.Мариич, В.М.Минеев, В.С.Мурзин, В.Е.Попов, В.Н. Робертус, М.И. Селиверстова, Ю.А.Спейт, Е.Н.Трибунский, П.С.Усков, Л.И.Шабалин и др.

Кроме названных скарново-магнетитовых руд в северной части Алтайского края в пределах южной окраины Западно-Сибирской плиты на глубинах более 300-400 м выявлены оолитовые бурожелезняковые руды (южная оконечность Колпашевского железорудного бассейна), которые в настоящее время не представляют промышленного интереса.

В северо-восточной части Горного Алтая имеются рудопроявления и мелкие месторождения железистых кварцитов в образованиях верхнего протерозоя, а также титаномагнетитовые руды, связанные с интрузиями основного и ультраосновного состава (Жарловское месторождение).

В структурном плане район развития железорудных месторождений Алтайского края и Республики Алтай представляет собой пограничную зону между каледонидами Горного и герцинидами Рудного Алтая и образует так называемую зону смятия, выполненную мощной (до нескольких километров) толщей железоносных отложений девона. Для этой территории характерно преобладание линейной складчатости и широкое (до 30% площади) развитие гранитоидов, обусловивших относительно высокий метаморфизм и метасоматоз железоносных толщ.

Разведанные месторождения находятся в 650-800 км от металлургических заводов г. Новокузнецка и по праву должны рассматриваться как их сырьевая база. Учитывая, что дефицит железорудного сырья этих заводов восполняется за счет поставок его из Центральных районов Российской Федерации (КМА) за 4250 км в условиях высоких тарифов на грузоперевозки, необходимо выполнить ТЭО целесообразности освоения Белорецкого, Инского и Холзунского месторождений с учетом рыночных цен на сырье и транспортные услуги.

### **6.3.1. Тигирекская группа (район)**

В Тигирекскую группу входят разведанные Инское и Белорецкое месторождения, а также магнитные аномалии и рудопроявления в северо-восточной части Инского и в северо-западной части Белорецкого месторождений (Баталихинская, Крохалихинская и другие аномалии). Оба месторождения приурочены к среднедевонским вулканитам, выполняющим позднегеосинклинальную впадину. Белорецкое месторождение расположено в западной ее части, Инское - в центральной, в зоне Тигирекского разлома. На юго-востоке эта впадина сливается с еще более протяженной впадиной, в которой сосредоточены Холзунское месторождение, Коксинское, Кульдинское и другие рудопроявления.

#### ***Инское месторождение***

Месторождение расположено в долине р. Ини в 164 км на юго-восток от станции Пospelиха железнодорожной магистрали Рубцовск - Новокузнецк, в 75 км от Змеиногорска. Расстояние до Западно-Сибирского металлургического комбината (ЗСМК) - возможного потребителя руды - 650 км. Район месторождения горно-таежный, богат лесом, гранитом, известняком и галечно-гравийным материалом. Отметки рельефа 660-1200 м, среднегодовая температура +1-2°C.

Месторождение выявлено в 1952-1954 гг. при поисках железных руд. Район месторождения в 1952-1975 гг. покрыт съемками: топографическими (масштабов 1:10000 и 1:2000), геологической (1:10000), наземными магнитометрическими (1:10000 и 1:2000), одномиллигальной гравиметрической.

Месторождение расположено в складчатой вулканогенно-осадочной толще эйфельского яруса среднего девона (коргонская свита), залегающая с несогласием на карбонатных породах силурийского возраста (чагырская свита).

Отложения рудоносной коргонской свиты подразделяются на три толщи - подрудную, рудную и надрудную.

Подрудная толща мощностью 500-800 м состоит из ороговикованных пирокластических пород и лав липаритов, трахилипаритов, трахидацитов, трахиандезитов.

Рудовмещающая толща мощностью 200-350 м представлена альбитофирами, трахилипаритами с прослоями и линзами разнообломочных туфов кислого состава и горизонтами туфопесчаников, песчаников, известняков и магнетитовыми рудами.

В надрудной толще мощностью 80-1000 м преобладают перекристаллизованные кварцевые и бескварцевые альбитофиры, трахиандезиты, их туфы, обнаружены карбонатные прослои, средние и основные эффузивы.

Отложения силура (чагырская свита) и девона (коргонская свита) прорваны гранитами Тигирекского массива и более ранними диоритами и габбро-диоритами его краевой фации. Выделяются небольшие массивы девонских субвулканических кварцевых порфиров, плагиопорфиров, фельзитов и дайки диабазовых порфиритов (рис. 94). Вдоль контакта с гранитами карбонатные породы силура мраморизованы и часто превращены в скарны, а вулканогенно-осадочные породы девона преобразованы в кварц-плагиоклазовые, биотитовые и другие роговики и скарны, породы типа лептитов и лептитовых гнейсов.

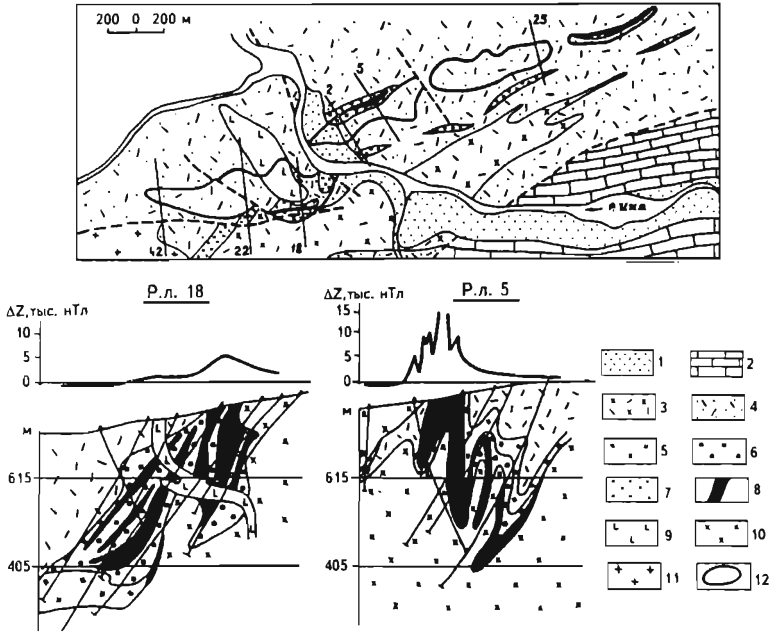


Рис. 94. Схематические геологическая карта и разрезы Инского месторождения [53]

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - аллювий; **средний силур (S<sub>2</sub>):** 2 - мраморы, известняки; **средний девон (D<sub>2</sub><sup>1</sup>):** 3 - роговики по крупнообломочным туфам кислого состава, 4 - роговики по мелко- и среднеобломочным туфам кислого состава, 5 - роговики меланократовые, 6 - скарны, 7 - скарны оруденелые, 8 - магнетитовая руда; **верхний карбон - нижняя пермь (C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub>):** 9 - габбро, габбро-диориты, 10 - плагиограниты, 11 - граниты Тигирецкого массива; 12 - проекция рудных тел на поверхность

Скарноворудная зона приурочена к средней толще и залегает согласно с ее напластованием и дислокациями и приурочена к северо-западному крылу Сергеевской антиклинали. Дислокации выражены в спокойной крупной и мелкой линейного типа складчатости северо-восточного простирания.

Длина зоны с промышленным оруденением 4,7 км при ширине до 100-400 м. Внутри нее в поперечных сечениях наблюдается от 1 до 4 рудных тел с размерами 180-1000 м в длину и 150-640 м по падению при мощностях от 8 до 40 м и рудной площадью до 110 тыс. м<sup>2</sup>.

Рудная зона разделена двумя поперечными нарушениями на Юго-Западный, Центральный и Северо-Восточный участки. Отмечаются также продольные нарушения. Главные массы руды сосредоточены на глубинах

до 200-300 м. На юго-западе рудная зона обрезана пострудными гранитами, но допускается, что ее блоки могут быть и в глубине интрузивного массива. Вероятно также продолжение рудной зоны на северо-запад и северо-восток.

Руды сплошные и полосчатые, реже вкрапленные пятнистые, брекчиевидные или прожилковые. Среди главных минералов установлены геденбергит-диопсид, паргасит и обыкновенная роговая обманка, биотит, эпидот, клинохлор и пеннин, альбит, гроссуляр-андрадит, гастингсит, тремолит, антофиллит, кварц, карбонаты, сфен, турмалин, скаполит, хондродит, шпинель. Присутствуют пирит, пирротин, иногда халькопирит, сфалерит. Среди руд преобладают амфибол-пироксен-магнетитовые разности, реже встречаются руды с гранатом, пироксеном и сульфидами.

По химическому составу руды относятся к средним и богатым с малыми содержаниями фосфора и серы. На контакте с гранитами в рудах увеличивается содержание железа, на контакте с габбро-диоритами - титана. В перекристаллизованных магнетитах уменьшается количество алюминия, магния, титана, ванадия и хрома.

Содержание основных компонентов в железных рудах составляет, %:  $Fe_{общ}$  - 31,0-59,7;  $SiO_2$  - 9,1-29,29;  $Al_2O_3$  - 2,19-6,27;  $CaO$  - 2,54-10,62;  $MgO$  - 2,9-5,32;  $TiO_2$  - 0,12-0,7;  $MnO$  - 0,09-0,29; S - 0,71-1,98; P - 0,014-0,03.

Предполагается, что руды месторождения образовались контактово-метасоматическим путем в парагенетической связи с гранитами или габбро-диабазами либо являются метаморфизованными вулканогенно-осадочными, или же возникли как метаморфогенные на переднем фронте гранитизации.

Площадь месторождения дренируется р. Иней, имеющей среднесуточный расход воды около месторождения 864 тыс. м<sup>3</sup>. Значительная часть запасов лежит выше уровня реки. Приток воды на более глубокие горизонты не превысит 250 - 350 м<sup>3</sup>/ч.

Исследования обогатимости руд проводились на 11 пробах массой от 250 до 5000 кг. При сухой магнитной сепарации из руды, раздробленной до 25-10 и 10-0 мм, выделяется промпродукт с содержанием железа 50-53%, при дроблении которого до класса крупности -0,1 мм и мокрой магнитной сепарации получается концентрат с содержанием железа 67-69% при извлечении железа 90%, серы - 0,22% и фосфора - 0,01%.

Ниже приведены содержания основных химических элементов в концентратах, %:  $Fe_{общ}$  - 58,8-69,31;  $SiO_2$  - 1,97-9,32;  $Al_2O_3$  - 0,53-2,09;  $CaO$  - 0,71-3,30;  $MgO$  - 0,59-2,03;  $TiO_2$  - 0,18-0,66;  $MgO$  - 0,077-0,19; S - 0,14-1,71; P - следы-0,05. Модуль основности составляет 0,49-0,55, выход концентрата - 63,40-80,50%, извлечение железа в концентрат - 88,0-97,65%.

Для подсчета руд Инского месторождения были применены следующие кондиции.

<i>Бортовое содержание <math>Fe_{общ}</math> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2

Запасы, подсчитанные по данным кондициям, утверждены ГКЗ СССР в 1961 г. (протокол 3274) по категориям: А+В - 30,0 млн т, А+В+С<sub>1</sub> - 133,7 млн т, С<sub>2</sub> - 41,0 млн т.

Запасы с содержанием железа ниже 20% в количестве 15,6 млн т отнесены к забалансовым.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтено запасов по категориям: В - 35,4 млн т, В+С<sub>1</sub> - 163,1 млн т, С<sub>2</sub> - 9,1 млн т.

Среднее содержание железа общего в рудах 45,2%.

Месторождение подготовлено к обработке комбинированным (открытым и подземным) способом с производительностью рудника от 4,0 до 6,0 млн т сырой руды в год.

### *Белорецкое месторождение*

Расположено в северо-западной части Горного Алтая в 150 км от станции Поспелиха железнодорожной магистрали Рубцовск-Новокузнецк и в 50 км к восток-юго-востоку от г. Змеиногорска. От Западно-Сибирского металлургического комбината оно отстоит на 650 км. Район горно-таежный, с абсолютными отметками 650-940 м и среднегодовой температурой +2 °С. Район богат гранитом, известняком, гравием, щебнем, кирпичными глинами [59].

Месторождение открыто в 1774 г., изучалось в 1931 г., разведка проводилась в 1950-1952, 1958-1963 и 1976-1982 гг.

Месторождение расположено в пределах Северо-Восточной зоны смятия среди метаморфизованной вулканогенно-осадочной толщи, отнесенной по находкам фауны в ее верхах и по аналогии со смежными районами к эйфельскому ярусу среднего девона и подстилаемой известково-песчано-сланцевой толщей фаунистически охарактеризованного верхнего силура [41]. В отличие от других железорудных месторождений Алтае-Саянской складчатой области оно залегает в существенно карбонатной толще, которая на юго-востоке сменяется породами осадочно-вулканогенного состава. Породы осложнены складчатостью, продольными дизъюнктивами, дроблением, рассланцеванием и будинажем.

Рудовмещающая толща прорвана и метаморфизована Тигирекской интрузией гранитов верхнепалеозойского возраста, залегающей на 0,8-1,0 км ниже рудных тел с неустановленным характером контакта с вмещающей толщей. Рудные тела под углом 50° падают на север в сторону интрузивного массива. На юго-восточном фланге, уже за пределами месторождения, расположено тело альбитофиров субвулканического или экструзивного происхождения.

Рудовмещающая девонская толща, по данным Т.С. Калугиной [65], подразделяется на четыре пачки (снизу вверх): карбонатную подрудную мощностью до 400 м, рудную - 140 м, карбонатную надрудную - до 340 м и песчаниковую - 270 м (рис. 95). Карбонатные пачки сложены мраморизованными известняками с прослоями метаморфических сланцев кварц-биотит-полевошпат-амфиболового состава, иногда с хлоритом, эпидотом, турмалином, пирротинном. Песчаниковая пачка сложена ороговикованными песчаниками и сланцами кварц-биотит-полевошпатового состава с мало-мощными прослоями амфиболитов.

На месторождении выделено пять рудных тел, в двух из которых сосредоточено 97% разведанных запасов. Рудные тела представляют собой фактически рудные зоны в различной степени скарнированных и оруденелых пород, имеющих резкие границы с вмещающими породами терригенно-карбонатной толщи в подошве рудных тел и постепенные переходы в висячем боку зон. Внутреннее строение рудных тел довольно сложное, характеризуется четко выраженным линзовидно-полосчатым строением из-за чередования прослоев измененных пород и скарнов с магнетитом и линз мраморизованных известняков. Размеры рудных тел достигают 1,5 км по простиранию и до 1100 м по падению без признаков выклинивания при мощности 22-28 м.

Рудные пачки и рудные тела залегают согласно с вмещающими породами. В северо-западной части месторождения они залегают почти в се-

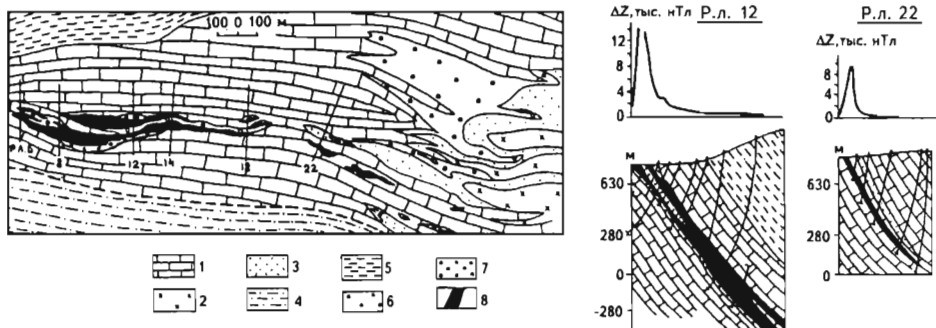


Рис. 95. Схематические геологическая карта и разрезы Белорецкого месторождения [53]

1 - известняки мраморизованные; 2 - альбиты (альбитофиры); 3 - песчаники ороговикованные; 4 - песчаники тонкообломочные; 5 - сланцы биотит-плагиоклаз-кварцевые; 6 - скарны; 7 - магнетитовые роговики и скарны; 8 - магнетитовая руда

редине карбонатной толщи, а в юго-восточной - на переходе карбонатных литологических фаций к вулканогенно-осадочным с падением под углом 50-60° на северо-востоке. Кроме магнетитовых руд, в состав зоны входят мраморы, иногда с вкрапленностью магнетита, скарны, прослои метаморфических кварц-биотит-амфиболовых сланцев с хлоритом, магнетитом, эпидотом и др.

Руды полосчатые, вкрапленные, сплошные и брекчиевые. Преобладают магнетит-мушкетовитовые разности. Т.С.Калугиной и И.А.Калугиным [65] выделяются два основных минеральных типа руд: скарново-магнетитовый и карбонатно-гидросиликатно-магнетитовый, которые отличаются не только составом, но и строением. Оба типа присутствуют в примерно равных количествах. Скарново-магнетитовые руды представлены пятнисто-полосчатыми, линзовидно-полосчатыми, реже массивными разновидностями. Полосчатость обусловлена чередованием существенно магнетитовых полос и линз с безрудными силикатами. В наиболее дифференцированных по составу яснополосчатых рудах магнетит представлен мушкетовитом, с ним ассоциируют кальцит, гранат, кварц, амфибол, тогда как нерудные полосы сложены пироксеном и амфиболом.

Карбонатно-гидросиликатно-магнетитовые руды характеризуются тонкой и грубой линзовидной полосчатостью, причем наибольшие колебания мощности свойственны карбонатно-магнетитовым полосам. Главные сопутствующие минералы в рудах: кальцит, актинолит, салит и ферросалит, андрадит, эпидот-клиноцоизит, биотит, кварц, полевые шпаты. Редко встречаются хлорит, серпентин, скаполит, оливин, шпинель, клиногумит, турмалин, анкерит, пирротин, пирит, халькопирит, арсенопирит, сфалерит. Магнетит представлен пластинчатым мушкетовитом и зернистым магнетитом нескольких генераций.

Среднее содержание основных компонентов в рудах, %: FeO - 16,09; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 23,08; SiO<sub>2</sub> - 29,62; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 2,91; CaO - 15,26; MgO - 3,81; MnO - 0,35; K<sub>2</sub>O - 0,25; Na<sub>2</sub>O - 0,36; TiO<sub>2</sub> - 0,17; S - 0,22; P - 0,016. В небольших количествах установлено наличие ванадия, хрома, кобальта, меди, цинка, свинца и других элементов. Коэффициент основности руд 0,58, кремневый модуль 10,18.

Генезис месторождения считается вулканогенно-осадочным, претерпевшим региональный и контактовый метаморфизм, либо контактово-метасоматическим, связанным с гипотетической интрузией габбро-диоритов.

Таблица 134

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Белорецкого месторождения**

Показатели	Способ отработки	
	откры- тый	подзем- ный
Запасы руды в контуре отработки, млн т	55,0	243,0
Содержание железа, %	32,29	31,8
Производительность предприятия, млн т/год:		
по сырой руде	4,0	6,0
по концентрату	1,35	1,74
Содержание железа, %:		
в руде,поставляемой на обогати- тельную фабрику	30,93	27,79
в концентрате	65,0	65,0
Выход концентрата, %	34,4	29,19
Извлечение железа в концентрат, %	72,3	67,89
Себестоимость 1 т, р.:		
руды	3,46	3,82
концентрата	17,51	20,90
Цена 1 т концентрата,установленная Госкомцен СССР, р.	25,0	25,0
Прибыль годовая,млн р.	10,44	7,41
Капитальные вложения,млн р.	259,66	126,17
Срок окупаемости, лет	9,7	15,2
Рентабельность, %	7,4	3,2
Рентабельность с учетом производст- ва щебня из вскрышных пород, %	10,4	7,2

На месторождении развиты грунтовые воды элювиально-делювиальных и аллювиальных отложений, а также водоносный комплекс зоны интенсивной трещиноватости. Расчетные водопритоки в карьер оцениваются в 350 м<sup>3</sup>/ч, при переходе на подземный способ - 180-300 м<sup>3</sup>/ч на верхних горизонтах и до 1460-1800 м<sup>3</sup>/ч на нижних горизонтах. Подземные воды гидрокарбонатные кальциево-натриевые, пресные с сухим остатком 0,08-0,3 г/л.

Технологические исследования обогатимости руд выполнялись в 1952-1982 гг. в лабораторных условиях на пробах массой до 5 т, а также в смеси с рудами Инского месторождения. Рекомендуемая технологическая схема сухой и мокрой магнитной сепарации руды с содержанием железа 30,93% обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 65% при выходе его 34,4% и извлечении железа в концентрат 65,75-79,35%.

По результатам геологического доизучения Белорецкого месторождения Сибирским филиалом института "Гипроруда" разработано ТЭО постоянных кондиций в варианте комбинированного способа отработки: до горизонта 490 м - открытым способом, ниже 490 м - подземным способом (табл. 134).

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1982 г. утвердила (протокол 1742-к) для подсчета запасов Белорецкого месторождения постоянные кондиции.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в краевой пробе, %</i>	20
<i>Минимально-промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %:</i>	
<i>для открытых работ</i>	22
<i>для подземных работ</i>	26
<i>Минимальная мощность рудных тел, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4
<i>Максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6



Таблица 135

**Характеристика запасов железных руд  
Белорецкого месторождения**

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %		
		Fe <sub>общ</sub>	S	P
<i>Балансовые:</i>				
Для открытых работ				
В	41,6	31,5	0,22	0,016
C <sub>1</sub>	9,0	28,9	0,36	0,016
C <sub>2</sub>	1,8	31,2	0,40	0,018
Для подземных работ				
В	12,3	29,8	0,24	0,011
C <sub>1</sub>	226,3	31,2	0,21	0,011
C <sub>2</sub>	26,6	31,1	0,22	0,012
<i>Забалансовые:</i>				
C <sub>1</sub>	1,6	24,7		

Запасы железных руд утверждены ГКЗ СССР в 1982 г. (протокол 9161) и учтены Государственным балансом на 01.01.1995 г. как подготовленные к промышленному освоению (табл. 135).

Отработка месторождения предусматривается совместно с Инским месторождением одним Белорецко-Инским ГОКом с поставкой концентратов для агломерации и металлургического передела на металлургические заводы Западной Сибири.

Кроме железных руд ГКЗ СССР утвердила запасы вмещающих пород в качестве сырья для получения строи-

тельного щебня (ГОСТ 8267-75 и ГОСТ 23254-78) по категориям C<sub>1</sub> - 65,2 млн м<sup>3</sup>, C<sub>2</sub> - 18,7 млн м<sup>3</sup>.

### **6.3.2. Холзунско-Коксинская группа (район)**

Холзунско-Коксинская группа расположена на западе Горного Алтая в водораздельной части Холзунского и Коксинского хребтов и включает в себя Холзунское месторождение, Коксинские, Кульдинские и другие рудопроявления. Структурное положение района определяется приуроченностью его к Коргонскому среднепалеозойскому орогенному прогибу, расположенному в полосе перехода от каледонид Горного Алтая к герцинидам Обь-Зайсанской складчатой системы. Железоносные девонские осадочно-вулканогенные отложения прослеживаются полосой северо-западного простирания примерно на 50 км при ширине до 10 км. Толща смята в линейные складки, осложненные согласными дизъюнктивными нарушениями в виде зон сланцеватости.

#### ***Холзунское месторождение***

Расположено в Горном Алтае на границе Республики Алтай Российской Федерации и Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан, на ступенчатом слабо всхолмленном водоразделе в верховьях рек Хайдун и Таловый Тургусун в 65 км к юго-востоку от железнодорожной станции Лениногорск. Абсолютные отметки поверхности месторождения 1700-2000 м, рельеф позволяет движение тракторов и автомашин на всей площади месторождения. Среднемесячная температура января -22 °С, июля +19,2 °С, характерна большая мощность зимнего снежного покрова. Реки Хайдун и Таловый Тургусун обеспечивают район водой.

Месторождение обнаружено в 1951 г. по свалам руды и крупной магнитной аномалии, выявленной вначале с помощью горного компаса, а затем магнитометрической съемкой. В 1971-1973 гг. на нем проведены поисково-оценочные работы, в 1974-1981 гг. - предварительная разведка. Раз-

ведка велась на двух участках: Перевальном и Тургусунском, составляющих примерно половину длины магнитной аномалии.

Месторождение находится в тектонически активной Северо-Восточной зоне смятия с многочисленными участками повышенного расщепления, брекчирования, милонитизации, совпадающими по направлению с северо-западным простиранием толщ. Рудносная коргонская свита нижне-среднедевонского возраста слагает северо-восточное крыло крупной Холзунской антиклинали, ядро которой формируют вулканогенно-осадочные отложения холзунской свиты также нижне-среднедевонского возраста. К этому крылу приурочены железо- и марганценозные горизонты Коксинско-Холзунской группы месторождений.

На Холзунском месторождении рудносная коргонская свита подразделяется на три подсвиты: нижнюю подрудную, среднюю рудную и верхнюю надрудную (рис. 96). Нижняя подсвита состоит из вулканических пород трахитового, трахиандезитового состава, туффитов и туфопесчаников, пластов и линз гематитовых, гематит-магнетитовых руд и обогащенных рудным веществом туффитов, порфиритов и трахитовых порфиров. Неполная мощность подсвиты около 2000 м.

Рудная подсвита сложена сланцами хлорит-магнетит-кварц-альбитовыми, биотит-кварц-хлоритовыми, биотит-амфибол-кварц-альбитовыми, хлорит-актинолит-альбитовыми, амфиболовыми, биотит-амфиболовыми, эпидот-амфиболовыми с пироксеном, мраморизованными известняками, доломитовыми, анкеритовыми породами, туффитами, туфопесчаниками, туфобрекчиями,

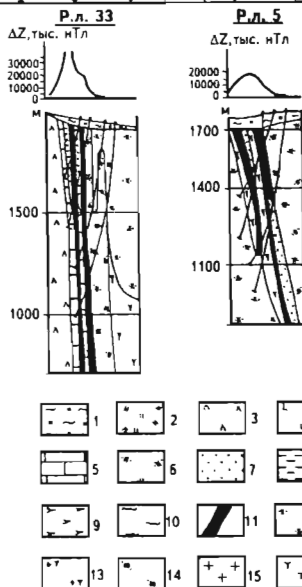
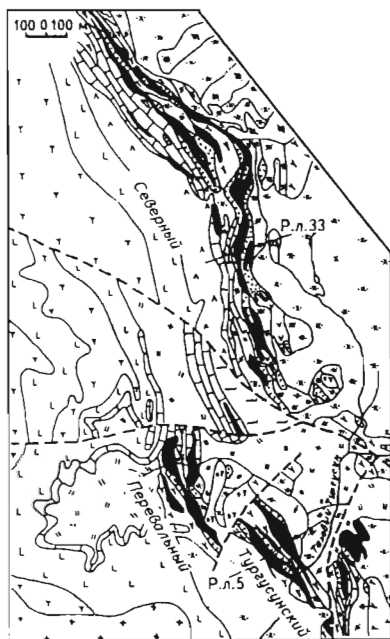


Рис. 96. Схематическая геологическая карта и разрезы Холзунского месторождения [55]

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - морена, курум, песок, глина; **девон (D<sub>1-2</sub>):** 2-11 - коргонская свита: 2 - порфиры трахилипаритовые, трахидацитовые, их кластолавы и туфы, 3 - фельзиты ленточные и шаровые трахилипаритовых порфиров, 4 - трахиандезитовые порфириты и их туфы, 5 - известняки и известковые, доломитовые, анкеритовые туффиты и туфопесчаники, туфоалевролиты, 6 - туффиты и образованные по ним актинолит-альбит-кварцевые, хлорит-альбит-кварцевые сланцы, 7 - туффиты крупно- и среднеобломочные, 8 - туфогенные мелко- и тонкообломочные породы, 9 - сланцы биотит-хлорит-кварцевые, актинолит-альбитовые, кальцит-альбит-хлоритовые, альбит-амфиболовые по туфогенным породам, 10 - сланцы биотитовые, 11 - магнетитовая руда; **интрузивные комплексы:** 12 - граносиениты, метасоматические альбититы, диориты; 13 - граносиенит-порфиры, 14 - плагиограниты, 15 - граниты, 16 - кератофиры, трахитовые порфиры

кварц-хлорит-серицитовыми сланцами, магнетитовыми, апатит-магнетитовыми, магнетит-гематитовыми сланцами, магнетитовыми, апатит-магнетитовыми, магнетит-гематитовыми и гематитовыми рудами. Вблизи гранитов на Тургусунском участке развиты гранат-пироксеновые скарны и контактовые роговики - амфиболовые, биотит-плагиоклазовые и другие. В составе рудной подсветы выделяется рудный горизонт, который прослеживается на расстоянии до 25 км. Он залегает в центральной части подсветы над пластами карбонатных пород. Выше рудного горизонта залегают хлорит-амфиболовые, эпидот-амфиболовые, амфибол-альбитовые, часто с высоким содержанием апатита сланцы с прослоями карбонатсодержащих пород. Установлены пласты пород мощностью до 20 м, обогащенные апатитом с содержанием  $P_2O_5$  до 6%. Мощность рудного горизонта изменяется от 70 до 300 м, мощность подсветы - от 100 до 400 м. Рудный горизонт имеет крутое падение на северо-восток, иногда опрокинутое.

Верхняя надрудная подсвета сложена эффузивами и туфами трахипаритового, трахидацитового состава, туффитами, туфопесчаниками и туфоалевролитами, пластами доломитовых и анкеритовых туффитов видимой мощностью более 800 м. На самом месторождении большая часть разреза висячем крыле руд представлена альбититами.

К интрузивным относятся тела кварцевых порфиров, альбитофиров, альбититов, плагиогранитов, граносиенит-порфиров, сопоставляемых с комплексом малых плагиогранит-порфировых интрузий Рудного Алтая среднедевонского возраста. Встречаются дайки диабазовых порфиритов и более крупные (мощность 100 м) тела диоритов и диоритовых порфиритов. Наиболее поздними являются граниты, типичные для калбинского комплекса Западного Алтая пермского возраста, прорывающие дислоцированные девонские породы. Тургусунский массив гранитов сопровождается ороговикованием, скарнированием, мусковитизацией и окварцеванием пород экзоконтакта.

Рудный горизонт включает серию рудных тел пластообразной и линзообразной формы, залегающих согласно со смятыми в складки вмещающими метаморфизованными туфогенно-осадочными породами. Переход руд во вмещающие породы постепенный и осуществляется обычно через полосчатые (средние и бедные) руды, магнетитсодержащие сланцы или их ритмичное чередование. Вблизи Тургусунского гранитного массива кроме пластов и линз отмечаются тела более сложной гнездообразной, штокверковой формы. Максимальная протяженность рудных тел по простиранию достигает 2000 м, по падению тела прослежены скважинами на 1300 м при мощности 4-68 м, суммарные мощности достигают более 130 м.

Текстура руд полосчатая, вкрапленная, массивная, сланцеватая, брекчиевая, прожилковая, пегматоидная. Преобладают бластовые структуры при общем мелкозернистом составе руд. Наиболее тесно связаны с магнетитом биотит, альбит, актинолит, хлорит, кальцит, кварц, апатит, эпидот. Как примесь отмечаются пирит, цеолиты, флогопит, вермикулит, ортит, сфен, пироксен, роговая обманка, гранат, гематит, халькопирит, серицит, доломит, анкерит, калиевый полевой шпат, циркон и другие.

Выделяется несколько минеральных типов: магнетитовый, апатит-магнетитовый, альбит-магнетитовый и пирит-магнетитовый. Магнетитовые руды Холзунского месторождения сменяются по простиранию за пределами разведенного контура полосчатыми гематитовыми рудами. В последних установлены, как и в некоторых разновидностях магнетитовых руд, признаки отложения рудного вещества в виде осадка. Метаморфический этап

обусловил преобразование первичных руд в сланцевато-полосчатые гидросиликатно-магнетитовые руды. Предполагается, что он проявился в период приразломного рассланцевания, контактового метаморфизма и щелочного метасоматоза. Часть рудного вещества переотложена в виде крупнозернистой генерации магнетита, слагающей согласные и секущие тела в рудной пачке. По генезису руды относятся либо к скарново-магнетитовым в складчатых областях фанерозоя, либо к типу метаморфогенных холзунского ГПТ.

Отработка верхней части месторождения предусматривается до отметки 1720 м двумя штольнями, затем шахтами. Водопритоки в шахтные стволы составят: на горизонте 1700 м - 55-60 м<sup>3</sup>/ч, на горизонте 1000 м - 1700 м<sup>3</sup>/ч.

Технологические исследования обогатимости руд Холзунского месторождения выполнены лабораторией ПГО "Запсибгеология" и институтом "Уралмеханобр".

Обогащение магнетитовых руд производилось путем сухой и мокрой магнитной сепарации. При мокрой магнитной сепарации промпродуктов в две

Таблица 136

Химический состав руды и концентрата

Компоненты	Среднее содержание компонентов, %	
	в руде	в концентрате
Fe <sub>вал</sub>	29,68	66,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,44	61,90
FeO	14,06	29,08
SiO <sub>2</sub>	34,07	4,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,10	1,08
TiO <sub>2</sub>	0,54	0,29
CaO	3,83	0,69
MgO	4,54	0,74
MnO	0,21	0,22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,89	0,11
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,32
Sb	0,94	0,12

стадии при конечной крупности измельчения 0,2 (0,1) - 0 мм обеспечивается получение концентратов с содержанием железа 59,44-67,87% при выходе их 28,90-69,95% и извлечении железа 66,02-99,50%. Мокрая магнитная сепарация в три стадии при конечной крупности измельчения 0,074 (0,053)-0 мм обеспечивает получение более качественных концентратов. В среднем из руд месторождения с содержанием железа 28,3% получен концентрат с содержанием железа 65,0% при выходе его 30,5% и извлечении железа в концентрат 79,1%. Среднее содержание компонентов в руде и концентрате приведено в табл. 136.

Кроме того, в концентрате содержатся, %: медь - 0,002, цинк - 0,01, свинец - 0,009, кобальт - 0,002, пятиокись хрома - 0,01; коэффициент основности составляет 0,27.

При мокрой магнитной сепарации промпродукта пятиокись фосфора и сера почти полностью переходят в хвосты, а пятиокись ванадия в основном переходит в магнетитовый концентрат. Флотация хвостов магнитной сепарации одиннадцати проб показала возможность получения апатитовых концентратов с содержанием P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> от 13,30 до 32,80% при выходе их 1,40-9,30% и извлечении P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 53,03-87,50%. Для получения более качественных апатитовых концентратов, изучения возможностей их использования, а также извлечения ванадия требуются дополнительные исследования [68].

По результатам предварительной разведки Холзунского месторождения Сибирским филиалом института "Гипроруда" в 1980 г. выполнено ТЭО временных кондиций (табл. 137).

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Холзунского месторождения**

Показатели	Бортовое содержание железа, %		Показатели	Бортовое содержание железа, %	
	17	20		17	20
Запасы руды категорий С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> в контуре отработки, млн т	692,3	601,2	Выход концентрата, %	30,5	31,79
Среднее содержание железа, %:			Извлечение железа в концентрат, %	78,61	79,16
в недрах	28,2	29,7	Капитальные вложения, млн р.	1407,6	1303,7
в добытой руде	25,22	26,1	Себестоимость 1 т.р.:		
Производительность предприятия, млн т/год:			сырой руды	2,94	3,05
по сырой руде	14,0	12,0	концентрата	16,3	15,98
по концентрату	4,2	3,7	агломерата	23,45	23,15
по агломерату	4,4	4,0	Оптовая расчетная цена 1 т агломерата, р.	28,47	28,47
Содержание железа, %:			Рентабельность, %	3,7	3,7
в концентрате	65,0	65,0	Срок окупаемости, лет	48,6	48,2
в агломерате	61,3	61,3	Обеспеченность рудника запасами, лет	60	62

По данным ТЭО ЦКЗ Минчермета СССР в 1980 г. утвердила (протокол 71-вк) временные кондиции.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	17
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	24
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев безрудных пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	7
<i>Подсчет балансовых запасов произвести до горизонта 800 м</i>	
<i>Способ отработки</i>	<i>Подземный</i>

С учетом низких показателей отработки месторождения детальная разведка не рекомендована. Однако в связи с острым дефицитом железорудного сырья для металлургических заводов Западной Сибири и определения очередности освоения близлежащих резервных разведанных месторождений предварительно разведанные запасы железных руд Холзунского месторождения в 1981 г. были апробированы ГКЗ СССР (протокол 8897) и учтены Государственным балансом в следующем количестве: категории С<sub>1</sub> - 407,6 млн т с содержанием железа 28,9%, С<sub>2</sub> - 272,5 млн т с содержанием железа 28,1%.

Рекомендовано разработать для Сибири перспективные цены на концентрат и агломерат для расчета кондиций железорудных месторождений, обеспечивающих необходимый уровень рентабельности отработки их и обеспечения местной сырьевой базой Западно-Сибирского и Кузнецкого металлургических заводов.

#### 6.4. Томская область

На территории Томской области расположены основные площади развития оолитовых бурых железняков Западно-Сибирского железорудного бассейна (Бакчарская, Колпашевская, Парабель-Чузикская, Парбигская), отнесенные к Колпашевской перспективно-рудоносной железорудной провинции.

Западно-Сибирский железорудный бассейн представляет собой огромную полосу мел-палеогеновых прибрежно-морских терригенных отложений с оолитовыми бурыми железняками на восточной окраине Западно-Сибирской плиты, на территории Томской, Омской и Новосибирской областей, Алтайского и Красноярского краев (рис. 97). Железные руды здесь выявлены в 1950-1958 гг. нефтепоисковыми скважинами, в 1957-1972 гг. вскрыты скважинами геологической съемки и редкими профилями для оценки собственно железных руд.

В составе отложений мел-палеогена (снизу вверх) выделяются нарымский, колпашевский, тымский (чигаринский), бакчарский железорудные горизонты.

Нарымский горизонт залегает в верхней части ипатовской свиты турон-коньякского возраста, подстилается континентальными песками, глинами и алевролитами. Прослеживается он от устья р. Енисей на севере до Павлодарского Прииртышья на юге на протяжении более 2000 км при ширине в Среднем Приобье 260 км и мощности до 30-5 м.

Руды в нем встречены в виде линз при наименьшей глубине их кровли от дневной поверхности 180 м (верховья р. Парбиг) и преобладающей - 300-400 м и более.

Колпашевский горизонт приурочен к основанию ганькинской свиты верхнего кампана - маастрихта при ширине его в Колпашевском Приобье 25-85 км, мощности до 50 м (условно кондиционных руд - до 23 м), при залегании на глубине 200-300 м.

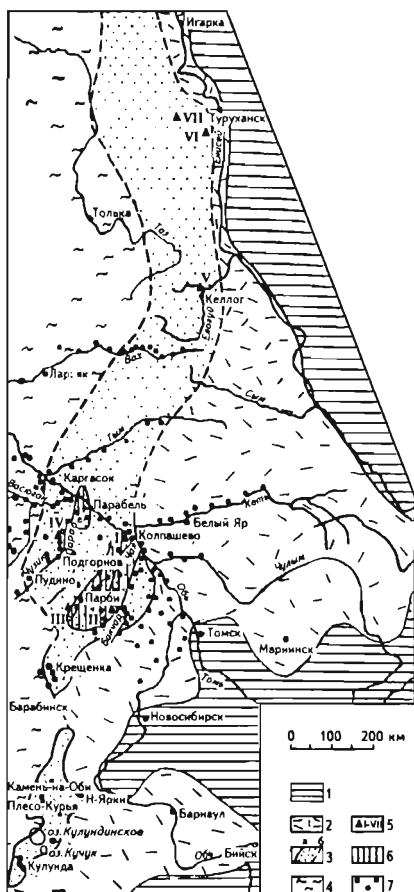


Рис. 97. Геолого-фациальная схема Западно-Сибирского железорудного бассейна (по А.П.Бердникову, Е.Я.Горюхину, И.Г.Зальцману)

1 - складчатое обрамление; **средний карбон-пермь** ( $K_2-P$ ): 2 - существенно континентальные песчано-глинистые осадки; 3 - площадь распространения прибрежно-морских железоносных фаций (железные руды, ожелезненные песчаники и др.) с прослеженными (а) и предполагаемыми (б) границами; 4 - фации открытого моря; 5 - перспективные площади: I - Колпашевская, II - Бакчарская, III - Парбигская, IV - Парабель-Чузикская, V - Елогуйская, VI - Нижне-Баиховская, VII - Туруханская; 6 - площади возможного железорудного накопления; 7 - разведочные скважины

Тымский (чигаринский) горизонт залегает в основании парабельской свиты палеоцена, сложенной песками с прослоями кварцево-глауконитовых песчаников и глин, в 20 км западнее г. Колпашево и в бассейне р. Тым.

Бакчарский горизонт залегает в основании люлинворской свиты эоцена, подстилается осадками верхнего мела или палеоцена. Ширина его 10-60 км, мощность до 25 м. Руды в бассейне рек Бакчар и Парабель имеют мощность 2-22 м при глубине залегания 150-200 м. К северу оруденелые песчаники содержат железа не более 20-25%.

На отдельных участках бассейна один, два и даже три горизонта в разрезе совмещаются, что дает уникальные по накоплению железа площади, например, Бакчарская площадь, где совмещаются бакчарский и колпашевский горизонты. Продуктивная толща сложена кварц-хлорит-глауконитовыми песчаниками.

Оолитовые и овоидные руды всех горизонтов сцементированные или рыхлые с объемной массой около  $2,3 \text{ г/см}^3$ . В составе аутигенной части руд преобладают лептохлориты, гетит, гидрогетит, реже глауконит, анкерит, сидерит, кальцит, гидрослюда, каолинит, монтмориллонит, опал, коллофан, керчинит, вивианит, пирит; в группе обломочных минералов встречаются кварц, полевые шпаты, биотит, мусковит, эпидот, роговая обманка, пироксен, циркон, сфен, магнетит, ильменит. Присутствуют обрывки растений, куски древесины, остатки микрофауны.

Таблица 138

**Химический состав оолитовых железных руд некоторых перспективных площадей Западно-Сибирского железорудного бассейна (по А.А.Бабину)**

Площадь, горизонт	Количество проб	Среднее содержание, %											
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S <sub>общ</sub>	П.п.п.	Fe <sub>общ</sub>
Бакчарская													
Бакчарский	53	25,09	5,55	37,73	12,46	0,41	0,64	0,90	0,27	1,26	0,03	14,26	36,0
Колпашевский	26	24,75	8,14	48,64	4,80	0,45	0,89	1,31	0,23	1,27	0,06	10,42	37,74
Южно-Колпашевская													
Колпашевский	105	26,83	5,11	49,30	6,20	0,40	1,40	1,43	0,21	1,25	0,07	10,45	35,90
Парабель-Чузикская	7	29,61	6,50	47,45	16,76	0,45	2,09	1,68	0,27	1,14	0,09	11,63	33,20

Среди руд преобладают оолитовые гетит- и гидрогетит-лептохлоритовые рудности и кварцево-железистые песчаники с песчано-глинистыми прослоями. Рудные оолиты имеют размеры чаще всего 0,2-0,4 мм. Перудные обломки обычно хорошо окатаны, размер их зерен от 0,01 до 3 мм. Количество обломочного материала в рудах не превышает 15%. Цемент базальный, порового или пленочного типа, в основном хлорит-сидеритовый. Содержание железа в условно кондиционных рудах 20-46%, распределение его по горизонтам и площадям приведено в табл. 138. По простиранию и по вертикали руды замещаются кварцево-железистыми песчаниками. Образование железорудных горизонтов связывается с эпохами трансгрессий и регрессий, с прибрежно-морскими фациями.

### *Бакчарская площадь*

Расположена в 200 км к северо-западу от г. Томска в слабо обжитом тасжно-болотистом районе. Площадь около 700 км<sup>2</sup> опробована одним поперечным профилем колонковых скважин через 2400 м друг от друга и единичными скважинами по периферии. Возраст рудоносных отложений от турона до эоцена, состоят они из кварц-хлорит-глауконитовых песчаников, песков и алевролитов с прослоями гравелитов. Среди них имеются все отмеченные выше горизонты руд. На наиболее изученном участке, по данным девяти скважин, средняя мощность рудоносной залежи наиболее продуктивного бакчарского горизонта составляет 25,7 м при среднем содержании железа 37,4% и средней мощности перекрывающих пород 191 м. Лабораторные опыты по обогащению руд обжиг-магнитным методом позволили получить концентраты с содержанием железа 53-61% при извлечении 91,3-95,8%. В офлюсованном агломерате железо составляет 49-51%, мышьяк - 0,021 - 0,052%; фосфор от 0,13% в рудах до 0,34% в гидрогетитовых оолитах. Перспективные ресурсы железных руд оцениваются на Бакчарской площади в 28 млрд т [57].

Горно-технические условия бассейна не изучены. На Бакчарской площади вскрыто пять водоносных горизонтов, частично напорных, связанных с отложениями верхнего мела, олигоцена и четвертичным покровом. Технико-экономические расчеты показывают неэффективность использования руд Западно-Сибирского бассейна в существующих условиях. Представляется необходимым продолжить изучение перспектив бассейна с учетом новых разработок по обогащению и эксплуатации подобного типа руд, а также в связи с освоением нефтяных и газовых месторождений Западно-Сибирской низменности.



## Глава 7. ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ БАЗА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Железорудные месторождения и прогнозные ресурсы железных руд Восточной Сибири сосредоточены на территории Республики Хакасия (западная часть Алтае-Саянской железорудной провинции), Красноярского края (восточная часть Алтае-Саянской, Ангаро-Енисейской, западная часть Ангарской железорудных провинций, Анабарская и северо-восточная часть Колпашевской потенциально рудоносных провинций), Иркутской области (Ангарская и восточная часть Алтае-Саянской провинций), Читинской области и Республики Бурятия (Забайкальская железорудная провинция) (табл. 139).

Таблица 139

**Распределение балансовых запасов, прогнозных ресурсов и добычи железных руд Восточной Сибири по субъектам Российской Федерации**

Субъект Российской Федерации	Количество месторождений*	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			Добыча руды из недр за 1993 г., млн т
		A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Всего	В том числе по категориям		
					P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	
Республика Хакасия	$\frac{9}{3}$	662,3	354,4	865	580	285	3,13
Красноярский край	$\frac{22}{4}$	1806,5	851,6	520	195	325	3,19
Иркутская обл.	$\frac{11}{3}$	2024,9	277,1	2345	1705	840	11,18
Читинская обл.	$\frac{4^{**}}{-}$	736,8	1281,6	8785	4565	4220	-
Республика Бурятия	-	-	-	1520	1520	-	-
Всего	$\frac{46^{***}}{10}$	5230,5	2764,5	14235	8565	5670	17,50

\* В числителе - всего месторождений, в знаменателе - разрабатываемые месторождения.

\*\* В том числе одно месторождение с запасами, не учтенными Государственным балансом.

\*\*\* В том числе шесть месторождений с забалансовыми запасами.

Железные руды Восточной Сибири представлены скарново-магнетитовыми рудами кондомского (Республика Хакасия), тагильского, ангарского (Красноярский край, Иркутская и Читинская обл.) и холзунского (Республика Бурятия), железистыми кварцитами тарыннахского (Читинская обл.) и сутамского (Иркутская обл.), титаномагнетитовыми рудами чинейского (Читинская обл.), гематитовыми рудами ангаропитского (Красноярский край), бурыми железняками новобакальского и сидеритовыми рудами бакальского (Читинская обл.) геолого-промышленных типов.

Всего на территории Восточной Сибири по состоянию на 01.01.1994 г. Государственным балансом Российской Федерации учтено 39 месторождений с балансовыми запасами категорий A+B+C<sub>1</sub> 5230,5 млн т и категории C<sub>2</sub> 1852,7 млн т. Кроме того, учтено шесть месторождений только с

забалансовыми запасами в количестве 2600,4 млн т и одно месторождение с запасами 911,8 млн т по категории С<sub>2</sub>, не учтенное Государственным балансом.

Прогнозные ресурсы, утвержденные Роскомнедрами на 01.01.1993 г., оцениваются в 14235 млн т (без учета потенциальных ресурсов Анабарской и Колпашевской железорудных провинций).

В Восточной Сибири разрабатывается десять месторождений. Отработка их ведется четырьмя рудоуправлениями (Абаканским, Тейским, Ирбинским, Краснокаменским) и одним ГОКом (Коршуновским). В 1993 г. по сравнению с 1990 г. уровень добычи сырой железной руды в Восточной Сибири снизился с 26,2 до 20,4 млн т, производство товарных руд соответственно с 13,1 до 9,2 млн т.

Руды подвергаются обогащению методом сухой и мокрой магнитной сепарации, концентраты поставляются на металлургический передел Западно-Сибирскому и Кузнецкому металлургическим комбинатам в Кемеровской области. Собственно металлургическая база Восточной Сибири представлена Петровско-Забайкальским передельным металлургическим заводом, который после реконструкции будет работать на местных рудах Чинейского месторождения.

## **7.1. Республика Хакасия**

На территории Республики Хакасия расположены месторождения и рудопроявления Центральной части Алтае-Саянской железорудной провинции, которые объединены в Хакасско-Саянский железорудный район (рис. 98).

Государственным балансом учтено 8 месторождений железных руд с запасами категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> в количестве 1016,7 млн т, в том числе категорий А+В+С<sub>1</sub> - 662,3 млн т. Республика располагает также значительными прогнозными ресурсами, которые по состоянию на 01.01.1993 г. оцениваются в 865 млн т (табл. 139, 140).

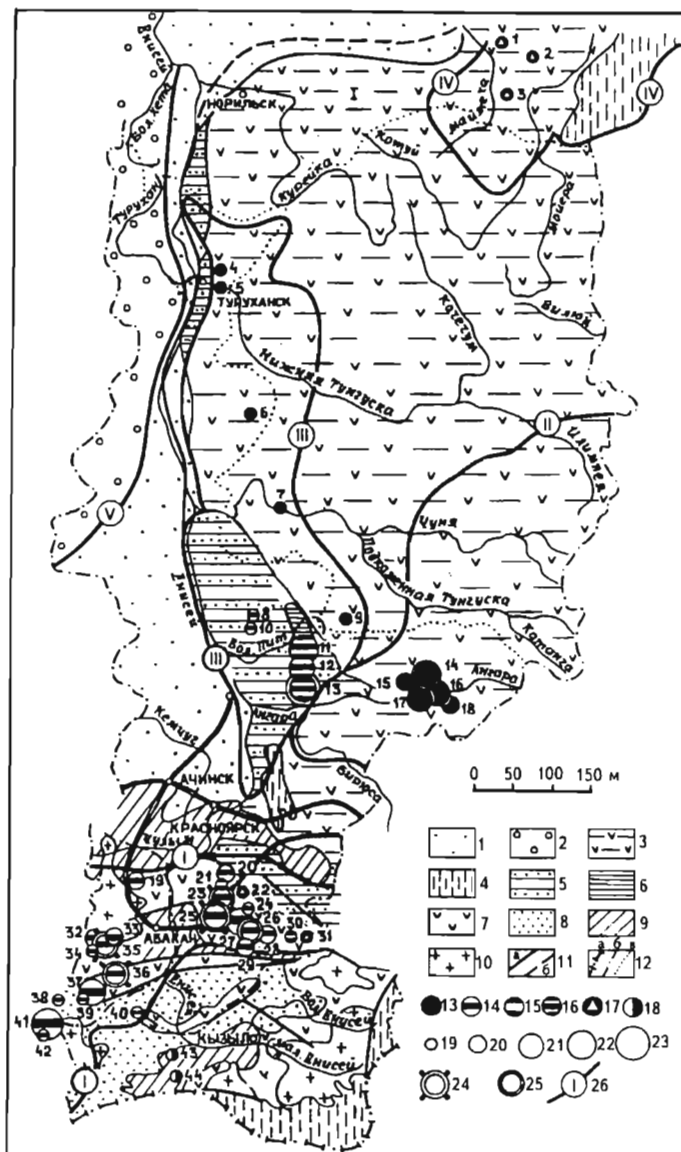
Руды относятся к классу скарново-магнетитовых (существуют также представления о гидротермально-метасоматическом и вулканогенно-осадочном метаморфизованном генезисе) и представлены кондомским ГПТ.

В 1993 г. горно-добывающими предприятиями республики добыто 4,1 млн т сырой руды с содержанием железа 28,0-31,5%, из которой произведено 2,5 млн т товарной (первичный концентрат) руды с содержанием железа 37,2-46,5%, тогда как в 1990 г. добыто 7,1 млн т сырой и произведено 4,3 млн т товарной руды. Товарная руда (первичный концентрат) поступает на переработку (обогащение мокрой магнитной сепарацией) на Абагурскую обогатительную фабрику. Потребителями железорудного сырья являются Западно-Сибирский и Кузнецкий металлургические комбинаты (г.Новокузнецк).

### *Абаканское месторождение*

Расположено в 176 км к юго-западу от г. Абакана и в 350 км от г.Новокузнецка на северных таежных отрогах Западного Саяна с абсолютными отметками 520-870 м. Месторождение известно с 1865 г., разведывалось оно с 1930 по 1978 г. С 1867 по 1923 г. на базе его руд работал чугуноплавильный завод, которым было переработано 167 тыс. т руды с содержанием железа 56,1%.

Месторождение расположено в юго-восточном крыле крупной Хан-сынской антиклинали, ядерная часть которой сложена спилитами и кераатофирами нижнемонокской свиты, а крылья - вулканогенно-осадочными породами верхнемонокской свиты нижнего и арбатской свиты среднего



кембрия. В пределах месторождения рудовмещающие породы верхнемонокской свиты в целом имеют крутое, почти вертикальное падение (рис. 99). Верхнемонокская свита, граничащая с нижнемонокской по разлому, сложена песчаниками, алевролитами, туфами и туфоконгломератами. Руды размещаются в пачке алевролитов и песчаников с прослоями известняков, местами наблюдается замещение последних.

Интрузивные образования представлены двумя комплексами: анзаским габбро-альбититовым нижнекембрийского возраста и маинским гранитоидным ниже-среднекембрийского возраста. Габбро-альбититовые породы подсечены на глубоких горизонтах месторождения разведочными скважинами, а гранитоиды маинского комплекса размещаются в 1,5 км к востоку от месторождения. Рудовмещающие породы подвержены низкотемпературным метасоматическим преобразованиям: альбитизации, хлорити-

Рис. 98. Схема расположения железорудных месторождений Красноярского края и Республики Хакасия

1,2 - Западно-Сибирская плита: 1 - терригенные континентальные и морские отложения (Т - Q), 2 - терригенные прибрежно-морские отложения (К - P); 3 - Сибирская платформа, платформенный чехол (PR - Q); 4 - области дорифейской складчатости (AR - PR) - щиты и выступы древних структур; 5,6 - области байкальской складчатости (PR<sub>2</sub> - C<sub>1</sub>); 7,8 - области каледонской и герцинской складчатости (PR<sub>2</sub> - PZ); 9 - внутренние впадины и краевые прогибы (S-T<sub>1</sub>); 10 - гранитоидные комплексы; 11 - главные разрывные нарушения: а - достоверные, б - предполагаемые; 12 - границы: а - государственная, б - республик, краев и областей, в - автономных округов; 13-18 - тип железорудных месторождений: 13 - магнетитовый скарново-гидросиликатный ангаро-илимского типа, 14 - скарново-магнетитовый алтае-саянского типа, 15 - кварц-магнетитовый типа железистых кварцитов, 16 - кварц-гематитовый ангаро-питского типа, 17 - титаномагнетитовый, ильменит-титаномагнетитовый, 18 - сидерит-магнетит-гематитовый с баритом; 19-23 - масштабы месторождений (запасы с прогнозными ресурсами): 19 - рудопроявления, 20 - до 50 млн т, 21 - 50-300 млн т, 22 - 300-1000 млн т, 23 - более 1000 млн т; 24,25 - месторождения эксплуатируемые (24), подготовленные к эксплуатации (25); 26 - границы железорудных провинций: I - Алтае-Саянской, II - Ангарской, III - Ангаро-Енисейской, IV - Анабарской, V - Колпашевской.

Цифры на карте - месторождения или их группы, рудопроявления: 1 - Гулинское; 2 - Кугда; 3 - Бор-Урях; 4 - Реки Северной; 5 - Реки Летней; 6 - Сурингдаконское; 7 - Камышевский Байкитик; 8 - Енашиминское; 9 - Оллоноконское; 10 - Лендахское; 11-13 - Ангаро-Питский бассейн: 11 - Ишимбинское, 12 - Удоронговское, 13 - Нижне-Ангарское; 14 - Тагарское; 15 - Пихтовое; 16 - Талое; 17 - Огненное; 18 - Берямбинское; 19 - Самсон; 20 - Березовское; 21 - Сыдинское; 22 - Лысанская; 23 - Краснокаменная (месторождения: Рудный Каскад, Одинокое, Маргоз); 24 - Чибижское; 25 - Ирбинская (месторождения: Ирбинское, Бурлукское, Изыгское, Знаменное, Мульгинское); 26 - Тереховское; 27 - Табратское; 28 - Таятское; 29 - Хабалыкское; 30 - Белокигатское; 31 - Кизирское; 32 - Изыхольское; 33 - Ельгентагское; 34 - Хайлеоловское; 35 - Тейское с Абагаским; 36 - Абаканское; 37 - Анзасское; 38 - Кызыругское; 39 - Тарташское; 40 - Карбайская; 41 - Волковское; 42 - Ярышкольское; 43 - Карасукское; 44 - Улутай-Чезское

зации, эпидотизации, амфиболитизации. Широко проявлены дизъюнктивные нарушения, особенно пострудные, часто пологопадающие.

Рудная зона включает четыре крутопадающих рудных тела протяженностью по простиранию 550-1000 м, по падению 430-1150 м при мощности 14-60 м. Рудные тела Главное и III составляют верхний этаж месторождения, а IV и V - нижний этаж. Пережим рудной зоны между этажами фиксируется на глубине 500-600 м. Рудные тела залегают согласно с напластованием вмещающих пород. Главное рудное тело, в котором сосредоточены основные запасы верхней части месторождения, имеет пластообразную форму, длина которой 1000 м, мощность от 15-20 до 100 м и более. Рудные тела IV и V обнаружены глубокими структурно-поисковыми скважинами в комплексе со скважинной магниторазведкой. Рудное тело IV на глубине не оконтурено. На его продолжении по простиранию на 720 м мощность кондиционных руд составляет 40-60 м. Компактное тело V прослежено по простиранию на 620 м при мощности 80-100 м. В целом рудные тела установлены до глубины 1,5 км без выклинивания.

Руды сложены магнетитом, хлоритом, кальцитом и пиритом. Реже отмечаются мушкетовит, анкерит, сидерит, гематит, кварц, актинолит, гасдингсит, эпидот, цоизит, скаполит, альбит, титанит, апатит, халькопирит, пирротин, саффлорит, арсенопирит, сфалерит. Среди текстур преобладает пятнистая, встречаются массивная, полосчатая, совпадающая со слоистостью вмещающих пород, а также концентрическая, брекчиевая, брекчиевидная, бурундучная. В балансовых рудах верхнего этажа содержание Fe<sub>общ</sub> составляет 46,9%, S - 2,39%, P - 0,19%; нижнего этажа - соответственно 42,3; 2,34; 0,7%. На балансе месторождения числится кобальт, который не извлекается. Длина рудной зоны - 1,3 км при ширине до 220 м у поверхности и до 400-500 м на глубине.

## Месторождения магнетитовых железных руд Республики Хакасия

Предприятие, месторождение	Содержание Fe в запасах категорий A+B+C <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансо- вые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			Фактическая добыча сырой руды за 1993 г., млн т	Выпуск товарной руды за 1993 г., млн т	Возможная до- быча сырой ру- ды по проектной мощности пред- приятия, млн т
		A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		Всего	в том числе по категориям				
						P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>			
<b>Разрабатываемые месторождения</b>										
<i>Абаканское РУ</i>										
Абаканское	41,21	126,7/112,5	9,3	1,4	50	50	-	2,17	1,19	2,2
<i>Тейское РУ</i>		139,4/137,3	44,5	2,0	-	-	-	1,96	1,30	1,9
Тейское	29,72	110,7/109,3	27,7	1,7	-	-	-	-	-	-
Абагасское	31,06	28,7/28,0	16,9	0,3	-	-	-	-	-	-
Итого		266,1/249,8	53,8	3,4	50	50	-	4,13	2,49	4,1
<b>Резервные разведанные месторождения</b>										
Ельгентагское	31,20	4,7/4,7	2,1	-	15	-	15	-	-	-
Анзасское	38,20	151,4/151,4	15,8	32,2	-	-	-	-	-	5,0
Изыхгольское	44,20	9,9/9,9	1,2	-	-	-	-	-	-	0,8
Итого		166,0/166,0	19,1	32,2	15	-	15	-	-	5,8
<b>Разведываемые месторождения</b>										
Волковское	35,90	212,9/-	275,8	-	80	80	-	-	-	4,6
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>										
Самсон	31,8	17,4/17,4	5,9	-	-	-	-	-	-	-
<b>Новые объекты</b>										
Ярышкольское	32,5-40,0	-	-	-	290	220	70	-	-	-
Казырсугское	25,52	-	-	-	230	230	-	-	-	-
Сибирзяновское	37,0	-	-	-	200	-	200	-	-	-
Итого	-	-	-	-	720	450	270	-	-	-
Всего		662,3/433,1	354,4	35,6	865	580	285	4,13	2,49	14,5

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

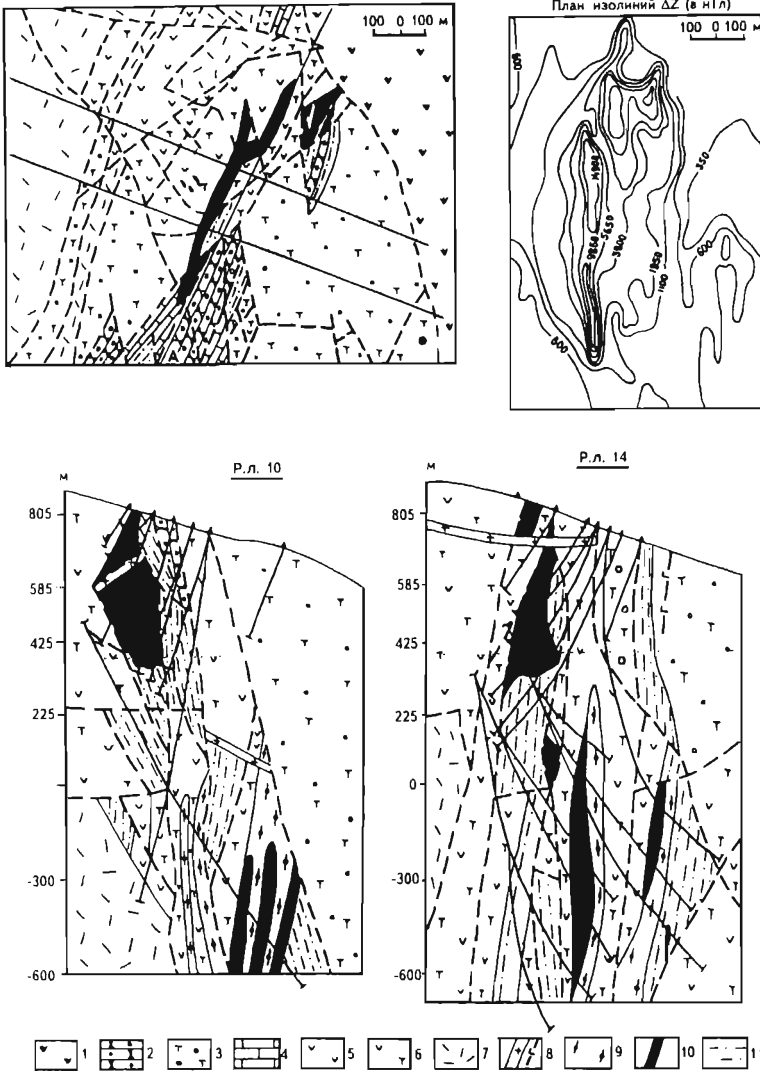


Рис. 99. Схематическая геологическая карта и разрезы Абаканского месторождения

1 - порфиры базальтовые, андезито-базальтовые, спилиты, порфиры липаритовые; 2 - конгломераты и гравелиты с прослоями песчаников и алевролитов; 3 - туфоконгломераты с прослоями песчаников и линзами известняков; 4 - известняки рифовые с прослоями мергелей, песчаников и алевролитов; 5 - порфиры андезито-базальтовые; 6 - туфы агломератов андезито-базальтовых порфиров; 7 - кератофиры и кварцевые кератофиры; 8 - плагиогранит-порфиры (а), диабазовые порфиры и диабазы (б); 9 - метасоматиты магнетит-содержащие; 10 - магнетитовая руда; 11 - алевролиты, песчаники; 12 - план изолиний AZ (в нТл)

До глубины 60-140 м месторождение отработано карьером, а ниже отработка ведется подземным способом. Размеры рудных площадей основных рудных тел достигают 30-43 тыс. м<sup>2</sup>, что обеспечивает годовую производительность рудника до 3,5 млн т по сырой руде.

Гидрогеологические условия отработки месторождения благоприятные. Верхние его горизонты, приуроченные к нагорной части над долиной

р.Абакан, дренируются речной сетью. При глубине отработки 450 м общие водопритоки в шахту составляют около 100 м<sup>3</sup>/ч. Прогнозные водопритоки на глубоких горизонтах (-100 и -600 м) составят соответственно 260 и 462 м<sup>3</sup>/ч. Радиус депрессии, рассчитанный для глубины отработки 900 и 1400 м, не будет превышать 2600 м, и влияние р. Абакан на водопритоки в горные выработки исключается.

По химическому составу подземные воды не агрессивны по отношению к бетону и железу.

Обогащаемость руд верхних горизонтов (до абсолютной отметки 145 м) изучена на опыте их обогащения на Абаканской дробильно-обогащительной фабрике (ДОФ) по двухстадиальной схеме сухой магнитной сепарации. Получаемый промпродукт содержит 46,5% железа при выходе его 60,1% и извлечении железа в концентрат 80,9%, который поступает на Абагурскую ДОФ и дообогащается по схеме мокрой магнитной сепарации совместно с рудами других месторождений.

Обогащение руд глубоких горизонтов проведено на семи лабораторно-технологических пробах массой от 211 до 1671 кг на заводе "Сибэлектросталь" и в институте "Уралмеханобр". Полученные результаты показали полную приемлемость для этих руд принятой на Абаканском руднике схемы их переработки, которая обеспечивает производство промпродукта с содержанием железа 48,5% и извлечение железа в концентрат 80,81%.

Технико-экономическое обоснование постоянных кондиций для подсчета запасов железных руд ниже горизонта 145 м разработано в 1977 г. Сибирским филиалом института "Гипроруда" (табл. 141).

Таблица 141

Основные технико-экономические показатели отработки Абаканского месторождения

Показатели	Бортовое содержание Fe <sub>общ</sub> ,%			
	30	27	25	20
Геологические запасы, млн т	94,7	97,8	101,5	105,8
Содержание Fe <sub>общ</sub> в руде, %	44,48	43,96	43,33	42,44
Эксплуатационные запасы, млн т	102,2	105,7	109,4	114,8
Содержание Fe <sub>общ</sub> в эксплуатационных запасах, %	40,17	39,44	38,66	37,66
Производительность предприятия, млн т/год:				
по сырой руде	3,8	4,0	4,2	4,4
по промпродукту	2,8	2,9	2,9	3,0
по концентрату	2,0	2,1	2,1	2,2
Содержание железа, %:				
в промпродукте	49,5	49,0	48,8	48,5
в концентрате	61,0	61,0	61,0	61,0
Извлечение железа в концентрат, %	82,26	82,02	82,07	80,81
Выход промпродукта, %	73,9	73,39	71,75	69,89
Обеспеченность предприятия запасами, лет	26,9	26,4	26,0	26,0
Капитальные вложения, млн р.	223,4	225,2	230,6	235,9
Себестоимость 1 т, р.:				
сырой руды	6,74	6,60	6,51	6,41
промпродукта	10,09	9,97	10,03	10,12
Срок окупаемости, лет	5,0	5,0	5,3	5,6
Рентабельность, %	6,0	6,6	6,5	6,1

ГКЗ СССР утвердила в 1978 г. (протокол 1209-к) параметры постоянных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	34
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6

Таблица 142

Основные технико-экономические показатели работы Абаканского РУ

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	3,1	2,2
Содержание железа в добытой руде, %	32,0	31,51
Производство товарной (первичный концентрат) руды, млн т	1,7	1,2
Содержание железа в первичном концентрате, %	46,7	46,5
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	5,44	Нет свед.
товарной	10,01	7757

Запасы глубоких горизонтов Абаканского месторождения как подготовленные для промышленного освоения утверждены ГКЗ СССР в 1978 г. (протокол 8141) по категориям C<sub>1</sub> - 110,8 млн т, C<sub>2</sub> - 10,3 млн т.

Руды Абаканского месторождения отрабатываются с 1957 г. одноименным рудником (табл. 142).

По состоянию на 01.01.1995 г. по Абаканскому месторождению Государственным балансом учтено 134,4 млн т запасов категорий A+B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>, в том числе категории A - 3,4, B - 13,5, C<sub>1</sub> - 108,3 и C<sub>2</sub> - 9,3 млн т.

Оценка запасов месторождения не завершена. Обнаружение слепых залежей возможно в северной и южной частях рудного поля.

### *Тейское месторождение*

Расположено в 183 км к западу от г. Абакана и в 465 км от г. Новокузнецка. Район месторождения богат лесом, известняком, доломитом, гранитом, глиной, суглинками и галечно-гравийным материалом. Отметки рельефа 800-1411 м.

Месторождение выявлено в 1930 г. по свалам магнетитовых руд. Предварительная и детальная разведка проведены в 1941-1960 гг. На базе утвержденных ГКЗ СССР в 1961 г. запасов построен и введен в эксплуатацию в 1966 г. Тейский рудник - сырьевая база Западно-Сибирского и Новокузнецкого металлургических комбинатов. В 1981-1985 гг. была проведена разведка глубоких горизонтов.

Тейское месторождение находится в пределах Батеневско-Беллыкского конседиментационного синклиория и приурочено к субмеридиональному Тейскому разлому. Структура Тейского месторождения определяется дорудной палеовулканической структурой, возникшей на пересечении субмеридиональных и северо-восточных тектонических зон (рис. 100). Вмещающими являются крутопадающие известняки, доломиты, частично амфиболиты и сланцы казгольской свиты вендского возраста, с простираением которых рудная зона составляет угол 30°.



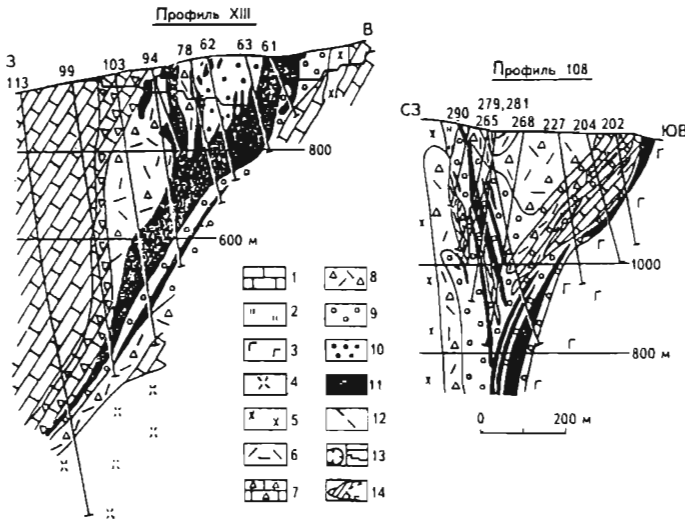
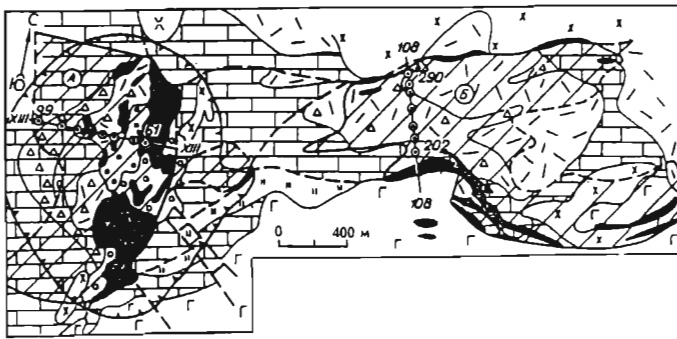


Рис. 100. Схематическая геологическая карта и разрезы Тейского (А) и Абагасского (Б) месторождений [53]

**Верхний протерозой-кембрий (PR<sub>3</sub>-Є):** 1 - известняки, доломиты, кремнистые сланцы; 2 - амфиболиты; **кембрий (Є):** 3 - габбро, габбро-диориты; **девон (D):** 4 - граносиениты, 5 - сиенит-порфиры, 6 - ортофиры, кератофиры, кварцевые порфиры, 7 - брекчии известняков и доломитов, 8 - брекчии ортофириров, кератофириров и др., 9 - метасоматиты с эпидотом, хлоритом, серпентином, магнетитом, 10 - магнезиальные и известковые скарны с магнетитом; 11 - магнетитовые руды, 12 - дизъюнктивные нарушения; 13 - контуры карьера: а - на плане, б - на разрезе; 14 - контуры проекции рудных тел на поверхность, определение методом интерполяции (а) и экстраполяции (б)

Интрузивные образования представлены двумя комплексами: Хабзасским габбро-гранитоидным верхнекембрийского возраста и Тейско-Тузуксинским (Культайгинским) граносиенитовым верхнесилурийско-нижнедевонского возраста. Габбро-гранитоидный комплекс непосредственно на месторождении представлен краевой фацией пород: горнблендиты, габбро, габбро-диориты, гранодиориты, кварцевые диориты, плагиограниты. Они распространены на южном фланге месторождения, где слагают краевую часть крупного массива, погружающегося в северном направлении под месторождение. Граносиениты Культайгинского комплекса выходят на поверхность на северном фланге месторождения, слагая небольшой шток, пада-

ющий на юг также под месторождение, где сопрягается с его корневой частью.

Среди брекчированных пород рудной зоны интенсивно проявились метасоматические процессы с образованием магнезиальных и известковых скарнов. Магнезиальные скарны сложены оливином, хондродитом, клиногумитом, диопсидом и шпинелью, известковые скарны - гранатом, пироксенном. Широко распространены апоскарновые минералы: флогопит, актинолит, тремолит, эпидот, хлорит, серпентин, тальк, брусит.

Рудная зона представляет собой крутое трубообразное тело, сужающееся с глубиной, сложенное метасоматически измененными оруденелыми брекчиями из неотсортированных крупнообломочных, преимущественно округлых обломков ортофиоров, микросиенитов, известняков, гранитов. На поверхности рудно-брекчиевая зона имеет форму неправильного эллипса с размерами 600x1250 м. На глубине 1000 м ее размеры уменьшаются до 150x300 м. Рудная зона имеет крутое западное падение, прослежена до глубины 1500 м и сложена одним Главным и одиннадцатью второстепенными крутопадающими линзовидными телами. Размеры Главного рудного тела на поверхности совпадают с размерами рудной зоны. По падению оно прослежено на 1300 м. Второстепенные рудные тела имеют более мелкие размеры. Максимальная мощность рудной зоны 300 м. В висячем крыле месторождения в полосе шириной 100 м развиты брекчии известняков и доломитов с обломками руды. Вдоль лежащего бока наблюдаются пострудные зоны рассланцевания мощностью 5-10 м с амплитудой смещения до 40-60 м.

Руды разделяются на магнетитовые (5%), серпентин-магнетитовые (60%), карбонат-магнетитовые (25%), карбонат-серпентин-флогопит-магнетитовые (2%) и гематит-магнетитовые (8%). Они обладают массивными, пятнистыми, брекчиевыми, брекчиевидными, ритмичнополосчатыми и колломорфными текстурами. По содержанию железа относятся к бедным, высокоглиноземистым и магнезиальным с малым содержанием фосфора и серы. Высокое содержание магния связано с серпентином.

Гидрогеологические условия Тейского месторождения являются сложными в связи с наличием тектонически ослабленных зон и р.Тея. В настоящее время река отведена, но происходит утечка воды в карьер. Прогнозные притоки подземных вод в карьер до глубины 485 м составят 466 м<sup>3</sup>/ч, ливневых осадков - до 750 м<sup>3</sup>/ч, а водопритоки в подземные выработки на горизонте 20 м - 1315 м<sup>3</sup>/ч. Минерализация подземных вод верхней зоны невысокая (0,3 г/л), ниже увеличивается до 1 г/л. Воды неагрессивны по отношению к бетону и железу.

Горно-геологические условия отработки месторождения сложные - возможно образование оползней, а при подземной отработке с глубины 300 м возможно "стреляние" пород, с глубины 500-600 м - горные удары.

Технологические свойства железных руд глубоких горизонтов изучены на 179 минералого-технологических и двух лабораторных пробах институтом "Уралмеханобр" и заводом "Сибэлектросталь", а также опытом многолетней работы обогатительной фабрики Тейского рудоуправления по обогащению руд верхних горизонтов. В результате всех исследований руды месторождения признаны среднеобогатимыми, и рекомендована схема обогащения, принятая на Тейской (промпродукт) и Абагурской (концентрат) обогатительных фабриках.

Таблица 143

**Основные технико-экономические показатели  
отработки руд глубоких горизонтов  
Тейского месторождения**

Показатели	Способ отработки	
	подземный	открытый
Запасы по категориям $C_1+C_2$ , млн т	110,1	56,7
Содержание $Fe_{общ}$ в руде, %	31,73	29,95
Производительность предприятия, млн т/год:		
по сырой руде	1,0	3,6
по промпродукту	0,6	2,8
Извлечение железа в промпродукт, %	84,6	91,63
Содержание железа в промпродукте, %	35,0	37,3
Капитальные вложения, млн р.	187,6	
Себестоимость 1 т промпродукта, р.	7,09	4,73
Оптовая цена 1 т промпродукта, р.	7,42	7,86
Рентабельность, %	3,3	20,4

Среднее содержание железа в магнетитовых рудах Тейского месторождения - 29,72%. Из руды, измельченной до 25-0 мм методом сухой магнитной сепарации на Тейской ДОФ производится промпродукт (65,7%) с содержанием железа 37,2% и хвосты (33,5%) с содержанием железа 10-12%. Обоогащение промпродукта осуществляется на Абагурской ДОФ с дроблением до 0,1 мм и мокрой магнитной сепарацией. Концентрат с содержанием железа 58%, магнетизии 8% подвергается агломерации и поставляется на Кузнецкий и Западно-Сибирский металлургический комбинаты.

По результатам разведки глубоких горизонтов Сибирским филиалом института "Гипроруда" в 1983 г. выполнено технико-экономическое обоснование постоянных кон-

дидий для пересчета запасов по месторождению в целом (табл. 143).

По данным ТЭО ГКЗ СССР утвердила (протокол 1971-к) в 1984 г. для подсчета запасов железных руд следующие параметры постоянных кондиций.

*Открытый способ отработки*

<i>Бортное содержание <math>Fe_{общ}</math> в пробе, %</i>	15
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6

*Подземный способ отработки*

<i>Бортное содержание <math>Fe_{общ}</math> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание <math>Fe_{общ}</math> в подсчетном блоке, %</i>	25
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6

ГКЗ СССР утвердила в 1986 г. (протокол 1005) запасы железных руд Тейского месторождения (табл. 144).

Таблица 144

Характеристика запасов железных руд  
Тейского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %			
		Fe <sub>общ</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO
Всего по месторождению:					
С <sub>1</sub>	136,7	29,91	0,68	0,11	17,90
С <sub>2</sub>	27,7	28,00	0,68	0,11	17,90
забалансовые	1,7	22,14	0,96	0,10	15,67
Для открытой отработки:					
С <sub>1</sub>	59,2	30,75	0,68	0,11	17,90
С <sub>2</sub>	0,6	28,70	0,68	0,11	17,90
Для подземной отработки:					
С <sub>1</sub>	77,5	29,28	0,68	0,11	17,90
С <sub>2</sub>	27,1	27,98	0,68	0,11	17,90

Таблица 145

Основные технико-экономические  
показатели работы  
Тейского рудника

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	4,0	1,96
Содержание железа в сырой руде, %	28,0	28,0
Производство товарной руды (первичный концентрат), млн т	2,65	1,3
Содержание железа в первичном концентрате, %	37,5	37,2
Себестоимость 1 т, р.:		
сырой руды	4,09	6990,0
первичного концентрата	7,06	19544,0

Руды месторождения обрабатываются с 1966 г. Тейским рудником (табл. 145) совместно с рудами Абагасского месторождения (с 1983 г.).

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом по Тейскому месторождению учтено 108,8 млн т запасов категории С<sub>1</sub> и 27,6 млн т категории С<sub>2</sub>.

*Абагасское месторождение*

Абагасское месторождение непосредственно примыкает с востока к Тейскому, но в отличие от субмеридионального простиранья рудной зоны последнего имеет субширотное простиранье.

Месторождение открыто в 1930-1933 гг., предварительная и детальная разведки выполнены в 1953-1960 гг. С целью укрепления сырьевой базы Тейского рудника в 1981-1985 гг. была проведена доразведка Абагасского месторождения.

Рудоносная толща представлена двумя дугообразными зонами - Северной и Южной выпуклостями в разные стороны, с расстоянием между зонами на западном фланге 220 м, в центре 700 м. Падение зон крутое (50-70°) навстречу друг другу, сочленение их установлено на горизонтах 1000-800 м (см. рис. 100). Корневая часть единой рудной зоны с уменьшением мощности и интенсивности оруденения круто падает на север и имеет восточное склонение. Длина рудной зоны по простиранью 2500 м, по вертикали зона не оконтурена. В лежачем боку Южной зоны развиты габбро и габбро-диориты, а в Северной - ортофиры, фельзит- и сиенит-порфиры. Центральная часть месторождения между его ветвями сложена известняками и доломитами венда, а также ортофирами, фельзит-порфирами и их брекчиями предположительно верхнего силура - нижнего девона.

В пределах месторождения габброиды и известняки густо инъецированы сиенит-порфирами и ортофирами. Контакты последних с известняками

ми и габбро резкие, а с рудами - постепенные через зону интенсивной хлоритизации, карбонатизации, эпидотизации и гематитизации.

Абагасское месторождение имеет сложное строение, обусловленное преобладанием мелких рудных тел, сложностью их внутреннего строения и наличием внутри рудных тел необогатимых гематитовых руд.

В Южной зоне выявлено 25 рудных тел, пять из которых заключают в себе основное количество запасов. В Северной зоне разведано 23 рудных тела и значительное количество непромышленных рудных линз. Основными по запасам являются четыре рудных тела. Средние мощности их колеблются от 4 до 25-30 м, протяженностью по падению от первых десятков до 600 м.

Среди руд Абагасского месторождения выделяются магнетит-мушкетовитовые, гематит-мушкетовитовые и существенно гематитовые. Основные рудные минералы: мушкетовит, магнетит, гематит, пирит; нерудные - кальцит, актинолит, кварц, хлорит, пироксен, эпидот, серпентин и флогопит. Среднее содержание в рудах, %:  $Fe_{общ}$  - 30,78,  $P_2O_5$  - 0,073, S - 1,76, Co - 0,007, Cu - 0,046, Ge - 4 г/т.

По гидрогеологическим условиям отработки месторождение относится к средней сложности. Водопритоки в карьер не превысят  $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Максимальный водоприток в подземные горные выработки на горизонте 780 м составит  $650 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Исследования обогатимости руд Абагасского месторождения выполнены лабораториями ПГО "Запсибгеология" и завода "Сибэлектросталь" на 11 пробах. Установлена возможность получения из руд продукта по схеме сухой магнитной сепарации, действующей на Тейской ДОФ, с выходом его 78% с содержанием железа 35-40% при извлечении железа в продукт до

Таблица 146

**Основные технико-экономические показатели отработки Абагасского месторождения**

Показатели	Способ отработки	
	открытый	подземный
Запасы по категориям $C_1+C_2$ , млн т	6,35	37,35
Содержание $Fe_{общ}$ в руде, %	29,4	31,41
Производительность предприятия, млн т/год:		
по сырой руде	0,65	3,0
по промпродукту	0,4	1,8
Извлечение железа в промпродукт, %	80,95	81,30
Содержание железа в промпродукте, %	36,7	35,4
Капитальные вложения, млн р.	127,56	
Себестоимость 1 т промпродукта, р.	6,90	6,69
Оптовая цена промпродукта, р.	7,74	7,50
Рентабельность, %	5,3	5,7

85%. Совместное дообогатение Тейского и Абагасского промпродукта на Абагурской обогатительной фабрике позволяет получить концентраты с содержанием железа до 59% при выходе их до 42,9%.

По результатам доразведки месторождения Сибирским филиалом института "Гипроруда" в 1983 г. выполнено ТЭО постоянных кондиций (табл. 146).

По данным ТЭО КГЗ СССР утвердила (протокол 1971-к) в 1984 г. для подсчета запасов железных руд параметры постоянных кондиций, единые для Абагасского и Тейского месторождений.

ГКЗ СССР утвердила в 1986 г. (протокол 1005) запасы железных руд Абагасского месторождения (табл. 147).

## Характеристика запасов железных руд Абагасского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %			
		Fe <sub>общ</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO
Всего по месторождению:					
С <sub>1</sub>	31,6	30,99	1,76	0,07	4,78
С <sub>2</sub>	16,9	30,33	1,76	0,07	4,78
забалансовые	0,33	24,35	1,21	0,07	4,07
Для открытой отработки:					
С <sub>1</sub>	4,1	30,31	1,76	0,07	4,78
С <sub>2</sub>	0,2	28,23	1,76	0,07	4,78
Для подземной отработки:					
С <sub>1</sub>	27,5	31,09	1,76	0,07	4,78
С <sub>2</sub>	16,7	30,36	1,76	0,07	4,78
забалансовые	0,3	24,35	1,21	0,07	4,07

Руды месторождения обрабатываются открытым способом с 1983 г. Тейским рудником.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом РФ по Абагасскому месторождению учтено 28,6 млн т запасов категории С<sub>1</sub> и 16,9 млн т категории С<sub>2</sub>.

*Анзасское месторождение*

Расположено в 100 км к юго-западу от железнодорожной станции Абаза железной дороги Абакан - Новокузнецк и в 35 км от автомобильного тракта Абакан - Ак-Довурак. Расстояние до возможного потребителя железорудного сырья - Западно-Сибирского металлургического комбината - 460 км.

Месторождение выявлено в 1952 г. по делювию магнетитовых руд по р. Большая Безымянка. Разведано в 1954-1961 гг. через 100-200 м скважинами, канавами и шурфами, пройдены две штольни, исследовано шесть технологических проб, выполнен необходимый для проектирования рудника комплекс работ.

Месторождение залегает в интенсивно дислоцированной нижнекембрийской вулканогенно-осадочной толще, прорванной телами габбро-альбититов (до 300 м шириной и 1500-2000 м в длину) ордовик-силурийского, а по другим данным - нижнекембрийского возраста (рис. 101). Толща представлена кремнистыми и глинистыми сланцами, диабазами, порфиритами, известняками, часто глубоко альбитизированными [53]. В габбро-альбититовом комплексе распространены трахитоидные габбро- и габбро-диабазы, на глубоких горизонтах встречается оливиновое габбро. К более поздним относятся натровые сиениты, дайки и штоки альбит-порфириров и альбитофириров, иногда с магнетитом. С габбро-альбититовым комплексом связаны предположительно взрывчатые и гидротермально-взрывчатые брекчии, местами обогащенные магнетитом в обломках и цементе. Вблизи рудных тел особенно широко распространены метасоматиты - альбитовые, скаполитовые, эпидотовые, амфиболовые и флогопитовые. Развита мономинеральные альбититы по интрузивным и осадочным породам.

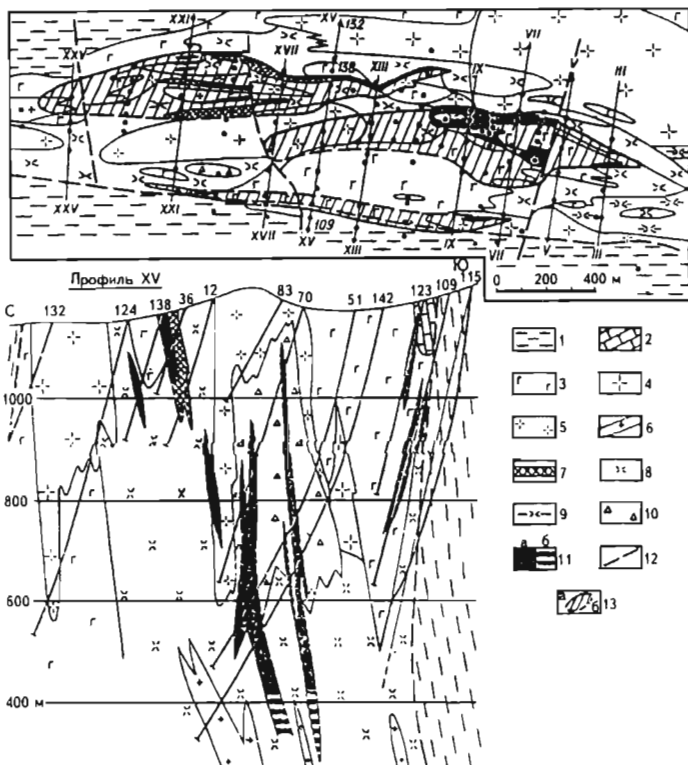


Рис. 101. Схематическая геологическая карта и разрез Анзасского месторождения [53]

1 - эффузивы основного и кислого состава; 2 - известняки; 3 - сиениты натровые; 4 - альбиты апогаббровые; 5 - альбиты порфиroidные, сиенит-порфиры; 6 - скаполиты; 7 - габбро альбитизированные; 8 - габбро скаполитизированные, альбитизированные; 9 - габбро скаполитизированные; 10 - габбро; 11 - магнетитовые руды установленные (а), предполагаемые (б); 12 - дизъюнктивные нарушения; 13 - контуры проекции рудных тел на поверхность, определенные методом интерполяции (а) и экстраполяции (б)

Руды магнетитовые, на 90% мелкопятнисто-полосчатые и брекчиевые, редко порфиroidные и массивные, вкрапленные тонкозернистые. Слабобрекчированные руды распространены в нижних частях тел, а рудные брекчии вверху. По периферии рудных залежей и на глубоких горизонтах в ряде случаев отмечаются полосчатые биотит-магнетитовые руды без существенных признаков метасоматической переработки. Величина зерен магнетита в рудах 0,05-0,7 мм, с ним ассоциируют альбит, ферроактинолит, реже апатит, скаполит, гадингсит-дашкесанит, флогопит, турмалин, пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит, мельниковит.

Наиболее мощные и протяженные линзообразные рудные тела приурочены к участкам альбитизации и катаклаза как пород габброидного массива, так и пород вулканогенно-осадочного комплекса. При длине месторождения в плане 2700 м и ширине 1000 м в его пределах выделяются субпараллельные рудные зоны - Северная, Центральная и Южная. Наиболее крупная Центральная зона расположена в области сочленения габброидов и метаморфизованных пород осадочно-вулканогенного комплекса. Она содержит 80% запасов и состоит из рудных тел Первого и Второго в восточной

части месторождения (см. рис. 101). Протяженность Первого тела 1700 м, средняя мощность 50 м, максимальная 209 м. Глубина его разведки в среднем 600 м, но по склонению на западе тело не оконтурено. На глубине 500-600 м к нему приближается Второе тело, вскрытое скважинами только в верхней части. Увеличение запасов руды на Анзасском месторождении возможно в первую очередь за счет доразведки западной его части.

Средние содержания отдельных компонентов по основным рудным телам составляют, %: железо - общее - 38,4-43,1, растворимое - 34,4-40,1, силикатное - 3,1-4,05, пиритное - 2,0-2,5; кремнезем - 19,0-25,4, пятиокись фосфора - 0,13-0,31, сера - 2,2-2,8.

Гидрогеологические условия месторождения сравнительно простые. Подземные воды приурочены к четвертичным аллювиально-делювиальным отложениям, зонам трещиноватости, тектоническим нарушениям и распространены до глубины 50-70 м от поверхности, по отдельным наиболее крупным тектоническим зонам до 200 м. Ожидаемые водопритоки в карьеры глубиной 250-300 м составят максимально 250 м<sup>3</sup>/ч, в подземные горные выработки - до 130 м<sup>3</sup>/ч.

Изучение обогатимости руд выполнено институтом "Механобр" и лабораторией Кузнецкого металлургического комбината в 1956-1958 гг. на шести технологических пробах с содержанием железа от 23,6 до 46,4%. В результате исследований рекомендована схема мокрой магнитной сепарации в две стадии при измельчении до 0,5 и 1,0 мм и в три стадии при измельчении до 2,5, 0,5 и 0,1 мм. Схема обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 59-65% при выходе его 51,7-53,9% и извлечения железа в концентрат 71-82%.

Запасы железных руд Анзасского месторождения подсчитаны по условиям, утвержденным Комиссией Госплана СССР в 1958 г.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	27
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2
<i>К забалансовым отнести руды с содержанием железа, %</i>	20-27

Разведанные запасы месторождения утверждены ГКЗ СССР (протокол 3434) в 1961 г. (табл. 148).

Таблица 148

Характеристика запасов полезных руд  
Анзасского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %		
		Fe <sub>общ</sub>	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Балансовые:				
В	69,9	37,8	2,62	0,28
C <sub>1</sub>	81,4	38,5	2,20	0,28
C <sub>2</sub>	15,8	33,9	1,04	0,28
Забалансовые:				
В	10,2	23,0	2,51	-
C <sub>1</sub>	22,0	23,2	0,95	-

Месторождение находится в резерве.

За счет разведки глубоких горизонтов месторождения (800-1000 м) запасы руд можно довести до 200-250 млн т.

В 1972 г. Сибирским филиалом института "Гипроруда" составлено ТЭО отработки месторождения открытым и подземным способами для Западно-Сибирского металлургического комбината [53]. Запасы категорий C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> в количестве 226 млн т при среднем содер-



жании железа в руде 34,26%, подсчитанные при бортовом содержании железа 22%, минимальной мощности рудных тел и максимальной мощности пустых прослоев 4 м, позволяют создать рудник с годовой производительностью 5,0 млн т сырой руды в год.

Прогнозные ресурсы до глубины 1000 м предварительно оцениваются в 300 млн т.

### Изыхгольское месторождение

Месторождение находится в 30 км от Тейского рудника и в 11 км от железной дороги Абакан - Новокузнецк.

В 1955 г. в результате комплексных геофизических работ масштаба 1:50000 была выявлена магнитная аномалия, рекомендованная к проверке. В 1956-1960 гг. на аномалии были проведены поисковые и разведочные работы с подсчетом запасов железных руд, с 1989 г. проводится детальная разведка. На карте магнитного поля  $\Delta Z_a$  масштаба 1:5000 Изыхгольскому месторождению соответствует серия положительных аномалий, вытянутых преимущественно в субмеридиональном направлении. Центральному участку месторождения отвечает аномалия до 20000-30000 нТл.

Рудное поле месторождения контролируется системой разрывных нарушений, зонами брекчирования и интрузивными телами. Рудовмещающие отложения протерозоя (по данным Е.Л.Каулина и др., 1991) подразделяются на две пачки: надрудную, сложенную породами андезит-базальтового ряда с прослоями и линзами туфов, аргиллитов и песчаников, и подрудную, представленную карбонатными образованиями протерозоя (рис. 102).

В осадочно-эффузивной надрудной пачке преобладают андезитовые порфиры порфировой и миндалекаменной структуры и туфы, которые пользуются меньшим распространением. В основном это массивные, микрозернистые породы серицит-карбонатного, кварц-альбит-карбонатного или кварц-хлорит-эпидотового состава со значительной примесью (до 20%) железисто-лейкоксового агрегата. Терригенные красноцветы образуют серию маломощных пластов и линз, залегающих среди эффузивной толщи. Контактные взаимоотношения осадочно-эффузивных пород и рудно-метасоматических образований во всех случаях тектонические. В целом для надрудной эффузивно-осадочной пачки характерно не-

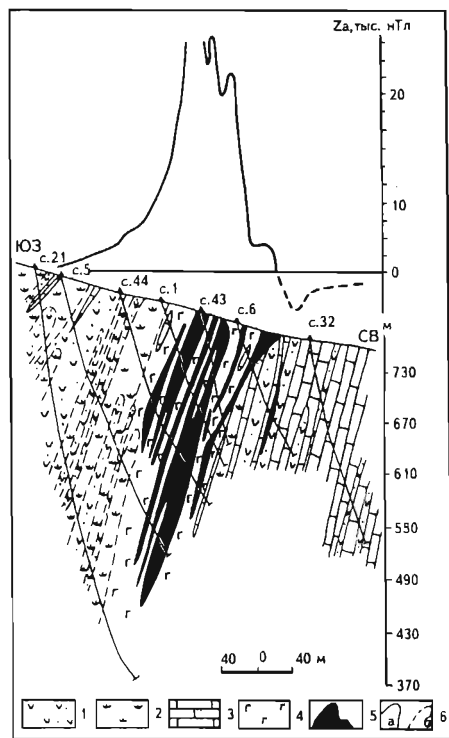


Рис. 102. Схематический геолого-геофизический разрез Изыхгольского месторождения

1 - андезитовые порфиры; 2 - туфы андезитовых порфиритов; 3 - известняки, доломиты; 4 - габбро-диабазы, диабазы; 5 - магнетитовые руды; 6 - геологические границы установленные (а), предполагаемые (б)

реслаивание андезитовых порфиритов, туфов, красноцветных песчаников и аргиллитов.

Карбонатная подрудная пачка слагает восточный фланг месторождения, круто падая на запад под углом 70-90°, характеризуется наличием субсогласных тел диабазов и габбро-диабазов. Преобладающая часть карбонатных пород имеет слоистую текстуру, реже брекчиевидную и брекчиевую. Известняки вблизи рудной зоны и на контакте с субинтрузивными телами перекристаллизованы с образованием грано- и гетеробластовых агрегатов. Карбонаты представлены кальцитом и доломитом.

Рудно-метасоматическая зона пространственно находится между эффузивно-осадочной и карбонатной толщами, имея с последней хотя и тектонические, но постепенные переходы, связанные с уменьшением интенсивности проявления интрузивных образований. Эта часть разреза представлена телами диабазов и метасоматически измененными породами и рудами.

Руды месторождения массивные, пятнистые, брекчиевые, полосчатые и вкрапленные. Состав их довольно однообразен и меняется в зависимости от приуроченности либо к зоне окисления и выветривания, либо к интрузивным образованиям, либо к контакту с известняками. Большая часть магнетитовых руд формировалась по диабазам, габбро-диабазам и в контакте с ними. Они состоят из магнетита, пирита, моноклинного пироксена, амфибола, хлорита, кальцита, флогопита, альбита, апатита, сфена, эпидота, ортита, халькопирита, пирротина. Магнетит хорошо, но неравномерно раскристаллизован. Кроме того, встречаются карбонатно-магнетитовые, карбонатно-хлорит-сульфидно-магнетитовые и карбонатно-сульфидно-магнетитовые руды. В зоне окисления, которая распространяется на глубину до 60 м от поверхности, руды состоят из лимонита, гетита, мартита, магнетита, гематита и пирита.

Руды легко обогащаются по схеме, принятой для руд тейского типа (кондомский ГПТ), но отличаются наиболее высоким средним содержанием железа - 44,2%.

С целью обновления кондиций для подсчета запасов железных руд Изыхольского месторождения комплексной тематической экспедицией Красноярского ГГП в 1992 г. разработано ТЭО, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Запасы по категориям C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>, млн т</i>	11,0
<i>В том числе:</i>	
<i>окисленных руд</i>	0,5
<i>первичных руд</i>	10,5
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub>, %</i>	
<i>в окисленных рудах</i>	51,3
<i>в первичных рудах</i>	43,8
<i>Эксплуатационные запасы, млн т</i>	12,1
<i>В том числе:</i>	
<i>окисленных руд</i>	0,5
<i>первичных руд</i>	11,6
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в эксплуатационных запасах, %:</i>	
<i>в окисленных рудах</i>	46,5
<i>в первичных рудах</i>	38,7

<i>Производительность предприятия, млн т/год:</i>	
<i>по добыче сырой руды:</i>	
окисленной	0,1
первичной	0,7
<i>по производству товарной руды:</i>	
окисленной	0,1
первичной	0,5
<i>Способ отработки</i>	<i>Открытый</i>
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
выход концентрата	75,8
извлечение железа в концентрат	92,0
содержание железа в концентрате	47,0
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	1504
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
<i>сырой руды:</i>	
окисленной	152,5
первичной	590,2
аглоруды	231,9
концентрата	776,8
<i>Рентабельность, %:</i>	
по окисленным рудам	16,2
по первичным рудам	6,1

По данным ТЭО ГКЗ РФ утвердила параметры постоянных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
для окисленных руд	25
для первичных руд	20
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность пустых прослоев, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4
<i>Запасы подсчитать в контуре проектного карьера.</i>	

Запасы руды утверждены ГКЗ в 1992 г. (протокол 108) по категориям С<sub>1</sub> - 9,9 млн т и С<sub>2</sub> - 1,2 млн т. Имеются перспективные участки вблизи месторождения, особенно к западу от него.

Месторождение относится к резервным разведанным.

### ***Волковское месторождение***

Находится в верховьях р. Большой Абакан, в 250 км на юг-юго-восток от г. Новокузнецка. Обнаружено в 1978 г. при заверке наземными работами аэромагнитной аномалии с напряжениями более 1000 нТл и в эпицентре 2000 нТл, расположенной поперек долины и русла р. Большой Абакан с выходами руды по обоим ее берегам. На Левобережном участке проведена предварительная разведка, на Правобережном - поисково-оценочные работы. Местность горно-таежная с максимальными отметками высот 1400-1700 м.

В структурном отношении месторождение расположено в юго-западной части Западно-Саянского синклинория (Ярышкольская протоорогенная впадина) на границе с Чулышманским синклинорием в зоне развития Шапцальского глубинного разлома. Рудная зона протяженностью около 5 км приурочена к узкому грабенообразному тектоническому блоку север-северо-

ро-западного простирания. Основным структурным элементом района является Волковский субмеридиональный разлом, отделяющий породы ярышкольской свиты нижнесилурийского возраста от гнейсов и гранито-гнейсов.

Метаморфические породы западного блока рудного поля горноалтайской свиты ( $\text{Є}_3 - \text{O}_1$ ), представлены гнейсами, реже мигматитами, биотитовыми кристаллическими сланцами и туфами кисл-щелочного состава. Породы рудовмещающего восточного блока, отнесенные к ярышкольской свите нижнего силура, представлены серицит-плагиоклаз-кварцевыми, хлорит-плагиоклаз-кварцевыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, при подчиненной роли мелкогалечниковых конгломератов и туфогравелитов (рис. 103). Реже встречаются доломиты, мергелистые известняки, кварц-плагиоклаз-карбонатные сланцы, карбонатные брекчии. Алевролиты и песчаники являются основным типом рудовмещающих пород. Иногда они содержат значительное количество магнетита и представляют собой в ряде случаев бедные магнетитовые руды [53].

Интрузивные образования в районе месторождения представлены большепорожскими гранитоидами нижнего силура и вулканоплутоническими габбро-диабазами нижнего девона. Большепорожские гранитоиды распространены в западной части преиму-

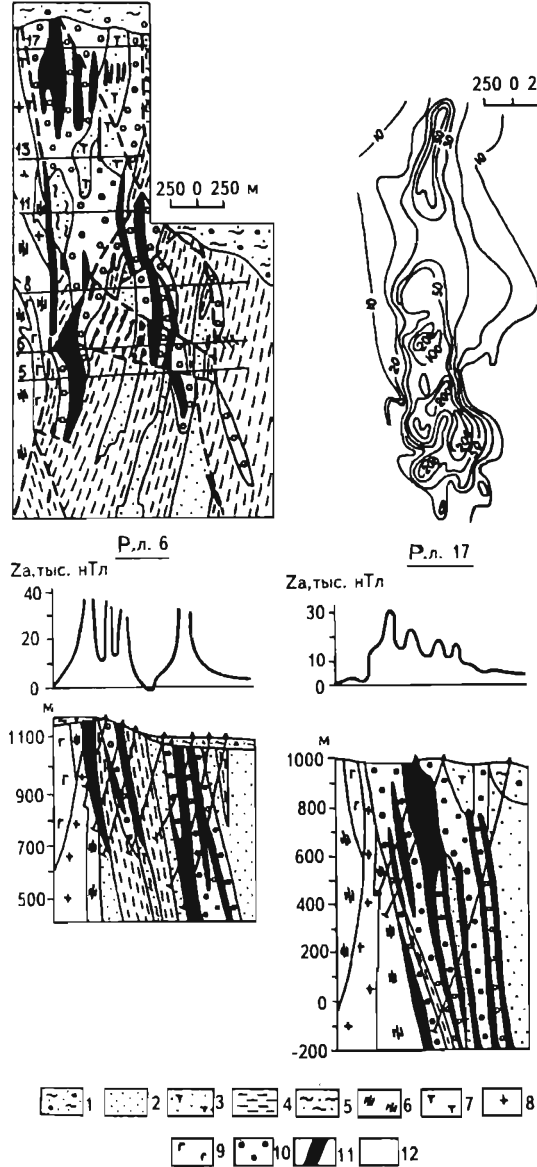


Рис. 103. Схематическая геологическая карта и разрезы Волковского месторождения

Четвертичные отложения (Q): 1 - аллювий, делювий; нижний силур ( $\text{S}_1$ ): 2-5 - ярышкольская свита: 2 - песчаники серицит- и хлорит-плагиоклаз-кварцевые, 3 - туфопесчаники, 4 - алевролиты, аргиллиты, 5 - сланцы серицитовые, хлоритовые, биотитовые; верхний кембрий - нижний ордовик ( $\text{Є}_3 - \text{O}_1$ ): 6,7 - горноалтайская свита: 6 - кристаллические сланцы, парagneйсы, 7 - туфы, туфобрекчии кислого состава; интрузивные образования: 8 - гранитоиды большепорожские, 9 - габбро, габбро-диабазы, габбро-диориты, 10 - метасоматически измененные породы - амфиболовые, хлорит-амфиболовые, эпидотовые, кварц-альбитовые, альбит-скаполитовые, тремолит-карбонатные; 11 - магнетитовые руды; 12 - план изолиний  $\Delta Z$  (в 100 нТл)

щественно за пределами месторождения; габбро-диабазы, амфиболизированное габбро, габбро-диориты чаще всего встречаются на глубоких горизонтах месторождения.

Широко развиты гидротермально-метасоматические околорудные породы, представленные низкотемпературными метасоматитами и метасоматически измененными песчаниками амфиболового, хлорит-амфиболового, эпидотового, кварц-альбитового, термолит-карбонатного, альбит-скаполитового состава.

Четвертичные отложения занимают около 10% площади месторождения, заполняют долину р. Большой Абакан и имеют мощность до 450 м.

Рудная зона в южной части Левобережного участка состоит из двух ветвей - Западной и Восточной, отдаленных друг от друга на 300-500 м. В центральной части они сближаются до 50-100 м, а к северу образуют единую рудную зону с серией изолированных рудных тел и линз. Рудная зона протяженностью более 3,6 км включает измененные вмещающие породы (метасоматиты) различного состава и тела магнетитовых руд. Падение зоны восточное крутое (70-90°), согласное с элементами залегания пород свиты. В рудной зоне выделяются четыре основных рудных тела и 18 линз сиуитников. Они имеют линзовидно-пластообразную форму, вытянуты в меридиональном направлении, как и общее простирание рудовмещающих пород. Размеры рудных тел по простиранию 100-2690 м, по падению 100-1230 м, мощность - 6-120 м.

Для руд Волковского месторождения характерны массивная, пятнистая, полосчатая, вкрапленная, прожилково-пятнистая и брекчиевая текстуры; структура их от тонко- до среднезернистой.

В рудах установлено более 30 минералов. Из рудных минералов наибольшим распространением пользуются: магнетит, мушкетовит, гематит, маггемит; реже встречаются сульфиды: пирит, халькопирит, пирротин, пентландит, галенит, сфалерит, арсенопирит. Нерудные минералы представлены кальцитом, скаполитом, полевыми шпатами, цоизитом, сфеном, биотитом, амфиболами, хлоритом, эпидотом, тальком, кварцем, цеолитами. На месторождении преобладают силикатно-магнетитовые руды хлорит-амфибол-биотит-магнетитового состава. Для Западной ветви зоны, особенно для верхних горизонтов, характерны богатые кварц-мушкетовитовые руды с альбитом и биотитом; для Восточной - тальк-тремолит-магнетитовые руды, связанные с брекчированными доломитами. В небольшом количестве встречаются амфибол-скаполит-магнетитовые, карбонатно-магнетитовые и сульфидно-магнетитовые руды.

Химический состав руд, %: Fe<sub>общ</sub> - 18-63 (среднее 35,9); S - 0,04-1,7; P - 0,02-0,20; Co - 0,01-0,04; Cu - 0,01-0,22; Ni - 0,010-0,015; Zn - 0,03-0,065; Cr - 0,003-0,023; V - 0,003-0,009; Mo - 0,0003-0,003.

Генезис руд Волковского месторождения следует рассматривать как полигенный. Вначале сформировались сингенетичные вмещающим породам бедные вулканогенно-осадочные руды, перешедшие в результате регионального метаморфизма и приразломного динамометаморфизма в хлорит-карбонат-альбит-магнетитовые руды. Затем, в связи с внедрением габбро-диабазов и габбро-диоритов, произошла регенерация этих руд с наложением метасоматической минерализации и значительным обогащением их, особенно в лежащем боку рудной зоны.

Месторождение находится в сложных горно-геологических условиях в связи с протекающей здесь р. Большой Абакан, пересекающей месторождение на две части. Русло реки заполнено галечниками мощностью до 450 м.

Расход воды в р. Б.Абакан вблизи месторождения в межень составляет 25-30 м<sup>3</sup>/с.

Исследования обогатимости руд проводились в лабораториях завода "Сибэлектросталь", Института горного дела СО РАН и Центральной лаборатории объединения "Красноярскгеология". Всего изучено пять лабораторных технологических проб, отобранных из керна скважин, и 870 групповых проб. Основными методами обогащения были приняты магнитная сепарация в слабом поле для выделения магнетитового концентрата и флотация для извлечения сульфидов из хвостов. Исследования технологических проб производились по схеме, действующей на дробильно-обогащительной фабрике Абаканского рудника с дообогащением промпродукта сухой магнитной сепарации по схеме проектируемой Аскизской фабрики.

В результате сухой магнитной сепарации всех проб исходной руды получены пром- продукты с содержанием железа в концентрате 39,5-49,7% при извлечении железа в концентрат 89-93%. При дообогащении пром- продукта методом мокрой магнитной сепарации выделяются высококачественные концентраты с содержанием железа 66,5-70,6%. Магнетитовый концентрат пригоден для получения высококачественного передельного чугуна, для внедоменного производства стали, а в случае автоклавного выщелачивания примесей является сырьем, пригодным для аккумуляторной промышленности.

Результаты геолого-технологического картирования показали, что все минеральные типы и подтипы руд обладают одинаковыми характеристиками по обогатимости. Руды, обогащенные сульфидами, пространственно не обособляются. Не установлено наличие отдельных рудных залежей или их крупных частей, обогащенных попутными полезными компонентами, на которых возможна селективная отработка.

Сибирским филиалом института "Гипроруда" в 1989 г. выполнено технико-экономическое обоснование предварительной разведки и временных кондиций, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Разведанные запасы категории С<sub>1</sub>, млн т</i>	206,8
<i>Предварительно оцененные запасы категории С<sub>2</sub>, млн т</i>	263,2
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в разведанных запасах, %</i>	36,15
<i>Производительность предприятия, млн т/год:</i>	
<i>по сырой руде</i>	4,6
<i>по промпродукту</i>	3,6
<i>по агломерату</i>	2,8
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub>, %:</i>	
<i>в сырой руде</i>	33,1
<i>в промпродукте СМС</i>	39,0
<i>в концентрате</i>	65,0
<i>в агломерате</i>	60,1
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	599,56
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
<i>руды</i>	8,72
<i>промпродукта</i>	11,83
<i>агломерата</i>	36,43
<i>Оптовая цена 1 т агломерата, р.</i>	39,78
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	7,56
<i>Содержание Со в пиритном концентрате, %</i>	0,8

<i>Содержание Си в медном концентрате, %</i>	20,0
<i>Рентабельность, %:</i>	
<i>без извлечения попутных компонентов</i>	1,8
<i>с учетом реализации концентратов попутных компонентов</i>	2,0

Для подсчета предварительно разведанных запасов Волковского месторождения Центральной комиссией по запасам Минчермета СССР в 1990 г. утверждены (протокол 145-вк) параметры временных кондиций.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	24
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	6
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6

Запасы железных руд приняты на Государственный баланс решением ЦКЗ Мингео СССР в 1991 г. (протокол 4) по категориям С<sub>1</sub> - 212,9 млн т, С<sub>2</sub> - 275,8 млн т со средним содержанием железа 35,9%.

Месторождение находится в разведке.

### ***Месторождение Самсон***

Расположено в 12 км к востоку от железнодорожной станции Туим, в Батеневском кряже, в лесостепной обжитой и легкодоступной местности с абсолютными отметками 575-626 м. Месторождение известно с 1914 г. Разведочные работы выполнялись в 1942-1945 гг. и в 1955-1960 гг.

Оруденение размещается в зоне контакта диоритового массива с карбонатно-эффузивной толщей кембрия (рис. 104). Основные магнетитовые тела залегают согласно с крутопадающими вмещающими ороговикованными порфиритами и известняками, околоскарновыми и скаполитовыми породами, гранатовыми и пироксен-гранатовыми скарнами, телами сиенитов и апофизами диоритов. В верхних горизонтах отмечаются также хлорит, железистые щелочные амфиболы, скопления сульфидов и бурых железняков. Выделяется пять линзовидных рудных тел мощностью 5-30 м, длиной по простиранию 100-600 м, по падению 320-610 м в двух пачках в западной и восточной частях скарновой зоны с горизонтами известняков. Руды имеют среднее содержание железа 41,8%, фосфора - 0,15%, серы - 0,83%; присутствуют кобальт, медь, мышьяк.

Гидрогеологические условия месторождения несложные. Трещинно-грунтовые воды приурочены к зоне выветривания коренных пород мощностью до 50 м. На более глубоких горизонтах руды и вмещающие породы слаботрещиноватые и практически безводные. Возможные притоки воды в шахтный ствол составляют 11-15 м<sup>3</sup>/ч, в систему горных подземных выработок - 64 м<sup>3</sup>/ч.

Технологические исследования магнетитовых руд месторождения производились институтом "Механобр" (1945 г.) и лабораторией завода "Сиб-электросталь" (1959 г.) на пробах массой 50-100 кг с содержанием железа 45-55%. По содержанию железа исследованные пробы нельзя признать представительными, вследствие чего получены завышенные результаты -

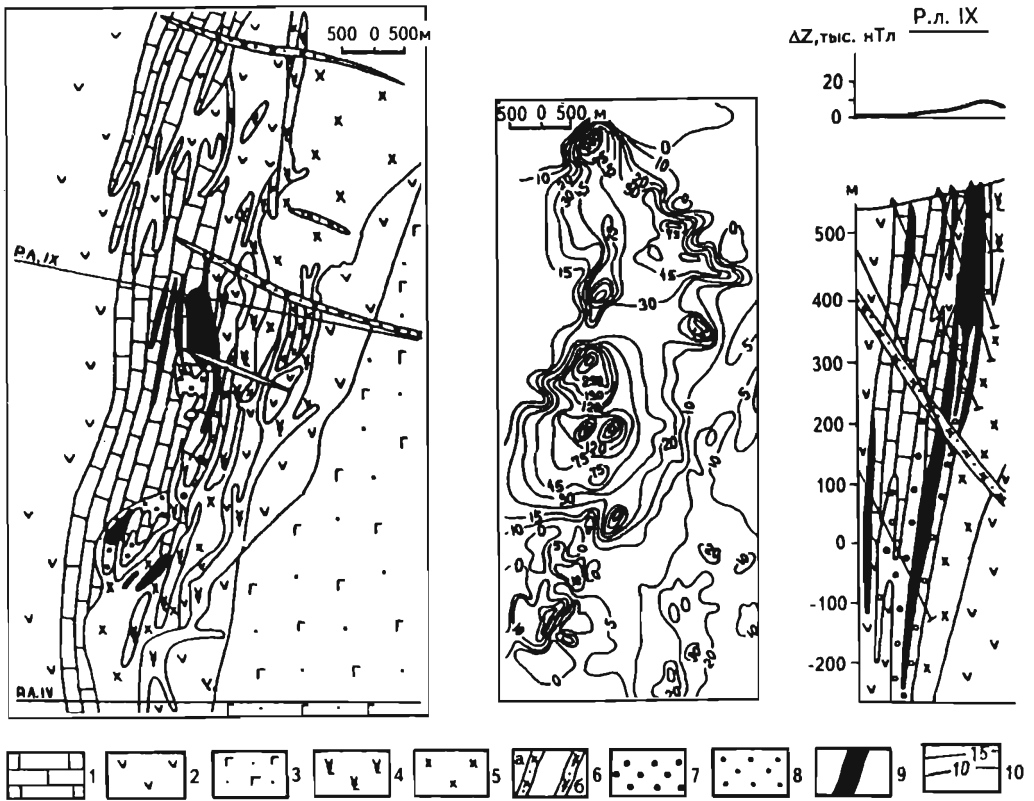


Рис. 104. Схематические геологическая карта и разрез месторождения Самсон

1 - известняки мраморизованные; 2 - порфириты диабазовые; 3 - габбро-порфириты, габбро-диабазы; 4 - граносиениты, сиениты; 5 - диориты, габбро-диориты; 6 - микродиориты, диориты, спессартиты (а), сиенит-порфиры, микросиениты (б); 7 - скарны, диопсид- и скаполит-плагноклазовые породы; 8 - рудные скарны; 9 - магнетитовая руда; 10 - план изолиний  $\Delta Z$  (в 100 нТл)

содержание железа в концентрате 69-70% при извлечении железа в концентрат 89-92%.

Запасы железных руд месторождения Самсон подсчитаны по условиям, утвержденным Комиссией Госплана СССР в 1958 г., которыми предусмотрено выделение руд, не требующих обогащения, и руд, требующих обогащения.

*Богатые руды, не требующие обогащения*

Минимальное содержание $Fe_{общ}$ в пробе, %	50
Максимальное содержание серы, %	0,3

*Руды, требующие обогащения*

Раздельно подсчитать запасы:  
 руды с содержанием  $Fe_{общ} > 25\%$ ,  $S \leq 5\%$   
 руды с содержанием  $Fe_{общ} > 25\%$ ,  $S > 5\%$



<i>Установить для подсчета запасов обоих типов руд минимальную мощность рудных тел и максимальную мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2
<i>К забалансовым отнести запасы руды с содержанием железа, %</i>	20-25

Запасы железных руд утверждены ГКЗ СССР в 1961 г. (протокол 3410):

по категории С<sub>1</sub> - 17,4 млн т с содержанием Fe<sub>общ</sub> - 41,8%, S - 0,94% и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,15%;

по категории С<sub>2</sub> - 5,9 млн т с содержанием Fe<sub>общ</sub> - 37,7%, S - 0,53% и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,15%.

За счет разведки глубоких горизонтов и оценки северо-восточной аномалии запасы месторождения могут быть увеличены до 70-90 млн т.

## 7.2. Красноярский край

На территории Красноярского края расположены Алтае-Саянская (центральная часть), Ангарская (западная часть), Ангаро-Енисейская и потенциально рудоносные Анабарская и Колпашевская (восточная часть) железорудные провинции.

*Алтае-Саянская провинция* охватывает территорию Кузнецкого Алатау, Западного и Восточного Саяна, сложенную складчатыми осадочными и вулканогенно-осадочными толщами докембрия, нижнего и среднего палеозоя. Здесь сосредоточены магнетитовые скарново-гидросиликатные месторождения, которые эксплуатируются и разведываются для металлургических заводов Западной Сибири. На юге Красноярского края главной сырьевой базой этих заводов являются месторождения Ирбинской, Краснокаменской и других групп. В докембрийских отложениях известны месторождения и проявления железистых кварцитов. С палеозойскими габброидами и ультраосновными массивами связаны рудопроявления титаномагнетитовых руд магматического и метаморфизованного типов (см. рис. 98). Образование магнетитовых скарново-гидросиликатных руд месторождений Алтае-Саянской провинции связывается с формированием вулканоплутонических магматических формаций. По вещественному составу среди руд выделяются скаполитовый, скаполит-скарновый, гидросиликатный, скарново-гидросиликатный подтипы. На их генезис существуют две альтернативные точки зрения: гидротермально-метасоматическая и метаморфогенная первично вулканогенно-осадочная.

*Ангарская провинция* на территории края представлена ее западной частью, в пределах которой выделяется Средне-Ангарский район с месторождениями: Тагарским, Огненским, Талым, Пихтовым, Восток и другими. Все они относятся к магномагнетитовой формации ангаро-илимского типа. Месторождения залегают в осадочных палеозойских и вулканогенно-осадочных нижнемезозойских отложениях в чехле Сибирской платформы. Своим происхождением они обязаны формированию "трубок взрыва".

*Ангаро-Енисейская провинция* охватывает Енисейский краж - область байкальской складчатости, а также центральную и западную части Сибирской платформы в бассейнах рек Нижней и Подкаменной Тунгуски. Среди карбонатно-терригенных отложений протерозоя выделяется Ангаро-Питский железорудный район гематитовых руд. Месторождения района - Ниж-

не-Ангарское, Ишимбинское, Удоронговское и другие обладают крупными разведанными запасами и прогнозными ресурсами. Они сформировались осадочным путем в условиях неоднократного вторжения моря в дельтовую зону. Кроме того, в пределах провинции в труднодоступной и необжитой территории расположен слабо изученный Нижне-Тунгусский железорудный район с месторождением рек Северной и Летней и рядом рудопроявлений магнетитовых руд ангарского ГПТ, а также железистых кварцитов, скарново-гидросиликатных и сульфидно-сидеритовых руд.

*Анабарская потенциально рудоносная провинция* охватывает территорию Анабарского щита и его склонов. На Анабарском щите известны рудопроявления магнетитовых кварцитов, а на его западном склоне - апатит-магнетитовых и титаномагнетитовых с перовскитом руд ковдорского типа, связанных с карбонатитовыми массивами: Гулинским, Ессей, Браас, Кугда и другими. Железные руды провинции прогнозной оценки не получили.

*Колпашевская (Обь-Енисейская) потенциально рудоносная провинция* располагается на восточной и юго-восточной окраинах Западно-Сибирской плиты. На территории Красноярского края расположена северо-восточная часть провинции с рудопроявлениями бурых оолитовых железняков (Туруханское рудопроявление и др.), залегающих в терригенных прибрежно-морских отложениях мел-палеогенового возраста. Прогнозная оценка железных руд провинции не проводилась.

Главными рудными районами, месторождения которых включены в Государственный баланс, являются Хакасско-Саянский - на территории Алтае-Саянской железорудной провинции; Ангаро-Питский и Нижне-Тунгусский - в пределах Ангаро-Енисейской провинции; Средне-Ангарский - в пределах Ангарской провинции. Всего на территории Красноярского края Государственным балансом учтено 23 месторождения железных руд. Общие их запасы по состоянию на 01.01.1994 г. и прогнозные ресурсы по состоянию на 01.01.1993 г., распределение по районам и месторождениям приведены в табл. 149, 150.

Таблица 149

Распределение запасов и прогнозных ресурсов по рудным районам Красноярского края

Рудный район	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т					Забалансовые запасы	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		А	В	C <sub>1</sub>	А+В+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
									P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
Восточно-Саянский	13	-	119,6	425,9	544,9	76,8	64,0	520	195	325
Ангаро-Питский	3	71,5	207,5	575,5	854,5	561,5	1269,6	-	-	-
Средне-Ангарский	6	-	72,6	334,5	407,1	33,7	281,6	-	-	-
Нижне-Тунгусский	1	-	-	-	-	179,6	-	-	-	-
Всего	23	71,5	389,7	1345,2	1806,5	851,6	1615,2	520	195	325

Большой вклад в изучение железорудных месторождений Красноярского края внесли: О.В.Андреев, Б.М.Афанасьев, Ю.А.Байдаков, В.В.Богацкий, В.П.Бородин, И.В.Британ, В.А.Вахрушев, Л.Л.Виленский, Г.Н.Власов,

## Месторождения железных руд Красноярского края

Предприятие, месторождение	Тип руд	Содержание Fe в запасах категорий A+B+C <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			Фактическая добыча сырой руды за 1993 г., млн т	Производство товарной руды за 1993 г., млн т	Возможная добыча по проектной мощности ГОКов, млн т
			A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям				
							P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Разрабатываемые месторождения</b>											
<i>Ирбинский рудник</i>											
Ирбинское	Магнетитовые	36,2	28,9 23,6	0,7	8,5	25	25	-	1,88	1,1	3,4
<i>Краснокаменский рудник</i>			88,1 56,5	7,0	10,2				2,05	0,8	3,5
Рудный Каскад	"	34,63	27,3 13,0	4,3	0,8	35	-	35			
Одиночное	"	45,6	56,5 43,5	2,5	7,9	30	10	20			
Маргоз	"	46,5	4,3 -	0,2	1,5	-	-	-			
Итого			117,0 80,1	7,7	18,7	90	35	55	3,93	1,9	6,9
<b>Резервные разведанные месторождения</b>											
Бурлукское	Магнетитовые	45,57	27,6 27,6	4,9	2,8	272	122	150	-	-	1,3
Знаменское	"	41,50	12,6 -	9,7	-	-	-	-	-	-	-

Мульгинское	"	37,5	$\frac{15,3}{15,3}$	-	8,1	-	-	-	-	-	0,8
Изыгское	"	45,4	$\frac{3,6}{3,6}$	0,4	-	58	38	20	-	-	-
Таятское	"	33,4	$\frac{21,4}{21,4}$	1,2	3,7	-	-	-	-	-	0,8
Хабалыкское	"	37,2	$\frac{11,6}{11,6}$	0,4	17,0	-	-	-	-	-	6,0
Табратское	"	29,3	$\frac{221,5}{221,5}$	18,2	7,7	-	-	-	-	-	-
Тереховское	"	36,2	$\frac{98,6}{-}$	9,9	-	-	-	-	-	-	-
Нижне-Ангарское	Гематитовые	40,4	$\frac{681,4}{681,4}$	496,4	123,6	-	-	-	-	-	20,0
	В том числе богатые руды, не требующие обогащения	51,50	$\frac{75,1}{75,1}$	-	-	-	-	-	-	-	-
Ишимбинское	Гематитовые	39,40	$\frac{173,1}{173,1}$	65,1	-	-	-	-	-	-	12,0
	В том числе богатые руды, не требующие обогащения	51,30	$\frac{24,1}{24,1}$	-	-	-	-	-	-	-	-
Тагарское	Магнетитовые	31,1	$\frac{262,9}{242,9}$	2,5	251,2	-	-	-	-	-	-
Огненское	"	37,5	$\frac{38,2}{38,2}$	2,0	21,3	-	-	-	-	-	7,5
Восток	"	21,7	-	7,6	2,2	-	-	-	-	-	-
Пихтовое	"	27,0	$\frac{10,5}{10,5}$	4,9	7,0	-	-	-	-	-	-
Итого			$\frac{1578,3}{1447,3}$	623,2	444,6	330	160	170	-	-	47,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Разведуемые месторождения</b>											
Беряμβин- ское	Магнетито- вые	34,00	<u>28,9</u> -	10,9	-	-	-	-	-	-	-
Талое I	"	37,10	<u>66,5</u> -	5,8	-	-	-	-	-	-	-
Итого			<u>95,4</u> -	16,7	-	-	-	-	-	-	-
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>											
Березовское	Магнетито- вые	50,00	<u>15,7</u> -	24,4	6,0	-	-	-	-	-	-
Удorongов- ское	Гематито- вые	35,60	-	-	1145,9	-	-	-	-	-	-
Участки рек Северной и Летней	Магнетито- вые	37,50	-	179,6	-	-	-	-	-	-	-
Итого			<u>15,7</u> -	204,0	1151,9	-	-	-	-	-	-
<b>Новые объекты</b>											
Карбай	Магнетито- вые	38,6	-			100	-	100	-	-	-
Всего по Краснояр- скому краю			<u>1806,5</u> <u>1527,4</u>	851,6	1615,2	520	195	325	3,93	1,9	54,5

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

А.Д.Дашкова, И.В.Дербигов, С.С.Долгушин, А.М.Дымкин, Е.С.Единцев, Н.Е.Зобов, А.С.Калугин, А.В.Капинос, Э.Г.Кассандров, Ю.П.Киселев, В.М.Кляровский, Г.Б.Князев, Г.Н.Константинов, Л.С.Константинова, В.Г.Корель, Ш.Д.Курцерайте, С.С.Лапин, А.Р.Левертов, М.П.Мазуров, В.И.Медведков, А.А.Месянинов, Л.В.Михалева, С.М.Николаев, А.Л.Павлов, Н.В.Перфильева, Г.В.Полякова, В.Т.Посохов, Г.Л.Поспелов, И.Г.Резников, В.Н.Семенов, Л.Д.Староверов, А.Е.Телешов, Б.И.Терехов, Р.В.Терехова, А.А.Тригубович, Б.П.Чесноков, М.Л.Шерман, В.П.Ярмак и многие другие.

### **7.2.1. Восточно-Саянский железорудный район**

Расположен в восточной части Алтае-Саянской железорудной провинции и включает месторождения Ирбинской (5 месторождений), Краснокаменской (4) и Казырской (4) групп. Они связаны с многофазными дифференцированными габброидными вулкано-плутоническими комплексами складчатых областей фанерозоя. Месторождения относятся к классу скарново-магнетитовых руд тагильского ГПТ.

Балансовые запасы железных руд района по состоянию на 01.01.1994 г. оцениваются в 621,7 млн т по сумме категорий  $A+B+C_1+C_2$ , в том числе 544,9 млн т по категориям  $A+B+C_1$  с содержанием  $Fe_{общ}$  35,4%.

Прогнозные ресурсы района по состоянию на 01.01.1993 г. оцениваются в 520 млн т (см. табл. 149). Они сосредоточены главным образом в пределах рудных полей месторождений Ирбинского, Бурлукского, Изыгского, Одиночного и Рудный Каскад.

Разрабатываются четыре месторождения - Ирбинское, Рудный Каскад, Одиночное и Маргоз открытым способом. На Одиночном месторождении строится шахта; проводится подготовка к строительству Бурлукского рудника.

В 1993 г. было добыто из недр 3,2 млн т железных руд и получено 1,93 млн т первичного концентрата с содержанием  $Fe_{общ}$  45,9%. Первичный концентрат дообогащается на Абагурской обогатительно-агломерационной фабрике (ОАФ) и направляется Западно-Сибирскому и Кузнецкому металлургическим комбинатам.

#### ***Ирбинская группа***

Ирбинская группа железорудных месторождений включает в себя Ирбинское, Бурлукское, Мульгинское и Изыгское месторождения, многочисленные рудопоявления и магнитные аномалии предположительно рудной природы, образуя компактный рудный узел.

Группа месторождений расположена в западной части Сисим-Кизирского синклиория на границе с Минусинским наложенным прогибом. Здесь проведены геологическая съемка масштаба 1:50000 (основные месторождения засняты в масштабе 1:10000); аэромагнитная съемка масштабов 1:10000 - 1:25000; погоризонтная аэромагнитная съемка масштаба 1:25000; наземная магнитная разведка масштабов 1:2000 и 1:10000; площадные гравиметрические и электроразведочные работы масштаба 1:10000.

На территории Ирбинской группы месторождений развиты осадочные и вулканогенно-осадочные комплексы нижнего, среднего и верхнего кембрия, нижнего и среднего девона, верхнечетвертичные отложения.

Рудовмещающая балахтисонская свита нижнего кембрия представлена известняками, андезитовыми порфиритами, дацитами, риодацитами, их

туфами, лавобрекчиями с подчиненным количеством туфопесчаников, туфоалевролитов, песчаников, глинистых сланцев, конгломератов и брекчий.

Отложения осиновской свиты среднекембрийского возраста в виде небольшого останца установлены в кровле интрузивного массива Ирбинского месторождения и представлены глинистыми и известково-глинистыми сланцами, аргиллитами, песчаниками и туфопесчаниками с подчиненной ролью конгломератов, туфосланцев, фельзитов и известняков.

Породы кизирской свиты ниже-среднекембрийского возраста установлены в виде останца в кровле интрузивного массива в районе Бурлукского и Изыгского месторождений. Это преимущественно андезитовые порфириды, их туфы, чередующиеся с туфоловами, туфобрекчиями, красноцветными песчаниками и алевролитами.

Образования быскарской серии нижнего-среднего девона обнажаются в юго-западной части района и представлены кислыми и щелочными эффузивами, туфами, туффитами, лавобрекчиями.

В структурном плане Ирбинский рудный узел представляет собой сложно построенную антиклинальную складку субширотного простирания второго порядка по отношению к Сисим-Кизирскому синклинию. К северному крылу Ирбинской антиклинали приурочено Бурлукское месторождение, к южному - Изыгское, к участку западного замыкания складки - Ирбинское. Ирбинская антиклиналь осложнена складчатостью более высоких порядков с размахом крыльев 3-7 км. Из этих складок сохранились лишь Бурлукская антиклиналь, Изыгская и Ирбинская синклинали. Остальные складчатые структуры ассимилированы породами Кордовского интрузивного массива.

Ирбинская антиклиналь разбита многочисленными дизъюнктивами, среди которых ведущая роль принадлежит субширотному дугообразному разлому, а также субмеридиональному разлому, осложняющему западное замыкание Ирбинской антиклинали. Разломы долгоживущие. С ними, по мнению некоторых исследователей (В.Г. Корель, 1979), связано заложение тектоно-магматической кольцевой структуры и интрузий разного состава.

В районе выделяются интрузивные комплексы: ольховский (табратский) -  $E_3$  - O, ирбинский -  $D_1$  и сайбарский -  $D_2$ . Ольховский комплекс образует крупный Кордовский массив в центральной части района и сложен преимущественно диоритами и габбро-диоритами, реже - гранодиоритами и габбро.

Породы ирбинского интрузивного комплекса слагают тела неправильной формы, располагающиеся преимущественно в периферических частях Кордовского массива. Они представлены сиенитами, диоритами, диоритовыми порфиридами, габбро, монцонитами. Сайбарский комплекс распространен в южной части района, относится к гипабиссальной фации и сложен сиенитами, гранитами, сиенит-порфирами.

Многоэтапный характер магматизма в Ирбинском рудном узле обусловил разнообразие и многоэтапность контактового метаморфизма и метасоматоза, выразившихся в мраморизации, оргоговиковании, скарнировании вмещающих пород с образованием магнетитового, сульфидного и других типов оруденения тагильского ГПТ. Относительно генетической связи промышленного оруденения рудного узла с тем или иным интрузивным комплексом пород нет единого мнения. Часть исследователей генезис оруденения связывает с ольховским интрузивным комплексом, другие - с ирбинским [83]. Вместе с тем имеется много признаков первично стратифицированного вулканогенно-осадочного генезиса рудных залежей, на что указывают парагенетическая связь рудных тел с породами некембрийской вулканогенно-осадочной толщи, согласное их залегание, закономерное положение рудных тел в разрезе, присутствие реликтовых ритмичнополосча-

тых (слоистых) текстур в рудах и магнетитовых роговиках, пластово-складчатая и линзообразная форма рудных тел и другие особенности; в дальнейшем оруденение было подвергнуто регенерации под влиянием дислокационного и регионального метаморфизма, неоднократного контактового метасоматоза со стороны многофазных интрузий ольховского, ирбинского и сайбарского комплексов.

Из пяти месторождений Ирбинской группы разрабатывается одно Ирбинское месторождение с запасами категорий В+С<sub>1</sub> на 01.01.1994 г. 28,9 млн т, остальные с общими запасами этих категорий 59 млн т находятся в резерве.

### *Ирбинское месторождение*

Расположено в западной части Восточного Саяна, в 7 км к северо-западу от железной дороги Тайшет-Абакан. С 1734 по 1859 г. здесь действовал первый в Сибири чугуноплавильный завод. Геологоразведочные работы выполнены в 1930 - 1973 гг., а в 1975 г. открыт рудник, руда которого после обогащения поступает на Кузнецкий металлургический комбинат.

Ирбинское рудное поле с севера на юг состоит из участков Безымянного, Промежуточного, Центрального, Гранатового и Курского, располагающихся цепочкой на протяжении 12,5 км (рис. 105). Рудное поле размещается в контактовом ореоле габбро-диоритового интрузива ольховского комплекса  $\epsilon_3$ -О среди пород верхнебалахтисонской свиты нижнего кембрия.

Скарново-рудная зона имеет длину по простиранию 5 км, мощность 300-400 м, сложена пироксен-гранатовыми, гранатовыми, альбитизированными, пироксен-плагиоклазовыми, амфиболовыми и эпидотизированными породами с прослоями роговиков и мраморов, перемежающимися с телами сиенитов и диоритов. В тектонических зонах образуются хлорито-кальцитовые и хлорито-кварцевые метасоматиты.

На территории Ирбинского месторождения среди рудовмещающих отложений выделяются три горизонта. Первый (нижний) - базальт-андезитовый, представлен андезитовыми и базальтовыми порфиритами, их туфами с подчиненными дацитами и трахиандезитами. Мощность горизонта более 400 м. Второй (средний) - карбонатно-вулканогенный, состоящий из трех пачек: нижней известняковой мощностью более 100 м; средней вулканогенной мощностью 150-200 м и верхней известняковой с прослоями плагиопорфириров и кристаллокластических туфов мощностью более 400 м. Третий (верхний) - туфогенно-осадочный, представлен слоистыми туфами, туфопесчаниками, рифогенными известняками; мощность его более 200 м.

Основная масса магнетитовых руд на месторождении приурочена к верхней и нижней карбонатным пачкам второго горизонта. Небольшие линзы магнетитовых руд встречены в вулканитах нижнего горизонта.

Рудные тела Ирбинского месторождения, как и вмещающие их вулканогенно-осадочные породы, имеют меридиональное простирание с падением на запад под углом 30-60°. Со стороны лежачего бока они граничат с габбро-диоритами, а с висячего бока к ним вплотную примыкает полоса ороговикованных порфириров и туфов нижнего кембрия. В большинстве случаев магнетитовые руды отделяются от вмещающих вулканогенно-осадочных пород и интрузивных образований пироксен-гранатовыми скарнами.

Рудные тела располагаются кулисообразно среди вулканогенно-осадочных пород, лучше выдержаны по простиранию, чем по падению. Они имеют линзообразную, реже пластообразную с резкими раздувами и пережимами форму, жилистыми ответвлениями во вмещающие породы. Распределение в них железа неравномерное. Всего в пределах Ирбинского месторождения выявлено 54 рудных тела протяженностью по простиранию от 25



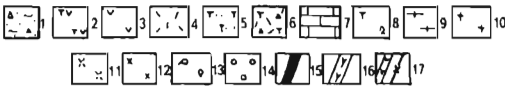
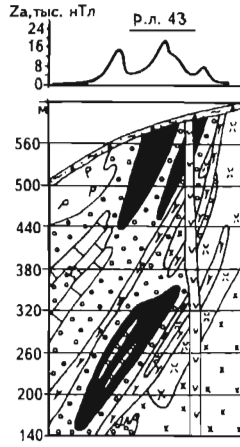
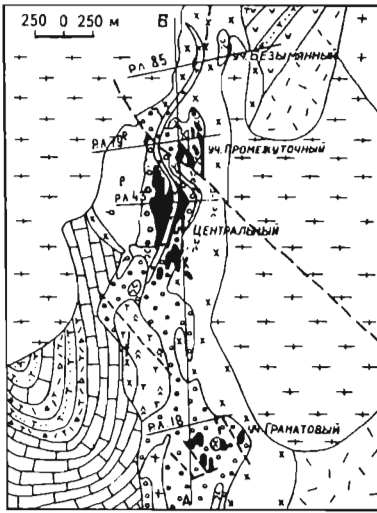


Рис. 105. Схематические геологическая карта и разрез Ирбинского месторождения

1 - Четвертичные отложения (Q): 1 - делювий-аллювий; нижний кембрий (Є<sub>1</sub>): 2 - туфы андезитовых порфиров, 3 - андезитовые порфириты, 4 - фельзиты, дациты, альбитофиры, 5 - туфопесчаники, туфоалевролиты, 6 - туфобрекчии, туфоконгломераты, туфолавы кислого состава, 7 - мраморизованные известняки, 8 - туфы ортофиоров и трахитов; силур - девон (S<sub>2</sub> - D<sub>2</sub>) - ирбинский и сайбарский интрузивные комплексы: 9 - граносиениты, плагиограниты, 10 - граниты, 11 - сиенито-диориты; верхний кембрий - ордовик (Є<sub>3</sub>-O): 12 - диориты, габбро, гранодиориты ольховского интрузивного комплекса, 13 - роговики пироксен-амфиболовые, эпидот-альбит-амфиболовые, 14 - скарны, 15 - магнетитовые руды, 16 - дайки сиенит-порфиров, ортофиоров, 17 - дайки диабазовых порфиров (а), диоритовых порфиров (б)

Гранатового участка среди скарнов вскрыта залежь сульфидных руд протяженностью 250 м и мощностью до 50 м. Эти руды сложены пиритом, пирротинном, халькопиритом, редко галенитом и сфалеритом. На западном фланге Центрального участка в зоне дробления и окварцевания (в экзоконтакте сиенитового массива) известняков выявлены жиллообразные тела протяженностью 30 - 35 м, мощностью 0,2 - 3,8 м, сложенные кварцем, флюоритом, кальцитом, баритом с вкрапленностью галенита и пирита.

Среднее содержание железа в рудах Ирбинского месторождения составляет 36,8%, серы - 0,79%. Руды малофосфористые.

Гидрогеологические условия месторождения несложные, что обусловлено расположением его на водоразделах, малой водопроницаемостью и небольшой водоносностью рудовмещающих интрузивных и эффузивных пород. Основными источниками обводнения карьеров будут трещинно-грунтовые воды зоны выветривания коренных пород и ливневые воды. Возможные притоки воды в карьеры по отдельным участкам составляют 600 - 780 м<sup>3</sup>/ч.

до 1007 м, по падению от 20 до 262 м при колебаниях мощности от 5 до 100 м. Около 92% запасов сосредоточено в 12 наиболее крупных телах. Падение рудных тел западное, реже юго-западное, преимущественно под углом 35-50°. Рудные тела и вмещающие их породы подвержены дизъюнктивным и пликативным деформациям, нарушающим их первоначальную форму.

Преобладают руды магнетитовые и мушкетовит-магнетитовые с пироксеном, гранатом, амфиболом, а в зоне окисления - мартитовые и полумартитовые. Распространены в рудах пироксен, гранат, амфибол, хлорит, кальцит, альбит, реже эпидот, кварц. Структура руд меняется от тонко- и мелкозернистой до гигантокристаллической, чаще неравномерно-зернистая. Характерны вкрапленная, массивная, брекчиевая, полосчатая, ритмично-полосчатая, прожилковая и пятнистая текстуры. Зона окисления прослеживается до глубины 15 - 20 м.

Висячем боку

Технологические исследования обогатимости руд Ирбинского месторождения выполнены в 1931 г. Сибирским филиалом института "Механобр" на восьми пробах массой по 1000 кг по схеме сухой магнитной сепарации в слабом магнитном поле. Из проб руды с содержанием железа 35,7 - 37,7% выделены промпродукты с содержанием железа 46,0 - 50,0% при выходе их 57 - 73% и извлечении железа в промпродукты 81 - 98%.

По схеме мокрой магнитной сепарации исследования проведены институтами "Уралмеханобр" в 1946 г. (три пробы с содержанием железа 34 - 59%), "Механобр" в 1955 г. (две пробы с содержанием железа 46%) и заводом "Сибэлектросталь" в 1968 - 1971 гг. (восемь проб массой 122 - 557 кг с содержанием железа 21,9 - 59,8%).

Флотация хвостов мокрой магнитной сепарации не обеспечивает получение кондиционного кобальт-пиритного концентрата (содержание кобальта 0,15 - 0,22%).

В результате всех исследований рекомендовано совместное обогащение магнетитовых и мартитизированных руд Ирбинского месторождения по единой технологической схеме сухой и мокрой магнитной сепарации в слабом поле при измельчении до 80% класса крупности -0,074 мм.

Для обоснования подсчетных параметров постоянных кондиций Сибирским филиалом института "Гипроруда" в 1970 г. выполнено ТЭО, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Разведанные запасы по категориям, млн т:</i>	
В+С <sub>1</sub>	80,8
С <sub>2</sub>	10,3
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в разведанных запасах, %:</i>	
В+С <sub>1</sub>	38,04
С <sub>2</sub>	28,11
<i>Эксплуатационные запасы, млн т</i>	
	57,8
<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в эксплуатационных запасах, %</i>	
	36,80
<i>Производительность предприятия, млн т/год:</i>	
по сырой руде	2,5
по первичному концентрату	1,8
<i>Способ отработки</i>	<i>Открытый</i>
<i>Срок существования рудника, лет</i>	23
<i>Извлечение железа в первичный концентрат, %</i>	89,6
<i>Содержание железа в первичном концентрате, %</i>	46,0
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
сырой руды	2,16
промпродукта	3,93
<i>Оптовая цена 1 т промпродукта, р.</i>	8,5
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	8,2
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	36,4
<i>Срок окупаемости, лет</i>	4,4
<i>Рентабельность, %</i>	20,4

Подземная отработка руд Ирбинского месторождения экономически нерентабельна.

По данным ТЭО ГКЗ СССР для подсчета запасов железных руд утвердила в 1971 г. (протокол 544-к) параметры постоянных кондиций.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	18,0
<i>Минимально-промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	24
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6,0

В соответствии с принятыми кондициями запасы Ирбинского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1972 г. (протокол 6485) в следующих количествах (табл. 151).

Таблица 151

**Характеристика запасов железных руд Ирбинского месторождения**

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %	
		Fe <sub>общ</sub>	S
<b>Балансовые:</b>			
В	14,2	41,6	1,26
C <sub>1</sub>	11,2	39,2	1,32
В+C <sub>1</sub>	25,4	40,5	1,29
C <sub>2</sub>	0,5	31,3	1,29
<b>Забалансовые:</b>			
В	0,3	37,5	0,73
C <sub>1</sub>	5,0	36,4	0,63
В+C <sub>1</sub>	5,3	36,5	0,63

Таблица 152

**Основные технико-экономические показатели работы Ирбинского рудника**

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	3,0	1,9
Содержание железа в сырой руде, %	33,9	32,2
Производство промпродукта, млн т	1,8	1,1
Содержание железа в промпродукте, %	45,1	44,5
Себестоимость 1 т, р.:		
сырой руды	3,39	3107
промпродукта	5,62	5924

Руды месторождения обрабатываются с 1975 г. Ирбинским рудником (табл. 152).

Товарная руда (промпродукт) направляется на дообогатение на Абагурскую обогатительно-агломерационную фабрику.

По состоянию на 01.01.1995 г. по месторождению Государственным балансом учтено запасов по категориям: В - 16,1 млн т; C<sub>1</sub> - 11,6 млн т; C<sub>2</sub> - 0,6 млн т.

Обеспеченность рудника балансовыми запасами

19 лет. Запасы месторождения могут быть увеличены до 120-150 млн т за счет разведки глубоких горизонтов с последующей отработкой подземным способом.

## *Бурлукское месторождение*

Расположено в 8 км от железной дороги Тайшет - Абакан, удалено от Ирбинского на 16 км к северо-востоку и составляет с ним единый рудный узел. Рельеф местности холмистый с отметками высот 500-650 м. Месторождение открыто в 1954 г. при магнитометрической съемке масштаба 1:25000. Рудное поле месторождения имеет широтное простирание, прослеживается с запада на восток на 9 км при ширине 1,5 - 2,0 км и состоит из участков: Дальний, Новый, Западный, Центральный и Восточный. На западе скарново-рудная зона Бурлукского месторождения, возможно, соединяется с Ирбинской.

Рудные тела Дальнего и Нового участков выходят на поверхность, Восточного и Центрального - располагаются на глубинах от нескольких десятков до 960 м от поверхности. Геологоразведочные работы выполнены в 1961-1989 гг., в результате которых участки Восточный и Новый разведаны детально, на Дальнем и Центральном выполнены поисковые работы.

Бурлукское месторождение в магнитном поле отмечается интенсивной дугообразной аномалией, соответствующей северному и северо-восточному контактам Кордовского интрузивного массива. Отдельным участкам месторождения соответствуют локальные магнитные аномалии различной интенсивности.

Бурлукское месторождение приурочено к северному крылу Ирбинской антиклинали, осложненной асимметричной синклинальной складкой более высокого порядка, проходящей через все участки в субширотном направлении. Южное крыло синклинальной складки крутое с падением на север под углом 40-60°, северное - более пологое с падением на юг под углом 20-30°. Размах крыльев от 3 км на западном фланге до 4 км на восточном.

В геологическом строении месторождения принимают участие в различной степени метаморфизованные вулканогенно-осадочные отложения кембрия и породы ольховского интрузивного комплекса. Среди стратифицированных вулканогенно-осадочных отложений выделяются верхнебалахтисонская подсвита, кизирская свита и кайнозойские рыхлые осадки.

Рудовмещающая верхнебалахтисонская подсвита на Бурлукском месторождении представлена двумя пачками: верхней, существенно андезитовой (андезиты, андезито-дациты, андезито-базальты и их туфы), и нижней, сложенной породами среднекислого состава: дацитами, риодацитами, риолитами и их туфами. Породы обеих пачек связаны постепенными фациальными переходами, и граница между ними до некоторой степени условная, устанавливается появлением мраморизованных рифогенных известняков, образующих в нижней пачке серию линзовидных тел. Характерной чертой Бурлукского месторождения является относительно ограниченное площадное развитие метасоматических образований, в том числе скарнов, и однообразии минеральных ассоциаций метасоматических пород. В последних нередко сохраняются структуры и текстуры первичных вулканогенно-осадочных пород. Из метасоматических процессов особенно интенсивно проявилась альбитизация.

Рудная зона включает в себя метасоматиты, скарны и руды. Простирание ее на Восточном участке запад-северо-западное, падение северо-восточное (рис. 106). В лежащем боку рудной зоны - диориты ольховского комплекса, висячем - вулканогенно-осадочные образования верхнебалахтисонской подсвиты. Верхние горизонты имеют крутое (под углом 65-85°)

падение. С глубиной она выполаживается до 40-55° и выклинивается, сменяясь пачкой известняков.

Длина рудной зоны на Восточном участке по простиранию 850 м, по падению 160-650 м, мощность изменяется от 5 до 180 м, в среднем 63 м. В ней установлено 15 рудных тел линзообразной и более сложной формы, которые часто объединяются в единую крупную рудную залежь или расщепляются на более мелкие по размерам рудные линзы. Залегание рудных тел согласное с напластованием вулканогенно-осадочных пород и контактом интрузива. Они переслаиваются метасоматитами, скарнами, дацитами, андезитовыми порфиритами. Мощность их от 0,65 до 5,0 м, содержание железа от 1,76 до 17,23%.

Главный минерал в рудах - магнетит. В зоне окисления незначительно распространены мартит и гидроокислы железа. Отмечаются локальные концентрации сульфидов: пирита, пирротина, халькопирита.

Из нерудных распространены: амфибол, пироксен, гранат, эпидот, кальцит, местами возрастает количество хлорита, полевого шпата, апатита, скаполита, кварца. Структура руд неравномерно-зернистая. Тонко-, мелкозернистые руды с величиной зерен менее 1 мм составляют 42,0%, мелко-, среднезернистые (1-3 мм) - 41,6%, средне-, крупнозернистые (более 3 мм) - 16,4%.

Текстура руд массивная, пятнистая, прожилковая, друзовая, тонковкрапленная, полосчатая и ритмичнополосчатая. По составу руды силикатно-магнетитовые - 96,2%, кальцит-магнетитовые - 3,8%.

Содержание компонентов в рудах, %: Fe<sub>общ</sub> - 18,0 - 68,65 (в среднем 45,5); S - 0,0013 - 12,25 (1,65); P - от следов до 0,99 (0,16); Co - 0,012; Cu - 0,02; Ni - 0,01; V - 0,02; Cr - 0,03.

Гидрогеологические и горно-геологические условия обработки месторождения среднесложные. Основным водотоком района является р. Большой Бурлук с дебитом от 50 л/с в зимнее время до 400 л/с весной. Выделяются следующие водоносные зоны и горизонты: горизонт верхне-

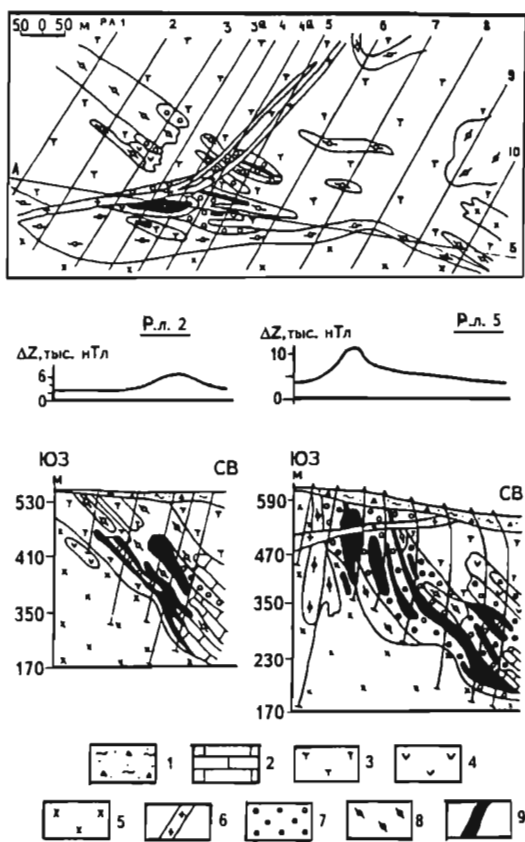


Рис. 106. Схематическая геологическая карта и разрезы Восточного участка Бурлукского месторождения

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - аллювий-делювий; **нижний кембрий (Є<sub>1</sub>)** - балахтисонская свита: 2 - известняки мраморизованные, 3 - андезиты, дациты, их туфы и лавобрекчии, туфогенные породы, 4 - андезитовые порфириты, 5 - диориты, сиенито-диориты ольховского комплекса, 6 - дайки гранит-порфиров, 7 - скарны, 8 - метасоматиты скаполит-альбит-актинолитовые, скаполит-пироксеновые, 9 - магнетитовые руды

четвертично-современных аллювиальных и делювиально-пролювиальных отложений; зона трещиноватости и карста в кембрийских эффузивно-осадочных и вулканических отложениях; зона трещиноватости в породах интрузивных комплексов.

Обводнение перспективных участков будет осуществляться только за счет водоносных зон трещиноватости. Поверхностные водотоки не будут оказывать существенного влияния на горно-технические условия.

Прогнозные водопритоки в карьеры Нового и Восточного участков составят на конечный этап отработки от 98 до 1215 м<sup>3</sup>/ч.

По технологии обогащения руды Бурлукского месторождения отнесены к единому технологическому типу, легко обогащаются по схеме сухой и мокрой магнитной сепарации. Изучение обогатимости руд выполнено на 410 малых и 6 крупнообъемных технологических пробах массой от 119 до 483 кг. По схеме Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики с конечной крупностью помола 55% класса 0,074-0,0 мм получены концентраты мокрой магнитной сепарации с содержанием железа 60,0 - 65,5%, серы 1,0% при извлечении железа в концентрат 79,1 - 88,13%. По схеме глубокого обогащения (95% класса -0,044 мм) выделен концентрат с содержанием железа 69,9%, серы 0,74% при извлечении железа в концентрат 81,09 - 84,46%.

Доказана возможность получения сульфидного концентрата методом флотации из хвостов мокрой и сухой магнитной сепарации соответственно с содержанием серы 43,0 - 49,5 и 39,8 - 44,9%, кобальта 0,24% при выходе концентрата 0,3 - 2,94 и 0,3 - 0,8%, наработка которого экономически не рентабельна.

Институтом "Сибгипроруда" в 1988 г. выполнено ТЭО отработки Бурлукского месторождения, основные показатели которого приведены ниже.

Эксплуатационные запасы по категориям В+С <sub>1</sub> , млн т:	36,7
Содержание Fe <sub>общ</sub> в добытой руде, %	38,55
Производительность предприятия, млн т/год:	
по сырой руде	1,3
по товарной руде	0,37
Способ отработки	Открытый
Обеспеченность запасами, лет	28
Показатели обогащения:	
выход промпродукта, %	45,6
извлечение железа в промпродукт, %	83,9
содержание железа в промпродукте, %	45,6
Капитальные вложения, млн р.	41,66
Себестоимость 1 т, р.:	
сырой руды	7,37
промпродукта	12,22
Прибыль годовая, млн р.:	
без учета щебня	1,04
с учетом щебня	1,24
Срок окупаемости, лет	35
Рентабельность, %:	
от реализации агломерата и аглоконцентрата	1,4
с учетом реализации щебня	1,6

По данным ТЭО ГКЗ СССР в 1989 г. для подсчета запасов Бурлукского месторождения утвердила (протокол 2333-к) следующие параметры постоянных кондиций.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	18,0
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5
<i>Подсчет запасов выполнить в проектном контуре карьера.</i>	

В 1990 г. ГКЗ СССР (протокол 10788) утвердила запасы железных руд как подготовленные для промышленного освоения (табл. 153).

Таблица 153

**Характеристика запасов железных руд Бурлукского месторождения**

Категория запасов	Балансовые запасы		Забалансовые запасы	
	Запасы, млн т	Содержание Fe <sub>общ</sub> , %	Запасы, млн т	Содержание Fe <sub>общ</sub> , %
Участок Восточный				
C <sub>1</sub>	25,8	45,96	1,80	2,1
C <sub>2</sub>	4,3	39,32	3,04	0,7
Участок Новый				
C <sub>1</sub>	1,7	39,13	0,44	-
C <sub>2</sub>	0,6	36,42	1,18	-
Всего C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	32,4	44,54	1,88	2,8

Бурлукское месторождение является резервным для Ирбинского рудника, ведется подготовка к его освоению.

Помимо утвержденных запасов железных руд по месторождению учтено 0,4 млн т категории C<sub>1</sub> с содержанием железа 33,10% и категории C<sub>2</sub> - 44,02 млн т с содержанием железа 42,08%, как не получившие технико-экономической оценки.

Подсчитаны также запасы кобальта в контуре карьера в количестве 4389 т со средним содержанием 0,015% и серы - 608 тыс. т со средним содержанием 2,04%.

Кроме железных руд утверждены запасы пород вскрыши в количестве 63,7 млн м<sup>3</sup> как сырье для производства щебня строительного, отсыпки балластного слоя железнодорожного пути и других строительных работ.

В последние годы с помощью бурения и комплекса геофизических работ выполнены поиски на глубоких горизонтах Центрального участка, в результате которых запасы категории C<sub>2</sub> и прогнозные ресурсы категории P<sub>1</sub> в целом по участку оцениваются в 207,5 млн т со средним содержанием железа 38,69%. По составленным ТЭС на базе выявленных запасов и прогнозных ресурсов на Центральном участке Бурлукского месторождения может быть построена шахта с производительностью 3,0 - 3,5 млн т сырой руды в год, которая позволит продлить существование Ирбинского рудника на 72 года после отработки карьера Восточного участка.

### *Знаменское месторождение*

Расположено в 10 км севернее Ирбинского. Возможно оно представляет сдвинутый по меридиональному нарушению северный фланг Ирбинского месторождения, лежащий между Ирбинским и Бурлукским месторождениями в общей кольцевой структуре узла. В 1961 - 1964 гг. на Знаменском месторождении проведены поисковые работы. Бурением вскрыто пять линзообразных магнетитовых тел, лежащих в породах верхнебалахтинсонской подсвиты по границе известняков и диоритов. Протяженность рудных тел по простиранию от 100 до 1150 м, по падению от 195 до 365 м, мощность 5 - 34 м. Состав руд аналогичен рудам других месторождений узла. Содержание железа в подсчитанных запасах 25-57% (в среднем 41,5%), серы - 0,6-5,6%, фосфора - 0,01-0,20%. Сухой и мокрой магнитной сепарацией по-лучен магнетитовый концентрат с содержанием железа 64,4% при извлечении железа в концентрат 87,8%.

В основу подсчета запасов руд положены кондиции, утвержденные Комиссией Госплана СССР в 1958 г.

<i>Содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
<i>для богатых руд</i>	50
<i>для руд, требующих обогащения</i>	25
<i>Максимальное содержание серы для богатых руд, %</i>	0,3
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2
<i>К забалансовым отнести руды с содержанием Fe<sub>общ</sub>, %</i>	20 - 25

Запасы руд Знаменского месторождения, изученные на стадии поисковых работ, утверждены ГКЗ СССР (протокол 2941) в 1960 г. в количестве 0,9 млн т категории С<sub>2</sub>.

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтены запасы руд категорий С<sub>1</sub> - 12,6 млн т и С<sub>2</sub> - 9,7 млн т с содержанием железа 41,50%. Увеличение запасов возможно за счет разведки глубоких горизонтов.

### *Мульгинское месторождение*

Расположено в 24 км к северо-востоку от Ирбинского и в 3 км к востоку от железнодорожного разъезда Журавлево железной дороги Абакан - Тайшет. Открыто в 1932 г. при проведении площадной магнитометрической съемки, разведывалось в 1952 - 1954 и в 1960 - 1964 гг.

Месторождение приурочено к зоне контакта гранодиоритовой интрузии с осадочно-эффузивными отложениями нижнего и среднего кембрия, а также отложениями силура-девона. Эта толща представлена андезитовыми, андезит-дацитовыми, диабазовыми порфиритами и их туфами, туфобрекчиями, туфопесчаниками, туфоконгломератами, известняками и известковыми сланцами. Интрузивные породы состоят из гранодиоритов, гранитов, диоритов, диорит-порфириров, кварцевых диорит-порфириров (рис. 107).

Почти повсеместно развит чехол четвертичных образований мощностью 3-10 м, местами 100-150 м. Представлены они песчано-галечными ал-



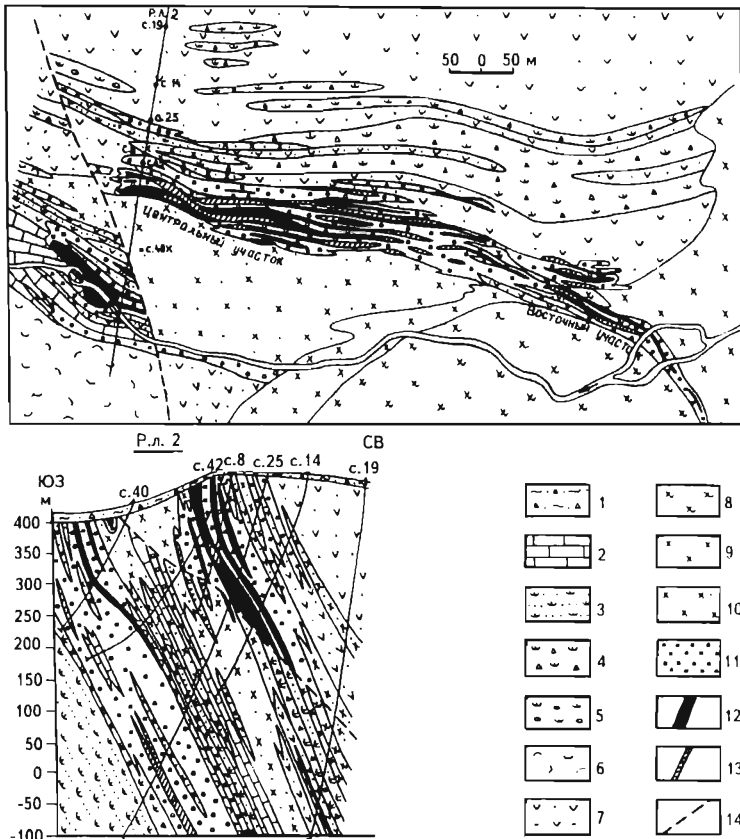


Рис. 107. Схематические геологическая карта и разрез Мульгинского месторождения

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - аллювий-делювий; **нижний кембрий ( $E_1$ )** - балахтисонская свита: 2 - известняки, 3 - туфопесчаники, 4 - туфобрекчии, 5 - туфоконгломераты, 6 - туфы, 7 - андезитовые порфириты, 8 - гранодиориты, 9 - диориты, 10 - диорит-порфиры, кварцевые диорит-порфиры, 11 - скарны, 12 - магнетитовая руда, 13 - магнетитовая руда убогая, 14 - тектонические нарушения

лювиальными отложениями в долинах рек и элювиальными суглинками на водоразделах.

Месторождение расположено в северном крыле антиклинальной складки широтного простирания и приурочено к скарновой зоне в северной части контакта осадочно-эффузивных пород и гранитоидного массива. Длина зоны 1300 м, мощность 50 - 150 м, прослежена она на глубину более 600 м. Простирание зоны широтное с падением на север под углом 50 - 80°.

На месторождении в пределах скарново-рудной зоны выделяются Центральный и Восточный участки, состоящие из серии сближенных, кулисообразно залегающих линз или пластообразных тел магнетитовой руды среди гранатовых, гранат-амфиболовых скарнов и эпидот-амфиболовых метасоматитов. Рудные тела прослеживаются скважинами до глубины 550 м без выклинивания, мощность их достигает 30 м. Среднее содержание же-

леза в рудах 37,5%, содержание серы колеблется от 0,2 до 5,41%, фосфора от 0,005 до 0,04%. Установлено наличие меди, кобальта и молибдена.

Гидрогеологические условия среднесложные, обусловленные наличием речки Мульги, протекающей по западной и восточной частям месторождения, а также подземных вод в делювиальных, аллювиальных отложениях и трещинных вод в коренных породах.

Согласно проектным проработкам института "Кузбасспроект" отработка месторождения возможна открытым (50% запасов) и подземным способами. При этом некоторые участки карьера будут находиться на 70 - 80 м ниже уровня воды в ручье Мульга, в связи с чем необходим его отвод.

Ожидаемые притоки воды в карьер длиной 1000 м и шириной по поверхности 400 м оцениваются в 460 м<sup>3</sup>/ч. Расчетный водоприток в шахту составит 11 м<sup>3</sup>/ч.

Технология обогащения руд Мульгинского месторождения изучена заводом "Сибэлектросталь" на четырех пробах массой от 119 до 4182 кг. Установлена хорошая обогатимость руд методом магнитной сепарации с получением концентратов с содержанием железа 61-63% при извлечении железа в концентрат 71,69 - 80,0%. Из бедных и убогих руд получен концентрат с содержанием железа 65,3% при выходе его 40,7%.

Отработка руд признана нецелесообразной.

Для подсчета запасов железных руд ГКЗ СССР в 1963 г. утвердила (протокол 17-к) кондиции.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	25
<i>Минимально-промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	33
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	3

Запасы месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1964 г. (протокол 4458) по категории В - 6,2 млн т с содержанием железа 37,56% и серы 2,01%, категории С<sub>1</sub> - 9,1 млн т с содержанием железа 37,45% и серы 1,13%. Месторождение подготовлено к эксплуатации.

### *Изыгское месторождение*

Расположено в 10 км юго-восточнее Ирбинского месторождения, в 7 км от железной дороги Абакан-Тайшет в легкодоступной местности.

Изыгское месторождение выявлено в 1931 г. детальной наземной магнитометрической съемкой. Поисковые работы начаты в 1950 г. и с перерывами проводились по 1971 г. В 1988 - 1993 гг. выполнена предварительная разведка.

Осадочно-вулканогенные образования кембрия, слагающие месторождение, аналогичны породам других месторождений Ирбинской группы. Скарново-рудная зона месторождения имеет широтное простирание и представляет собой останец кровли пород верхнебалахтисонской подсвиты внутри габбро-диорит-гранитоидного Кордовского массива (рис. 108). По сравнению с Ирбинским рудовмещающая толща Изыгского месторождения характеризуется меньшей мощностью известняков и меньшим распростране-

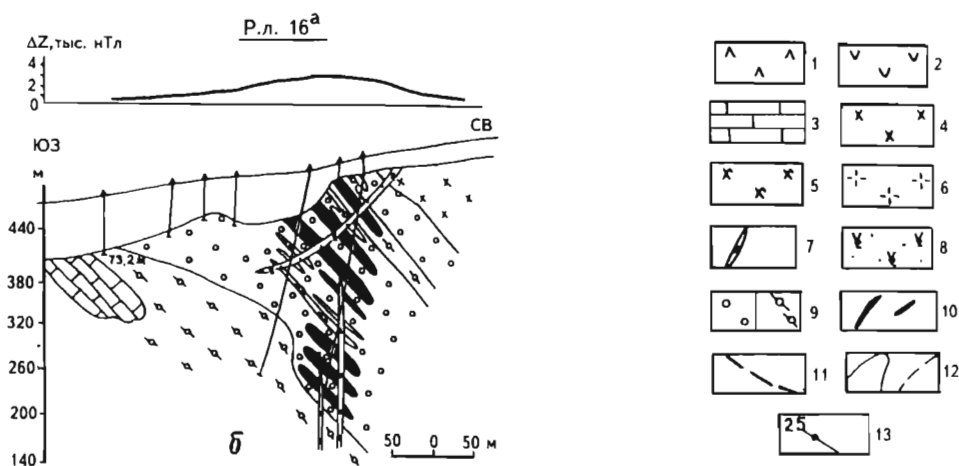
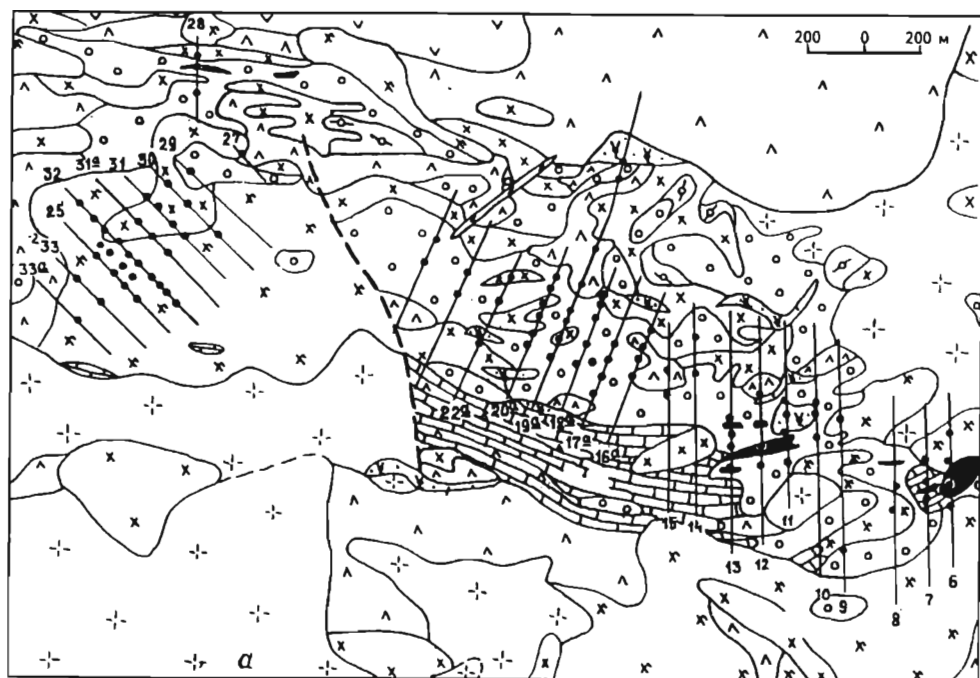


Рис. 108. Схематическая геологическая карта и разрез Изыгского месторождения

**Нижний-средний кембрий (Є<sub>1-2</sub>):** 1 - дациты, риодациты, риоандезиты, трахиандезиты, трахипариты, 2- андезиты, дациты, андезитодациты и их туфы, 3 - мраморизованные известняки, редко доломиты; *интрузивные образования:* 4 - диориты, габбро-диориты, 5 - кварцевые диориты, плагиограниты, диориты, 6 - граниты, гранодиориты, кварцевые сиениты, 7 - дайки диоритовых порфиритов, лампрофиров, 8 - дайки кварцевых сиенит-порфиритов, 9 - скарны пироксен-гранатовые (а), метасоматиты плагиоклаз-эпидотовые, скаполит-пироксеновые, амфиболовые (б); 10 - магнетитовые рудные тела; 11 - дизъюнктивные нарушения предполагаемые; 12 - геологические границы достоверные (а), предполагаемые (б); 13 - разведочная линия и ее номер

нием вулканитов повышенной щелочности. Верхняя часть разреза толщи является существенно эффузивной с преобладанием дацитов и подчиненным количеством риодацитов и андезитов-дацитов. Видимая мощность этой части разреза 200-300 м. Нижняя часть толщи, включающая горизонты известняков, представлена дацитами и риолитами. Большая часть разреза сложена кристаллокластическими туфами, в меньшей мере распространены кристалло-литокластические туфы, туфоконгломераты и лавобрекчии. На северном фланге месторождения имеются вулканиты с вкрапленностью магнетита до 10%.

В отличие от других месторождений Ирбинской группы в составе интрузивных пород Кордовского массива на площади Изыгского месторождения резко преобладают гранитоиды и кварцевые диориты, значительным развитием пользуются субщелочные породы. Габбро-диориты, диориты и габбро отмечаются в виде останцов среди гранитоидов и метасоматитов.

В структурном плане Изыгское месторождение представляет собой узкую синклиналиную складку в южном крыле Ирбинской антиклинали, имеет субширотное простирание с погружением оси складки с востока на запад. Падение вулканогенно-осадочной толщи относительно пологое, под углом 20-50°. Основная масса руд тяготеет к южному крылу и ядру синклинали с падением на север. Длина рудной зоны составляет 6 км, мощность ее колеблется от первых десятков до 360 м. Фланги месторождения не оконтурены.

На месторождении выделено 11 участков, в пределах которых установлено 29 рудных тел. Два участка пригодны для открытой разработки. На западном фланге месторождения, возможно, рудная зона соединяется с Ирбинским месторождением. Основная часть рудной зоны прослежена скважинами по простиранию на 1200 м. Рудные тела залегают на глубине 60-110 м от поверхности, мощность их колеблется от 2 до 60 м, протяженность по падению от 70 до 230 м. Они разделены безрудными прослоями мощностью 8 - 20 м.

Руды магнетитовые, частично окисленные, массивные, реже полосчатые и пятнистые. Содержание железа в них 26,02 - 56,71%, серы 0,34-0,73%. Главный рудный минерал - магнетит. Характерны повышенные содержания на отдельных участках (до 15%) пирита, пирротина, халькопирита. Из нерудных преобладают эпидот, амфибол, гранат, пироксен, альбит. Реже встречаются апатит, кальцит, хлорит. Богатые руды связаны с бедными вкрапленными и пятнистыми постепенными переходами. На одном из участков выделены и отдельно подсчитаны (1,0 млн т) полумартитовые богатые руды со средним содержанием железа 62,70%, серы 0,04%.

Гидрогеологические условия Изыгского месторождения аналогичны Ирбинскому, характеризуются наличием тех же водоносных горизонтов и весьма благоприятными условиями его отработки. Расчетные максимальные водопритоки в карьеры составят 290 - 310 м<sup>3</sup>/ч, в подземные выработки - 10-20 м<sup>3</sup>/ч.

В 1972 г. предварительно разведанные запасы месторождения были утверждены ГКЗ СССР (протокол 6485) в количестве 3,6 млн т категории С<sub>1</sub> и 0,4 млн т категории С<sub>2</sub>.

По результатам геологоразведочных работ 1988-1993 гг. Минусинской геологоразведочной экспедицией ГПП Красноярскгеология разработан тех-

Таблица 154

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Изыгского месторождения**

Показатели	Способ отработки	
	откры- тый	подзем- ный
Разведанные запасы по категориям В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> , млн т	37,6	
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> в разведанных запасах, %	36,17	
Эксплуатационные запасы по категориям В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> , млн т	6,9	27,3
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %:		
в эксплуатационных запасах	45,21	34,68
в сырой руде	40,27	28,44
Производительность предприятия, млн т/год:		
по сырой руде	0,8	1,5
по промпродукту	0,63	0,76
Капитальные вложения, млн р.	1407,57	
Обеспеченность предприятия запасами, лет	12	28
Рентабельность, %	64	57

нико-экономический доклад (ТЭД) о целесообразности детальной разведки и обоснованию временных кондиций (табл. 154).

Запасы железных руд по результатам геологоразведочных работ 1988-1993 гг. подсчитаны по кондициям, утвержденным ГКЗ СССР с 1971 г. для Ирбинской группы месторождений (см. Ирбинское месторождение), и составляют по категориям В+С<sub>1</sub> 11,9 млн т с содержанием железа 43,3%, категории С<sub>2</sub> - 25,7 млн т с содержанием железа 32,9%.

ТЭДом доказано, что руды Изыгского месторождения экономически целесообразно отрабатывать открытым и подземным способами, и они являются одним из надежных источников восполнения сырьевой базы действующего Ирбинского рудника.

### ***Краснокаменная группа***

Краснокаменная группа месторождений (Рудный Каскад, Одиночное, Маргоз и Березовское) расположена в Курагинском районе в горно-таежной части Восточного Саяна в 6 - 16 км от железной дороги Абакан - Тайшет. Расстояние от месторождения до Кузнецкого металлургического комбината 425 км. Абсолютные отметки района 430 - 1213 м.

Месторождения Рудный Каскад и Одиночное выявлены в 1943 г. наземными геолого-магнитометрическими маршрутами при оценке аэромагнитной аномалии с проявлениями магнетитового оруденения и магнитной аномалии на г. Красный Камень, установленной еще в 1932 г. С 1973 г. проводится оценка глубоких горизонтов месторождений Одиночного и Рудный Каскад.

Краснокаменная группа месторождений располагается в западных отрогах Восточного Саяна и приурочена к области сочленения Восточно-Саянского антиклинория с Минусинской котловиной. В геологическом строении района принимают участие эффузивно-осадочные породы протерозоя и нижнего палеозоя, прорванные канзыбинской и краснокаменной интрузиями гранитоидов и сиенит-порфиоров более позднего возраста. Здесь широко развиты роговики, кварциты, грейзены, пироксеновые, гранатовые и эпидотовые скарны с магнетитовыми рудами тагильского ГПТ.

С поверхности коренные отложения перекрыты чехлом делювиально-элювиальных отложений мощностью от 0,3 до 30 м.

Месторождения Рудный Каскад, Одиночное и Маргоз расположены в эндо- и экзоконтактовой зонах канзыбинского гранитоидного массива.

Технология обогащения руд месторождений Краснокаменской группы исследована заводом "Сибэлектросталь" и Сибирским металлургическим институтом в 1960 - 1962 гг. на девяти пробах коренных руд массой от 135 до 735 кг и трех пробах валунчатых руд массой от 2810 до 3780 кг. Установлено, что коренные руды легко обогащаются по схеме сухой и мокрой магнитной сепарации с производством магнетитового концентрата с содержанием железа 63,6 - 70,9% при извлечении железа в концентрат 81,2 - 92,2%.

Валунчатые руды хорошо обогащаются промывкой без предварительного дробления и магнитной сепарацией мытой руды в слабом магнитном поле.

Краснокаменская дробильно-обогащительная фабрика, работающая по схеме сухой магнитной сепарации, обеспечивает производство первичного концентрата (промпродукта) с содержанием железа 48,6% при выходе его 50% и извлечении железа в концентрат 73,7%.

Таблица 155

**Основные технико-экономические показатели работы Краснокаменского рудника**

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	2,2	2,0
Содержание железа в сырой руде, %	31,8	27,3
Производство товарной руды (первичный концентрат), млн т	1,14	0,8
Содержание железа в товарной руде (первичном концентрате), %	48,1	48,6
Себестоимость добычи 1 т руды, р.:		
сырой	5,76	3223
товарной	9,37	9880

Добыча железных руд осуществляется с 1969 г. открытым способом Краснокаменским рудником на месторождениях Рудный Каскад, Одиночное и Маргоз (табл. 155).

На месторождении Одиночном строится шахта для подземной добычи. Березовское месторождение с запасами 15,7 млн т категории С<sub>1</sub> с содержанием железа 50,0% находится в резерве. Обеспеченность рудника разведанными запасами по отдельным карьерам оценивается от 6 до 22 лет.

Первичный концентрат дообогащается методом мокрой магнитной сепарации на Абагурской обогащительно-агломерационной фабрике, концентрат направляется на Западно-Сибирский и Кузнецкий металлургические комбинаты.

***Месторождение Рудный Каскад***

Расположено в 9 км к западу от железнодорожной станции Кошурниково, объединяет участки Восточный, Центральный и Западный, составляющие скарново-рудную зону протяженностью 5 км при ширине 1 км. Восточный участок приурочен к ксенолиту среднекембрийских карбонатно-вулканогенных пород среди габбро-диоритов, диоритов, гранодиоритов, сиенит-диоритов, Центральный - к контакту диоритов с карбонатно-вулканогенными породами, а Западный - к границе известняков и туфов среднего кембрия (рис. 109). В послемагматическую стадию на месторождении проявились альбитизация, эпидотизация и актинолитизация диоритов и вмещающих пород, затем образовались скарны с гранатом и амфиболом,

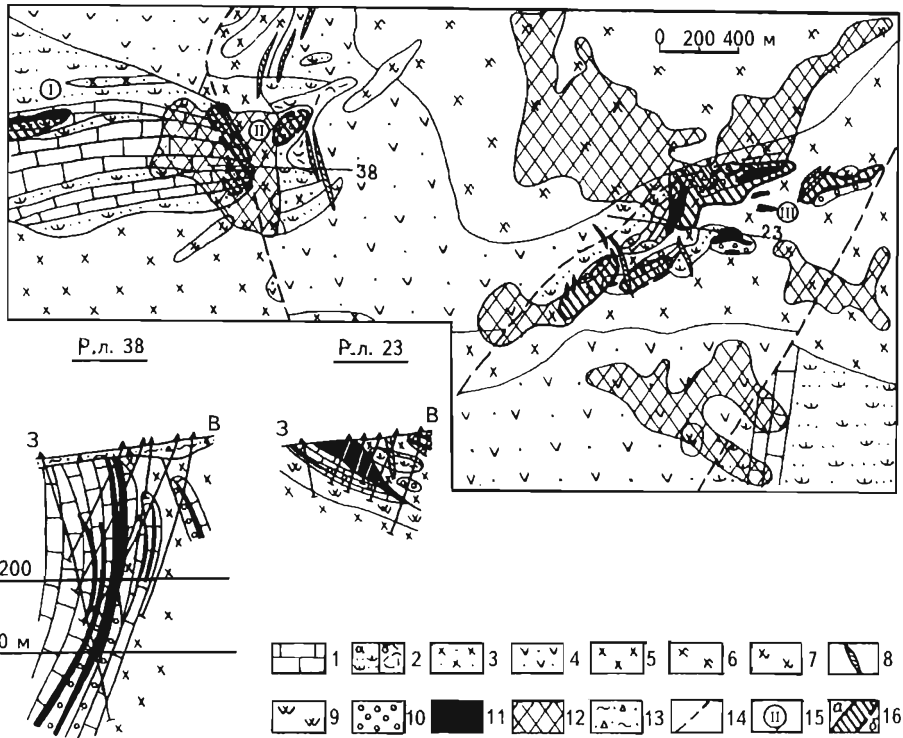


Рис. 109. Схематические геологическая карта и разрезы месторождения Рудный Каскад [53]

**Средний кембрий (Є<sub>2</sub>):** 1 - известняки, 2 - туффы, туфопесчаники, сланцы (а), туфы кислого состава (б), 3 - порфириды, 4 - андезитовые и диабазовые порфириды рассланцованные; **нижний палеозой (PZ<sub>1</sub>):** 5 - диориты, габбро-диориты амфиболитизированные, альбитизированные, 6 - кварцевые диориты, гранодиориты, 7 - гранодиориты, биотитовые граниты, 8 - кварцевые жилы, 9 - вторичные кварциты, 10 - скарны, 11 - магнетитовые руды; **мезозой (MZ):** 12 - валунчатые руды мартитизированного магнетита и бурого железняка; **четвертичные отложения (Q):** 13 - делювий; 14 - дизъюнктивные нарушения; 15 - участки: I - Западный, II - Центральный, III - Восточный; 16 - суммарная проекция рудных тел на поверхность, контуры: а - интерполяции, б - экстраполяции

а позже - магнетитовое оруденение и амфиболитизация. Магнетитовые руды массивные и прожилково-вкрапленные, реже полосчатые, прожилковые, кокардовые, брекчиевидные, пятнистые и вкрапленные. В последующую стадию происходила хлоритизация, амфиболитизация, эпидотизация скарнов и руд, образование кварцевых, кальцитовых прожилков с пиритом, пирротинном, халькопиритом, редко сфалеритом, галенитом, молибденитом. На месторождении сохранились остатки, вероятно, третично-меловой коры выветривания с проявлениями глубокой мартитизации первичных руд [53].

На месторождении выявлено 15 коренных рудных тел и 6 залежей делювиальных валунчатых руд. Залежи первичных магнетитовых руд имеют жилло-, линзо-, и гнездообразные формы, длину по простиранию 90 - 750 м при углах падения от 30 до 83°.

Состав руды, %: магнетит - 45 - 50, гидрогетит и гематит - 5,0, сульфиды - менее 1, кварц - 15, кальцит - 10, полевые шпаты - 13,1, темноцветы (пироксен, гранат, амфиболы, эпидот и др.) - 20.

В первичных рудах присутствуют медь, олово, никель, цинк, ванадий, стронций, барий, молибден и свинец, а также кобальт, большей частью связанный с пиритом.

Залежи валунчатых руд состоят из мартитизированного магнетита с бурым железняком. Они приурочены к зонам тектонического дробления коренных рудных тел. Мощность их 0,5-29,5 м при общей площади около 1,7 км<sup>2</sup>. В их глинистом материале преобладают каолинит и гидрослюда, присутствуют гидрогетит и галлуазит.

По химическому и минеральному составу на месторождении выделяются:

богатые мартеновские руды, не требующие обогащения, с содержанием железа 59,14% и серы 0,015%;

магнетитовые руды, требующие обогащения, с содержанием железа 44,40% и серы 0,11%;

валунчатые руды с содержанием железа 21,90% и серы 0,01%.

Гидрогеологические условия месторождения характеризуются наличием грунтовых вод в четвертичных отложениях и вод трещинного типа в коренных породах. Источником питания подземных вод являются атмосферные осадки. Условия отработки месторождения благоприятные. Расчетные водопритоки в карьер при глубине его 140 м и площади 180 тыс. м<sup>2</sup> составят 232 м<sup>3</sup>/ч; водопритоки в шахту глубиной 300 м - 146 м<sup>3</sup>/ч.

Для подсчета запасов руд месторождения Рудный Каскад применены кондиции, утвержденные в 1959 г. Комиссией Госплана СССР.

#### *Коренные руды*

*Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:*

*для руд, требующих обогащения* 25

*для руд, не требующих обогащения* 50

*Содержание серы и фосфора, %* до 0,15

*Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м* 2

#### *Валунчатые руды*

*Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %* 15

*Минимальная мощность рудной залежи, включаемой в подсчет запасов, м* 0,5

Разведанные запасы железных руд утверждены ГКЗ СССР (протокол 3770) в 1962 г. в следующих количествах:

валунчатых руд по категориям В - 16,2 млн т, С<sub>1</sub> - 7,5 млн т; коренных руд по категориям В - 7,7 млн т, С<sub>1</sub> - 14,5 млн т, С<sub>2</sub> - 13,0 млн т.

По состоянию на 01.01.1995 г. на месторождении Рудный Каскад учтено запасов по категориям В+С<sub>1</sub> 26,1 млн т, в том числе:

валунчатых руд по категориям В - 10,2 млн т, С<sub>1</sub> - 0,9 млн т;

коренных руд по категориям В - 0,1 млн т, С<sub>1</sub> - 15,0 млн т.



## Одинокое месторождение

Расположено в 17 км к северо-западу от станции Кошурниково железной дороги Абакан-Тайшет и в 20 км к запад-юго-западу от г. Артемовска. Месторождение размещается среди пород верхней пачки среднего кембрия - альбитофиров, фельзитов, туфов, туфоконгломератов, туфобрекчий и туфопесчаников в экзоконтактной зоне Канзыбинского плутона Ольховского комплекса верхнекембрийско-ордовикского возраста, сложенного диоритами, гранодиоритами, реже гранитами. В тектоническом плане месторождение находится, по данным В.Г.Кореля (1979 г.), в Канзыбинской кольцевой вулкано-плутонической структуре.

Ранние интрузивные породы представлены конкордантными телами диоритов и диоритовых порфиритов. По диоритам образуются альбит-эпидот-амфиболовые метасоматиты, а по альбитофирам - альбититы. После дробления образовались скарны, до глубины 300 м существенно гранатовые, а ниже (до уровня 1000 м) - пироксеновые. Позже отложились магнетит, амфиболы и эпидот. На глубоких горизонтах месторождения вскрыты существенно биотитовые граниты, тело которых дискордантно к рудной зоне и сопровождается окварцеванием вмещающих пород и руд. Послерудными являются дайки сиенит-порфиром, диабазовых порфиритов, диабазов и аплитов [53].

Скарново-рудная зона контролируется крутопадающим тектоническим нарушением, несогласно пересекающим относительно пологую структуру вмещающих пород. Протяженность рудной зоны по склонению - 1500 м, ширина - 100 м, глубина - 800 м.

Месторождение на поверхности представлено, по существу, одним рудным телом площадью 3400 м<sup>2</sup>, мощностью от 10 до 150 м (рис. 110). На глубине 300-700 м мощность достигает 145 м, длина по простиранию 1000 м, а рудная площадь 10000-2000 м<sup>2</sup>. По падению тело прослежено на 850 м без выклинивания. Основное тело сопровождается линзами руды мощностью 2-23 м, длиной 100-450 м и протяженностью по падению 80-370 м, заключающих до 10% общих запасов.

Центральную часть тела слагают богатые руды, которые в приконтактных частях переходят в бедные и убогие руды или скарны. В зависимости от содержания в рудах минералов (магнетита, граната, пироксена, амфиболов и сульфидов) выделяются: существенно магнетитовые, гранат-пироксен-магнетитовые, амфибол-пироксен-магнетитовые, сульфидно-магнетитовые типы. Текстуры руд массивные, вкрапленные, пятнистые и прожилковые, прожилково-вкрапленные. Руды обладают мелкозернистой и крупнозернистой структурой.

Среднее содержание железа в магнетитовых рудах 45,6%, в богатых 59,7%, серы соответственно 0,46 и 0,07%. Генезис месторождения гидротермально-метасоматический.

На Одинокое месторождении выделяются воды четвертичных отложений, трещинные напорные и безнапорные воды коренных пород. Глубина залегания их колеблется от 3 до 60 м, средняя мощность водоносного горизонта 100-150 м. Гидрогеологические условия отработки месторождения предельно простые. Водообильность пород 0,17-2,10 л/с при понижении статического уровня от 3 до 18 м. Расчетные притоки воды в шахтную выработку глубиной 300 м составят 146 м<sup>3</sup>/ч, на глубинах 400-500 м - 342 м<sup>3</sup>/ч, 700 м - 460 м<sup>3</sup>/ч.

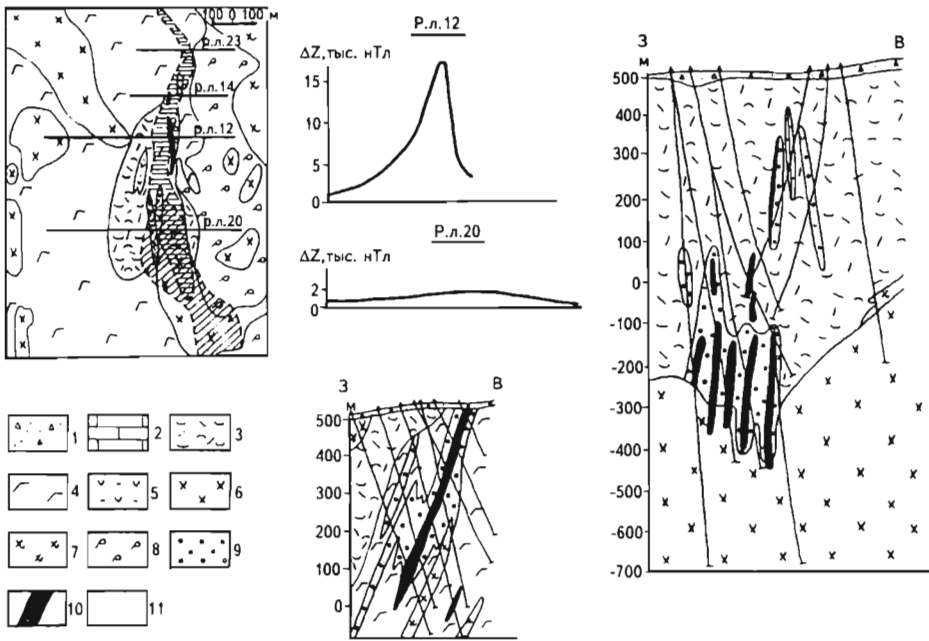


Рис. 110. Схематические геологическая карта и разрезы **Одиночного месторождения**

1 - Четвертичные отложения (Q); **средний кембрий (Є<sub>2</sub>)**: 2 - мраморы, известняки, 3 - туфы и туффиты кислых эффузивов, 4 - альбитофиры, 5 - порфириды андезитовые, андезито-базальтовые; **верхний кембрий (Є<sub>3</sub>)**: 6 - диориты, 7 - гранодиориты, 8 - роговики, 9 - скарны, 10 - магнетитовая руда; 11 - проекция основной рудной зоны на поверхность по данным скважинной магниторазведки (а) и по геологическим данным (б)

Для подсчета запасов железных руд месторождения Одиночное применены кондиции, утвержденные Комиссией Госплана СССР в 1961 г.

<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %:</i>	
<i>для руд, требующих обогащения</i>	25
<i>для руд, не требующих обогащения</i>	50
<i>Максимальное содержание, %:</i>	
<i>серы</i>	0,15
<i>фосфора</i>	0,1
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	2
<i>Максимальная мощность прослоев, включаемых в подсчет запасов, м:</i>	
<i>некондиционных руд</i>	5
<i>пустых пород</i>	2,5

Запасы месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1962 г. (протокол 3770) по категориям: В - 17,6 млн т с содержанием железа 45,12%, С<sub>1</sub> - 29,0 млн т с содержанием железа 45,90%, С<sub>2</sub> - 26,0 млн т с содержанием железа 46,55%.

По состоянию на 01.01.1995 г. балансом по месторождению учтено запасов по категориям: В - 15,7 млн т, С<sub>1</sub> - 40,5 млн т, В+С<sub>1</sub> - 56,2 млн т с содержанием железа 45,6%, С<sub>2</sub> - 2,5 млн т.

### Месторождение Маргоз

Расположено в 7 км к западу от станции Стофато железной дороги Абакан-Тайшет и в 18 км к северу от месторождения Рудный Каскад. Открыто в 1952 г. при производстве геологической съемки масштаба 1:100000. Геологоразведочные работы, по результатам которых были утверждены запасы ГКЗ СССР, проводились в 1959-1961 гг. Для предстоящего ввода месторождения в эксплуатацию в 1982-1983 гг. была проведена доразведка со спущением сети разведочных скважин до 50x50 м, изучены гидрогеологические условия и технология обогащения руд.

Месторождение приурочено к блоку осадочно-эффузивных образований, заключенному внутри Канзыбинского интрузивного комплекса, у его северо-восточного окончания. В строении его принимают участие мраморизованные известняки, доломиты, туфобрекчии кислого состава, карбонатно-кремнистые породы тарбайской свиты нижнекембрийского возраста; кварцевые порфиры быскарской серии нижне-среднего девона; граниты, диориты, диорит-порфиры ольховского комплекса нижнекембрийско-ордовикского возраста, а также контактово-метаморфические породы - роговики и скарны. Блок рудовмещающих пород тарбатской свиты представляет собой ксенолит, вытянутый в северо-восточном направлении протяженностью 1050 м при максимальной ширине до 300 м, погружающийся в северо-западном направлении. С запада, севера и востока ксенолит окружен диоритами первой фазы ольховского комплекса (рис. 111), а с юго-востока - гранитами второй фазы. Породы быскарской серии примыкают к ксенолиту с северо-запада и непосредственно с рудными телами месторождения не соприкасаются. В северо-восточной части месторождения имеются выходы пород осиновской свиты среднекембрийского возраста: глинистые, глинисто-кремнистые сланцы, полимиктовые и кварцевые алевролиты, песчаники, кварцевые порфиры, альбитофиры.

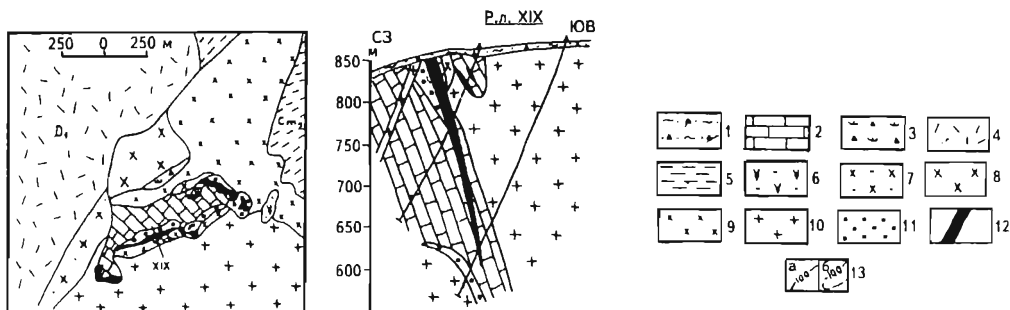


Рис. 111. Схематические геологическая карта и разрез месторождения Маргоз

1 - четвертичные (Q) рыхлые песчано-глинистые отложения; нижний-средний кембрий (Є<sub>1-2</sub>): 2 - известняки мраморизованные, 3 - туфобрекчии и туфопесчаники, 4 - эффузивы и туфы кислого состава, 5 - сланцы кварц-биотит-амфиболовые; кембрий-ордовик (Є-O): 6 - гранодиориты, граносиениты, сиенит-порфиры, 7 - диорит-порфиры, 8 - диориты, 9 - микродиориты, 10 - граниты, 11 - скарны; 12 - магнетитовые руды

Большая часть ксенолита сложена мраморизованными известняками, переходящими в северо-восточном направлении в мраморы. В известняках вблизи контактов с гранитами наблюдается неоднородное скарнирование, вблизи рудных тел - хлоритизация известняков. В виде узкой полосы параллельно южному контакту ксенолита, в лежащем боку рудных тел, а также у западного их окончания залегают плотные роговики, образовавшиеся по туфам, туфопесчаникам, реже по плагиоклазовым порфирирам, диабазам.

Среди пород ольховского интрузивного комплекса на месторождении выделяются: диориты, диорит-порфириды, граниты, гранодиориты, аплиты. Контактново-метасоматические образования представлены роговиками и скарнами. Скарны в большинстве случаев гранат-пироксеновые, реже - гранатовые или пироксеновые. Изредка отмечаются везувиан-гранатовые скарны. В качестве примесей в скарнах присутствуют актинолит, эпидот, магнетит. Тела скарнов линзо- и пластообразной формы достигают в длину сотен метров при мощности в десятки метров.

Месторождение представлено небольшими по размеру линзо- и гнездообразными, редко пластообразными рудными телами, как бы окаймляющими ксенолит с запада, юга и востока. Размеры рудных тел колеблются в широких пределах от 58 до 417 м по простиранию, от 34 до 260 м по падению при мощности до 48 м, в среднем 15 м. Всего на месторождении выделено пять рудных тел и ряд мелких линз.

Среди руд выделяются магнетитовые, пироксен (диопсид)-, кальцит-, гранат- и сульфидно-магнетитовые минеральные типы, которые характеризуются массивной, вкрапленной и прожилковой текстурой. Реже встречаются руды полосчатой и брекчиевой текстуры. Различаются две генерации магнетита. Более ранняя представлена тонкозернистым магнетитом с размером зерен до 0,2 мм. Таким магнетитом сложена преобладающая часть руд. Вторая генерация представлена мелко- и среднезернистым магнетитом от 0,2 до 5 мм. Руды, сложенные магнетитом второй генерации, имеют пятнистое, прожилковое распределение среди тонкозернистых руд. В рудах почти постоянно в небольших количествах присутствует гематит (мартит и гематит), а также сульфиды: пирит, халькопирит, сфалерит, халькозин, арсенипирит, в редких случаях молибденит.

Среднее содержание компонентов в рудах, %: Fe<sub>общ</sub> - 47,6 (от 20 до 63); S - 0,66 (0,27 - 2,54); P - 0,05; MnO<sub>2</sub> - 1,13; Co - 0,008, Cu - 0,202.

По генезису месторождение относится к скарновым контактно-метасоматическим. Не исключается также его вулканогенно-осадочное происхождение с большой ролью преобразующих метасоматических процессов в результате воздействия контактового метаморфизма.

Гидрогеологические и горно-геологические условия отработки месторождения благоприятные. На месторождении выделяются три водоносных горизонта: грунтово-трещинные воды интрузивных пород, трещинно-карстовые воды известняков и трещинно-жильные воды зоны тектонических нарушений. По составу подземные воды разделяются на два класса: гидрокарбонатные и сульфатные. Общий водоприток в карьер изменяется от 120 до 350 м<sup>3</sup>/ч.

Технологические свойства магнетитовых руд месторождения Маргоз изучены в процессе доразведки месторождения в 1982-1983 гг. на двух больших объемных технологических пробах и 87 пробах технологического картирования. Изучение их показало, что руды по соотношению шлакообразующих окислов относятся к самофлюсующимся, по кремниевому модулю - к основным разностям. При обогащении исходной кондиционной руды, из-

мельченной до 55% класса крупности 0,074 - 0 мм, получены концентраты с содержанием железа 65,7 и 65,6% при извлечении железа в концентрат 95,4 и 91,1% и выходе концентрата 49,5-67,9%.

Флотацией хвостов мокрой магнитной сепарации и промпродукта сухой магнитной сепарации получены коллективные сульфидные концентраты с содержанием серы 37,0 и 39,2%, меди 13,0 и 14,1%, кобальта 0,17 и 0,016% при извлечении соответственно: 51,5 и 53,3%; 31,2 и 36,2%; 6,8 и 6,8% при выходе концентрата 0,6 и 0,64%. Концентраты содержат также 30-40 г/т золота и 60-90 г/т серебра.

Запасы железных руд месторождения Маргоз подсчитаны по условиям Ирбинского месторождения и утверждены ГКЗ СССР в 1962 г. (протокол 3770) по категориям  $C_1$  - 2,1 млн т,  $C_2$  - 3,4 млн т со средним содержанием железа 49,06%.

По результатам геологоразведочных работ 1982-1983 гг. запасы месторождения увеличены, по состоянию на 01.01.1995 г. балансом учетно 0,5 млн т категории В и 3,3 млн т категории  $C_1$  со средним содержанием железа 46,50%. Забалансовые запасы подсчитаны в количестве 1,5 млн т.

Обеспеченность работы карьера по уровню добычи 1994 г. (0,45 млн т) составит 9 лет.

### *Березовское месторождение*

Расположено на р.Сисим в 25 км к северо-западу от станции Джетка на железной дороге Абакан-Тайшет. Открыто в 1940 г. при поисково-съемочных работах, разведка месторождения выполнялась с 1960 по 1965 г.

Рудовмещающая толща, представленная чередованием карбонатных, терригенных и вулканогенных пород венд-нижне-среднекембрийского возраста, расположена в экзоконтакте интрузии габбро, диоритов и сиенито-диоритов. В ней выделяются андезитовые порфириды, известняки, кератофиры и туфы. Толща простирается вдоль р. Сисим на 2,5 км при ширине 1,5 км (рис. 112).

Рудовмещающая толща под воздействием интрузии подверглась метасоматозу и скарнированию с образованием скарново-магнетитовых руд. Кроме преобладающих послескладчатых скарново-магнетитовых руд имеются, возможно, доскладчатые стратифицированные контактово-метаморфизованные магнетитовые, пирротин-магнетитовые и пирит-пирротиновые руды.

На месторождении установлено 22 рудных тела протяженностью от 40 до 780 м при мощности от 3 до 30 м, залегающих согласно с напластованием вмещающих пород. По падению рудные тела прослежены без выклинивания на 350-485 м, форма рудных тел пласто- и линзообразная, преобладает крутое падение. Рудные площади достигают 15000 м<sup>2</sup>.

Скарново-магнетитовые руды, кроме пироксена и граната, содержат мушкетовит, мартит, пирротин, пирит, халькопирит, актинолит, хлорит, серпентин, кальцит и кварц. Распространены массивные и вкрапленные, реже - прожилково-вкрапленные, полосчатые и брекчиевидные разновидности. По технологическим свойствам выделяются руды мартеновские с содержанием железа 60,1%, серы 0,02% и фосфора менее 0,04% (в зоне окисления) и руды, требующие обогащения, с содержанием железа 45,6%, серы 1,5% и фосфора 0,04%. Конечный концентрат мокрой магнитной сепарации содержит железа 65,5% при выходе его 62% и извлечении железа в концентрат 88,5%.

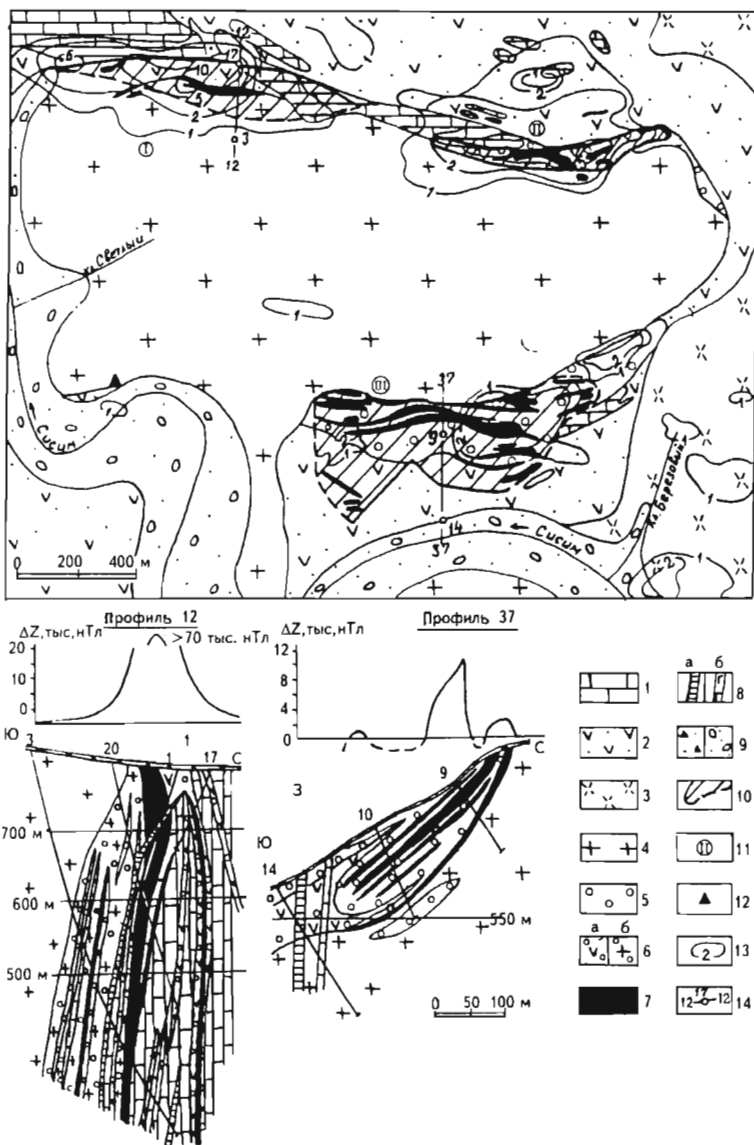


Рис. 112. Геолого-геофизический план и разрезы Березовского месторождения

Верхний протерозой-кембрий (PR<sub>3</sub>-С): 1 - известняки мраморизованные с прослоями глинисто-кремнистых сланцев, 2 - порфириды и туфы среднего и основного состава ороговикованные; нижний палеозой (PZ<sub>1</sub>): 3 - монзониты; нижний девон (D<sub>1</sub>): 4 - гранодиориты, в меньшей степени - габбро-диориты, габбро, граносиениты, сиениты; 5 - скарны, 6 - роговики и ороговикованные породы: а - порфириды, б - габбро; 7 - магнетитовые руды; 8 - дайки граносиенитов (а) и лабрадоритовых порфиридов (б); четвертичные отложения (Q): 9 - делювий - аллювий; 10 - проекция рудных тел на поверхность; 11 - номер участка; 12 - рудопроявление магнетита Опалев Утес; 13 - изолинии  $\Delta Z$  (в тыс. нТл); 14 - разведочные профили

Запасы железных руд Березовского месторождения оперативно учтены Государственным балансом в количестве 15,7 млн т категории С<sub>1</sub> и

24,4 млн т категории С<sub>2</sub> со средним содержанием железа 50,0%, в том числе запасы маргеновских руд по категории С<sub>1</sub> - 3,0 млн т со средним содержанием железа 60,3%, забалансовые руды - 6,0 млн т. До глубины 800 м запасы могут быть увеличены на 30-40 млн т за счет доразведки флангов. Возможна добыча большей части запасов открытым способом с годовой производительностью карьера 2 млн т [53].

### *Казырская группа*

В Казырскую группу входят Табратское, Хабалыкское, Таятское и Тереховское разведанные месторождения, а также Покровское, Петропавловское и другие рудопоявления, магнитные аномалии предположительно рудной природы. Расстояние от наиболее крупного - Табратского месторождения до железной дороги Абакан-Тайшет по прямой 70 км, до возможного потребителя руды - Кузнецкого и Западно-Сибирского металлургических комбинатов - 600 км. Район горно-таежный, абсолютные отметки не превышают 650-680 м.

Месторождения Казырской группы приурочены к крыльям крупной Убинской антиклинали, осложненной складками более высоких порядков. Табратское и Хабалыкское месторождения образуют рудное поле, вытянутое в северо-восточном направлении на 12 км вдоль западного и северо-западного ее крыльев. Северо-восточная часть рудного поля представлена Восточным, Центральным и Западным участками Табратского месторождения, центральная - Болотным рудопоявлением, юго-западная - Хабалыкским месторождением.

Общей закономерностью рудного поля является его приуроченность к северо-западному контакту Убинского гранитоидного массива, Табратской тектонической зоне дорудного заложения на площадях развития карбонатных и эффузивных пород нижнего и среднего кембрия.

Таятское месторождение удалено к северо-востоку от Табрат-Хабалыкского рудного поля и сложено нижнекембрийскими отложениями колпинской свиты, перекрытыми эффузивами кизирской свиты и прорваны мелкими телами габбро, диоритов и кварцевых диоритов ольховского интрузивного комплекса.

Основные месторождения района приурочены к тектонической зоне дробления и развальцевания пород с дайковыми полями, инъекциями гранитов, метасоматическими и метаморфическими породами. Протяженность структуры 20-25 км при ширине 5-8 км.

Между Краснокаменной группой и Тереховским месторождением находится группа малоизученных магнетитовых рудопоявлений и аномалий (Чибижеское, Нижне-Чинжебинское, Шиндинское) с прогнозными ресурсами до 100 млн т.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия отработки месторождений Казырской группы являются сложными (Восточный участок Табратского месторождения), среднесложными (Хабалыкское и Центральный участок Табратского месторождения) и простыми (Таятское месторождение).

Сложность отработки руд Табратского месторождения определяется наличием семи водоносных горизонтов в толще четвертичных отложений, а также водами р. Табрат, которые имеют гидравлическую связь с подземными водами. Зона активной обводненности распространяется до глубины 200 м, ниже располагается практически безводная зона. Максимальный водоприток в карьер Восточного участка с учетом атмосферных осадков не превысит 1300 м<sup>3</sup>/ч, Хабалыкского и Таятского месторождений - 1500 м<sup>3</sup>/ч.

Исследования обогатимости железных руд Казырской группы месторождений выполнены заводом "Сибэлектросталь", институтом "Уралмеханобр" и лабораторией ПГО "Запсибгеология". Для определения оптимальной схемы обогащения железных руд исследовано восемь технологических проб массой от 256 до 1036 кг по Табратскому, две пробы массой 235 и 800 кг по Хабалыкскому и две пробы массой 445 и 675 кг по Таятскому месторождениям. Установлено, что руды всех трех месторождений относятся к легкообогатимым, и рекомендована схема сухой и мокрой магнитной сепарации.

Таблица 156

**Основные технико-экономические показатели  
отработки запасов железных руд  
Казырской группы месторождений**

Показатели	Периоды отработки	
	I (10 лет)	II (30 лет)
Разведанные запасы по категориям В+С <sub>1</sub> по группе месторождений, млн т	287,5	
В том числе по месторождениям:		
Табратскому	225,2	
Хабалыкскому	35,3	
Таятскому	27,0	
Содержание Fe <sub>общ</sub> по группе месторождений, %	31,91	
В том числе по месторождениям:		
Табратскому	30,83	
Хабалыкскому	32,33	
Таятскому	32,44	
Эксплуатационные запасы, млн т	305,6	
Содержание Fe <sub>общ</sub> в руде, %	27,11	
Производительность, млн т/год:		
по сырой руде	6,0	6,0
по промпродукту	3,68	2,85
по концентрату	2,00	1,66
Содержание Fe <sub>общ</sub> в концентрате, %	65,0	
Себестоимость 1 т.р.:		
сырой руды	3,0	2,93
промпродукта	5,63	7,25
Прибыль годовая, млн р.	15,4	7,4
Капитальные вложения, млн р.	147,0	85,2
Рентабельность, %	10,8	4,8

Переработка руд Табратского, Таятского и Хабалыкского месторождений по схеме Аскизской обогатительной фабрики обеспечивает получение концентратов с содержанием железа соответственно 70, 65 и 68 % при извлечении железа в концентрат 75, 80 и 85 %. Концентрат из руд Табратского месторождения уникальный по высокому качеству и чистоте по вредным примесям и примесям цветных металлов и может быть использован в бескоксовой металлургии для производства металлизированных окатышей.

Сибирским филиалом института "Гипроруда" в 1975 г. разработано ТЭО постоянных кондиций (табл. 156), которым предусмотрено:

совместная отработка Табратского, Хабалыкского и Таятского месторождений открытым способом одним горнодобывающим предприятием;

отработка Восточного участка Табратского месторождения с глубины 200 м подземным способом;

два периода работы предприятия: I период - открытым способом; II период - подземным способом;

строительство обогатительной фабрики вблизи Табратского рудника с получением продукта (сухая магнитная сепарация) и последующим дообогащением его на Аскизской фабрике совместно с промпродуктами Таштагольского, Краснокаменского и Абаканского рудников.



По данным ТЭО ГКЗ СССР утвердила в 1975 г. (протокол 952-к) кондиции для подсчета запасов железных руд Казырской группы.

*Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> для условий открытой отработки по месторождениям, %:*

<i>Табратскому</i>	24
<i>Таятскому</i>	28
<i>Хабалькскому</i>	25

*Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> для всех трех месторождений, %* 20

*Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность внутрирудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м* 4

*Минимальный коэффициент рудоносности в подсчетном блоке подземной отработки* 0,43

В 1976 г. ГКЗ СССР утвердила (протокол 7576) запасы железных руд Казырской группы месторождений (табл. 157).

Запасы железных руд Казырской группы месторождений расцениваются как резервные разведанные, подготовленные для промышленного ос-

Таблица 157

**Характеристика запасов железных руд Казырской группы месторождений**

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание железа, %
<i>Табратское месторождение*</i>		
Балансовые:		
В	6,1/52,6(58,7)	28,97/30,05(29,94)
С <sub>1</sub>	16,4/146,4(162,8)	28,16/29,20(29,10)
В+С <sub>1</sub>	22,5/199,0(221,5)	28,38/29,43(29,32)
С <sub>2</sub>	3,8/14,3(18,1)	26,96/27,07(27,05)
Забалансовые	-7,6(7,6)	-/24,51(24,51)
<i>Хабалькское месторождение</i>		
Балансовые:		
С <sub>1</sub>	11,6	37,21
С <sub>2</sub>	0,4	31,37
Забалансовые	17,0	31,40
<i>Таятское месторождение</i>		
Балансовые:		
С <sub>1</sub>	21,4	33,36
С <sub>2</sub>	1,2	34,92
Забалансовые	3,7	28,70

\* В числителе - для условий открытой отработки, в знаменателе - подземной отработки; в скобках - всего по месторождению.

воения. Срок обеспеченности работы будущего предприятия разведанными запасами 40 лет.

### Табратское месторождение

Находится в 95 км к юго-востоку от станции Кизир железной дороги Абакан-Тайшет.

Месторождение открыто в 1950 г. поисково-съёмочными работами масштаба 1:100000. Оно расположено в контакте кварцевых диоритов, диоритов, габбро-диоритов и габбро с нижнекембрийскими мраморами, эффузивами и туфами среднего состава в полосе протяженностью 3,8 км и состоит из участков Восточного, Центрального и Западного (рис. 113). Детально разведан Восточный участок, где сосредоточено 95% известных запасов руды. Поперечными разломами месторождение разбито на четыре блока. В рудной зоне Восточного участка вмещающие породы представлены метасоматическими мелкозернистыми роговообманковыми габбро и габбро-диоритами, габбро-порфиридами и габбро-диабазами, мраморами. Все вулканогенные породы сильно рассланцованы. Обычно магнетитовые руды приурочены к участкам фациальной изменчивости вулканогенно-осадочных образований - в местах перехода известняков в вулканиты.

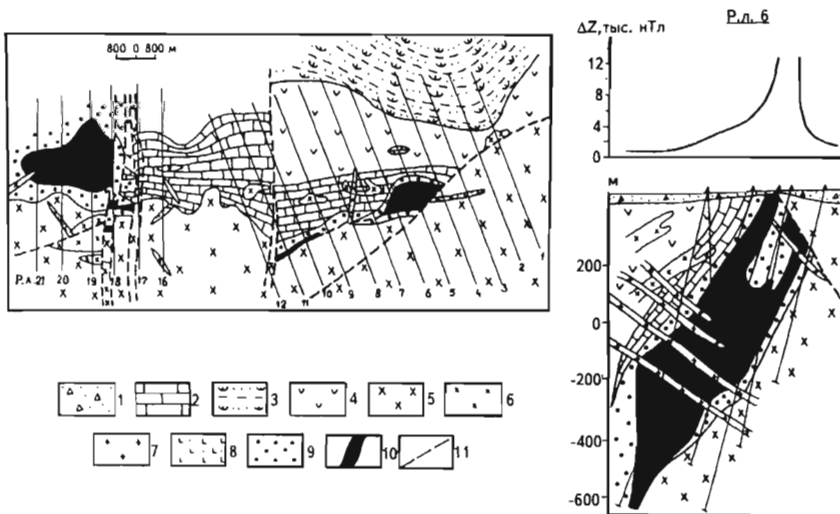


Рис. 113. Схематические геологическая карта и разрез Табратского месторождения [53]

1 - современные (Q) песчано-глинистые и гравийно-галечниковые отложения; **нижний и средний кембрий** ( $\mathcal{C}_{1-2}$ ), 2 - мраморы и мраморизованные известняки, 3 - алевролиты, песчаники, туфопесчаники, мелкообломочные туффиты и туфы, 4 - андезитовые порфириды; *ольховский интрузивный комплекс*: 5 - диориты и габбро-диориты крупно- и среднезернистые, 6 - диориты, габбро-диориты, габбро мелкозернистые и их порфиридные разновидности, 7 - граниты, гранодиориты, кварцевые диориты, 8 - лабрадоровые порфириды; 9 - метасоматически измененные породы; 10 - магнетитовые рудные тела; 11 - дизъюнктивные нарушения

Рудная залежь Восточного участка имеет в горизонтальном сечении форму линзы, вытянутой на 900 м вдоль контакта диоритов с мраморами. Падение ее под мраморы под углом  $70^\circ$ , мощность от 40-60 м на флангах до

270 м в центральной части. Рудная залежь круто склоняется на северо-восток, по падению она прослежена на 1300 м. Площадь ее на горизонтах +200, -300 и -800 м составляет соответственно 18000, 89000 и 4700 м<sup>2</sup> [53]. По восстановлению залежь со стороны диоритов срезана крутопадающей зоной развальцевания мощностью 20-100 м. По падению она прерывается сбросом с амплитудой 500-600 м. Продолжение ее в опущенном северном блоке возможно на глубине до 2000 м. Контуры рудной залежи устанавливаются по повышенной прожилково-вкрапленной, брекчиевидной магнетитовой минерализации среди пироксен-эпидотовых, амфибол-эпидотовых и пироксен-плагиоклазовых пород, измененных габбро, габбро-диоритов. В целом около 50% рудной залежи сложено магнетитовыми рудами, 34% - слабооруденными породами и 8% - послерудными дайками. Содержание железа в центральной части рудной залежи примерно в 1,5 раза превышает его содержание на флангах.

Центральный участок расположен в приподнятом блоке в 1 км от Восточного и рассматривается как его сильно эродированный аналог. Рудовмещающими являются мелкозернистые габбро-диориты и габ-бро, рассеянные дайками преимущественно основного состава. Рудная залежь размером в плане 400x500 м состоит из двух рудных тел, выклинивающихся на глубине 100-120 м.

Западный участок расположен в 2 км от Центрального и представлен линзообразным рудным телом на контакте кварцевых диоритов с мраморизованными известняками длиной 470 м при средней мощности 20 м. Тело круто падает и выклинивается на глубине 60-70 м.

Средний минеральный состав руд, %: магнетит - 25,9, пироксен - 4,8, актинолит - 2,9, хлорсодержащая роговая обманка - 5,0, хлорит - 1,1, кальцит - 4,7, эпидот - 1,0, сульфиды - 0,3, амфиболовые и амфиболизированные с эпидотом породы - 41,2, прочие - 13,1. Магнетитовое оруденение гидротермально-метасоматическое. Ведущим рудообразующим процессом определяется хлорно-натриевый метасоматоз. Руды месторождения относятся к пироксен-дашкесанитовому минеральному типу. Источником железа для него предполагаются магматический очаг и породы нижнекембрийской осадочно-вулканогенной толщи, первично обогащенные железом. Послерудные дайки диорит-порфиритов и плагиогранит-порфиров обогащают руды карбонатами, хлоритом, эпидотом, маложелезистым биотитом, сульфидами.

В балансовых рудах среднее содержание железа - 29,3%, серы - 0,1%, фосфора - 0,06%. Руды бедны примесями.

### *Хабалькское месторождение*

Находится в 90 км к западу от станции Курагино железной дороги Абакан-Тайшет и в 11 км к юго-западу от Табратского месторождения.

Хабалькское месторождение открыто в 1958 г. наземными геофизическими работами масштаба 1:50000. Оно расположено в нижнекембрийских вулканогенно-осадочных породах в контактовой зоне со штокообразными телами диоритов многофазного Хабалькского габбро-диорит-гранодиоритового массива позднекембрийско-ордовикского возраста (рис. 114). На месторождении распространены послерудные пологозалегающие дайки диорит-порфиритов. Рудовмещающие вулканогенно-осадочные породы представлены андезитовыми порфиритами, на которых залегают туфокарбонатные отложения, сменяющиеся слоистыми и массивными известняками. Меньшим распространением пользуются туфы и туффиты андезитовых

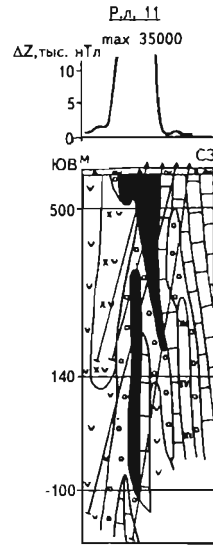
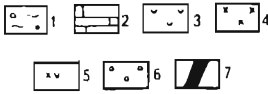
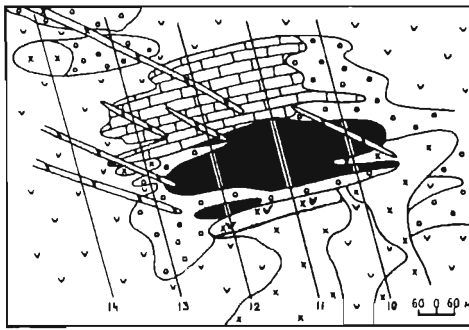


Рис. 114. Схематические геологическая карта и разрез Хабалыкского месторождения

1 - четвертичные (O) песчано-глинистые отложения; нижний кембрий (С<sub>1</sub>): 2 - мрамор, мраморизованный известняк, туфокарбонатные породы, 3 - андезитовые порфириты; верхний кембрий-ордовик (С<sub>3</sub>-O): 4 - диориты, габбро-диориты, 5 - субвулканические диоритовые порфириты, 6 - метасоматиты, скарны; 7 - магнетитовые рудные тела

порфиритов. Главная масса промышленных руд приурочена к участку фациального перехода вулканитов в карбонатные отложения. Рудные тела залегают согласно с напластованием осадочно-вулканогенных пород и часто наследуют их структурно-текстурные особенности. Рудная зона мощностью 100-150 м прослежена по простиранию на 1000 м, имеет крутое падение и склоняется в южном направлении. В зоне выделяется семь линзообразных рудных тел, вытянутых по падению и расположенных иногда кулисообразно. Самое крупное имеет размеры по простиранию 400 м, по падению 440 м при средней мощности 50 м.

Руды полосчатые и массивные, реже пятнисто-вкрапленные и брекчиевидные, обычно мелкозернистые. В среднем руды содержат, %: магнетита - 32, амфиболов и пироксена при резком преобладании амфиболов - 24-25, кальцита - 1,5, сульфидов (пирит, пирротин, халькопирит) - 2,5, хлорита - 2,5, эпидота - 1,5, безрудных пород - около 30 (дайки, амфиболовые и амфибол-эпидотовые породы и др.). Среднее содержание железа валового 37,2%, серы - 1,88%, фосфора - 0,1% [53].

Месторождение относится к известково-скарновому подтипу. Характерно отсутствие прямой связи основной массы руд с пироксеновыми скарнами, причем значительная часть руд вообще не содержит скарновых минералов. По данным М.П. Мазурова [83], на Хабалыкском месторождении преобладают альбитовые метасоматиты. Альбитизация на месторождении является ведущим метасоматическим процессом. Генезис Хабалыкского месторождения считается гидротермально-метасоматическим либо метаморфогенным стратиформным. Ему присущи также многие признаки мес-

торождений вулканогенно-осадочного типа: приуроченность главной массы промышленных руд к участку фациального перехода вулканитов в карбонатные породы, согласное залегание с ними рудных тел, полосчатые, в том числе и тонкополосчатые, текстуры руд, характерная последовательность перекристаллизации магнетита.

### Таятское месторождение

Находится в 10 км к северо-востоку от станции Курагино железной дороги Абакан-Тайшет и в 15 км к северо-востоку от Табратского месторождения. Таятское месторождение открыто в 1957 г. аэромагнитной съемкой масштаба 1:50000. Оно приурочено к синклинали, сложной метасоматически измененными нижнекембрийскими песчаниками, туфопесчаниками, алевролитами, туфами, туфоконгломератами. Среди них располагаются согласные или слабосекущие тела амфибол- или авгит-плагиоклазовых и плагиоклазовых порфиритов, габбро-диорит-порфиритов, штоки габбро, диоритов, габбро-диабазов. Почти все скважины на глубине 300-600 м вскрыли габбро и диориты (рис. 115).

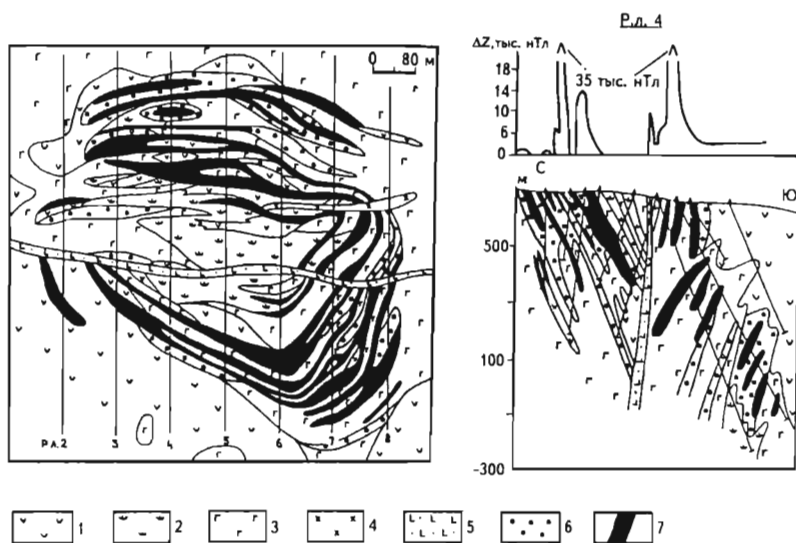


Рис. 115. Схематические геологическая карта и разрез Таятского месторождения

**Нижний кембрий (Є<sub>1</sub>):** 1 - эффузивы основного и среднего состава, 2 - туфоконгломераты, туфопесчаники, туфоалевролиты, содержащие небольшие тела базальтовых порфиритов, спилитов; **ольховский интрузивный комплекс:** 3 - габбро и габбро-диориты, в разной степени метасоматически измененные, 4 - диоритовые порфириты, плагиограниты, кварцевые диориты, 5 - лабрадоровые порфириты, 6 - метасоматиты скаполит-пироксен-плагиоклазовые; 7 - магнетитовые рудные тела

На поверхности месторождение имеет размеры 600x700 м. Рудные тела залегают согласно с вмещающими породами, из них восемь - в северном крыле складки и 20 - в южном со встречным падением под углом 70-80°. Рудные тела линзообразные, местами расщепляющиеся. На поверхности и глубине прослежено замыкание рудных тел в ядре синклинали. Протяжен-

ность рудных тел по простиранию 100-700 м, по падению 50-640 м при мощности 10-50 м.

Руды преимущественно мелкозернистые, ритмичнополосчатые, вкрапленно-полосчатые и часто плейчатые. Более богатые амфибол-магнетитовые, как правило, приурочены к мелкозернистым вулканогенно-осадочным породам. Широко развитые вкрапленно-полосчатые и вкрапленные бедные магнетитовые руды со скаполитом и пироксеном ассоциируют с песчаниками, туфопесчаниками и изверженными породами. Встречаются руды с хлоритом и биотитом. Магнетитовые руды с пироксеном и амфиболом жилково-пятнистой и брекчиевой структуры образуются позже полосчатых и вкрапленных и распространены незначительно. Среди полосчатых встречаются руды с ярко выраженной градационной полосчатостью-слоистостью, в которых от более ранних к поздним слоям прослеживается постепенный переход от грубообломочных оруденелых конгломератов с обломками "рудных" базальтов к тонкополосчатым магнетитовым туфопесчаникам, туфоалевролитам и рудам через промежуточные (по зернистости) разновидности, а также переходы параллельно-полосчатых руд в плейчатую и пятнисто-полосчатые, пятнистые, брекчиевидные и массивные разновидности, как на вулканогенно-осадочных месторождениях Алтая.

Вмещающие породы месторождения интенсивно изменены с новообразованиями пироксена, амфибола, плагиоклаза и скаполита. Формирование метасоматических руд непосредственно сменяет скаполитизацию. Метасоматические амфибол-магнетитовые руды развиваются одинаково как по метаморфизованным первично вулканогенно-осадочным рудам и породам, так и по интрузивным породам, размещаясь в трещинных зонах и, в меньшей мере, в структурах наслоения.

Кроме главных промышленных полосчатых и вкрапленно-полосчатых метаморфогенных магнетитовых руд, на месторождении отмечаются оруденелые габброиды, содержащие до 15% титаномагнетита (гистерогенный магматический тип оруденения, по М.П.Мазурову (1985)) и "рудные" порфиры, содержащие тонкую вкрапленность магнетита и гематита. Значительным распространением пользуются также обогащенные магнетитом метаморфизованные пирокластические породы ("рудные" туфы).

Среднее содержание железа в рудах 33,4%, серы 1,44%, фосфора 0,11%.

По генезису месторождение относится к метаморфогенным стратиформным или полигенным. По мнению В.Г.Кореля, Таятское месторождение сформировалось в кальдере.

### *Тереховское месторождение*

Расположено в 40 км к востоку от станции Кизир железной дороги Абакан-Тайшет. Месторождение объединяет участки Медвежий, Глухариный и Порожную магнитную аномалию.

Рудовмещающие туфы андезитовых порфиритов, туфопесчаники, туфоконгломераты, мраморизованные известняки относятся к нижнему - среднему кембрию. Интрузивные породы представлены габбро, габбро-порфиритами, диоритами, микродиоритами, диабазами, габбро-диабазами, лабдоровыми порфиритами и сиенитами. Развита эпидот-амфиболовые и карбонатно-хлоритовые метасоматиты, а также скарны с гранатом, пироксеном, амфиболом, эпидотом и магнетитом. Магнетитовые руды тонко- и мелкозернистые, пятнистые и пятнисто-полосчатые с амфиболом, реже с эпидотом, хлоритом и карбонатами.

На Глухарином участке выявлено 13 линз и пластообразных рудных тел, залегающих согласно с вмещающими породами, длиной по простиранию 300-1470 м, по падению 40-380 м, при мощности от 5 до 20 м. Суммарные рудные площади меняются в пределах 4900-20500 м<sup>2</sup> [53]. На Медвежем участке горными выработками вскрыто 10 рудных тел мощностью 9-28 м и протяженностью 32-300 м. Среднее содержание железа в рудах 37,2%, серы 1,2%, фосфор отсутствует.

Генезис месторождения - контактово-метасоматический (по другим данным - метаморфогенный), вулканогенно-осадочный контактово-метаморфизованный, в том числе с гидротермальным метасоматозом.

По данным обогащения одной пробы магнетитовой руды массой 1127 кг, состоящей из магнетита - 27%, гематита и гидроокислов железа - 0,7, пирита - 2, пирротина - 1, халькопирита - менее 0,1, кальцита - 6,4, кварца - 3,4, хлорита, полевого шпата и эпидота - 56%, методом мокрой магнитной сепарации получен концентрат с содержанием железа 65,2% при выходе его 22,8% и извлечении железа в концентрат 64,1%.

Запасы магнетитовой руды на месторождении по состоянию на 01.01.1994 г. составляют по категории С<sub>1</sub> - 73,9 млн т, С<sub>2</sub> - 7,9 млн т при содержании железа 37,2%.

### ***7.2.2. Ангаро-Питский железорудный район (бассейн)***

Расположен в междуречье Ангары и Большого Пита. В полосе протяженностью около 100 км разведаны Нижне-Ангарское, Ишимбинское и Удоронговское месторождения и выявлено много аналогичных им рудопроявлений. От железной дороги Ачинск - Абалаково до Нижне-Ангарского месторождения 140 км и до Ишимбинского 170 км.

Нижне-Ангарское месторождение открыто в 1946 г. при проверке сведений о выходах гематитовых руд, имевшихся в различных публикациях по железным рудам Сибири. Удоронговское и Ишимбинское месторождения были выявлены в 1947-1949 гг. при геологической съемке и прослеживании Нижне-Ангарского рудного горизонта. Геологоразведочные работы выполнены на Нижне-Ангарском месторождении в 1947-1956 гг., на Ишимбинском - в 1950-1957 гг., на Удоронговском - в 1954-1958 гг.

Площадь Ангаро-Питского железорудного района сложена отложениями протерозоя, нижнего кембрия и мезо-кайнозоя. В структурном плане район представляет собой крупный синклиниорий. Все месторождения и рудопроявления гематитовых руд Ангаро-Питского района приурочены к низам протерозойской нижнеангарской терригенной рудоносной свиты, лежащей без видимого несогласия на известняках, глинистых сланцах и аргиллитах (рис. 116), образующих верхнюю часть так называемой киргитейской свиты. Нижняя часть рудоносной свиты состоит из гематитовых руд, аргиллитов, песчаников и сланцев с обилием железистых хлоритов. Мощность рудного горизонта достигает 100 м. Он согласно перекрывается пачкой известковистых алевролитов и песчаников мощностью до 500 м [53].

Руды Ангаро-Питского района образовывались осадочным путем в условиях неоднократного вторжения моря в дельтовую зону и поднятия области сноса. При этом образование руд происходило как за счет кластогенного, так и хемогенного процессов накопления железа, источником которого служила размывающаяся кора выветривания континента.

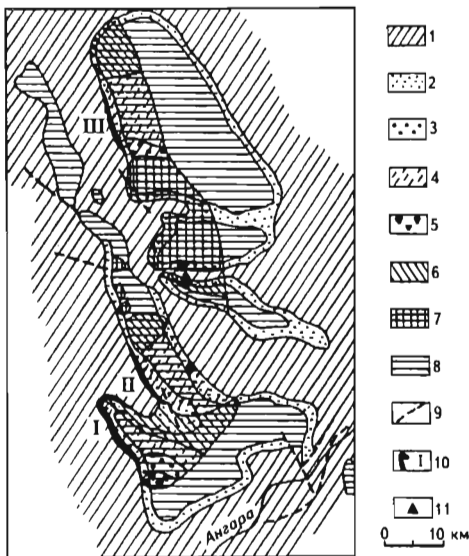


Рис. 116. Схематическая геолого-литофациальная карта Ангаро-Питского бассейна (составила Т.С.Калугина по картам Н.И.Юдина [53])

**Верхний протерозой (PR<sub>3</sub>):** 1 - подрудные известняки, доломиты с сидеритами, филлиты, алевролиты, песчаники, конгломераты с линзами гематита, основные эффузивы, 2 - рудоносная нижнеангарская терригенно-карбонатная свита; рудные литофации: 3 - хлорит-гематитовые руды обломочные, 4 - хемогенно-обломочные, 5 - хлорит-сидерит-гематитовые конгломерато-брекчии, 6 - песчано-глинистые породы с маломощными рудами, 7 - глинистые породы рудоносного горизонта; **верхний протерозой - кембрий (PR<sub>3</sub>-Є<sub>1</sub>):** 8 - надрудные доломиты, известняки, аргиллиты, филлиты, песчаники; 9 - дизъюнктивные нарушения; 10 - месторождения: I - Нижне-Ангарское, II - Удоронговское; III - Ишимбинское; 11 - выходы гематитовых руд

Значительный вклад в разведку и изучение района внесли А.К.Рублев, Г.П.Рублева, Н.Н.Кустов, К.И.Санников, Б.Б.Ходиков, П.В.Онопrienко, П.И.Сережкин, Н.И.Юдин.

Балансовые запасы гематитовых руд района по состоянию на 01.01.1994 г. составляют 1416,0 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, в том числе 854,5 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub> и 561,5 млн т категории С<sub>2</sub>.

Кроме железных руд, в пределах Ангаро-Питского района установлены бокситы, сурьма, золото, каменные угли, магнезиты, тальк, строительные материалы.

### *Нижне-Ангарское месторождение*

Расположено в южной части Ангаро-Питского района в 30 км к югу от пос. Южно-Енисейск и в 150 км к северо-востоку от железнодорожной станции г.Лесосибирск. Разведано по линиям через 100, 200, 800 м и по падению через 100 и 250 м [53].

Протяженность месторождения 20 км, отдельных рудных пластов до 10-15 км; прослеженная глубина распространения руд превышает 600 м, углы падения 45-90°. Мощность рудной зоны в среднем 80-100 м и достигает 150 м. В центральной части месторождения, на протяжении около 12 км, рудный горизонт сдвоен вдоль Главного сброса с амплитудой 150-400 м. Выявлено несколько поперечных и диагональных разломов с малой амплитудой перемещения.

Наиболее мощные и более богатые руды залегают у основания рудного горизонта в полосе длиной до 5 км на Центральном участке (до 10 пластов). Средняя мощность пластов 5-8 м, суммарная до 50 м. На Северном участке длиной 6 км количество и общая мощность рудных пластов увеличиваются, но мощности самих пластов уменьшаются. На флангах рудные пласты имеют тенденцию к выклиниванию как по простиранию, так и по падению, границы с вмещающими их песчано-глинистыми горизонтами резкие (рис. 117), по простиранию часто переходят в гематитизированные песчаники.



Руды месторождения представлены гематитовыми, гематит-песчанистыми, хлорит-гематитовыми и гематит-сидеритовыми гравелитами. На южном фланге присутствуют гематит-сидеритовые брекчии. Рудообразующими являются гидрогематит, гематит, гетит, сидерит, магнетит, лимонит; в незначительном количестве присутствуют пирит, халькопирит и марганцовые минералы. Из нерудных минералов распространены кварц, лептохлорит и другие хлориты, глинистые минералы, серицит.

Гематитовые гравелиты сложены гравием, гальками гематита, цементированными гематитом с небольшим количеством кварцевых песчаников. Они составляют около 10% запасов месторождения. Песчанистые гематитовые гравелиты (60% запасов) содержат в цементе значительное количество кварцевых песчаников и приурочены к средней и верхней частям рудного горизонта. Глинисто-хлоритовые гематитовые гравелиты (30% запасов) сложены гальками гематита с обильной галькой вмещающих пород с хлоритом. Гематит-сидеритовые руды состоят из одинакового количества обломков гематита, хлорита и сидерита с цементом из сидерита, кварцевых песчинок, пирита, дисперсного магнетита и гематита [53].

Руды месторождения почти не содержат ни вредных, ни легирующих примесей. По содержанию железа они являются средними, требующими обогащения. Руды с содержанием железа больше 47% могут идти в доменную плавку без обогащения, их запасы составляют 75,1 млн т.

Наиболее высоким содержанием железа характеризуются гематитовые руды - 46,8-48,4%; в других разновидностях среднее содержание железа колеблется от 34 до 40,3%. Руды с содержанием железа более 50,0% составляют 10% от общих запасов месторождения. В целом по месторождению среднее содержание железа составляет 40,4%, фосфора - 0,08% и серы - 0,03%.

В центральной части месторождения на площади 2,34 км<sup>2</sup> выявлена россыпь валунчатых руд, которая представляет собой пластообразное тело, вытянутое в северо-западном направлении на 3320 м при ширине от 250 до 625 м и мощности от 0,25 до 30 м (средняя 25,8 м). Она состоит из скопления валунов, обломков и щебенки гематитовых руд, песчаников, аргиллитов и алевролитов, заключенных в плотных глинах. Размер рудных обломков изменяется от нескольких сантиметров до валунов, достигающих 60-80 см в поперечнике. Выход кондиционной руды при промывке по отдельным блокам колеблется от 9,3 до 51,2%, в среднем 26,6%. Запасы мытой руды 13,0 млн т при среднем содержании железа 47,4%, объем горной массы 18,5 млн м<sup>3</sup>.

Гидрогеологические условия отработки месторождения простые и определяются наличием четырех горизонтов пластово-трещинных напорных вод в отложениях нижнеангарской свиты, характеризующихся незначительной

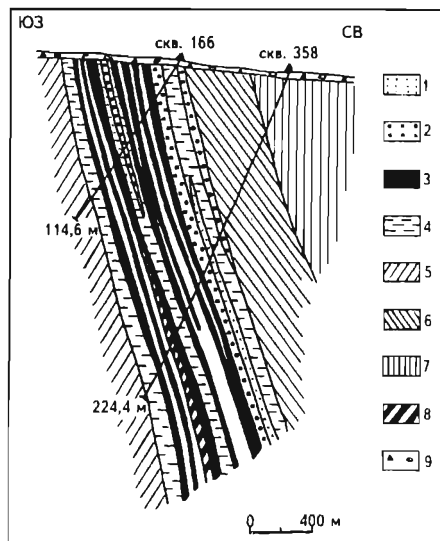


Рис. 117. Геологический разрез Нижне-Ангарского месторождения

1 - песчаники, алевролиты; 2 - кварцито-видные кварцевые песчаники; 3 - конгломератовые хлорит-гематитовые руды; 4 - аргиллиты; 5 - породы киргитейской свиты; 6 - породы горизонта темно-серых песчано-глинистых отложений; 7 - породы горизонта фиолетовых песчано-глинистых отложений; 8 - тонкая перемежаемость железорудных прослоев и аргиллитов; 9 - наносы

водобильностью - удельные дебиты колеблются от 0,002 до 0,8 л/с, коэффициенты фильтрации - от 0,05 до 5,04 м/сут. Максимальные водопритоки в карьер составят 630 м<sup>3</sup>/ч.

Лабораторные технологические исследования обогатимости руд Нижне-Ангарского месторождения выполнены институтами "Механобр", "Уралмеханобр" и Новокузнецким металлургическим институтом (г.Новокузнецк) на 50 пробах массой от 70 до 5126 кг с содержанием железа от 24,2 до 53,5%. Изучение осуществлялось методами гравитации, электромагнитной сепарации, флотации и комбинированным - восстановительный обжиг и последующая магнитная сепарация.

Институтом "Механобр" разработаны две схемы - гравитационно-флотационная и обжигмагнитная, обеспечившие получение концентратов с содержанием железа около 50%.

С целью проверки разработанных схем в полупромышленных условиях на заводе "Сибэлектросталь" проведены исследования на двух пробах массой около 4,0 т. Рекомендована в качестве промышленной схема обжигмагнитного обогащения, использование которой в условиях недостаточной загрузки сепараторов рудами с содержанием железа 39,1% позволила получить концентраты с содержанием железа 59,1% при выходе их 54% и извлечении железа в концентрат 81,7%.

Институтом "Гипроруда" в 1954 г. составлено проектное задание на разработку Нижне-Ангарского месторождения, которым определена возможность отработки его открытым способом до глубины 300 м при коэффициенте вскрыши 10 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. При годовом понижении горных работ на 10 м рудник может обеспечить добычу 20 млн т сырой руды [53].

Запасы подсчитаны по кондициям, утвержденным Комиссией Госплана СССР в 1958 г. в целом для руд Ангаро-Питского района.

<i>Минимальное содержание железа в рудах, %:</i>	
<i>не требующих обогащения</i>	50
<i>требующих обогащения</i>	30
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2
<i>К забалансовым отнести запасы с содержанием железа, %</i>	20-30

Запасы месторождения утверждены ГКЗ СССР (протокол 2805) в 1959 г. по категориям (млн т): А - 53,2, В - 169,0, С<sub>1</sub> - 459,2, А+В+С<sub>1</sub> - 681,4, С<sub>2</sub> - 496,4 со средним содержанием железа 40,4%, в том числе запасы руд с содержанием железа более 50% (в среднем 51,5%): А - 16,4, В - 17,3 и С<sub>1</sub> - 41,5.

Забалансовые руды утверждены в количестве 123,6 млн т при среднем содержании железа 26,3%.

Запасы валунчатых руд ГКЗ СССР не утверждены из-за отсутствия для них кондиций и небольшого количества. Вопрос их промышленного использования решить на стадии проектирования отработки месторождения.

### ***Ишимбинское месторождение***

Расположено в 75 км к северу от Нижне-Ангарского месторождения, приурочено к западному крылу Удереиской синклинали и имеет протяженность около 21 км.

В геологическом строении его принимают участие три свиты верхнепротерозойского комплекса пород (киргитейская, нижеангарская и

дашкинская), сложенные сланцами, аргиллитами, песчаниками, мергелями, гематитовыми гравелитами. Оруденение приурочено к нижнему из трех горизонтов нижнеангарской свиты, мощность которого изменяется от 63 до 85 м с падением пород под углом 30-70° на северо-восток. Установлено семь железорудных пластов мощностью от 3 до 12 м при суммарной - от 10 до 35 м.

Железные руды сложены в основном гематитом и лептохлоритом, в меньшем количестве присутствуют гетит и сидерит, в незначительном - гидрогетит, гидрогематит, магнетит, пирит, халькопирит. По соотношению минералов руды делятся на гематитовые, песчаные гематитовые, хлоритогематитовые и хлорито-сидеритовые, из которых преобладают две первые разновидности, составляющие 85% всех запасов. Среднее содержание железа в рудах по месторождению составляет 39,3% (от 35,1 до 50,1%), фосфора - 0,038%, цинка - 0,03%, серы - 0,002%. Руды с содержанием железа более 50% составляют 14% от общих запасов и локализуются в нижней части горизонта.

Гидрогеологические условия отработки запасов месторождения выше уреза воды р.Ишимбы предельно простые. Водоприитоки в карьер не превысят 60-85 м<sup>3</sup>/ч.

Технологические исследования обогатимости руд проведены институтом "Механобр" на двух пробах массой около 2000 кг и заводом "Сибэлектросталь" на пяти пробах массой от 181 до 2176 кг.

Институтом "Механобр" по обжигмагнитной схеме получены концентраты с содержанием железа 47-49% при извлечении железа в концентраты 62-84%; заводом "Сиб- электросталь" - соответственно 51-54% и 74-82%. Однако использование этих концентратов в металлургии будет затруднено из-за неблагоприятного соотношения содержаний кремнезема и глинозема.

Запасы железных руд Ишимбинского месторождения подсчитаны по кондициям для Ангаро-Питского района (см. Нижне-Ангарское месторождение) и утверждены ГКЗ СССР (протокол 2806) в 1959 г. по категориям, млн т: А - 18,3, В - 38,5, С<sub>1</sub> - 116,3 и С<sub>2</sub> - 65,1 со средним содержанием железа 39,40%; в том числе запасы руд с содержанием железа более 50% (в среднем 51,3%): А - 4,2, В - 4,6 и С<sub>1</sub> - 15,2.

Запасы железных руд до глубины 300 м могут отрабатываться открытым способом с производительностью рудника до 12 млн т сырой руды в год.

### *Удоронговское месторождение*

Расположено в 15-25 км к север-северо-востоку от Нижне-Ангарского месторождения и по геологическому строению аналогично последнему. Месторождение разведано по линиям через 200, 400, 800 м и по падению от 100 до 250 м.

Количество рудных пластов достигает восьми, суммарная мощность 20 м. Они хорошо выдержаны по простиранию и некоторые прослеживаются на 3-4 км с углом падения 12-20°. Руды по петрографическому и минеральному составу аналогичны рудам Нижне-Ангарского месторождения.

Запасы месторождения в количестве 1146,0 млн т со средним содержанием железа 35,6%, серы 0,02-0,04%, фосфора 0,02-0,04% решением ГКЗ СССР в 1959 г. (протокол 2807) были отнесены к забалансовым в связи с относительно сложными горно-техническими условиями эксплуатации, низким качеством руд и отсутствием технико-экономических расчетов.

### 7.2.3. Средне-Ангарский железорудный район

Средне-Ангарский железорудный район входит в состав Ангарской железорудной провинции и занимает ее западную часть. Расположен на юго-западе Сибирской платформы и представляет собой рудоносную зону, вытянутую вдоль р.Ангары шириной 25-50 км и протяженностью более 250 км [53, 114]. В его центральной части выполнена геологическая съемка масштаба 1:50000, на остальной площади - 1:200000. Наземные магнитные съемки (1:10000 и крупнее) произведены на площади месторождений, аэромагнитные съемки (1:25000 и 1:50000) - на всей площади.

Открыт район в 1959 г. (месторождение Талое 1), разведочные работы выполнялись с перерывами с 1961 по 1981 г.

В изучении геологии района и разведке месторождений железных руд принимали участие Б.Б.Хадиков, Н.В.Кузин, Г.В.Горшков, А.В.Капинос, Т.И.Горшкова, А.Е.Бабушкина, С.В.Мазур, А.А.Гузеева, Б.Д.Львов, И.В.Бриган, Ю.Г.Никитин, Г.С.Момджи, А.Я.Архипенкова, В.Ф.Козлов, В.А.Павлов.

Месторождения железных руд приурочены к горст-антиклиналям Ангарской зоны складок, в области сочленения Тунгусского на севере и Тасеевского на юге мегаблоков фундамента Сибирской платформы. Палеозойские отложения интродуцированы пермо-триасовыми силлами, штоками и дайкообразными телами траппов, иногда дифференцированных от троктолитовых долеритов до субщелочных долеритов и гранофиров. С ними пространственно или парагенетически связывают магнетитовое оруденение района. В Средне-Ангарском железорудном районе выделяются группы месторождений: Кодинская, Агалеевская, Маньзинская. Лучше других изучены и разведаны месторождения Кодинской группы.

#### Кодинская группа

Эта группа месторождений расположена в пределах Богучанско-Кежемского района. Здесь на площади 350 км<sup>2</sup> в 12-18 км на север от р.Ангары, в 10-20 км от строящейся Богучанской ГЭС и в 330 км от намечавшегося к строительству Восточно-Сибирского (Тайшетского) металлургического завода в разной степени разведаны месторождения: Тагарское, Огненное, Восток, Пихтовое, Талое 1 и Беряминское (рис. 118).

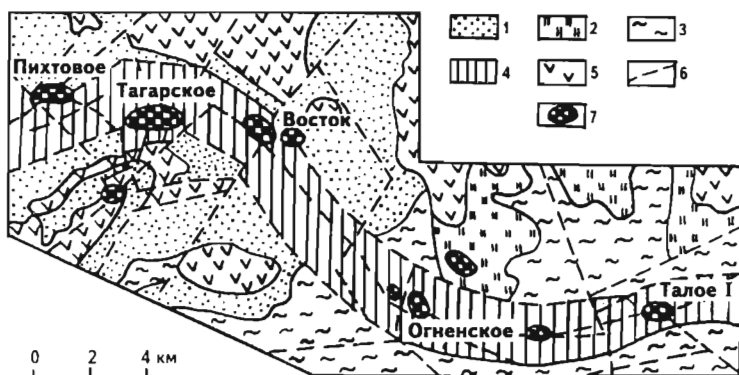


Рис. 118. Схематическая геологическая карта Средне-Ангарского железорудного района

**Нижний карбон (C<sub>1</sub>):** 1 - песчаники, алевролиты с прослоями каменного угля; **нижний ордовик (O<sub>1</sub>):** 2 - песчаники, алевролиты, известняки; **кембрий (Є):** 3 - известковые алевролиты, аргиллиты, 4 - известняки, доломиты, 5 - траппы; 6 - разрывные нарушения; 7 - железорудные месторождения

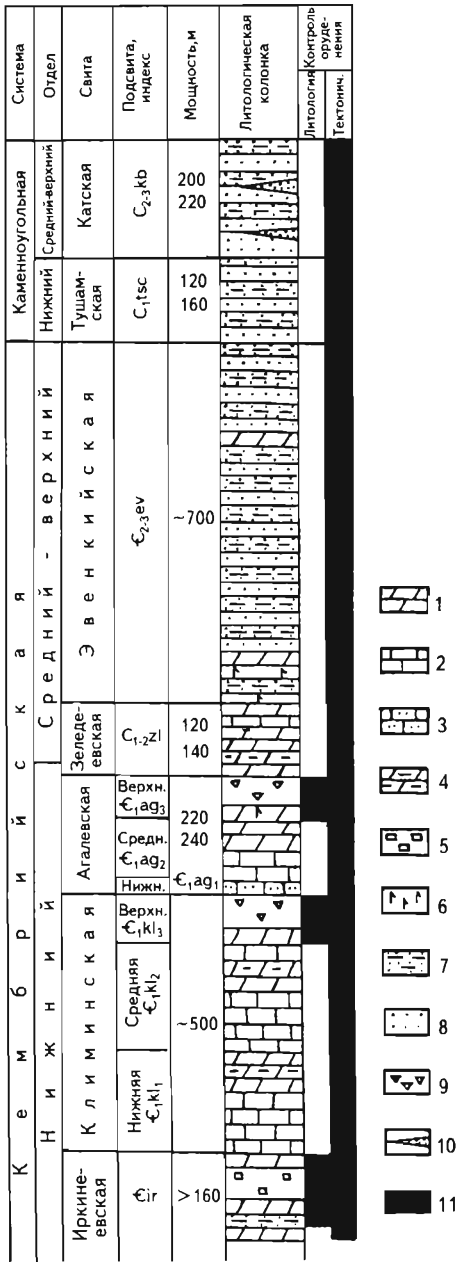


Рис. 119. Литолого-стратиграфическая колонка Средне-Ангарского железорудного района [53]

1 - доломиты; 2 - известняки; 3 - песчаный известняк; 4 - мергели; 5 - каменная соль; 6 - гипс; 7 - алеволиты, аргиллиты; 8 - песчаники; 9 - брекчии смешанного состава; 10 - пласты углей; 11 - магнетитовые руды

Район холмистый с абсолютными отметками до 309-411 м; обеспечен лесом, карбонатным сырьем, песком, гравием, глиной и имеет удобные площадки для промышленного строительства.

Месторождения приурочены к Кодинской горст-антиклинали, ядро которой сложено карбонатными породами нижнего и частично среднего кембрия, крылья - отложениями верхнего кембрия и карбона, содержащими силлы траппов. Горст-антиклиналь пересекается сетью сбросов с амплитудой до 200-500 м. В зонах тектонического дробления находятся секущие тела траппов и рудные залежи. Стратиграфия отложений Кондинской структуры представлена на рис. 119.

Промышленные руды сосредоточены в гидротермально измененных и скарнированных кембрийских карбонатных толщах верхнеиркинеевской, верхнеклиминской и верхнеагалеевской подсвит. Месторождения и рудопроявления приурочены к зонам контакта секущих тел траппов и дорудных метасоматитов, возраст которых калий-аргоновым методом установлен как юрский (190 млн лет). Все месторождения этой группы в Государственном балансе запасов по состоянию на 01.01.1994 г. отнесены к резервным разведанным или разведваемым (Талое 1, Берямбинское).

Гидрогеологические условия месторождений Кодинской группы квалифицируются как весьма сложные. Это связано с наличием водоносного горизонта трещинных вод в карбонатных породах рудовмещающей толщи, коэффициент фильтрации которых колеблется от 0,1 до 9,7 м/сут, достигая иногда 20-25 м/сут, а также близостью к месторождениям рек Тагара и Талая. Расчетные максимальные водопритоки при условии отвода р. Тагара определены в следующих количествах ( $m^3/ч$ ): в карьерах Тагарского месторождения - 4000, Пихтового - 20-400, Огненского - до 1000, на Талом 1 - 8400, Восток - 10.

Инженерно-геологические условия отработки также сложные в связи с наличием кор выветривания, карста и сложной тектоники.

Исследования обогатимости руд Кодинской группы месторождений выполнены заводом "Сибэлектросталь" на 26 пробах массой от 180 до 2830 кг (табл. 158).

Таблица 158

**Показатели обогащения железных руд Кодинской группы месторождений**

Показатели	Тип руд		
	Магнетитовые	Магнетит-мартитовые	Гетит-гидрогетитовые
Содержание железа в исходной руде, %	32,12	38,82	36,08
Выход концентрата, %	40,5	44,9	32,0
Извлечение железа в концентрат, %	82	72,1	45,4
Содержание железа в концентрате, %	65	62,4	51,2

В ТЭО проекта кондиций рекомендованы следующие схемы обогащения: для магнетитовых руд - мокрая магнитная сепарация при измельчении 90-95% класса крупности -0,074 мм;

для магнетит-мартитовых руд - комбинированная схема (магнитная сепарация в слабом и сильном поле);

для гетит-гидрогетитовых руд - дробление и промывка.

Технико-экономическое обоснование проекта кондиций для подсчета запасов железных руд Кодинской группы месторождений разработано в 1972 г. институтами "Гипроруда" и "Механобр" (табл. 159).

Таблица 159

**Технико-экономические показатели отработки месторождений Кодинской группы**

Показатели	Всего по ГОКУ	В том числе по типу руд		
		Гетит-гидрогетитовая	Магнетитовая	Магнетит-мартитовая
Запасы руды в контуре отработки, млн т	280,4	17,5	182,8	80,1
Производительность предприятий, млн т/год:				
по сырой руде	7,53	0,47	4,92	2,14
по концентрату	2,48	0,14	1,52	0,82
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %:				
в руде, поступающей на обогатительную фабрику		36,08	26,76	35,04
в концентрате	63,4	51,2	65,0	62,4
Выход концентрата, %		32,0	32,2	40,6
Капитальные вложения, млн р.	262,9			
Себестоимость I т, р.:				
сырой руды	2,67			
концентрата	13,95	10,6	15,53	11,59
Рентабельность, %	9,2			

Проект кондиций исходит из следующих условий:  
 строительство горно-обогатительного комбината на базе запасов руд месторождений Тагарского, Пихтового, Огненского и Восток;  
 открытый способ обработки;  
 принятие расчетных цен на концентраты для условий переработки их на Западно-Сибирском металлургическом комбинате.

Для подсчета запасов руд ГКЗ СССР в 1972 г. утвердила (протокол 633-к) параметры постоянных кондиций.

*Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %:*

для магнетитовых руд	21
для магнетит-гематитовых руд	26
для гетит-гидрогетитовых руд	34

*Бортовое содержание железа в пробе, %:*

для магнетитовых руд	16
для магнетит-гематитовых руд	20
для гетит-гидрогетитовых руд	28

*Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м*

4

*Запасы за пределами контуров карьеров, отвечающие настоящим кондициям, отнести к забалансовым.*

Запасы железных руд месторождений Тагарского, Пихтового, Восток и Огненского утверждены ГКЗ СССР (протокол 6746) в 1972 г. (табл. 160).

Таблица 160

**Характеристика запасов железных руд месторождений Кодинской группы**

Категория запасов	Всего по группе	В том числе по месторождениям			
		Тагарскому	Пихтовому	Восток	Огненскому
<i>Магнетитовые руды</i>					
В	43,4/28,72*	43,4/28,72	-	-	-
C <sub>1</sub>	166,9/29,01	130,0/27,91	5,5/25,90	-	31,4/34,12
C <sub>2</sub>	10,6/22,57	1,0/25,56	-	7,6/21,76	2,0/24,12
<i>Магнетит-мартитовые руды</i>					
В	23,5/43,39	23,5/43,39	-	-	-
C <sub>1</sub>	58,1/40,03	46,1/39,39	5,0/28,28	-	7,0/52,84
C <sub>2</sub>	6,5/32,27	1,5/32,02	5,0/32,35	-	-
<i>Гетит-гидрогетитовые руды</i>					
C <sub>2</sub>	20,0/38,28	20,0/38,28	-	-	-

\* В числителе - запасы в млн т, в знаменателе - содержание железа в %

Срок обеспеченности работы будущего ГОКа при проектной производительности 7,5 млн т сырой руды в год составит 37 лет.

От утверждения запасов месторождения Талое 1 ГКЗ СССР воздержалась в 1972 и в 1981 гг. в связи с невозможностью достоверно определить влияние р. Талой и, главное, водохранилища строящейся Богучанской ГЭС.

## Тагарское месторождение

Расположено в 110 км по прямой к восток-северо-востоку от пос. Богучаны и является наиболее крупным и хорошо изученным в Средне-Ангарском районе. Разведано по сети 100x100 м для оконтуривания запасов категории В и 200x200 м - категории С<sub>1</sub>.

Месторождение расположено в южном крыле Кодинской антиклинали на участке сочленения двух региональных разломов - Чадобецкого и Ковинского. Оруденение приурочено к зоне метасоматитов, образовавшихся на участках развития брекчий. Зона представляет собой вытянутое в широтном направлении линзовидное тело, круто падающее на север и склоняющееся в восточном направлении (рис. 120). Протяженность зоны по простиранию около 2000 м, по падению более 1000 м, по ширине 800 м. В строении зоны принимают участие тела магнетитовых руд, сорудные метасоматиты, блоки-останцы и брекчии известняков и доломитов.

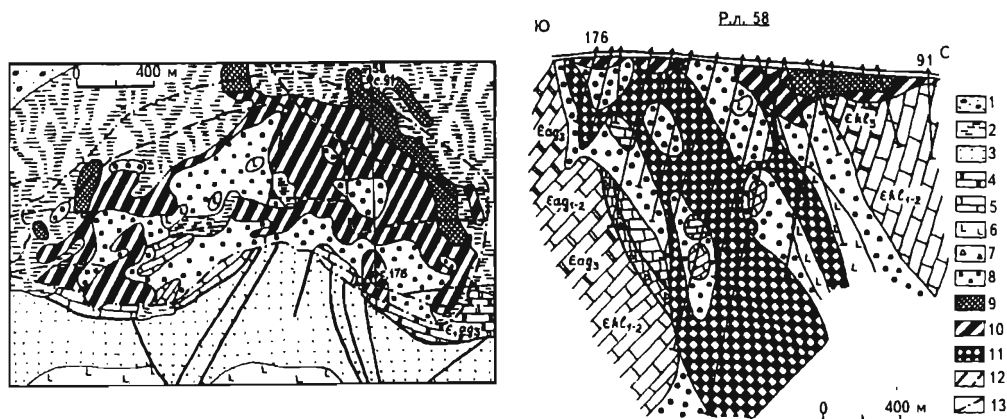


Рис. 120. Схематические геологическая карта и разрез Тагарского месторождения [53]

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - аллювий; мел-палеоген (К-Р): 2 - глины коры выветривания; **нижний карбон (C<sub>1</sub>):** 3 - известковые алевролиты и песчаники тушамской свиты; **кембрий (Є<sub>1-2</sub>):** 4 - карбонатные отложения, доломиты, 5 - известняки; 6 - траппы; 7 - брекчии; 8 - метасоматиты; 9-11 - руды: 9 - гетит-гидрогетитовые, 10 - магнетит-мартиитовые, 11 - магнетитовые; 12 - разрывные нарушения наблюдаемые (а) и предполагаемые (б); 13 - эруптивный контакт

Магнетитовые руды располагаются в двух телах, объединяющихся на восточном фланге в единое тело мощностью до 300-400 м и протяженностью на глубину до 1000 м без следов выклинивания. В этом теле сосредоточено 98% запасов магнетитовых руд. Протяженность тела превышает 1600 м при многочисленных ответвлениях и раздувах. Руды включают обломки и глыбы слабо измененных долеритов и карбонатных пород. Первичные магнетитовые руды - брекчиевидные, реже массивные, вкрапленные, полосчатые, пятнистые. Основной рудный минерал магнетит, в небольшом количестве присутствуют мартит, пирит, гидроокислы железа; нерудные минералы - хлорит, серпентин, пироксен, кальцит и др.



Содержание железа общего колеблется от 24,97 до 32,6%, серы от сотых долей до 9,6%, в среднем 1,24%.

На месторождении развита кора выветривания до глубины 50-200 м от поверхности, в пределах которой магнетитовые руды подверглись окислению и дезинтеграции. Кора выветривания подразделяется на остаточную и "преобразованную". В остаточной коре выветривания магнетитовые руды частично окислены и преобразовались в магнетит-мартитовые руды. Всего по месторождению выявлено и разведано шесть плащеобразных залежей этих руд. Наиболее крупными являются два рудных тела (N 14 и 11) с параметрами соответственно по простиранию 2040 и 1140 м, ширине 250 и 140 м, мощности от 4 до 232 м (N 14) и от 6 до 150 м (N 11), при средней мощности 70-80 м. Содержание железа колеблется от 29 до 50%.

В северной части месторождения выявлено десять залежей гетит-гидрогетитовых руд в "преобразованной" коре выветривания, выходящих на дневную поверхность. Максимальное их распространение на глубину 164 м. Параметры двух наиболее крупных залежей (N 1 и 2) соответственно по простиранию 2920 и 1720 м, ширине 250 и 170 м, средней мощности 35 и 24 м. Руды представляют собой глину, пропитанную гидроокислами железа с плотными обломками и стяжениями гетит-гидрогетитового состава. Содержание железа колеблется по блокам от 32 до 39%,  $P_2O_5$  - 0,42%.

### Огненное месторождение

Расположено в 10 км к востоку от Тагарского месторождения в осевой части Кодинской антиклинали в зоне брекчирования нижнекембрийских пород и состоит из двух зон (рис. 121). Западная рудная зона (250x490 м) имеет падение на юг под углом  $40^\circ$ . Восточная зона (770x500 м) прослежена на глубину 1 км, где она выполаживается до  $20-35^\circ$  и резко расширяется в мощности. В Восточной зоне заключено около 80% запасов магнетитовых руд. Рудные тела сложной формы, имеют многочисленные перегибы, раздувы и пережимы. Магнетитовые руды брекчиевидной (70%), пятнистой, массивной и полосчатой текстуры, содержат, кроме магнетита, серпентин, хлорит, кальцит и другие минералы. Метасоматиты представлены известковистыми скарнами и хлорит-серпентин-кальцитовыми породами.

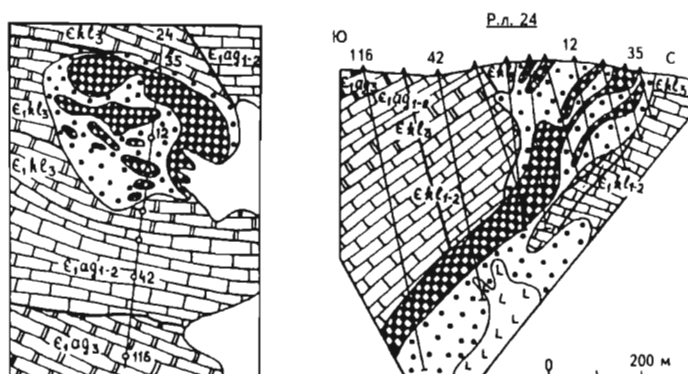


Рис. 121. Схематическая геологическая карта и разрез Огненного месторождения [53]

Условные обозначения - см. рис. 120

На месторождении развита мощная (до 300 м) кора выветривания, в результате окисления магнетита руды преобразованы в магнетит-мартитовые. В пределах Западной рудоносной зоны выявлена плащобразная залежь магнетит-мартитовой руды размером 460x580 м со средней мощностью 25,6 м, максимальной - 84 м.

### *Месторождение Восток*

Расположено в 5 км восточнее Тагарского месторождения (см. рис. 118). Месторождение на поверхности оконтуривается положительной магнитной аномалией размером 850x525 м с нижней кромкой на глубине свыше 600 м. К месторождению условно можно отнести также линейную сопутствующую зону слабого оруднения на западном фланге с размерами в плане 1900x50-400 м.

В отличие от Тагарского, на месторождении Восток слабо выражена кора выветривания, проявившаяся лишь в дезинтеграции вмещающих пород и слабой мартитизации магнетитовых руд до глубины 1-30 м от поверхности. Толща, вмещающая месторождение, представлена карбонатными отложениями агалеевской и зелеевской свит нижнего и среднего кембрия, по составу аналогична породам Тагарского месторождения. Зона метасоматоза соответствует по морфологии зоне брекчирования пород и имеет почти изометричное в плане очертание с вертикальным падением. На глубину структура изучена слабо. От края к центру зоны метасоматоза и с глубиной уменьшается степень оруднения и увеличивается роль брекчий долерита.

Околорудными и оруденелыми являются карбонат-пироксен-хлоритовые и серпентин-карбонатные породы, постепенно переходящие в промышленные руды.

Рудная зона, вскрытая горными выработками, имеет форму вытянутой прогнутой линзы протяженностью по простиранию 600 м, по падению более 300 м, при ширине от 50 до 220 м. Направление падения - юго-западное под углом 10-60° у поверхности и до вертикального и даже обратного с глубиной. Морфология рудной зоны осложнена включениями скарнированных брекчий долеритов. Выделено одно тело магнетитовых руд промышленного значения и несколько мелких рудных линз. Руды магнетитовые, аналогичные рудам Тагарского месторождения. Кроме магнетита, в руде присутствуют: хлорит, серпентин, кальцит, пироксен, гранат и реликты замещаемых брекчированных пород. Структура неравномерно-зернистая, реже среднезернистая. Текстура - брекчиевидная (91,1%). В магнетитовых рудах отмечаются также мартит - до 10%, маггемит - до 3%, гидроокислы железа - менее 5%, глинистые минералы - менее 10%.

На основе комплексных геофизических исследований, включающих математическое моделирование, возможно выявление прогнозных ресурсов в районе месторождения до 50 млн т.

### *Месторождение Пихтовое*

Расположено в 2 км северо-западнее Тагарского месторождения (см. рис. 118). Границы его проводятся по выходам на поверхность метасоматических пород и по коре выветривания, развитой над зоной метасоматоза; размеры месторождения в плане 1280x890 м.

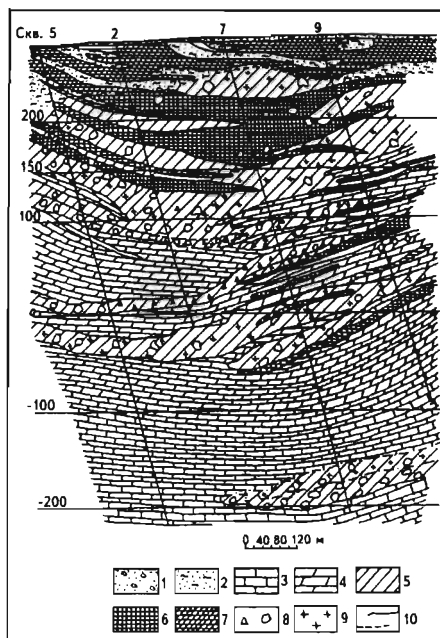


Рис. 122. Схематический геологический разрез месторождения Пихтовое (составил В.Ф.Козлов)

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - делювий-элювий; мел-палеоген (К-Р): 2 - кора выветривания (остаточная и перетолженная); **нижний и средний кембрий (Є<sub>1-2</sub>):** 3 - известняки, доломиты, 4 - кальцифиры и мраморы, 5 - серпентин-хлорит-кальцитовые породы; 6 - магнетитовые руды с хлоритом, серпентином, кальцитом; 7 - мартитизированные магнетитовые и перетолженные руды коры выветривания мартит-гетит-гидрогетитового состава; 8 - брекчированные известняки (а), обломки траппов (б); 9 - гранитизация и пироксенизация; 10 - геологические границы установленные (а), предполагаемые (б)

Месторождение Пихтовое приурочено к северному крылу Кодинской антиклинали, ее западному флангу. Метасоматические породы и оруденение сформировались среди интенсивно брекчированных известняков, долеритов,

алевролитов на пересечении двух систем дизъюнктивных нарушений - Чадобецкого и Кодинского разломов.

Протяженность зоны метасоматоза с северо-запада на юго-восток 1000 м, на глубину - свыше 600 м. Форма зоны чашеобразная с падением контактов в целом от периферии к центру. В отдельных случаях отмечается и общее восточное (юго-восточное) падение, особенно на глубоких горизонтах. Среди метасоматитов развиты скарны, гидросиликатные породы с останцами алевролитов и известняков (рис. 122).

На метасоматитах повсеместно развита кора выветривания максимальной мощностью до 100-110 м, которая подразделяется на остаточную и "преобразованную" (перетолженную).

Рудные тела месторождения имеют преимущественно линзообразную форму с размерами по падению от первых десятков метров до 500-600 м, мощностью от первых метров до 50-60 м; преобладают в основном тела малых размеров. По простиранию рудные тела имеют меньшую протяженность, чем по падению. Характерны пережимы, раздувы, расщепление и выклинивание рудных тел; четкой группировки их в залежи не отмечается.

На месторождении развиты два основных типа железных руд: магнетит-мартитовый и магнетитовый. Магнетит-мартитовые руды связаны с образованием остаточной и "преобразованной" кор выветривания и слагают первое рудное тело. Постоянно в рудах присутствует маггемит. По текстурным признакам руды подразделяются на брекчиевые (81,71%), пятнисто-гнездовые (14,67%), порошковатые (3,62%). Основными рудными минералами являются магнетит, мартит и гидроокись железа. Содержание их варьируется в широких пределах, в среднем на долю магнетита приходится около 25-30%, мартита - 20-40%, гидроокислов - 15-35%.

Магнетитовые руды по вещественному составу подразделяются на серпентин-хлорит-карбонатно-магнетитовые (35,58%), серпентин-карбонатно-магнетитовые (28,03%), серпентин-хлорит-карбонатно-магнетитовые

(6,15%), карбонатно-магнетитовые (2,50%), серпентин-хлорит-магнетитовые с пироксеном, гранатом, реликтами долерита, алевролита и известняка (23,04%). Все разновидности руд обладают неравномерно-зернистой структурой и в основном брекчиевидной текстурой.

По комплексу геофизических методов, включая математическое моделирование, в районе месторождения могут быть выявлены прогнозные ресурсы до 100 млн т.

### *Месторождение Талое 1*

Расположено в Кежемском административном районе в 20 км от Тагарского месторождения. Открыто в 1959 г. и разведывалось с перерывами в течение 1967-1979 гг., в 1979-1981 гг. выполнена предварительная разведка.

Магнетитовые рудные тела и вмещающие их хлорит-серпентин-карбонатные метасоматиты в карбонатных отложениях нижнего кембрия слагают рудную зону (рис. 123) протяженностью по простиранию 1500 м, шириной более 600 м, на глубину они прослежены на 600 м.

Руды представлены магнетитовыми (95% всех запасов), в ограниченном количестве мартит-гематитовыми и гетит-гидрогетитовыми разновидностями. Всего на месторождении выявлено 11 рудных тел, из которых рудное тело 1 объединяет 95% запасов. Оно имеет сложную (корытообразную, трубообразную) форму и прослежено по простиранию на 1320 м, по падению на 500 м, при средней мощности 45 м.

Магнетитовые руды представлены брекчиевидными (45%), вкрапленными (25%) и массивными (30%) текстурами. Основной рудный материал магнетит, в небольшом количестве присутствует гематит (мартит), пирит; из нерудных минералов - хлорит, серпентин, кальцит и другие. Среднее содержание железа в рудах 36,9%, серы 2,5%. Содержание ценных элементов-примесей весьма низкое и они не представляют промышленного интереса.

Технологические исследования обогатимости руд выполнены заводом "Сибэлектросталь" на трех пробах массой от 505 до 2814 кг. Установлено, что руды месторождения представляют один геолого-промышленный тип, успешно обогащаются по схеме, принятой для Тагарского ГОКа, и обеспечивают получение концентрата с содержанием железа 66,8% при выходе его 46,6% и извлечении железа в концентрат 86,2%.

Запасы руд дважды (в 1972 и в 1981 гг.) представлялись на утверждение ГКЗ СССР и не были утверждены. Оперативно принятые на баланс запасы по состоянию на 01.01.1994 г. оцениваются по категории С<sub>1</sub> в количестве 66,5 млн т с содержанием железа 37,10%.

Месторождение требует доизучения главным образом гидрогеологических и горно-технических условий отработки.

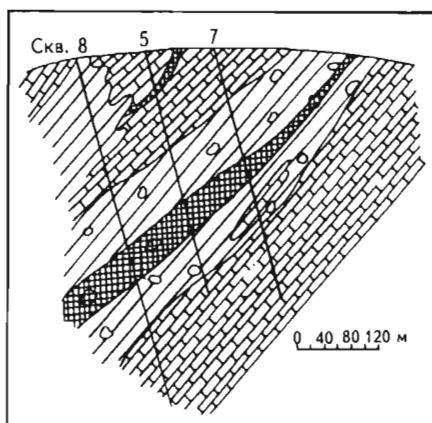


Рис. 123. Схематический геологический разрез месторождения Талое 1 (составил В.Ф.Козлов)

Условные обозначения - см. рис. 122.

## *Беряμβинское месторождение*

Расположено на левобережье р.Конды в 14 км от р.Ангары и в 45 км к юго-востоку от Тагарского месторождения. Оно приурочено к осевой части Беряμβинской антиклинали, к зоне брекчирования пород зелеевской и эвенкийской свит. На месторождении пробурено 14 скважин глубиной 300-1000 м. Рудоносная зона протяженностью 4 км при ширине 250-650 м прослежена без выклинивания с крутым падением на глубину до 400-600 м. Зона представлена магнезиальными и известковыми скарнами с хлоритом, кальцитом, серпентином, эпидотом и магнетитовыми рудами. Руды брекчиевидные (90%), реже массивные и полосчатые, содержат, кроме магнетита, пирит (0,6-1%), пирротин, марказит, а до глубины 10-12 м - мартит (до 10-15%) и гидроокислы железа (до 8-15%), а также хлорит, кальцит и другие минералы.

Содержание железа в рудах колеблется от 16 до 60%, среднее 34%. На глубине 350-400 м оно уменьшается вдвое, а ниже - снова возрастает. Из трех проб массой 422-788 кг получены концентраты с содержанием железа 61-64% при извлечении железа в концентраты 74-85% [53].

Запасы месторождения, оперативно учтенные и принятые на баланс по результатам предварительной разведки составляют на 01.01.1994 г. по категориям  $C_1$  - 28,9 млн т,  $C_2$  - 10,9 млн т при среднем содержании железа 34%. Основную часть запасов можно отработать карьером глубиной ~200 м.

Генезис магнезиальных руд месторождений Ангарской железорудной провинции рассмотрен в разделе железорудных месторождений Иркутской области.

### *7.2.4. Нижне-Тунгусский железорудный район*

Железорудный район образует зону от р.Курейки до оз. Пясино и вдоль рек Северной и Летней до оз. Налим протяженностью 110 км. Магнетитовые руды обнаружены в 1930-1931 гг. при рекогносцировочных маршрутах. В 1943-1949 гг. проводились геофизические и поисково-разведочные работы масштаба 1:5000, пробурено 17 скважин, пройдены единичные шурфы и каналы, три штольни (40 м).

#### *Участки рек Северной и Летней*

В пределах района выявлены месторождения (участки) рек Северной и Летней, связанные с разломом среди карбонатно-терригенных пород верхнего силура - нижнего девона на контактах с интрузиями траппов. В рудах главные минералы - магнетит, магнезиальный магнетит, кальцит, серпентин, хлорит; второстепенные - гематит, лимонит, скаполит, оливин, пироксен, гранат, амфибол, флогопит, анатаз, пирит, пирротин, халькопирит. Рудные тела жилло- и пластообразные мощностью до 15-20 м и протяженностью до 1-3 км.

По 11 технологическим пробам массой 50-1000 кг изучена обогатимость руд методом мокрой магнитной сепарации, получен концентрат с содержанием железа 65% [53].

Запасы железных руд месторождения рек Северной и Летней утверждены ГКЗ СССР в 1950 г. (протокол 6289) в количестве 179,6 млн т по категории  $C_2$  при среднем содержании железа 37,5%. Прогнозные ресурсы по 40 магнитным аномалиям оцениваются в 900 млн т.

### 7.3. Иркутская область

На территории области разведано 12 месторождений (табл. 161) и выявлено большое количество рудопроявлений железных руд, которые находятся в пределах восточных частей Ангарской и Алтае-Саянской железорудных провинций. Первая приурочена к югу Сибирской платформы и занимает центральную и северную части Иркутской области; вторая охватывает Восточный Саян и занимает южную часть области.

Таблица 161

Распределение запасов железных руд по рудным районам (группам) Иркутской области

Рудный район (группа)	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т				Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		B	C <sub>1</sub>	B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
								P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
Ангаро-Илимский	4	63,4	500,1	563,5	49,2	220,2	585	230	355
Ангаро-Катский	3	159,7	1059,1	1218,8	181,6	164,3	805	655	150
Ангаро-Чунский	4	-	242,7	242,7	46,9	203,1	405	340	65
Иркутно-Китойский*	1	-	162,0	162,0	234,0	-	680	480	200
Новые площади	-	-	-	-	-	-	70	-	70
Всего	12	223,1	1963,9	2187,0	511,7	587,6	2545	1705	840

\* Запасы Байкальской группы Иркутно-Китойского района учтены отраслевым балансом.

Месторождения и рудопроявления магнетитовых руд Ангарской железорудной провинции локализируются в осадочных породах чехла в зонах тектоно-магматической активизации Сибирской платформы; месторождения и рудопроявления железистых кварцитов Алтае-Саянский железорудной провинции приурочены к северо-восточному склону и предгорью Восточного Саяна. Железистые кварциты связаны с метаморфическими комплексами архея (Шарыжалгайский выступ) и раннего протерозоя (Онотский прогиб).

В пределах Ангарской железорудной провинции выделяется три железорудных района (группы): Ангаро-Илимский (Корпуновское, Рудногорское, Татьянинское, Тубинское месторождения), Ангаро-Катский (Нерюндинское, Капаевское, Поливское месторождения), Ангаро-Чунский (Октябрьское, Красноярское, Кежемское, Седановское месторождения); в Алтае-Саянской железорудной провинции - Иркутно-Китойский (Байкальское месторождение) железорудный район.

Значительный вклад в изучение железорудных месторождений Иркутской области внесли В.Д.Паровой, В.А.Пушкин, Б.П.Фадеев, М.С.Учитель, А.А.Шафев, А.В.Шерстнева, В.М.Спешиллов, В.В.Корабельникова, Г.В.Росляков, Г.С.Фон-дер-Флаасс, В.К.Сахаров, А.С.Барышев, В.Б.Ковалевич, В.П.Никулин, Г.П.Тараев, Л.П.Тигунов, А.М.Долгов, А.Н.Житков, Н.Д.Коваль, А.Б.Семенченко, Г.Ф.Баймеев и другие.

По состоянию на 01.01.1994 г. разведанные запасы железных руд Иркутской области составляли по категориям B+C<sub>1</sub> - 2187,0 млн т и C<sub>2</sub> - 511,7 млн т (табл. 162), в том числе отраслевым балансом запасов и прогнозных ресурсов учтено соответственно 162,0 и 234,0 млн т. Доля Иркутской области в общих разведанных запасах России составляет 2,3%. По сравнению с 1955 г.

## Месторождения железных руд Иркутской области

Предприятие, месторождение, рудопроявление	Тип руд	Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах категорий В+С <sub>1</sub> *, %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т			Фактическая добыча сырой руды за 1993 г., млн т	Выпуск товарной руды за 1993 г., млн т	Возможная добыча по проектной мощности ГОКа
			В+С <sub>1</sub> *	С <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям				
							Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>			
<b>Разрабатываемые месторождения</b>											
Коршунувский ГОК											
Коршунувское	Магнетитовые	27,8	258,7/87,9	2,9	161,1	80	60	20	7,95		8,0
Рудногорское	"	35,3	277,4/277,4	42,0	40,0	45	45	-	2,69	4,82	5,0
Татьянинское	"	34,7	27,4/27,2	4,3	7,6	-	-	-	1,75		1,5
Итого			563,5/392,5	49,2	208,7	125	105	20	12,39	4,82	14,5
<b>Резервные разведанные месторождения</b>											
Нерюндинское	"	30,0	634,9/545,9	74,9	113,4	-	-	-	-	-	7,0
Капаевское	"	31,81	502,4/502,4	101,8	50,9	100	70	30	-	-	4,2
Итого			1137,3/1048,3	176,7	164,3	100	70	30	-	-	11,2
<b>Разведанные месторождения</b>											
Поливское	"	23,0	81,5/-	4,9	-		-	-	-	-	4,0
Октябрьское	"	34,3	242,7/-	46,9	-	200	160	40	-	-	2,8
Байкальское	Железистые кварциты	28,0	162,0/-	234,0	-	235	235	-	-	-	6,8
Итого			486,2/-	285,8		435	395	40	-	-	12,8
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>											
Тубинское	Магнетитовые	30,00	-	-	11,5	40	5	35	-	-	-
Красноярское	"	26,30	-	-	185,9	50	50	-	-	-	-
Кежемское	"	59,10	-	-	13,9	-	-	-	-	-	-

Седановское	"	53,00	-	-	3,3	155	130	25	-	-	-
Итого			-	-	214,6	245	185	60	-	-	-
<b>Новые объекты</b>											
Молдавское	Магнетитовые	-	-	-	-	380	340	40	-	-	-
Морское, Южное, Бериканское	"	-	-	-	-	195	115	80	-	-	-
Катское	"	-	-	-	-	130	130	-	-	-	-
Шестаковское	"	-	-	-	-	10	-	10	-	-	-
Пасмурное	"	-	-	-	-	45	15	30	-	-	-
Читорминское, Вер- хне-Читорминское	"	-	-	-	-	250	90	160	-	-	-
Горелая Сопка	"	-	-	-	-	115	15	100	-	-	-
Иликанское, Вос- точное, Экипаж- ное и др.	"	-	-	-	-	70	-	70	-	-	-
Китайское, Усть- Холомхинское	Магнетитовые желе- зистые кварциты	-	-	-	-	145	45	100	-	-	-
Орингольское	Магнетитовые	-	-	-	-	120	120	-	-	-	-
Сарамгинское	"	-	-	-	-	40	40	-	-	-	-
Горелый участок	"	-	-	-	-	40	40	-	-	-	-
Таежно-Ерминское	Гематитовые и магне- титовые железистые кварциты	-	-	-	-	100	-	100	-	-	-
Итого		-	-	-	-	1640	950	690	-	-	-
Всего			2187,0/1440,8	511,7	587,6	2545	1705	840	12,39	4,82	38,5

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.



Таблица 163  
**Основные технико-экономические показатели  
 работы Коршуновского ГОКа**

Показатели	1990 г.	1993 г.
Добыча сырой руды, млн т	13,92	12,39
В том числе в карьерах:		
Коршуновском	10,36	7,95
Рудногорском	2,60	2,69
Татьянинском	0,96	1,75
Содержание железа в сырой руде, %	28,8	29,5
В том числе в карьерах:		
Коршуновском	27,20	27,04
Рудногорском	35,20	35,50
Татьянинском	29,40	31,18
Производство товарной руды, млн т	5,69	4,82
Содержание железа в товарной руде, %	62,9	62,8
Себестоимость 1 т руды, р.:		
сырой	4,05	Нет свед.
товарной	15,23	То же

общие запасы возросли в 4,1 раза. Основная масса (85,3%) разведанных запасов представлена магнетитовыми (магномагнетитовыми) рудами ангарского ГПТ и меньшая часть (14,7%) - железистыми кварцитами сутамского ГПТ. Прогнозные ресурсы представлены магнетитовыми (магномагнетитовыми) рудами (1865 млн т) и железистыми кварцитами (680 млн т). На долю Иркутской области приходится 1,7% прогнозных ресурсов России.

Разработка Коршуновского, Рудногорского и Татьянинского месторождений производится Коршуновским ГОКом (табл. 163). Сырьевую базу Коршуновского ГОКа составляют также Краснояровское и Октябрьское месторождения. Потребителями товарной продукции ГОКа являются в основном Западно-Сибирский и в меньшей степени Кузнецкий металлургический комбинаты, расположенные на расстоянии 1850 км к западу от него.

Кроме железных руд в 75 км к северу от Коршуновского ГОКа разведано крупнейшее в стране Игирминское месторождение высококачественных формовочных песков. Вместе с тем обеспечение потребности в них металлургических и других заводов Сибири (в том числе Иркутской области) и Дальнего Востока в настоящее время осуществляется за счет месторождений Центральных районов и Урала.

### **7.3.1. Ангаро-Илимский железорудный район**

#### ***Коршуновское месторождение***

Месторождение расположено в Нижне-Илимском районе в 430 км к северу от г. Иркутска, в 1,5 км к юго-востоку от железнодорожной станции Коршуниха и в 1850 км от Западно-Сибирского металлургического комбината.

Коршуновское месторождение известно с XIX в., когда в Иркутской области был построен Николаевский железодобывающий завод, явившийся впоследствии совместно с другими заводами основным поставщиком металла по производству рельсов для Восточно-Сибирской железной дороги.

Планомерное геологическое изучение месторождения начато с 1931 г. Площадь района заснята геологической и аэромагнитной съемками масштаба 1:50000, выполнены наземные магнито-гравиметрические и электро-разведочные работы методами ВП, ЭП, ЗП разного масштаба.

Коршуновское месторождение (рис. 124) расположено на крыле одноименной флексуорообразной антиклинали, осложненной грабен-синклиналью

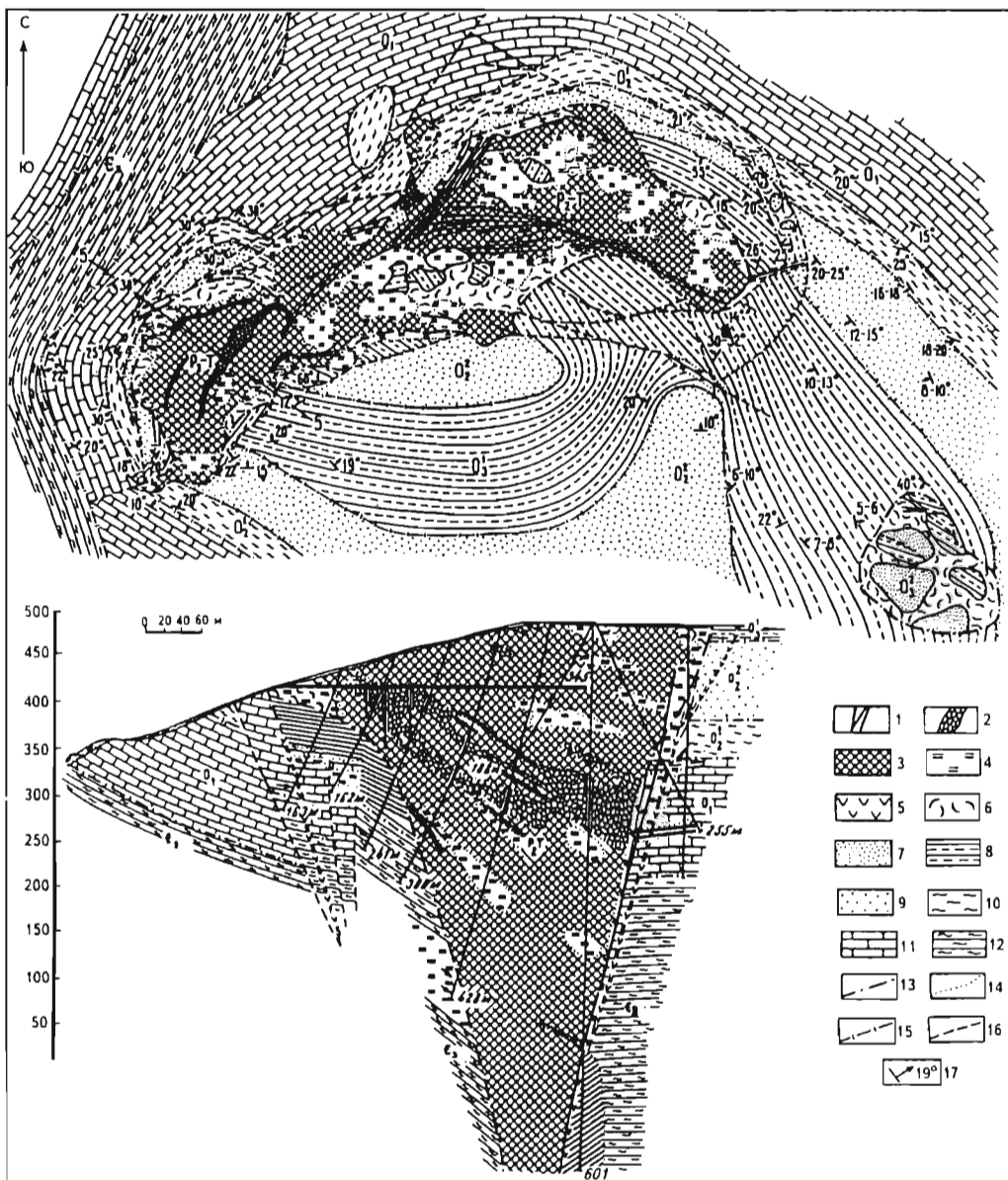


Рис. 124. Схематическая геологическая карта и разрез Коршуновского железорудного месторождения (Антипов, Иващенко, Корабельникова, 1960)

1 - жильные магнетитовые руды; 2 - магнетитовые руды метасоматические массивные, почти сплошные; 3 - магнетитовые руды вкрапленной и брекчиевидной текстуры; 4 - скарны; 5 - траппы; пермь-триас (P<sub>2</sub>-T): 6 - туфогенные породы; ордовик (O): 7-11 - породы среднебратской (7), нижнебратской (8), верхнеамырской (9), нижнеамырской (10) подбит, устькутской свиты (11); кембрий (Є): 12 - породы верхоленской свиты; 13 - эруптивный контакт; 14 - диффузионный контакт; 15 - стратиграфический контакт; 16 - тектонические нарушения; 17 - элементы залегания слоистости

блокового строения. В геологическом строении месторождения принимают участие образования среднего, верхнего кембрия и ордовика [53].

Среднекембрийские отложения представлены двумя свитами (снизу вверх): ангарской (ангидриты и пласты каменной соли) и литвинцевской (известняки, мергели и аргиллиты). Верхнекембрийские отложения верхоленской свиты сложены переслаивающимися аргиллитами, песчаниками, алевролитами, мергелями, известняками, неполная мощность которых около 250 м.

Отложения кембрия согласно перекрыты отложениями нижнего ордовика усть-кутской свиты мощностью 125 м, представленными водорослевыми и оолитовыми известняками, мергелями с прослоями песчаников, алевролитов, аргиллитов. На отложениях усть-кутской свиты с размывом залегают отложения среднего ордовика мамырской свиты мощностью 120-130 м, которые представлены переслаиванием песчаников, алевролитов, мергелей, аргиллитов. Образование верхнего ордовика с сохранившейся мощностью 150-180 м представлены отложениями братской свиты (красноцветные песчаники, мергели, кварцевые песчаники). Четвертичные отложения развиты повсеместно и имеют мощность от первых до десяти метров и более в долинах рек и ручьев.

Широко развиты на месторождении дайки магматических пород - габбро-долериты, долеритовые порфириты и долериты пермо-триасового возраста.

В структурном плане месторождение представляет собой вертикальную трубку взрыва с несколькими каналами и субгоризонтальными зонами трещиноватости, мульда проседания имеет размеры в плане 2800x1200 м.

Магнетитовое оруденение приурочено к метасоматическим зонам, в которых присутствуют обломки и крупные блоки слабоизмененных карбонатных, терригенных и магматических пород. Метасоматиты и скарны состоят из пироксена, граната и амфиболов, эпидота, хлорита, гидрослюд, серпентина, кальцита, доломита, цеолитов. Магнетитовое оруденение развивается по карбонатным, терригенным породам, дайкам долеритов и по скарнам, которые замещаются магнетитом вплоть до перехода в сплошные руды.

Морфологические рудные тела представлены линзо-, столбо-, штокообразными и пластовыми телами с неровными, извилистыми контурами.

Руды месторождения брекчиевидно-вкрапленные, массивные, сетчато-прожилковые, полосчатые и реже оолитовые. Между ними наблюдаются взаимные переходы, что часто исключает их геометризацию и отдельную добычу.

По минеральному составу руды магнетитовые с незначительной примесью гематита и сульфидов, из которых наибольшим распространением пользуется пирит; в незначительном количестве присутствуют пирротин, пентландит, молибденит, халькопирит, галенит, сфалерит, киноварь.

Содержание железа в рудах (среднее) 27,9%, серы - от 0,01 до 0,066%, фосфора - от 0,14 до 0,3%.

Характерной особенностью руд является относительно высокое содержание оксида магния, что не позволяет получать из руд верхних горизонтов (до 600 м) концентраты с содержанием железа выше 65%. По Г.С.Момджи [114], такой тип руд относится к магномангнетитовым с содержанием оксида магния в решетке магнетита выше 5%. Особо чистыми являются уникальные по составу галит-магнетитовые руды, локализуемые в карбонатных отложениях ангарской и литвинцевской свит среднего кембрия.

В породах вскрыши, в зонах так называемых "беляков", мощностью в первые десятки метров развиты цеолиты, а на глубоких горизонтах в пи-

роксеновых и гранатовых скарнах всяческого бока - минералы бора - датолит, данбурит, уайтменит и другие, в скарнах и рудах месторождения обнаружены новые минералы бора - екатеринит и шабынит.

В генетическом плане руды Коршуновского, как и других месторождений данной провинции, относятся к магномагнетитовой формации, известной главным образом на Сибирской платформе [114]. Образование месторождений железных руд данной формации некоторые исследователи (М.К.Косыгин, Г.В.Росляков, М.Л.Лурье и др.) объясняют связью железоруднения с дифференцированными интрузиями траппов, которые, по их мнению, явились источником рудного вещества.

Г.С.Момджи, А.Я.Архипенкова, В.Ф.Козлов, В.А.Павлов образование руд данного типа объясняют многоэтапной тектонической активизацией платформы в фанерозое, сопровождавшейся разновозрастной и многофазной магматической деятельностью. Месторождения по их мнению формировались в мезозойский этап тектоно-магматической активизации Сибирской платформы, пространственно и генетически связаны с характерными для этого этапа трапповыми интрузиями. Месторождения образуются на различных стратиграфических уровнях от кембрия до триаса в результате взаимодействия рудоносных растворов с литологически благоприятными для рудообразования породами. Оруденению обычно предшествует скарнирование боковых пород с последующим изменением - хлоритизацией, серпентинизацией и другими процессами.

По мнению указанных авторов, основным источником железа для образования месторождения являлись железистые породы фундамента, относимые к шарыжалгайской серии архея и сосновобайцевской свите нижнего протерозоя. Мобилизация железа из пород докембрийского фундамента и перенос его в рудо локализирующие структуры осадочного чехла осуществлялись растворами глубинного происхождения. Циркуляция растворов, выносивших из пород кристаллического фундамента железо, происходила преимущественно в зонах субширотных разломов глубокого заложения, неоднократно подновлявшихся в этапы среднепалеозойской и нижнемезозойской тектоно-магматической активизации платформы.

Гидрогеологические условия отработки месторождения сложные. Месторождение пересекает р. Коршуниха со среднесуточным расходом от 0,62 в межень до 76,9 м<sup>3</sup>/сут в паводок. Установлено шесть водоносных горизонтов, связанных между собой. Наиболее обводнены известняки усть-кутской свиты ордовикского возраста. На месторождении создана система водопонижающих скважин. В результате откачек создана воронка депрессии диаметром около 7 км. Воды - сульфатно-карбонатного состава, до глубины 200 м имеют минерализацию до 3 г/л. С глубины 300 м минерализация вод возрастает до 10-15 г/л и проявляется их агрессивность к железу и бетону. С увеличением глубины на уровне верхоленской свиты минерализация возрастает, и на уровне литвинцевской свиты она достигает 343 г/л. Дренажные воды на 90% используются ГОКом для производственных нужд. Общий водоотбор составляет около 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

ТЭО подземной отработки месторождения предусматривается изолировать водоносные горизонты со слабоминерализованной водой от рассолов. Существует схема обратной закачки рассолов (10-50 г/л) в недра.

Инженерно-геологические условия отработки месторождения также сложные из-за низкой прочности мергелей, аргиллитов, алевролитов, что приводит к образованию оползней.

Для обогащения железных руд Коршуновского месторождения применена трехстадиальная схема мокрой магнитной сепарации. По этой схеме

Таблица 164

**Средний химический состав руды  
Коршуновского месторождения  
и продуктов ее обогащения, %**

Компонент	Исходная руда	Концентрат	Хвосты
Fe <sub>общ</sub>	27,59	63,04	7,2
SiO <sub>2</sub>	26,97	4,65	40,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,53	2,83	6,83
CaO	11,62	2,05	19,87
MgO	12,02	2,77	14,85
MnO	0,076	0,121	0,053
TiO <sub>2</sub>	0,379	0,278	0,482
P	0,201	0,099	0,164
S	0,073	0,099	0,084
П.п.п.	4,68	1,03	7,06

работает дробильно-обога-  
тельная фабрика, которая пе-  
рерабатывает железные руды  
Коршуновского, Рудногорско-  
го и Татьянинского месторож-  
дений.

Принятая схема обога-  
щения при содержании в ис-  
ходной руде железа общего  
27,59% (железа, связанного с  
магнетитом 24,0%) обеспечивает  
выход концентрата 36,21% при  
содержании в нем железа  
63,04% (табл. 164). Извлечение  
в концентрат составляет 82,4%  
Fe<sub>общ</sub> или 94,41% Fe<sub>магн.</sub>

Для оконтуривания раз-  
веданных запасов Техниче-  
ское управление Минчермета  
СССР утвердило следующие  
кондиции.

*Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub>  
в подсчетном блоке, %:*

*для руд, не требующих обогащения (при среднем  
содержании по блоку 50%)*

45

*для руд, требующих обогащения (при среднем  
содержании по блоку 32%)*

25

*Отношение Fe:FeO, не более*

4:1

*Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе*

*для забалансовых запасов, %*

15

Запасы железных руд месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1956 г. (протокол 1298) по категориям В+С<sub>1</sub> - 389,7 млн т, С<sub>2</sub> - 99,8 млн т со средним содержанием железа 27,9%.

Месторождение обрабатывается Коршуновским ГОКом с 1965 г. открытым способом. В связи с истощением разведанных запасов железных руд в контуре проектного карьера в 1978-1992 гг. выполнена разведка глубоких (до 1200 м) горизонтов с целью определения возможности обработки их подземным способом.

В 1993 г. институтом "Гипроруда" разработано ТЭО постоянных кондиций для подсчета запасов железных руд Коршуновского месторождения (табл. 165). Проект кондиций исходит из условий обработки месторождения комбинированным способом: до отметки ±0 (Рудная Гора-1) и +90 м (Рудная Гора-2) - открытым, ниже (до гор. -840 м) - подземным способами. Для обогащения руд на действующей обогатительной фабрике используются опресненные сдrenированные минерализованные воды с попутным получением поваренной соли для промышленного потребления.

По данным ТЭО обработка железных руд Коршуновского месторождения подземным способом признана нерентабельной. Для подсчета запасов месторождения ГКЗ утвердила в 1993 г. (протокол 29-к) следующие кондиции.

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Коршуновского месторождения**

Показатели	Способ отработки	
	открытый	подземный
Запасы руды в контуре отработки (до гор. -840 м) на 01.01.1992 г. по категориям, млн т:		
В+С <sub>1</sub>	170,37	263,46
В том числе по периодам отработки:		
I (до отм. -240 м)	-	191,37
II (до отм. -480 м)	-	35,90
С <sub>2</sub>	0,69	160,33
Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах по категориям, %:		
В+С <sub>1</sub>	25,85	26,21
В том числе по периодам отработки:		
I		26,26
II		23,99
С <sub>2</sub>	-	23,84
Эксплуатационные запасы руды в контуре отработки, млн т:		
I период	180,6	184,5
II период	-	36,3
Содержание Fe <sub>общ</sub> в эксплуатационных запасах, %	24,65	24,01
Производительность предприятия, млн т/год:		
по руде	10,7	5,3
по концентрату	3,4	1,7
по соли	0,235	0,505
Обеспеченность предприятия запасами, лет	19	35
Показатели обогащения, %:		
извлечение железа в концентрат	81,17	80,85
содержание железа в концентрате	63,8	64,0
Капитальные вложения (цены 1991 г.), млн р.	42,4	856,1
Себестоимость 1 т.р.		
сырой руды	6,82	13,70
концентрата	30,85/404,0	56,34/738,1
поваренной соли	31,7/415,0	37,0/484,0
Себестоимость товарной продукции годового выпуска, млн р.	112,3/1471,0	112,2/1469,6
Прибыль годовая, млн р.:	+5,2/+1003,5	-27,9/-4,1
Рентабельность, %:		
к фондам (в ценах 1991 г.) с учетом реализации поваренной соли	1,6	Убыточно
к себестоимости (в ценах 1992 г.) без реализации поваренной соли	66	-"

Примечание. В числителе - в ценах 1991 г., в знаменателе - в договорных ценах 1992 г.

*Борттовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе на 15-метровый интервал, %:*

<i>для балансовых запасов</i>	12
<i>для забалансовых запасов</i>	18
<i>Подсчет запасов произвести в контуре карьера, согласованного с проектной организацией.</i>	
<i>Минимальная мощность рудных тел, м:</i>	
<i>для крутопадающей залежи</i>	8
<i>для субгоризонтальной залежи</i>	10
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	10
<i>Подсчет запасов произвести до отметки -840 м (отметка для карьера -240 м); подсчет запасов подземных дренажных вод (пресных, слабоминерализованных, соленых, рассолов) произвести отдельно по интервалам подсчета запасов железных руд.</i>	

Запасы руд по утвержденным в 1993 г. кондициям не переутверждались. По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом по Коршуновскому месторождению учтено запасов по месторождению в целом по категориям В - 5,1 млн т; С<sub>1</sub> - 246,5 млн т; В+С<sub>1</sub> - 251,6 млн т, в том числе в контуре карьера соответственно 5,1; 95,7 и 100,8 млн т.

Обеспеченность работы карьера разведанными запасами составляет 15 лет.

### *Рудногорское месторождение*

Месторождение расположено в Нижне-Илимском районе в 90 км к северу от Коршуновского ГОКа и в 2040 км от Западно-Сибирского металлургического комбината.

Месторождение известно с конца XIX в., разведывается с перерывами с 1931 по 1987 г. На всей площади рудного поля проведена геологическая съемка масштаба 1:50000, выполнены геолого-структурные исследования масштабов 1:10000 - 1:5000. В результате комплекса геолого-геофизических исследований выявлена чашечная структура месторождения, выполненная породами нерюндинской свиты триасового возраста, состоящей из туфогенных, почти не измененных процессами метасоматоза пород, в которых локализованы рудные тела мощностью 9-45 м и протяженностью 55-290 м. Главные рудные минералы магнетит и мартит, отмечается до 2,5% меди (халькопирит, малахит, борнит, халькозин) [53].

В геологическом строении месторождения принимают участие осадочные образования: верхоленской свиты кембрийского возраста (Cv1); усть-кутской (O<sub>1</sub>uk), мамырской (O<sub>2</sub>mm) и братской (O<sub>2-3</sub>br) свит ордовика; кежемской (S<sub>1</sub>kz) и ярской (S<sub>1</sub>jr) свит силура; тушамской свиты (C<sub>1</sub>ts) карбона; бургуклинской свиты перми; корвучанской (T<sub>1</sub>kr) и нерюндинской свит триаса.

Толща верхоленской свиты (свыше 650 м) представлена тонкослоистыми пестроцветными мергелями, аргиллитами, песчаниками, алевролитами, интенсивно измененными метасоматическими процессами. Постепенно породы верхоленской свиты вверх по разрезу переходят в породы

усть-кутской свиты, сложенной тонкослоистыми алевролитами, кварцевыми песчаниками на карбонатном цементе, с прослоями оолитовых и криптокристаллических известняков (иногда доломитизированных) с прослоями и линзами алевролитов, аргиллитов, мергелей, песчаников. Мощность свиты 100-120 м.

Мамырская свита среднего ордовика сложена переслаивающимися тонкослоистыми аргиллитами, алевролитами и песчаниками мощностью 80-120 м. Братская свита верхнего ордовика состоит в основном из глинисто-карбонатных пород. В верхах свиты увеличивается мощность и количество песчаных прослоев при уменьшении мергелей. В средней части разреза появляются доломиты мощностью 150-200 м. Породы кежемской свиты силурийского возраста мощностью 40-100 м представлены кварцевыми песчаниками с косою и параллельной слоистостью, ярской свиты - алевролитами, аргиллитами с прослоями песчаников и известняков. Тушамская свита карбона сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами. Отложения бургуклинской свиты пермского возраста мощностью 20-60 м представлены алевролитами, аргиллитами, песчаниками, углями; корвучанская свита триасового возраста - туфами, туффитами, туфопесчаниками, алевролитами.

Магматические образования представлены дайками сибирских траппов, количество которых с глубиной увеличивается.

Месторождение характеризуется широким развитием разрывных нарушений субширотного и субмеридионального простирания крутого заложения, создавших его блоковую структуру.

В породах верхоленской свиты широко развиты послойные пологозалегающие маломощные магнетитовые тела с относительно низким содержанием железа. Магнетит чаще крупнозернистый, развивается позже мелкозернистого, встречаются гематит и мартит. Гематит образует секущие прожилки в безрудных (без магнетита) породах. На глубине более 1000 м встречается вместе с гипсом и ангидритом целестин в виде прожилков мощностью 2-3 мм, содержащий до 1% бария.

Пологозалегающие рудные тела полосчатой текстуры развиваются также по карбонатным породам усть-кутской свиты ордовика. Мощность отдельных рудных тел больше, чем в породах верхоленской свиты, и достигает 80-100 м, содержание железа общего и магнетитового превышает 25-30%. Однако рудные тела быстро выклиниваются по падению (через 35-400 м) и простиранию (100-150 м), ограничиваются разломами крутого заложения, нередко выполненными дайками долеритов, за которыми карбонатные породы совершенно не минерализованы. Мощность рудных тел от 5 до 60-70 м. Основные запасы железных руд месторождения сконцентрированы в крутопадающих телах. Главная рудная зона прослежена без перерыва на 380 м и состоит из трех крутопадающих рудных залежей сложного строения. Они представлены чередованием магнетитовых жил и линз с оруденелыми и скарнированными породами. Мощность рудных тел 1-150 м (в среднем 4-50 м), мощность прослоев скарнированных пород 2-50 м (в среднем 15-30 м).

Жильные рудные тела, как правило, характеризуются высоким содержанием  $Fe_{общ}$  (45-60 до 67%), метасоматические - устанавливаются по данным опробования; содержание  $Fe_{общ}$  в них колеблется от 10-15 до 40-50%, по текстурным признакам выделяются прожилковые (в том числе полосчатые), вкрапленные, брекчиевидные. Руды месторождения магнетитовые, до глубины 200-250 м развита зона окисления с гипергенным гематитом



(мартитом). Кроме магнетита, мартита, гематита, гидроокислов железа руды содержат пирит (до 1-2%), халькопирит, пирротин, пентландит, ильменит. Содержание апатита колеблется в пределах 0,4-2,5 %, в жильных массивных рудах до 10%, среднее содержание фосфора - 0,2-0,5%, серы - 0,06-0,07%.

В центре месторождения установлены три трубчатых тела ("трубки взрыва") размерами на поверхности 1800x560, 360x300 и 300x250 м (рис. 125). По туфам, обломкам осадочных пород и траппов развиваются пироксеновые и гранат-пироксеновые скарны с серпентином, хлоритом, эпидотом, калишпатом, кальцитом. На глубине более 1000 м появляются гипс, ангидрит,

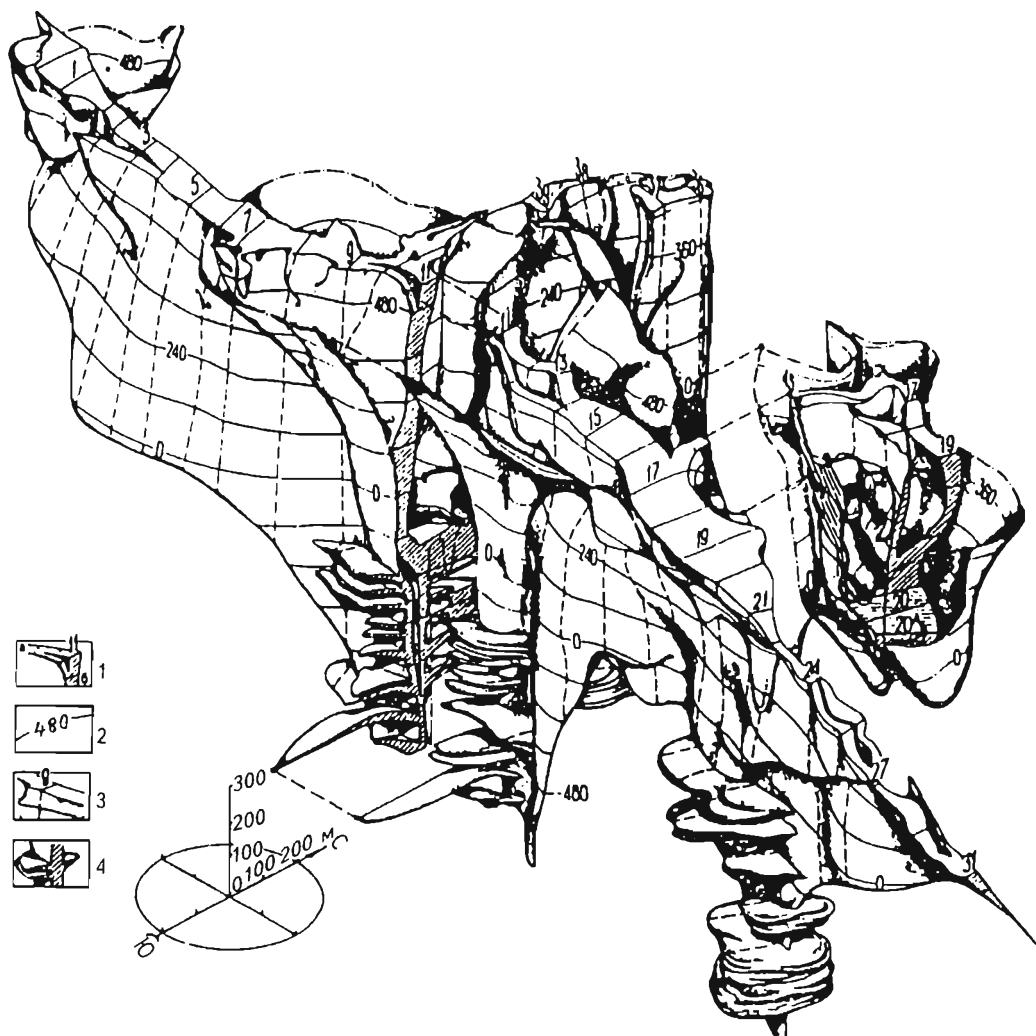


Рис. 125. Объемная модель Рудногорского железорудного месторождения (по данным детальной разведки)

1 - положение рудной залежи на поверхности эрозионного среза (а) и в плоскости геологического разреза (б); 2 - изогипсы поверхности рудной залежи; 3 - след плоскости разведочного профиля на поверхности рудной залежи (цифра сверху - номер профиля); 4 - субгоризонтальные рудные тела в плоскости разреза и в пространстве

целестин, галит, альбит. По скарнам развиваются вкрапленные, прожилково-вкрапленные и брекчиевидные руды метасоматического характера. Оруденение прослежено скважинами до глубины 1420 м без выклинивания. Центральный блок (участок) месторождения является самым нарушенным и наиболее рудонасыщенным. Падение рудной зоны крутое (75-85°). Рудные залежи образуют раздувы и столбы, к которым примыкают пологие рудные тела. На месторождении разведано 94 рудных тела, 80% запасов железных руд заключено в четырех из них (N 1, 14, 22, 50). Богатые руды ( $Fe_{общ}$  более 45%) в основном сосредоточены в верхних горизонтах месторождения (в контурах открытого способа отработки) и составляют 58,7 млн т, или 39% запасов категорий В+С<sub>1</sub> в карьере и 20% общих балансовых запасов промышленных категорий. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  в богатых рудах 52,4%, в рядовых балансовых рудах - 30-32%, в забалансовых - 24-26%.

Гидрогеологические условия отработки месторождения сложные. Здесь выявлено несколько напорных водоносных комплексов, отмечается повышенная минерализация вод глубоких горизонтов. Воды сульфатно-натриевые. Максимальный приток воды в карьер на конец отработки составит 1600 м<sup>3</sup>/ч, в шахту - 1450 м<sup>3</sup>/ч, в подземные горные выработки - 740 м<sup>3</sup>/ч.

Инженерно-геологические условия месторождения также сложные в связи с низкими прочностными свойствами вмещающих пород, что приводит к их разупрочнению и образованию оползней.

Обогатимость магнетитовых руд месторождения изучена лабораторией обогащения ПГО "Иркутскгеология" и институтом "Уралмеханобр" на 1326 малообъемных, 25 крупнообъемных лабораторных пробах и одной полупромышленной пробе массой 2000 т.

Исследованиями установлено полное соответствие схемы мокрой магнитной сепарации, принятой на действующей обогатительной фабрике Коршуновского ГОКа, которая обеспечивает:

при открытом способе отработки - из руд с содержанием  $Fe_{общ}$  34,60% выход концентрата 45,5%, извлечение железа в концентрат 79,82%, содержание железа в концентрате 60,7%;

при подземном способе отработки - из руд с содержанием  $Fe_{общ}$  29,09% выход концентрата 40,96%, извлечение железа в концентрат 98,72%, содержание железа в концентрате 61,30%.

Характеристика обогатимости валунчатых руд не приводится, так как их запасы полностью отработаны.

В связи с истощением разведанных запасов железных руд в карьере Коршуновского месторождения на Рудногорском месторождении в 1974-1987 гг. выполнена предварительная и детальная разведка глубоких (600-1100 м от поверхности) горизонтов с полной переоценкой всех запасов месторождения.

Для обоснования постоянных кондиций институтом "Гипроруда" выполнено в 1984 г. ТЭО (табл. 166), которым предусматриваются следующие условия:

способ отработки комбинированный: до глубины 370 м открытым способом, до глубины 1200 м подземным способом;

селективная выемка богатых руд (1,0 млн т в год) и использование их в качестве аглоруды на Азскизской аглофабрике или в шихте Западно-Сибирского металлургического комбината;

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Рудногорского месторождения**

Показатели	Бортовое содержание Fe <sub>общ</sub> ,%				
	15		18		
	I период (1-10 лет)	II период (11-31 год)	I период	II период (до гор.-260 м)	III период (до гор.-600 м)
Запасы магнетитовых руд по категориям, млн т:					
В+С <sub>1</sub>	131,8		85,2	30,2	1,1
В том числе богатых руд	56,1		-	-	-
С <sub>2</sub>	10,3		6,1	19,0	18,2
Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах по категориям, %:					
В+С <sub>1</sub>	38,2		32,44	32,64	24,55
С <sub>2</sub>	31,3		33,03	29,82	25,80
Эксплуатационные запасы, млн т	36,8	108,0	90,2	51,2	16,4
В том числе богатые руды (аглоруды)	8,6	20,4	-	-	-
Содержание Fe <sub>общ</sub> в руде, %:					
богатой	50,36	50,36	-	-	-
рядовой	33,79	33,90	28,43	27,48	23,20
Обеспеченность запасами, лет	10	21	28	14	27
Производительность предприятия по сырой руде, млн т/год:	6,25	6,0	3,2	3,4	0,6
В том числе по богатой руде	1,0	1,0	-	-	-
Показатели обогащения, %:					
содержание железа в концентрате	60,72	60,70	61,3	61,2	60,7
выход концентрата	43,0	43,5	36,6	36,7	28,8
извлечение железа в концентрат	77,3	78,0	83,2	82,3	75,3
Себестоимость 1 т.р.:					
сырой руды	4,47	5,18	6,21	6,70	11,40
концентрата	13,77	15,19	20,21	22,43	46,85
Капитальные вложения, млн р.	194,7	15,0	128,4	49,4	15,5
Оптовая действующая цена 1 т.р.:					
аглоруды	7,91	7,91	-	-	-
концентрата	13,3	13,3	-	-	-
Расчетная цена 1 т концентрата, р.	-	21,78	22,10	22,04	21,78
Стоимость товарной продукции годового выпуска, млн р.	37,7	55,7	27,40	27,80	3,86
Прибыль годовая, млн р.	+2,2	+17,5	+2,3	-0,5	-4,43
Рентабельность, %	1,1	7,8	11	Убыточно	

транспортировка руд, требующих обогащения, железнодорожным транспортом за 125 км и переработка ее на Коршуновском ГОКе совместно с рудами Коршуновского и Татьянинского месторождений;

товарные руды подвергаются металлургическому переделу на Западно-Сибирском металлургическом комбинате.

Для подсчета запасов железных руд Рудногорского месторождения ГКЗ СССР утвердила в 1986 г. (протокол 2175-к) кондиции.

#### *Балансовые запасы*

##### *1. Для руд коренного залегания*

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе для открытой и подземной отработки, %</i>	15
<i>Минимальная мощность рудных тел, м:</i>	
<i>для открытой отработки</i>	6
<i>для подземной отработки</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м:</i>	
<i>для открытой отработки</i>	6
<i>для подземной отработки</i>	8
<i>Подсчет запасов произвести:</i>	
<i>для открытой отработки</i>	<i>В обоснованных ТЭО контурах карьера</i>
<i>для подземной отработки</i>	<i>До гор. -260 м</i>
<i>Выделить и статически подсчитать запасы богатых руд с содержанием Fe<sub>общ</sub> ≥ 45%.</i>	

##### *2. Для валунчатых руд*

<i>Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> в целом по рудному пересечению, %</i>	25
<i>Выход обломков железных руд, %, не менее</i>	20
<i>Минимальная мощность залежи, м</i>	0,5

#### *Забалансовые запасы*

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	15
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	4
<i>Максимальная мощность пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	8
<i>Подсчет запасов произвести на полную глубину разведки (ниже гор. -260 м).</i>	

В 1987 г. ГКЗ СССР (протокол 10279) утвердила балансовые запасы железных руд Рудногорского месторождения: по категориям В+С<sub>1</sub> - 292,4 млн т с содержанием Fe<sub>общ</sub> 35,5%, С<sub>2</sub> - 42,5 млн т, в том числе:

для открытой отработки коренных руд по категориям В+С<sub>1</sub> - 151,7 млн т (Fe<sub>общ</sub> - 39,1%), С<sub>2</sub> - 5,8 млн т; валунчатых руд соответственно 0,6 млн т (Fe<sub>общ</sub> - 39,7%) и 4,1 млн т;

для подземной отработки по категориям В+С<sub>1</sub> - 140,1 млн т (Fe<sub>общ</sub> - 31,6%), С<sub>2</sub> - 32,6 млн т.

Добыча железных руд Рудногорского месторождения начата с 1982 г. карьером Коршуновского ГОКа. По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом по месторождению учтено 275,5 млн т запасов по категориям В+С<sub>1</sub> и 41,8 млн т - С<sub>2</sub>, в том числе в контуре открытой отработки соответственно 135,5 и 9,2 млн т. Обеспеченность карьера разведанными запасами составляет 26 лет.

### *Татьянинское месторождение*

Расположено на территории Нижне-Илимского района в 24 км к северо-востоку от Коршуновского ГОКа, в 2,5 км к югу от железнодорожной станции Карстовая.

Месторождение открыто в 1954 г. в результате аэромагнитной съемки. В 1954-1957 гг. разведано с помощью канав, шурфов и скважин до глубины 600 м. На площади выполнены геологическая и геофизическая съемки масштабов 1:50000 и 1:10000 с детализацией до 1:2000, профильные электроразведочные работы методом вызванных потенциалов и естественного электрического поля, разработана объемная физико-геологическая модель.

На месторождении выделяются две трубки взрыва: юго-западная и северо-восточная. В районе юго-западной трубки руды выходят на поверхность, в пределах северо-восточной - залегают в основном на глубине 50-150 м и быстро выклиниваются (рис. 126, 127). Магнетитовое оруденение приурочено к туфогенным скарнированным породам пермо-триасового возраста, выполняющим трубки взрыва в толще осадочных отложений верхоленской свиты кембрийского возраста, усть-кутской, мамырской и братской свит ордовика.

Железные руды сосредоточены в центральной части вулканической трубки. Рудная залежь в плане имеет небольшие размеры (280x260 м).

Магнетит является основным рудным минералом. В отличие от магнетитов верхних горизонтов других месторождений Ангарской провинции этот магнетит является "чистым", т.е. содержит от 68 до 71% железа. Содержание гематита не превышает 3-5%, встречается пирит и другие сульфиды.

Рудные залежи имеют сложную штокообразную форму, включают крупные блоки безрудных скарнов. Выделяются столбо-, гнездообразные, линзовидные и пластообразные тела. Руды вкрапленные, прожилково-вкрапленные и брекчиевидные, мелко- и тонкозернистые, реже средне- и крупнозернистые. Широко развиты процессы выветривания, особенно в породах юго-западной трубки, в ее приповерхностной части до глубины 50 м.

Гидрогеологические условия отработки месторождения сложные из-за наличия нескольких водоносных горизонтов. В пределах месторождения выделяются поровые, трещинно-пластовые и трещинные воды, в основном безнапорные. Наиболее обводнены известняки (коэффициент фильтрации известняков 5,6-6,0 м/сут) и песчаники усть-кутской свиты ордовика, залегающие на глубине 120-170 м. Обводнение происходит за счет атмосферных

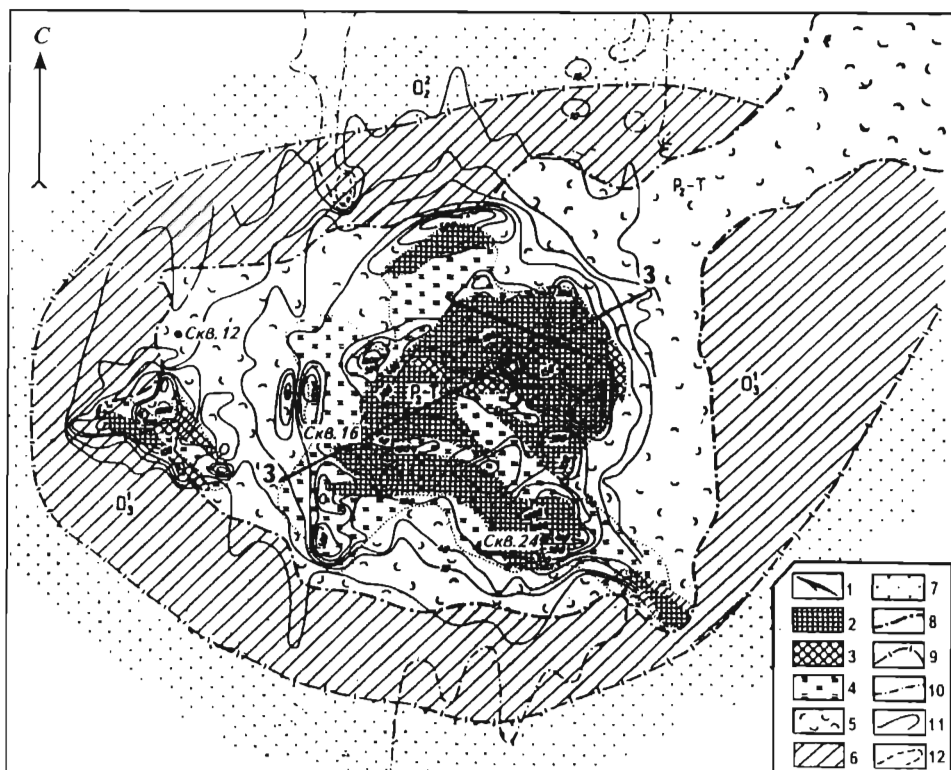


Рис. 126. Схематическая геолого-геофизическая карта Татъянинского месторождения (по Г.И.Рубанову и П.Н.Ширяеву)

1 - магнетитовые руды жильные; 2 - магнетитовые руды вкрапленной и брекчиевидной текстуры ( $Fe \geq 25\%$ ); 3 - слабооруденелые скарны; 4 - скарны; пермь-триас (P-T); 5 - туфогенные породы; ордовик (O); 6 - породы нижнебратской подсвиты, 7 - породы верхнемамырской подсвиты; 8 - эруптивный контакт; 9 - стратиграфические контакты; 10-12 - изодинамы значений  $\Delta Z$ : 10 - нулевая, 11 - отрицательные, 12 - положительные

осадков, а с абсолютной отметки +590 м - за счет подземных вод перм-триаса и мамырской свиты ордовика. Ожидаемые водопритоки в карьер составят 160-540 м<sup>3</sup>/ч.

Инженерно-геологические условия отработки месторождения также сложные, что обусловлено низкими прочностными свойствами вмещающих пород осадочной и вулканогенно-осадочной толщ, наличием слоистости в осадочных породах, направленной в сторону их выемки, склонностью пород к выветриванию при их обнажении. Зоны тектонических нарушений и контактов осадочных пород с вулканогенно-осадочными характеризуются повышенной трещиноватостью и пониженной прочностью.

Обогащение руд Татъянинского месторождения производится на дробильно-обогащительной фабрике Коршуновского ГОКа. Технологическая схема обогащения включает четыре стадии дробления с 1200 до 25-0 мм, две стадии измельчения до крупности 60% класса крупности -0,074 мм, три стадии мокрого магнитного обогащения, фильтрацию концентрата и его сушку в зимнее время. Первые исследования обогатимости руд, выполнен-

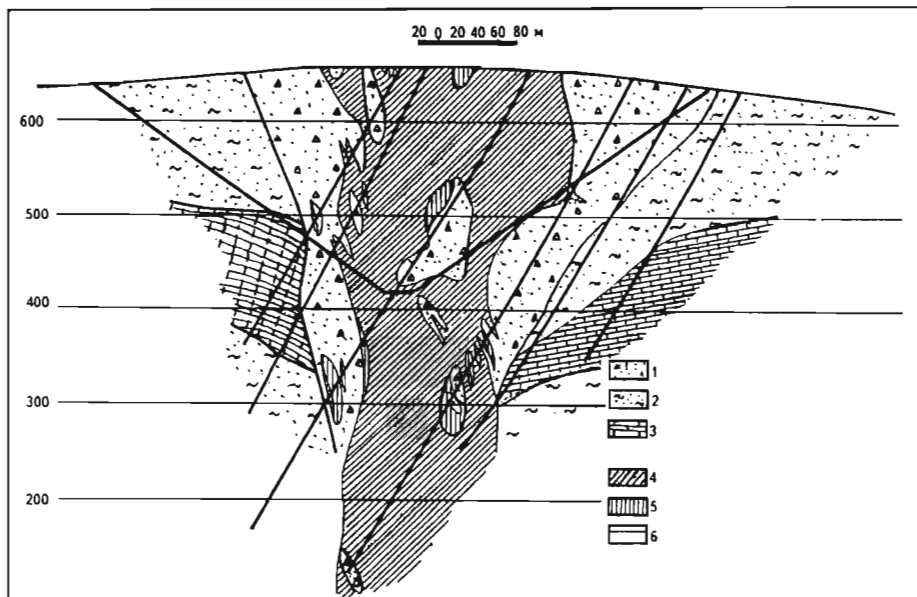


Рис. 127. Схематический геологический разрез  
Татьянинского месторождения по разведочной линии 3

1 - туфы, туффиты, туфобрекчи; 2 - аргиллиты, алевролиты, песчаники; 3 - песчанисто-карбонатная толща; 4-5 - магнетитовые руды с содержанием Fe более 25% (4) и 15-25% (5); 6 - контур карьера на конец отработки

ные институтом "Уралмеханобр" на пробах массой до 3 т с содержанием железа 30-33%, фосфора 0,2-0,3%, показали возможность получения кондиционных концентратов методом мокрой магнитной сепарации. В 1973 г. отобраны три технологические пробы ( $Fe_{общ}$  48,4; 32,7 и 19,3%); из составленной усредненной пробы по схеме ДОФ Коршуновского ГОКа получен концентрат, содержащий 58% железа при измельчении до 69,5% класса крупности -0,074 мм. Из руды ( $Fe_{общ}$  48,4 и 32,7%) при измельчении 90% до класса крупности -0,074 мм получены концентраты, содержащие 64,0-64,5% железа. Из бедных руд ( $Fe_{общ}$  19,3%) при таком же измельчении получен концентрат с содержанием 61,3% железа.

По данным обогащения малообъемных технологических проб из забалансовых руд ( $Fe_{общ}$  13,6%) по схеме Коршуновского ГОКа получены концентраты с содержанием 60,3% железа. Руды Татьянинского месторождения содержат кальцит: при его количестве 40% и больше получают бедные концентраты.

Запасы Татьянинского месторождения утверждены ГКЗ СССР в 1958 г. (протокол 2450) по категориям В+С<sub>1</sub> - 33,8 млн т и С<sub>2</sub> - 4,3 млн т при содержании железа растворимого 34,7%, фосфора 0,25%, серы 0,01-0,67%.

В основу подсчета запасов были положены кондиции, утвержденные в 1950 г. Минчерметом СССР на руды Коршуновского и Рудногорского месторождений и подтвержденные в 1958 г. Госпланом СССР для руд Татьянинского месторождения.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>раств</sub>, %</i>	25
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	2
<i>Отнести к забалансовым запасам руды с содержанием Fe<sub>раств</sub>, %</i>	15-25

В 1988 г. ГКЗ СССР утвердила постоянные кондиции для условий открытой разработки Татьянинского месторождения (протокол 2271-к).

<i>Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> на 10-метровый интервал добычного уступа, %</i>	15
<i>Подсчет запасов произвести в контурах карьера, уточненного институтом "Гипроруда".</i>	

Проект кондиций исходит из условий отработки месторождения до глубины 160 м (до 180 м с учетом нагорной части) открытым способом, доработка оставшихся запасов (56%) подземным способом нерентабельна. Обогащение руды производится на ДОФ Коршуновского ГОКа.

Основные технико-экономические показатели отработки Татьянинского месторождения приведены ниже.

<i>Запасы руды категорий В+С<sub>1</sub>, млн т</i>	21,0
<i>Среднее содержание Fe<sub>общ</sub> в недрах, %</i>	31,23
<i>Эксплуатационные запасы, млн т</i>	21,4
<i>Среднее содержание Fe<sub>общ</sub> в добытой руде, %</i>	30,29
<i>Обеспеченность рудника запасами, лет</i>	15
<i>Производительность рудника, млн т/год:</i>	
<i>по сырой руде</i>	2,2
<i>по концентрату</i>	0,82
<i>Содержание железа в концентрате, %</i>	59,8
<i>Извлечение железа в концентрат, %</i>	75,6
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	10,5
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
<i>сырой руды</i>	4,08
<i>концентрата</i>	14,78
<i>Стоимость товарной продукции годового выпуска, млн р.:</i>	
<i>по действующим ценам</i>	10,5
<i>по расчетным ценам</i>	17,5
<i>Оптовая цена 1 т концентрата, р.:</i>	
<i>действующая</i>	12,86
<i>согласованная с Госкомцен СССР</i>	21,43
<i>Прибыль годовая по расчетным ценам, млн р.</i>	5,4
<i>Рентабельность, %</i>	11,3

Запасы по кондициям 1988 г. не переутверждались. По состоянию на 01.01.1995 г. балансом учтено запасов по категориям В+С<sub>1</sub> - 26,0 млн т и С<sub>2</sub> - 4,3 млн т. Обеспеченность карьера разведанными запасами при годовой производительности 2,2 млн т/год (по ТЭО кондиций) составит 12-15 лет.



### 7.3.2. Ангаро-Катский железорудный район

#### *Нерюндинское месторождение*

Расположено в 100 км северо-восточнее г. Усть-Илимска и связано с ним автодорогой протяженностью 170 км, проходящей через Поливское и Капаевское железорудные месторождения.

Нерюндинское месторождение открыто в 1959 г. Разведано в 1967-1971 гг. (до глубины 500 м) и в 1973-1977 гг. (до глубины 1200 м) [53]. На площади рудного поля (360 км<sup>2</sup>) в масштабе 1:50000 выполнены геологическая, гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемки, магнито-гравиразведочные наземные работы, аэромагнитная и аэрогамма-спектрометрическая съемки. Проведены грави-, магнито- и электроразведочные (ВП, ЕП, ЭП) работы масштабов: на площади 60 км<sup>2</sup> - 1:10000, 18 км<sup>2</sup> - 1:5000 и 7 км<sup>2</sup> - 1:2000.

В геологическом строении месторождения принимают участие осадочные породы палеозоя и мезозоя (рис. 128). Палеозойский структурный ярус представлен отложениями литвинцевской и верхоленской свит кембрийского возраста и усть-кутской свиты нижнего ордовика. Породы литвинцевской свиты (известняки, доломиты, мергели, аргиллиты) установлены на самых глубоких горизонтах месторождения (глубже 1200 м). В центральной части месторождения на глубине 1300 - 1452 м встречены магнетитовые руды с содержанием Fe<sub>общ</sub> 37%.

Породы верхоленской свиты представлены красноцветными аргиллитами, алевролитами, песчаниками, мергелями, прослоями розовых ангидритов, гипсов и известняков. На контакте осадочных пород с долеритами наблюдается интенсивная хлоритизация и серпентинизация, в песчаниках встречаются цеолиты и светлые анизотропно-зональные гранаты.

Усть-кутская свита мощностью 65-70 м без видимого перерыва залегает на отложениях верхоленской свиты, верхняя часть которой сложена карбонатными породами, нижняя - песчаниками на карбонатном цементе с прослоями известняков, алевролитов и аргиллитов.

В известняках локализуется субгоризонтальная залежь, руды которой имеют полосчатую текстуру. Карбонатные породы превращены в мелкозернистые пироксеновые скарны с цеолитами, хлоритом, реликтами кальцита.

Верхняя часть палеозойского структурного яруса представлена породами тушамской и катской свит карбона и бургуклинской свиты пермского возраста. Тушамская свита со стратиграфическим несогласием лежит на усть-кутской свите нижнего ордовика с конгломератами и полевошпатовыми песчаниками внизу и песчаниками, карбонатизированными аргиллитами с органическим веществом типа антроксолита, - сверху.

Катская свита среднего-верхнего карбона полностью сохранилась лишь на участке Спутник-I и представлена полевошпатовыми песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов и углей.

Бургуклинская свита перми согласно залегает на породах катской свиты и состоит из крупно- и мелкозернистых песчаников на карбонатном и глинисто-хлоритовом цементе, полимиктовых песчаников с растительными остатками, линзами и прослоями углей.

Мезо-кайнозойский структурный ярус сложен породами корвунчанской и нерюндинской свит нижнего триаса, которые представлены разнообломочными туфами с прослоями туффитов, туфоаргиллитов, туфоалевролитов, туфопесчаников. Породы нерюндинской свиты образуют чашеобраз-

ную структуру с размерами 440 x 270 м, глубиной 150 м, сложенную хемогенными известняками с изометричными зернами кальцита, мартитизированными зернами магнетита, ксеноморфного хлорита. Выше известняков залегают хлоритизированные глинистые породы на карбонатном цементе, сильно хлоритизированные и серпентинизированные туфы с линзами и пластами магнетит-мартитовых руд в нижней части разреза.

Интрузивные породы представлены крупным силлом траппов, перекрывающим почти все месторождение. Он залегает на глубине 280-360 м от поверхности и имеет мощность от 80 до 100 м. Внедрение силла сопровождалось дроблением пород тушамской свиты нижнего карбона. Широко развиты также дайки и штоки долеритов.

Нерюндинское месторождение приурочено к ядру синклинали, сложенной туфами корвунчанской свиты нижнего триаса; падение крыльев 10-20°, в ядре залегание пород субгоризонтальное. На юге рудного поля расположена антиклиналь, к которой приурочены участки Спутник-I и Спутник-II. Ядро антиклинали сложено осадочными породами бургуклинской (пермь), крылья - туфами корвунчанской (триас) свит; падение крыльев структуры 10-30°.

На месторождении выделяются четыре участка (Нерюнда, Промежуточный, Спутник-I и Спутник-II) и две рудные зоны - горизонтальная и крутопадающая. Руд-

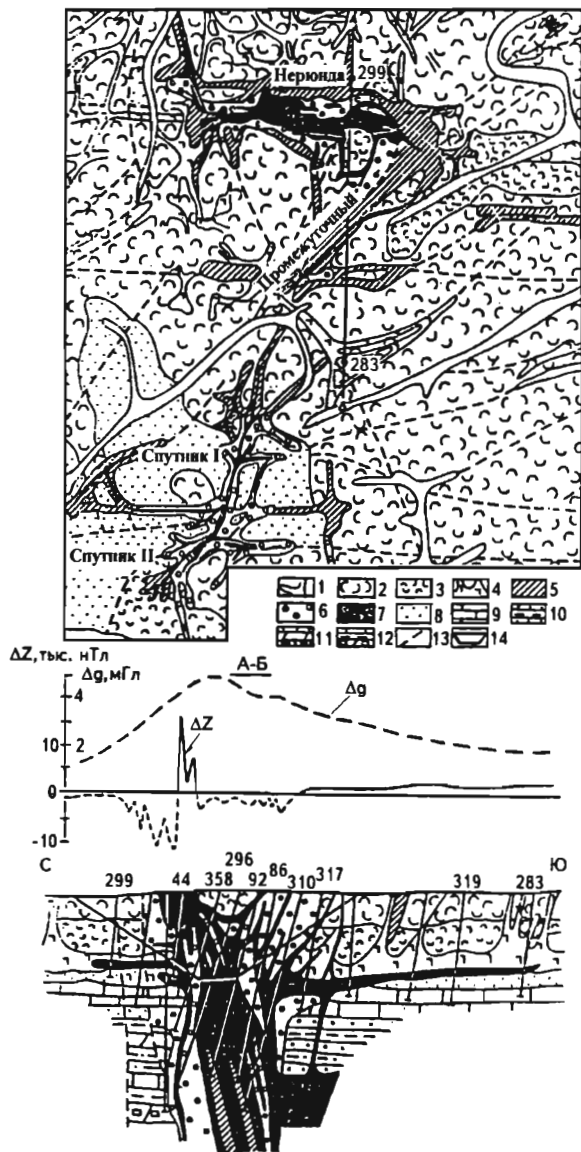


Рис. 128. Схематические геологическая карта и разрез Нерюндинского месторождения

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - аллювий, делювий; **нижний триас (T<sub>1</sub>):** 2 - туфы и туффиты, 3 - туфогенно-осадочные отложения; 4 - дайки, силлы долеритов ангарского комплекса; 5 - метасоматиты; 6 - скарны гранатовые; 7 - руда мартит-магнетитовая и магнетитовая; **карбон - пермь (C - P<sub>1</sub>):** 8 - песчаники, алевролиты; **ордовик (O):** 9 - известняки и доломиты; **кембрий (C):** 10 - 12 - песчаники, алевролиты, аргиллиты с прослоями мергелей и известняков: 10 - верхнего (C<sub>3</sub>), 11 - среднего (C<sub>2</sub>) и 12 - нижнего (C<sub>1</sub>) кембрия; 13 - дизъюнктивные нарушения; 14 - контур проектного карьера на разрезе

ные зоны имеют значительную протяженность по простиранию и на глубину, включают в себя 14 рудных тел линзо-, жило-, штоко-, пласто- и чашеобразной форм.

В пределах горизонтальной рудной зоны выявлено четыре рудных тела с общими запасами около 40%, в том числе мощная (подсиловая) залежь, приуроченная к контакту подошвы силла долеритов с осадочными породами тушамской свиты. Залежь прослежена по простиранию на 2500 м, вкрест простирания на 1000 м, имеет среднюю мощность 27 м, максимальную - 40 м. Другие рудные тела в виде линз и пластов залегают как в породах тушамской свиты, так и в подошве силла долеритов. Содержание  $Fe_{общ}$  в рудах 27-32%. Руды прожилковые и полосчатые, густовкрапленные, легкообогатимые. Крутопадающая скарново-рудная зона (угол падения 70-85°) прослежена по простиранию на 2500 м при мощности 120-450 м, включает восемь рудных тел с содержанием  $Fe_{общ}$  28-33%; с глубиной мощность и содержание железа в крутопадающей зоне снижаются.

Два основных рудных тела залегают параллельно друг другу на расстоянии 6-53 м с размерами соответственно 1800 и 1160 м по простиранию и 800 и 1100 м по падению. Мощность рудных тел изменяется от 20 до 294 м (средняя 85 м) и от 15 до 180 м (средняя 70 м). Размеры остальных рудных тел не превышают 1050 м по простиранию и 950 м по падению при мощности от 6 до 70 м.

По составу руды горизонтальных залежей магнетитовые, содержание магнетита в массивных рудах составляет 68-92%, в прожилково-вкрапленных, прожилковых и полосчатых - 24-50%, в брекчиевидных - 25-58%. Содержание маршита колеблется от 8,3 до 0,1%. Маршит находится в сростании с магнетитом и почти полностью извлекается в концентрат. С глубиной относительное содержание магнетита в рудах увеличивается, содержание  $Fe_{общ}$  снижается, магнетит становится чище по примесям (оксиды магния, алюминия, кремнезема), что приводит к повышению содержания железа в концентратах.

Руды крутопадающей зоны - магнетитовые, в зоне окисления мартитизированы, в основном брекчиевидные и прожилково-вкрапленные, в верхних горизонтах встречаются жильные тела массивных руд, их запасы составляют 9% от общих запасов зоны. Характерными минералами скарновой зоны Нерюндинского месторождения являются цеолиты: натролит, гейландит, десмин, сколецит, шабазит, томсонит, анальцим. Цеолиты образуют сплошные массы до глубины -850 м, за пределами зоны - прожилки, гнезда и вкрапленность; они метасоматически замещают цемент туфов, мергелей, аргиллитов и других терригенных пород. Максимальное развитие цеолиты получили в породах верхоленской, катской, бургуклинской и корвунчанской свит - от 35 до 80% легкой фракции. Постоянными спутниками цеолитов являются титановые минералы - сфен, ильменит, титанит; наиболее распространен сфен, содержание которого колеблется от 1 до 25%, в отдельных случаях до 70% тяжелой фракции.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия отработки месторождения средние по сложности. Водопритоки в карьер и шахту будут формироваться главным образом за счет подземных вод корвунчанской свиты, породы которой обладают относительно высокими параметрами фильтрации, и атмосферных осадков. Породы тушамской и усть-кутской свит характеризуются незначительной фильтрационной способностью и могут служить в качестве водоупоров. Ожидаемые водопритоки подземных

вод в карьер составят 1000 м<sup>3</sup>/ч, а с учетом ливневых осадков - 3500 м<sup>3</sup>/ч, в подземные выработки 500-1700 м<sup>3</sup>/ч.

Исследования по обогатимости руд Нерюндинского месторождения выполнены в институтах "Механобр", "Уралмеханобр", на заводе "Сибэлектросталь" и в лаборатории Иркутского геологического объединения.

Из руд карьерной отработки исследовано 28 укрупненных лабораторных проб массой 150-1990 кг с содержанием Fe<sub>общ</sub> от 18 до 59%. Отобрано 1555 групповых проб массой 2-5 кг, по результатам обогащения которых составлены геолого-технологические планы и разрезы.

Из руд подземной добычи взято 9 укрупненных и 2139 малообъемных технологических проб, по результатам исследования которых составлены разрезы и планы. Из всех укрупненных технологических проб получены кондиционные концентраты по схеме мокрой магнитной сепарации при измельчении руд до класса крупности -0,074 мм (80-85%) и трех пересчетках.

Руды крутопадающих тел характеризуются следующими технологическими показателями: содержание железа в концентратах 60-63%, извлечение железа 65-85% (среднее 75,34%), содержание серы не превышает 0,053%, фосфора - не более 0,086%. Концентраты хорошо агломерируются и окомковываются. Из руд горизонтальных залежей получены концентраты с содержанием железа 62,45-63,26% при извлечении железа в концентрат 76-83%; содержание серы в концентратах не превысило 0,04%, фосфора - 0,029%. Из руд крутопадающей залежи более глубоких горизонтов получены концентраты с содержанием железа 64,0-67% при извлечении железа в концентрат 73-85%.

По результатам геологоразведочных работ 1967-1971 гг. было разработано ТЭО (табл. 167) и утверждены в 1971 г. ГКЗ СССР (протокол 552-к) постоянные кондиции для условий открытой отработки.

Таблица 167

**Основные технико-экономические показатели отработки Нерюндинского месторождения**

Показатели	Способ отработки	
	открытый (ТЭО 1971 г.)	подземный (ТЭО 1977 г.)
Геологические запасы по категориям В+С <sub>1</sub> , млн т	201,9	386,2
Содержание Fe <sub>общ</sub> , %	33,05	29,4
Производительность рудника, млн т/год:		
по сырой руде	7,0	13,7
по концентрату	2,4	3,78
Показатели обогащения, %:		
выход концентрата	36,5	29,1
извлечение железа в концентрат	74,3	67,4
содержание железа в концентрате	63,1	61,6
Капитальные вложения, млн р.	185	160,7
Себестоимость 1 т.р.:		
сырой руды	3,81	2,87
концентрата	15,39	17,04
Оптовая цена 1 т концентрата, р.	18,90	18,04
Прибыль годовая от реализации продукции (концентрата), млн р.	17,4	3,8
Рентабельность, %	5,4	1,1
Срок окупаемости, лет	10,8	42,3

Минимальное промышленное содержание $Fe_{общ}$ в подсчетном блоке, %	26
Бортовое содержание $Fe_{общ}$ в пробе, %	18
Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м	4
Минимальный коэффициент рудоносности в подсчетном блоке	0,75

Запасы железных руд утверждены ГКЗ СССР в 1971 г. (протокол 6437) по категориям В - 70,5 млн т,  $C_1$  - 131,4 млн т, В+ $C_1$  - 201,9 млн т.

В 1972-1977 гг. выполнена разведка глубоких (до 1200 м) горизонтов, по результатам которых институтом "Гипроруда" выполнено ТЭО постоянных кондиций (см. табл. 167).

По результатам технико-экономического обоснования отработка запасов глубоких горизонтов подземным способом признана рентабельной, и ГКЗ СССР для подсчета запасов утвердила (протокол 1178-к) постоянные кондиции с теми же подсчетными параметрами, что и для открытых работ за исключением одного - максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, установлена в 6 м.

Запасы железных руд глубоких горизонтов утверждены ГКЗ СССР в 1977 г. (протокол 8033) как подготовленные для промышленного освоения (табл. 168).

Таблица 168

**Характеристика запасов железных руд Нерюдинского месторождения**

Категория запасов	Рудная зона				Всего по месторождению	
	горизонтальная		крутопадающая		Запасы, млн т	Среднее содержание $Fe_{общ}$ , %
	Запасы, млн т	Среднее содержание $Fe_{общ}$ , %	Запасы, млн т	Среднее содержание $Fe_{общ}$ , %		
Балансовые:						
В	52,5	30,16	-	-	52,5	30,16
$C_1$	172,4	29,69	119,0	27,70	291,4	28,88
$C_2$	2,9	29,44	39,1	27,33	42,0	27,45
Забалансовые:						
$C_1$	14,6	24,01	98,8	23,87	113,4	23,89

По состоянию на 01.01.1995 г. по месторождению для открытого и подземного способов отработки учтено запасов по категориям В - 123,0 млн т;  $C_1$  - 511,9 млн т; В+ $C_1$  - 634,9 млн т и  $C_2$  - 74,9 млн т.

Нерюдинское месторождение находится в резерве и рассматривается как дополнительная сырьевая база Западно-Сибирского металлургического комбината.

**Капаевское месторождение**

Расположено в Усть-Илимском районе в 65 км к северо-востоку от г. Усть-Илимска, в 35 км к югу от Нерюдинского месторождения. Капаевское месторождение открыто в 1960 г. в результате аэромагнитной съемки

масштаба 1:50000. На площади рудного поля (330 км<sup>2</sup>) проведены геологическая съемка масштаба 1:50000 и аэрогамма-спектрометрическая съемка масштаба 1:25000. Геологоразведочные работы на месторождении выполнялись в три этапа: в 1974-1976 гг. - предварительная разведка, в 1976-1979 гг. - детальная разведка участков под открытый способ отработки, в 1976-1981 гг. - предварительная разведка запасов под карьерных горизонтов.

В геологическом строении месторождения принимают участие осадочные породы кембрия, нижнего ордовика, карбона и перми, вулканогенные и вулканомиктовые образования триасового возраста. Магматические породы представлены силлами, штоками и дайками траппов (рис. 129).

Капаевское месторождение приурочено к вулканогенно-тектонической депрессии, сформировавшейся на пересечении субширотного и субмеридионального разломов крутого падения и пологих зон отслоения, к которым приурочены рудные зоны. Субмеридиональная рудная зона имеет протяженность 4750 м при мощности на флангах 7-40 м. Глубина распространения руд изменяется от 20-50 м на флангах до 1400 м и более в центре. Зона включает рудные тела Южного и Северного участков мощностью 12-16 м и протяженностью 40-1500 м с углом падения 70-80°. Субширотная рудная зона имеет длину 5500 м, мощность 5-150 м, по падению прослежена на 150-500 м. Рудные тела мощностью 6-40 м и протяженностью 600-1500 м круто падают на юг под углом 65-75° и разделены скарнированными породами мощностью от 4 до 40 м.

В центре месторождения (Центральный участок) выделяется мульда проседания, заполненная вулканомиктовыми и осадочными породами нерюндинской свиты (туфопесчаники, туфоаргиллиты, туффиты с известняками в основании), к базальным горизонтам которой приурочены железозапасы.

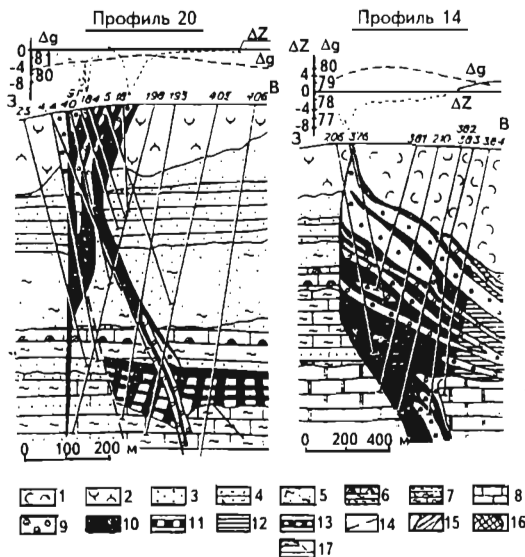
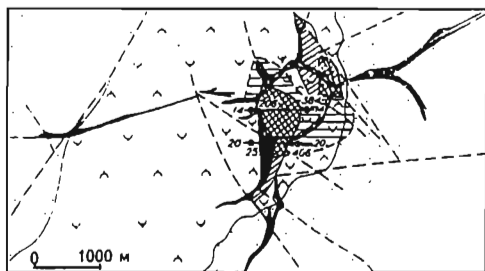


Рис. 129. Схематическая геологическая карта и разрезы Капаевского месторождения

**Триас нижний (Т<sub>1</sub>):** 1 - туфоалевролиты, 2 - туффиты; **пермь нижняя (Р<sub>1</sub>):** 3 - песчаники; **карбон (С):** 4 - алевролиты, 5 - песчаники углистые; **ордовик (О<sub>1</sub>):** 6 - известняки; **верхний кембрий (Є<sub>3</sub>):** 7 - известковые алевролиты, мергели; **средний кембрий (Є<sub>2</sub>):** 8 - доломиты, 9 - скарны; 10 - 13 - рудные тела с содержанием Fe более 22% (10), 22 - 14% (11), предполагаемые (12), кальцит-маргитовые (13); 14 - дизъюнктивные нарушения; 15 - площадь распространения разведенных крутопадающих рудных тел; 16 - площадь разведенных пологих рудных залежей; 17 - предполагаемая площадь распространения пологой залежи

рудные тела. Мульда имеет асимметричное строение (пологое на западе и крутое на востоке), максимальная глубина прогиба (мощность пород нерюндинской свиты) - 700 м, ее размеры на поверхности 1250x1000 м, что свидетельствует о небольшой степени эродированности рудных тел Центрального участка.

Руды Капаевского месторождения (ангарский ГПТ) существенно магнетитовые, содержат магнетит (65-90%), магномагнетит (до 20%), гематит, мартит (0,5-18%), мартитизированный магнетит (6-42%), гетит, пирит, пирротин, ильменит. Размер зерен рудных минералов 0,3-1,5 мм. Руды вкрапленные, прожилковые, полосчатые, брекчиевидные, массивные.

Магнетит наиболее интенсивно развит в богатых рудах и главным образом в жильных телах Западного участка. С глубиной относительное содержание магнетита увеличивается, в минерале становится меньше примеси, качество руд повышается. Мартитизация руд в основном развивается по брекчиевидным и вкрапленным рудам в более поздних наложенных зонах смятия и фиксируется до глубин 30-180 м, охватывая в основном руды Восточного участка.

Гидрогеологические условия месторождения сложные. Карьеры в расчетной схеме ожидаемых водопритоков рассматриваются как "большие колодцы" при условии их последовательной отработки. Так, в карьер Северного участка на 10-12-й год отработки максимальный приток воды составит 7801 м<sup>3</sup>/ч, минимальный - 4448 м<sup>3</sup>/ч, средний - 1068 м<sup>3</sup>/ч, в карьер Южного участка на 11-й год отработки соответственно 7524, 4287 и 1029 м<sup>3</sup>/ч, в карьер Восточного участка на 10-й год - 8310, 4775, 1068 м<sup>3</sup>/ч.

Расчетные притоки подземных вод в ствол шахты (1200 м) оцениваются величинами около 4000 м<sup>3</sup>/ч, в горные выработки - около 8500 м<sup>3</sup>/ч. При освоении месторождения потребуется выполнение комплекса технических мероприятий: бурение водопонижающих скважин в зонах тектонически раздробленных пород, дренажных скважин при проходке подземных выработок, организация водоотлива, захоронение высокоминерализованных вод (рассолов).

Инженерно-геологические условия отработки месторождения в период открытой добычи сложные ввиду низкой прочности пород нерюндинской свиты, слагающих чашеобразную структуру. Условия отработки запасов подземным способом более благоприятные в связи с высокой прочностью вмещающих пород нижних горизонтов (известняки, песчаники, силлы трапов).

Исследования обогатимости железных руд месторождения выполнены в институте "Механобр" и в лаборатории ПГО "Иркутскгеология" на 2288 малообъемных пробах массой от 3 до 15 кг и 38 укрупненных технологических пробах массой от 150 до 1700 кг. По результатам исследований малообъемных проб составлены технологические планы и разрезы, дана характеристика типов руд и распределение их по участкам, горизонтам и рудным телам.

Установлено, что руды месторождения удовлетворительно обогащаются по схеме мокрой магнитной сепарации: при измельчении до 82-95% класса крупности -0,074 мм получены концентраты с содержанием Fe<sub>общ</sub> 60-65% при извлечении железа в концентрат 70,14-92,95% и выходе концентрата 32-67,7% (табл. 169).

## Показатели обогащения железных руд Капаевского месторождения

Природный тип руд	Содержание Fe <sub>общ</sub> в исходной руде, %	Выход концентрата, %	Извлечение Fe <sub>общ</sub> в концентрате, %	Содержание Fe <sub>общ</sub>	
				в концентрате	в хвостах
Массивные	45,80	67,72	92,95	63,61	9,25
Брекчиевидные	30,00	41,19	84,88	64,54	6,84
Прожилковые	30,92	41,08	83,69	64,37	7,74
Вкрапленные	29,71	38,03	81,06	64,16	8,44
Прожилково-вкрапленные	28,68	36,46	80,95	64,58	8,04
Кальцит-магнетитовые	25,46	32,14	70,14	60,45	10,90
Руды "Чашки"	39,83	55,00	87,10	65,08	5,50

С целью обоснования постоянных кондиций для подсчета запасов под открытый способ отработки в 1978 г. институт "Гипроруда" выполнил ТЭО (табл. 170).

Таблица 170

## Основные технико-экономические показатели отработки Капаевского месторождения открытым способом

Показатели	Участок		
	Южный	Восточный	Северный
Геологические запасы руд, млн т	36,1	21,5	10,0
Содержание Fe <sub>общ</sub> в недрах, %	33,59	32,63	35,01
Производительность предприятия, млн т/год:			
по сырой руде	2,2	2,2	1,1
по концентрату	0,84	0,85	0,42
Показатели обогащения, %:			
содержание железа в концентрате	63,2	60,9	63,0
выход концентрата	40,0	40,0	40,0
извлечение железа в концентрат	74,3	72,1	73,7
Капитальные вложения, млн р.	64,1	55,2	31,2
Рентабельность, %	6,2	9,5	9,3
Срок окупаемости, лет	15,6	2	10,4

Для подсчета запасов железных руд участков Южный, Восточный и Северный ГКЗ СССР утвердила (протокол 1178-к) в 1978 г. постоянные кондиции.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	18
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	21
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4
<i>Запасы подсчитываются в проектных контурах карьеров.</i>	



## Характеристика запасов железных руд Капаевского месторождения

Участок	Категория балансовых запасов			
	B		C <sub>1</sub>	
	Запасы, млн т	Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %	Запасы, млн т	Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> , %
Южный	26,2	31,77	10,7	31,51
Восточный	5,9	33,02	13,5	33,86
Северный	4,5	34,64	4,2	32,40
Всего по месторождению	36,6	32,32	28,4	32,76

ГКЗ СССР утвердила (протокол 8034) запасы железных руд участков Южного, Восточного и Северного для открытого способа отработки (табл. 171).

С целью укрепления железорудной базы Сибири и повышения обеспеченности железорудным сырьем Западно-Сибирского и Кузнецкого металлургических комбинатов ПГО "Иркутскгеология" выполнена предварительная разведка глубоких (1200 м) горизонтов Южного, Восточного, Северного и Центрального участков под подземный способ отработки.

Институтом "Гипроруда" выполнены расчеты, подтверждающие возможность их рентабельной отработки подземным способом при принятых расчетных ценах на концентрат (табл. 172).

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Капаевского месторождения  
подземным способом**

Показатели	Периоды работы подземного рудника, лет	
	1-25	26 - до завершения
Геологические запасы руды, млн т	105	428
Содержание железа в недрах, %	31,9	31,9
Производительность предприятия, млн т/год:		
по сырой руде	4,2	8,6
по концентрату	1,4	2,4
Показатели обогащения, %:		
содержание железа в концентрате	63	63
выход концентрата	36	36
извлечение железа в концентрат	81,4	81,4
Капитальные вложения, млн р.	155	151
Рентабельность при цене 1 т концентрата, %:		
оптовой - 14,21 р.		Убыточно
расчетной - 21,55 р.	1,3	1,3

Запасы железных руд подсчитаны по временным кондициям, утвержденным ЦКЗ Минчермета СССР в 1981 г.

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	26
<i>Бортное содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	18
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6
<i>Глубина подсчета запасов, м</i>	1200

В связи с убыточностью отработки руд по оптовым ценам на концентрат и низким уровнем рентабельности по расчетным ценам детальная разведка не рекомендована, и ГКЗ СССР в 1981 г. апробировала запасы (протокол 8900) по всем участкам по категориям С<sub>1</sub> - 432,6 млн т, С<sub>2</sub> - 101,1 млн т, забалансовые - 50,9 млн т.

По состоянию на 01.01.1995 г. по месторождению в целом Государственным балансом учтено запасов по категориям В - 36,7 млн т, С<sub>1</sub> - 465,7 млн т, В+С<sub>1</sub> - 502,4 млн т.

### *Поливское месторождение*

Расположено в Усть-Илимском районе в 35 км северо-восточнее г. Усть-Илимска, в 60 км к юго-западу от Капаевского железорудного месторождения. Месторождение открыто в 1956 г. при аэромагнитной съемке масштаба 1:50000. Поисковые работы проведены в 1978-1981 гг., предварительная разведка для открытого способа отработки железных руд - в 1982-1984 гг. В пределах рудного поля выполнены геологическая и литохимическая съемки, магниторазведка и гравиразведка масштаба 1:50000, на площади месторождения - геологическая и литохимическая съемки, магнито- и гравиразведка, электроразведка масштабов 1:10000 и 1:2000 [53].

Поливское месторождение приурочено к широтному разлому (рис. 130). Рудные тела локализируются в крутопадающих зонах разрывов, пересекающих: горизонтально залегающие песчаники и карбонатные породы ангарской свиты нижнего кембрия; аргиллиты, алевролиты, мергели с прослоями доломитов и гипсов литвинцевской и верхоленской свит нижнего и верхнего кембрия; доломиты, известняки, песчаники усть-кутской свиты нижнего ордовика; алевролиты, песчаники братской свиты среднего ордовика; конгломераты, алевролиты, песчаники тушамской свиты нижнего карбона; песчаники, алевролиты, аргиллиты катской свиты среднего и верхнего карбона; туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты корвунчанской свиты нижнего триаса. Общая мощность вскрытых скважинами осадочных пород превышает 1000 м. Магматические породы представлены дайками долеритов и останцами силла трапов. На рудном поле широким развитием пользуются силлы и крупные штоки долеритов нижнетриасового возраста.

Скарново-рудная зона прослежена по простиранию на 4500 м при мощности от 50-100 м на флангах до 200 м в центре, по падению - на глубину 200-450 м на флангах до 1200 м в центре.

По геохимическим данным скарново-рудная зона оконтуривается аномалиями кобальта, свинца, меди, молибдена, ванадия, бария, определен также вертикальный ряд геохимической зональности. Поливское месторождение характеризуется незначительной глубиной эрозионного среза. В отли-



Рис. 130. Схематические геологическая карта и разрез Поливского месторождения [53]

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - делювий; **нижний триас (T<sub>1</sub>):** 2 - туфогенно-осадочные породы корвунчанской свиты; **средний и верхний карбон (C):** 3 - песчаники, алевролиты, аргиллиты катской свиты, 4 - песчаники, алевролиты, конгломераты тушамской свиты; **ордовик (O):** 5 - алевролиты, песчаники, 6 - доломиты, известняки, песчаники усть-кутской свиты; **кембрий (C):** 7 - алевролиты, аргиллиты, мергели, линзы гипса верхоленской и литвинцевской свит, 8 - известняки, доломиты, прослой кремнистые, каменной соли, ангидрита ангарской свиты; 9 - скарново-магнетитовая рудная зона прослеженная (а) и предполагаемая (б); 10 - контур пологозалегающей рудной залежи; 11 - контур максимальной рудонасыщенности по геофизическим данным; 12 - дизъюнктивные нарушения; 13 - изолинии значений ВЭЗ ВП ( $\eta_k$ ), %.

чие от других месторождений Ангарской провинции, здесь обнаружена кальдера проседания, рудная зона имеет четкое линейное строение. Необычным является также интенсивное развитие зоны окисления, в которой рудные тела скорее напоминают полуокисленные железистые кварциты.

На месторождении установлены три рудные залежи: Центральная (наиболее крупная), Юго-Западная и Северо-Западная, состоящие из 30 плито- и линзообразных рудных тел мощностью от 4 до 120 м, протяженностью по простиранию 200-1200 м. Текстуры руд брекчиевидные, брекчиевидно-вкрапленные, полосчатые и массивные. Последние составляют около 10% запасов в контуре открытой отработки. Метасоматические руды (90% запасов) содержат около 50% магнетита, 40% кальцита и до 10% серпентина, в зоне окисления преобладают мартит и гидроокислы железа. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  в рудах для открытой отработки составляет 24,92% (при бортовом содержании  $Fe_{общ}$  15%), содержание серы и фосфора колеблется от 0,01 до 0,1%.

Гидрогеологические и горно-технические условия отработки месторождения изучены недостаточно. По предварительным данным они оцениваются как сложные в связи с необходимостью защиты карьеров от вод р. Поливы, протекающей вдоль месторождения. Глубина карьера не превышает 50 м, коэффициент вскрыши 3,8 м<sup>3</sup>/т. Инженерно-геологические условия отработки месторождения благоприятные ввиду относительно высоких физико-механических свойств пород.

Технологические свойства железных руд изучены на 9 укрупненных и 1270 малообъемных технологических пробах, по результатам обогащения которых построены технологические планы и разрезы.

Технико-экономические показатели обработки  
Полиевского месторождения

Таблица 173

Показатели	Бортовое содержание Fe <sub>общ</sub> , %	
	15	18
Эксплуатационные запасы руды, млн т	74,9	65,4
Производительность предприятия:		
по сырой руде, млн т	4,5	3,9
по концентрату, тыс.т	1,4	1,2
Содержание Fe <sub>общ</sub> в руде, поступающей на фабрику, %	24,18	25,27
Показатели обогащения, %:		
выход концентрата	29,03	30,90
содержание железа в концентрате	57,0	57,1
Капитальные вложения, млн р.	133,9	133,9
Себестоимость 1 т, р.:		
сырой руды	4,40	5,01
концентрата	23,97	25,12
Замыкающие затраты, р.	38,42	38,54
Прибыль годовая, млн р.:		
по действующим ценам	Убыточно	
по замыкающим затратам	19,8	16,8
Рентабельность, %:		
по действующим ценам	Убыточно	
по замыкающим затратам	11,5	9,9

В контуре карьера при содержании в руде Fe<sub>общ</sub> 24-25% способом мокрой магнитной сепарации (с тремя перечистками - по схеме ДОФ Коршуновского ГОКа) получен концентрат в количестве 29-31%, содержащий 57-59% Fe<sub>общ</sub>. Подкарьерные горизонты характеризуются более высоким содержанием Fe<sub>общ</sub> и Fe<sub>магн</sub>: при содержании в руде Fe<sub>общ</sub> 29-32% выход концентрата составил 32-34%, содержание железа в концентрате 60-62%. На глубине 400 м и более при содержании Fe<sub>общ</sub> 32-34% доля гематита в массе рудных минералов не превышает 2-3%, содержание железа в концентрате (по схеме ДОФ Коршуновского ГОКа) составляет 62,5-63,5%. При дроблении руды до 80-90% класса крупности -074 мм качество концентрата улучшается (содержание железа составляет 63,4 - 64,0%).

В 1983 г. институтом "Гипроруда" разработано ТЭО временных кондиций для открытого способа обработки (табл. 173).

По данным ТЭО ЦКЗ Минчермета СССР утвердила в 1984 г. (протокол 103-вк) временные кондиции.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	15
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4
<i>Балансовые запасы подсчитать в контуре карьера, согласованного с проектирующей организацией.</i>	
<i>Запасы руд, залегающие за контурами карьера, подсчитать отдельно по указанным параметрам кондиций в соответствии с достигнутой степенью разведанности.</i>	

В соответствии с кондициями выполнен подсчет запасов в границах открытых работ по категориям С<sub>1</sub> - 81,5 млн т (Fe<sub>общ</sub> - 24,62%), С<sub>2</sub> - 4,9 млн т, за контурами карьера по категории С<sub>1</sub> - 93,4 млн т (Fe<sub>общ</sub> - 31,41%). Про-

гнозные ресурсы до глубины 1000 м оцениваются в 40 млн т с содержанием  $Fe_{\text{общ}}$  32-34%.

Институтом "Гипроруда" разработано ТЭО строительства Поливского рудника для условий перевозки сырой руды на обогатительную фабрику Коршуновского ГОКа, основные показатели которого приведены ниже.

<i>Геологические запасы руды (при бортовом содержании <math>Fe_{\text{общ}}</math> 18%), млн т</i>	158,8
<i>Содержание <math>Fe_{\text{общ}}</math> в недрах, %</i>	29,08
<i>Производительность рудника, млн т/год:</i>	
<i>по сырой руде</i>	4,0
<i>по концентрату</i>	1,29
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>содержание железа в концентрате</i>	61,6
<i>выход концентрата</i>	31,17
<i>извлечение железа в концентрат</i>	72,0
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	119,5
<i>Стоимость добычи 1 т сырой руды, р.</i>	3,85
<i>Стоимость транспортировки 1 т руды на ДОФ Коршуновского ГОКа, р.</i>	1,15
<i>Себестоимость передела 1 т руды на Коршуновском ГОКе, р.</i>	1,54
<i>Себестоимость 1 т концентрата на Коршуновском ГОКе, р.</i>	20,80
<i>Оптовая цена 1 т концентрата из руды Поливского месторождения, р.</i>	20,87

С целью повышения экономической эффективности Поливского рудника институт "Гипроруда" рекомендует построить на месторождении дробильно-сортировочную фабрику, цех сухой магнитной сепарации для получения щебня и железорудного пром-продукта с последующим его дообогащением на обогатительной фабрике Коршуновского ГОКа.

Поливское месторождение из числа Ангаро-Катской группы наиболее близко расположено от железной дороги Хребтовая - Усть-Илимская, в силу чего вероятна его первоочередная отработка.

### **7.3.3. Ангаро-Чунский железорудный район**

Район расположен в бассейне рек Ангары, Чуны и Ковы в 175-225 км к востоку от г. Тайшета на юго-восточной окраине Сибирской платформы. Здесь известны Октябрьское, Кросноярское, Кежемское, Седановское месторождения и рудопроявления ангаро-илимского типа, а также ряд аэромагнитных аномалий предположительно железорудной природы (запасы трех последних месторождений отнесены к забалансовым).

#### **Октябрьское месторождение**

Расположено в 175 км восточнее г. Тайшета в 20 км к северу от железной дороги Тайшет - Братск. Месторождение открыто в 1956 г. в результате аэромагнитной съемки масштаба 1:50000. В пределах рудного поля в 1957-1958 гг. выполнена геологическая съемка масштаба 1:50000. На площади 4,2 км<sup>2</sup> выполнен комплекс геологических, геофизических и геохи-

мических работ масштаба 1:2000. В 1978-1979 гг. проведены детальные поисковые, а в 1979-1980 гг. поисково-оценочные работы с оценкой ресурсов до глубины 1200 м. В 1980-1984 гг. проведена предварительная разведка с подсчетом запасов.

В геологическом строении рудного поля принимают участие аргиллиты и алевролиты верхоленской свиты нижнекембрийского возраста мощностью до 800 м, залегающие на глубине более 1200 м. Результаты аэромагнитной и АГСМ-съемок масштабов 1:150000-1:10000 и повысотных полетов свидетельствуют о наличии магнетитового оруденения до глубины 2000 м.

Породы усть-кутской свиты нижнего ордовика представлены песчаниками, доломитами, глинистыми известняками. Выше залегают породы ийской свиты - песчаники, алевролиты, аргиллиты с кремнистыми известняками. Осадочные породы усть-кутской и ийской свит интенсивно скарированы в результате гидротермально-метасоматических процессов. На Восточном участке скважинами на глубине 850-950 м вскрыт силл траппов, ниже и выше которого в осадочных породах залегают пологие рудные тела магнетитового состава мощностью 16-22 м с содержанием  $Fe_{общ}$  19-39%. На Западном участке силл отсутствует, но интенсивность магнетитового оруденения здесь выше и преобладают более богатые руды. Выше ийской свиты залегают песчаники и алевролиты бадарановской и братской свит среднего ордовика. Венчают разрез палеозоя песчаники, алевролиты с прослоями аргиллитов и карбонатных пород кежемской свиты силура, на которых сохранились останцы траппов братской свиты силла, а в депрессиях - отложения нерюндинской свиты триаса (рис. 131).

На месторождении выделены четыре рудоносных участка (трубки взрыва): Центральный (размером 1500x800 м), Восточный (725x300 м), Юго-Западный (300x100 м), Юго-Восточный (130x100 м). Наиболее крупными размерами обладает Центральный участок, где вскрыты породы нерюндинской свиты, выполняющие мульду проседания глубиной 630 м.

На борту мульды залегают лимонит-мартит-магнетитовые руды с содержанием железа 16 - 30%, мощность рудных тел на поверхности 10 - 40 м, на глубине возрастает до 60 м. В лежачем боку залегают вкрапленные и брекчиевидные, магнетитовые и мартит-магнетитовые руды, висячем - вкрапленные мартит-магнетитовые руды с бурыми железняками, которые постепенно переходят в вулканомиктовые отложения нерюндинской свиты.

На Восточном участке породы нерюндинской свиты (мульды) залегают до глубины 245 м. Здесь вскрыты вкрапленные бедные мартит-магнетитовые руды с содержанием  $Fe_{общ}$  22 - 32%; мощность рудных тел 4 - 80 м. Характерной особенностью руд нерюндинской свиты является широкое развитие целестина, барита, баритоцелестина, пирита, халькопирита, сфалерита и галенита. Всего на месторождении выявлено 36 рудных тел.

Гидрогеологические условия месторождения несложные. Здесь выявлено несколько водоносных горизонтов в породах с низкими фильтрационными свойствами. Прогнозируемый приток в подземные горные выработки не превысит  $450 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Инженерно-геологические условия отработки месторождения сложные, так как показатели физико-механических свойств пород и руд относительно низкие, в связи с чем при открытом способе отработки возможно нарушение устойчивости бортов карьеров.

Изучение обогатимости руд выполнено на пяти укрупненных лабораторных и 91 малообъемных технологических пробах по схемам сухой и мокрой магнитной сепарации. По данным института "Уралмеханобр" хвосты сухой магнитной сепарации могут использоваться в качестве щебня (после дробления руды до класса крупности -25 мм), потребность в котором состав-

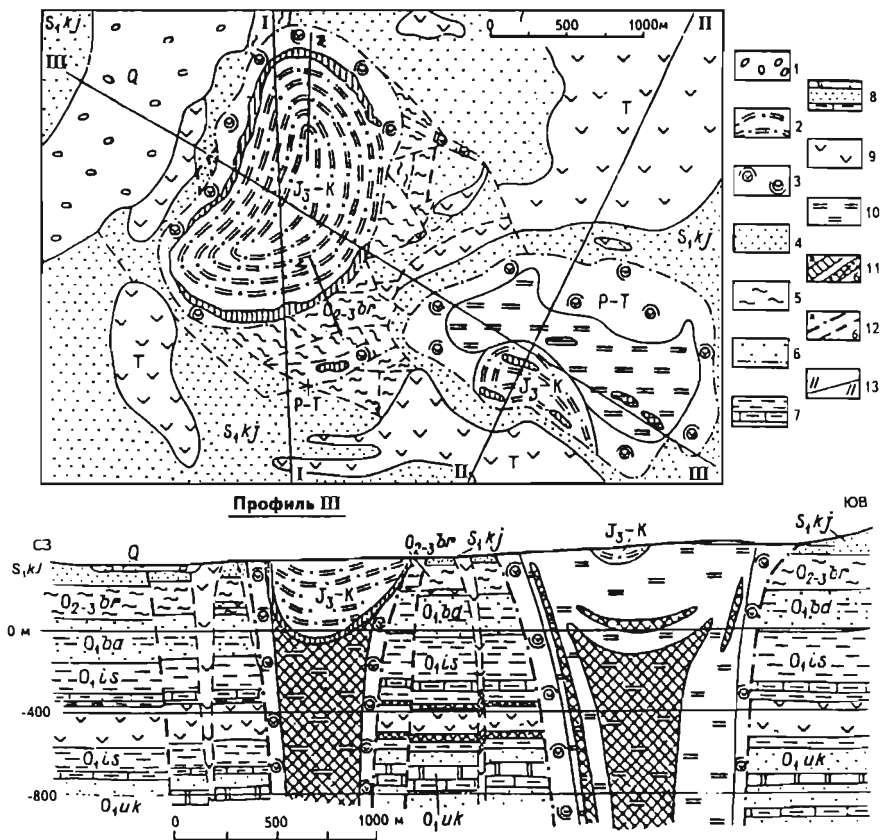


Рис. 131. Схематическая геологическая карта и разрез Октябрьского месторождения [53]

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - аллювий-делювий; **юра-мел (J<sub>3</sub>-K):** 2 - туфоалевролиты, туфоаргиллиты, туффиты, туфобрекчии; **пермь-триас (P-T):** 3 - туффиты, туфобрекчии; **силур (S<sub>1</sub>):** 4 - кежемская свита (S<sub>1</sub>kj) - песчаники, алевролиты с прослоями аргиллитов и карбонатных пород; **ордовик (O<sub>1-3</sub>):** 5 - братская свита (O<sub>2-3</sub>br) - песчаники, алевролиты, аргиллиты, 6 - бадарановская свита (O<sub>1</sub>bd) - песчаники, алевролиты, 7 - ийская свита (O<sub>1</sub>is) - песчаники, доломиты с глинистыми известняками, 8 - усть-кутская свита (O<sub>1</sub>uk) - песчаники, аргиллиты с каменистыми известняками, 9 - долериты, диабазы, базальты; 10 - скарны и скарнированные породы; 11 - руда маргит-магнетитовая (а), магнетитовая вкрапленная и брекчиевидная (б), 12 - контакты эруптивные (а), тектонические (б); 13 - линии разрезов

ляет 200 тыс. м<sup>3</sup> в год. Полученный промпродукт предусматривается перевозить на Коршуновский ГОК, где он будет перерабатываться по схеме действующей обогатительной фабрики.

Для руд месторождения характерно повышенное содержание меди (0,10-2,0%, редко больше) и кобальта в пирите (0,1-1,0%). При обогащении руд методом флотации получено 1,31% сульфидного концентрата с содержанием 14% меди и 0,11% кобальта.

По запасам оксида стронция рудная залежь Восточного участка может быть отнесена к самостоятельному месторождению. В результате лабораторных исследований (ИМГРЭ) баритовых и целестиновых руд получить кондиционные продукты не удалось из-за высокого содержания глины

в пробе. Целестиновый промпродукт может быть использован в металлургии для получения специальных сталей. Потребителей такого продукта среди металлургических предприятий выявлено не было, в связи с этим железные руды чашеобразных структур с медью, кобальтом и стронцием не получили экономической оценки.

В 1986 г. институтом "Гипроруда" разработано ТЭО временных кондиций под открытый способ отработки. В связи с отрицательными технико-экономическими показателями институт в 1990 г. выполнил корректировку ТЭО под подземный способ отработки (табл. 174).

Таблица 174

Технико-экономические показатели отработки Октябрьского месторождения

Показатели	Способ отработки		
	открытый	подземный	
		I период до гл. 400 м	II период до гл. 930 м
Геологические запасы руды, млн т	18,8	32,3	257,4
Эксплуатационные запасы, млн т	18,0	29,4	235,3
Содержание железа, %:			
в недрах	34,3	31,10	33,32
в руде на фабрике	26,95	28,75	31,22
в промпродукте	Не опр.	31,62	34,37
в концентрате	60,0	63,00	63,00
Производительность предприятия, млн т/год:			
по сырой руде	1,7	2,78	4,11
по промпродукту	Не опр.	2,36	3,52
по щебню	"-	0,2	0,2
по концентрату	0,5	1,1	1,73
Выход промпродукта, %	Нет свед.	85,0	85,6
Выход концентрата, %	29,2	36,7	40,2
Извлечение железа в концентрат, %	67,3	80,4	80,2
Обеспеченность предприятия запасами, лет	13	16	66
Капитальные вложения, млн р.	75,7	179,4	115,9
Себестоимость, р.:			
1 т сырой руды	Нет свед.	5,56	5,69
1 т промпродукта	"-	8,43	8,53
1 м <sup>3</sup> щебня	"-	0,61	0,61
1 т концентрата ММС	26,05	22,23	20,77
Цена 1 т концентрата, р.:			
оптовая	12,95	29,05	29,05
расчетная	25,51	-	-
Прибыль годовая от реализации, млн р.:			
щебня	Не опр.	1,28	1,28
концентрата	Убыточно	0,82	4,03
Суммарная прибыль, млн р.	"-	2,10	5,31
Рентабельность, %	"-	1,2	2,3



Для подсчета предварительно разведанных запасов железных руд Октябрьского месторождения ЦКЗ Минчермета СССР утвердила (протокол 149-вк) в 1990 г. временные кондиции.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	22
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	8
<i>Глубина подсчета балансовых запасов, м</i>	930

В 1991 г. ЦКЗ Мингео СССР приняты на баланс запасы железных руд по категориям С<sub>1</sub> - 242,7 млн т с содержанием Fe<sub>общ</sub> 34,25% и С<sub>2</sub> - 46,9 млн т с содержанием Fe<sub>общ</sub> 29,73%.

Разведка месторождения не завершена.

### *Красноярское месторождение*

Расположено в Братском районе Иркутской области в 25 км к юго-востоку от г. Братска, в 4 км южнее железнодорожной станции Гидростроитель магистрали Тайшет - Братск, в 125 км от Коршуновского ГОКа.

Месторождение известно с 1844 г., разведка его производилась в 1931-1933, 1950-1955 и 1968-1969 гг. На рудном поле в масштабе 1:50000 выполнены геологическая съемка (с детализацией в масштабе 1:25000), аэромагнитная и АГСМ-съемки, наземные геофизические съемки (с детализацией в масштабе 1:25000). На трубках взрыва в пределах аномальных зон проведена геологическая съемка масштаба 1:2000.

В геологическом строении месторождения принимают участие горизонтально залегающие осадочные породы (снизу) усть-кутской, мамырской и братской свит нижнего палеозоя, представленные известняками, кварцевыми песчаниками, аргиллитами, алевролитами и мергелями общей мощностью до 500 м. Все эти образования прорваны телами изверженных пород трапповой формации, нарушены структурами вулканического происхождения (трубки взрыва). Месторождение локализовано в основном в пределах одной из таких трубок (с размерами в плане 1300x870 м), выполненной туфогенными породами с обломками вмещающих пород и траппов. Вторая трубка имеет небольшие размеры - 130x80 м. Туфогенные породы, траппы и обломки вмещающих пород метасоматически изменены и превращены в скарновые образования. Магнетитовые руды приурочены главным образом к скарнам (рис. 132).

Наиболее крупная зона оруденения приурочена к западному борту трубки взрыва, имеет субмеридиональное простирание, кругое восточное падение под углом 75-85°; длина зоны по простиранию 1200 м, ширина до 300 м, мощность зоны 100-160 м, на глубину прослежена до 600-800 м без выклинивания. В рудной зоне преобладают гранатовые и пироксен-кальциевые скарны брекчиевидной структуры.

Внутреннее строение рудной зоны сложное: рудные тела в ее пределах имеют неправильную линзо-, жило- и штокообразные формы; руды представлены массивными (жильными) и вкрапленными разновидностями. Жильные тела с массивными магнетитовыми рудами имеют мощность 0,5-10 м, протяженность по простиранию до 300 м, быстро выклиниваются по паде-

нию и локализуются главным образом в верхней части месторождения. Богатые массивные руды составляют около 13% от общих запасов. Залежи вкрапленных руд по простиранию прослеживаются до 200-600 м, по падению - 400-800 м при мощности 2-30 м. Главный рудный минерал - магнетит, в небольших количествах встречаются гематит и мартит (до 10%), маггемит, пирролизит, гаусманит, пирит.

Содержание железа растворимого во вкрапленных рудах 15-40% (среднее 26%). В жильных телах содержание железа свыше 45% и более высокие содержания фосфора и серы.

Гидрогеологические условия месторождения представляются несложными. Наиболее водообильными являются туфогенные образования, которые ниже отметки +402 м получают основное питание за счет инфильтрации вод и водохранилища Братской ГЭС, находящейся в 1 км от месторождения. Уровень подземных вод в туфах почти на 100 м ниже уровня зеркала водохранилища, достигающего проектной отметки +400-402 м абсолютной высоты.

Притоки воды в карьер до отметки +400 м будут небольшими (до 6 м<sup>3</sup>/ч) и не создадут затруднений при отработке месторождения. Ниже отметки +402 м они могут достигать 1148 м<sup>3</sup>/ч за счет обводненных пород, имеющих гидравлическую связь с водохранилищем.

Инженерно-геологические и горно-технические условия отработки месторождения также несложные. Однако в приконтактных зонах породы сильно раздроблены и превращаются в глинистую массу, при обильном выпадении осадков возможны оползневые явления.

Обогащаемость железных руд Красноярского месторождения изучена институтами "Механобр" и "Уралмеханобр" на 25 технологических пробах массой от нескольких килограммов до 3200 кг. Руды месторождения тонковкрапленные, относятся к труднообогащаемым. Низкие показатели обогащения обусловлены небольшим содержанием железа, связанного с магнетитом, и наличием в магнетите изоморфных и дисперсных примесей. Показатели обогащения меняются также в зависимости от степени мартитизации магнетита, которая изменяется от 7,5 до 30%. Примесь магнезиоферрита в магнетите колеблется от 4,8 до 6,0%. Для раскрытия зерен магнетита и получения концентрата с содержанием железа 61-62% требуется измельчение руд до 90% класса крупности -0,053 мм, что не предусмотрено в схеме дробильно-обогатительной фабрики Коршуновского ГОКа, работающей на

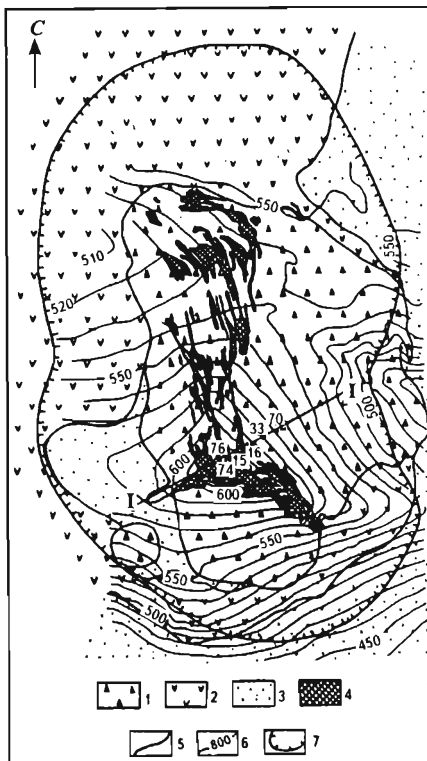


Рис. 132. Схематические геологическая карта и разрез Красноярского месторождения

1 - туфогенные и скарновые породы; 2 - траппы; ордовик (O); 3 - мелкозернистые и неравномерно-зернистые песчаники, аргиллиты, известняки и мергели; 4 - магнетитовые руды; 5 - геологические контакты; 6 - изогипсы рельефа поверхности; 7 - контур проектного карьера

крупнозернистых рудах и обеспечивающей получение концентрата с содержанием железа 63% при измельчении руд до 80% класса крупности -0,074 мм.

В 1970 г. ГКЗ СССР рассмотрено ТЭО кондиций для подсчета запасов железных руд Красноярского месторождения.

<i>Способ отработки месторождения до глубины 400 м</i>	<i>Открытый</i>
<i>Эксплуатационные запасы, млн т:</i>	
<i>в контуре карьера</i>	102
<i>в контуре подземных работ</i>	76
<i>Среднее содержание Fe<sub>общ</sub> в рудах, %:</i>	
<i>в контуре карьера</i>	28,2
<i>в контуре подземных работ</i>	24,9
<i>Производительность по концентрату в контуре карьера, млн т/год</i>	1,27
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>содержание железа в концентрате</i>	6,3
<i>выход концентрата</i>	31,7
<i>извлечение железа в концентрат</i>	71,0
<i>Прибыль годовая, млн р.</i>	5
<i>Срок окупаемости, лет</i>	25
<i>Рентабельность, %</i>	3,8

ГКЗ признала руды Красноярского месторождения не рентабельными к отработке и утвердила параметры кондиций для подсчета забалансовых запасов.

<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	23
<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	15
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4

ГКЗ СССР (протокол 6169 от 24 февраля 1971 г.) утвердила забалансовые запасы по категориям В - 23,4 млн т, С<sub>1</sub> - 80,8 млн т, С<sub>2</sub> - 81,7 млн т; всего 185,9 млн т со средним содержанием железа 26,30%.

Учитывая истощение запасов на Коршуновском месторождении в контуре открытых работ и дефицит железорудного сырья для Западно-Сибирского металлургического комбината, ПГО "Иркутскгеология" совместно с институтом "Гипроруда" в 1980 г. вновь разработали ТЭО временных кондиций, исходя из условий отработки месторождения открытым способом до глубины 280 м, дробления руды на месте добычи до крупности 300-0 мм, транспортировки ее по железной дороге на Коршуновский ГОК (125 км) и переработки на обогатительной фабрике Коршуновского ГОКа. Основные показатели ТЭО приведены ниже.

<i>Геологические запасы в контуре открытой отработки, млн т</i>	75,0
<i>Среднее содержание Fe<sub>общ</sub>, %</i>	26,2
<i>Производительность предприятия по сырой руде, млн т/год</i>	4,0

<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>выход концентрата</i>	28,5
<i>извлечение железа в концентрат</i>	67,9
<i>содержание железа в концентрате</i>	61,0
<i>Обеспеченность карьера запасами, лет</i>	19
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	62,4
<i>Себестоимость добычи 1 т сырой руды, р.</i>	4,03
<i>Оптовая цена 1 т концентрата, р.</i>	20,81
<i>Прибыль годовая от реализации продукции, млн р.</i>	0,74
<i>Рентабельность, %</i>	0,8

В 1981 г. ПГО "Иркутскгеология" выполнен пересчет запасов и представлен ГКЗ СССР, которая (протокол 8899 от 11.12.1981 г.) воздержалась от утверждения запасов Красноярского месторождения в качестве балансовых из-за неудовлетворительной изученности качества руд и отсутствия характеристики их по содержаниям железа.

Учитывая выгодное географическое положение месторождения, а также истощение запасов в карьере и признание нерентабельной отработку руд Коршуновского месторождения подземным способом, целесообразно продолжить разведку Красноярского месторождения и передачу его в промышленное освоение.

### ***7.3.4. Иркутско-Китойский железорудный район***

Район расположен в Восточном Саяне вдоль Сибирской железнодорожной магистрали от оз. Байкал на юго-востоке до границы Иркутской области с Красноярским краем на северо-западе. В районе выявлено большое количество железных руд различных генетических типов - апатит-магнетитовые руды в гнейсах архея, карбонатитах чернозимиинского интрузивного комплекса, апатит-титаномагнетито-перовскитовые руды в ультраосновных породах р. Иркут и другие. Наиболее масштабно представлены магнетитовые руды железисто-кремнистой формации шарыжалгайской серии архея - Байкальское и другие мелкие месторождения и рудопроявления.

#### ***Байкальское месторождение***

Месторождение расположено в 50 км северо-западнее железнодорожной станции Култук и в 120 км от г. Ангарска. Расстояние до возможного потребителя железорудного сырья - Западно-Сибирского металлургического комбината - 1600 км.

Находки рудных свалов обнаружены в 1960 г. при выполнении геологической съемки масштаба 1:1200000, в 1967-1970 гг. проведены поисковые и поисково-оценочные работы, в 1984-1986 гг. осуществлена предварительная разведка Центрального и Дайгусинского участков месторождения.

Месторождение железистых кварцитов расположено в пределах При-Саянской структурно-фациальной зоны - Шарыжалгайского выступа, сложенного сильнодислоцированными, глубокометаморфизованными сланцами и гнейсами шарыжалгайской серии архея; магматические образования представлены широкой гаммой пород от ультраосновных до кислых архейского, ранне- и позднепротерозойского возраста.

Метаморфизованные породы собраны в складки северо-западного простирания, которые в пределах рудного поля разбиты алагнинско-хомол-

хинским разломом на два разобщенных блока - северный и южный. Северный блок представлен Жидойской антиклиналью и находится большей частью за пределами месторождения, Южный - Орингольской антиклиналью, на крыльях которой расположено Байкальское месторождение железистых кварцитов, проявления железных и сульфидных никелевых руд.

Рудные тела Байкальского месторождения локализованы в двух залежах, смятых в синклинальные складки, протяженностью по простиранию от 2200 до 3900 м. Залежи представлены перемежаемостью рудных тел и безрудных прослоев кристаллических сланцев и эндербитов мощностью от 5 до 20 - 30 м. Рудные тела пласто-линзообразной формы имеют размеры по простиранию от 140 до 2155 м, по падению от 70 до 800 м при мощности от 4 до 67 м.

Руды вулканогенно-осадочные, в сильной степени метаморфизованные, относятся к железисто-кремнистой формации. По содержанию железа общего они подразделяются на руды среднего качества (более 20%  $Fe_{общ}$ ), бедные (16 - 20%), весьма бедные (10 - 16%) и оруденелые породы (5 - 10%). Текстуры руд полосчатые, полосчато-вкрапленные. В рудах присутствуют пирротин, пирит, халькопирит, ковеллин, рутил, ильменит. Содержание магнетита колеблется от 40 до 60% в силикатно-магнетитовых рудах и от 20 до 40% в пироксен-кварц-полевошпат-магнетитовых разностях.

В рудах открытой добычи (бортовое содержание  $Fe_{магн}$  10%) содержание  $Fe_{общ}$  составляет 24,34% (участок Центральный), 28,66% (участок Дугуйсин),  $Fe_{магн}$  - соответственно 18,93 и 24,63%; в рудах подземной добычи (бортовое содержание  $Fe_{магн}$  16%) содержится 27,62 и 28,63%  $Fe_{общ}$ , 22,81 и 24,33%  $Fe_{магн}$ . Кроме железа руды содержат  $MnO$  0,09-0,13%,  $TiO_2$  0,36-0,48%,  $P$  0,06-0,14%.

Гидрогеологические и горно-технические условия отработки месторождения сложные из-за наличия островной многолетней мерзлоты, зон рассланцевания, брекчирования и милонитизации в породах глубоких горизонтов, а также сейсмичности района.

Руды Байкальского месторождения легко обогащаются методом мокрой магнитной сепарации. По технологической схеме ДОФ Коршуновского ГОКа получены концентраты с содержанием  $Fe_{общ}$  от 66 до 72%,  $S$  - 0,3%,  $P$  - 0,02%. Выход концентратов колеблется от 25 до 52%, извлечение железа общего в концентрат 72-96%. На 13 пробах массой 0,5-1,5 т выполнен полный комплекс технологических исследований, в результате которого с помощью перечисток получены концентраты с содержанием железа 71-72% и кремнезема менее 1%, пригодных для использования в электрометаллургии.

В 1986 г. институт "Гипроруда" разработал ТЭО временных кондиций для предварительно разведанных запасов Центрального и Дугуйсинского участков (табл. 175).

Подсчет запасов произведен по временным кондициям, рекомендованным институтом "Гипроруда".

*Бортовое содержание  $Fe_{магн}$ , %:*

*в контуре карьера* 10

*в контуре подземной отработки* 16

*Минимальная мощность рудных тел, м* 4

*Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м* 6

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Байкальского месторождения**

Показатели	Открытая отработка		Подземная отработка	
	Участок Центральный	Участок Дугуйсин	Участок Центральный	Участок Дугуйсин
Запасы руды в недрах по категориям $C_1+C_2$ , млн т	71,8	26,6	99,4	29,4
Содержание железа, %:				
общего	24,34	28,66	27,62	28,63
магнетитового	18,93	24,63	22,81	24,33
Эксплуатационные запасы, млн т	73,3	27,2	97,1	28,3
Содержание железа в эксплуатационных запасах, %:				
общего	23,76	27,82	25,68	25,84
магнетитового	18,15	23,51	20,29	20,66
Производительность предприятия, млн т/год:				
по сырой руде	4,38	2,45	1,8	1,18
по концентрату	1,26	0,9	0,54	0,4
Содержание $Fe_{общ}$ в концентрате, %	66,0	66,5	65,5	65,4
Извлечение железа в концентрат, %	73,6	79,6	77,0	77,2
Себестоимость 1 т, р.:				
руды	6,74	5,73	8,42	8,06
концентрата	31,92	22,74	33,57	32,18
Капитальные вложения, млн р.	188,0	112,1	85,1	55,9
Срок существования предприятия, лет	21	16	54	24
Прибыль годовая при ценах, млн р.:				
действующих	Убыточно	Убыточно	Убыточно	Убыточно
расчетных	-"	0,9	-"	-"
Рентабельность, %	-"	0,8	-"	-"

По результатам предварительной разведки двух участков подсчитаны запасы по категориям  $C_1$  - 158 млн т и  $C_2$  - 62 млн т.

Кроме того подсчитаны запасы категории  $C_1$  в количестве 59 млн т по другим участкам рудного поля Байкальского месторождения (Задойская Грива, Лево-Сарамский, Промежуточный).

Отработка запасов Байкальского месторождения на данной стадии изученности убыточна как карьерным, так и подземным способами.

Однако учитывая легкую обогатимость руд, высокое качество концентратов и возможность производства сырья для электрометаллургии, дефицит железорудного сырья для Западно-Сибирского металлургического комбината, ЦКЗ Мингео СССР сочла целесообразным принять запасы железистых кварцитов Байкальского месторождения на отраслевой баланс.

## 7.4 Читинская область

Читинская область занимает восточную часть Забайкальской железорудной провинции и расположена в юго-восточной части Восточной Сибири. На территории области выявлено свыше 30 месторождений и рудопроявлений железных руд, которые группируются в два рудных района: Нерчинский и Чарский (рис. 133, табл. 176).

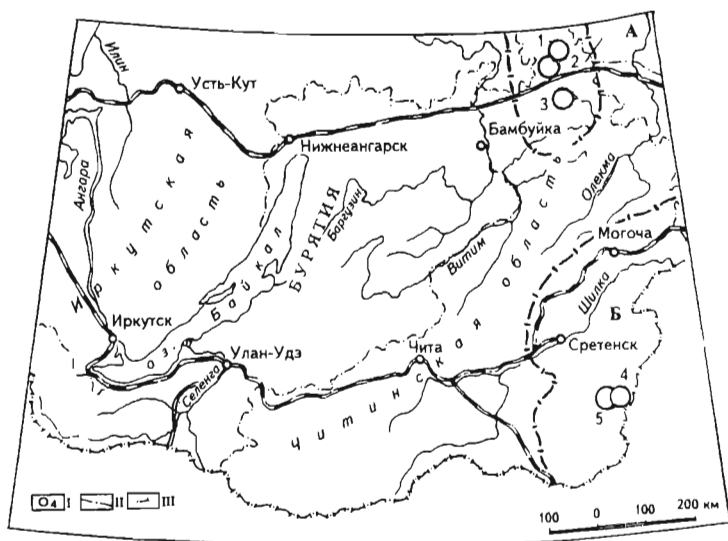


Рис. 133. Схема расположения железорудных месторождений Читинской области

I - месторождения: 1, 2 - Чарское (Южно-Сулуматский, Нижне-Сакуканский участки), 3 - Чинейское, 4 - Березовское, 5 - Железный Кряж; II - административная граница области; III границы железорудных районов: А - Чарского, Б - Нерченского

Таблица 176

### Распределение запасов и прогнозных ресурсов по железорудным районам Читинской области

Рудный район (группа)	Количество месторождений	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т					Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		А	В	С <sub>1</sub>	А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
									Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>
Нерчинский	2	13,7	229,4	194,3	437,4	10,1	129,0	20	-	20
Чарский	2	-	-	299,4	299,4	1271,4*	233,0	8765	4565	4200

\* Включены запасы Чинейского месторождения (912,4 млн т), не учтенные Государственным балансом.

По геологическому строению, геоморфологическим особенностям и комплексу полезных ископаемых в пределах Читинской области выделяются три района: Центральное Забайкалье, Восточное Забайкалье и Олекмо-Витимская горная страна.

Для всей территории Читинской области характерно исключительно сложное геологическое строение. Здесь распространены разнообразные комплексы магматических, метаморфических и осадочных пород и связанные с ними комплексы полезных ископаемых. Особенно широко развиты магматические породы, преимущественно гранитоидного состава.

В экономике Читинской области горно-добывающая промышленность занимает ведущее место. История горно-рудного промысла уходит здесь в глубокую древность. В 1789 г. был построен первый металлургический завод (Петровск-Забайкальский) и создана (начало XX в.) угольная промышленность на базе Черновского, Тарабагатайского и некоторых других месторождений. До революции был открыт также ряд золотоносных россыпей и положено начало добыче золота.

Поисково-съемочные и геологоразведочные работы последних десятилетий, проводимые Читинским территориальным геологическим управлением, внесли много нового в понимание геологического строения исследованной территории и привели к открытию большого количества промышленных месторождений черных, цветных и редких металлов, угля и различных неметаллических видов минерального сырья.

Экономика области получила мощный толчок в связи с завершением строительства Байкало-Амурской магистрали (БАМ) и перспективой последующего освоения крупных месторождений полезных ископаемых (Удоканского месторождения меди, Апсатского - коксующихся углей, Чарской группы железорудных месторождений и ряда других).

Государственным балансом учтены три месторождения - Березовское, Чарское (участки Южно-Сулуматский и Нижне-Сакуканский) и Железный Кряж с балансовыми запасами на 01. 01.1994 г. по категориям А+В+С<sub>1</sub> - 736,8 млн т, С<sub>2</sub> - 369,2 млн т (табл. 177). Прогнозные ресурсы области оцениваются в 8785 млн т, главным образом титаномагнетитовых и апатит-титаномагнетитовых руд.

#### **7.4.1. Чарский железорудный район**

Расположен на севере Читинской области, пересекается Байкало-Амурской железнодорожной магистралью и является южной оконечностью Чаро-Токкинского железорудного района Республики Саха (Якутия).

Здесь, кроме железистых кварцитов Чарского месторождения, выявлены крупное Чинейское месторождение титаномагнетитовых и Муруринская перспективная площадь апатит-титаномагнетитовых руд. Район приурочен к юго-западной части Алданского щита и располагается в пределах крупной региональной структуры - Чарской глыбы. В геологическом строении его принимают участие осадочно-метаморфические образования нерасчлененной чарской серии нижнего архея, упряметаморфические, интрузивные (Чинейский массив ультраосновных и основных пород) и жильные образования архея-протерозоя, а также четвертичные образования.

#### **Чарское месторождение**

Чарское месторождение расположено на территории Каларского района Читинской области в 35 км от районного центра с.Чара, в 15-20 км от железнодорожной станции Икабья на трассе БАМ. Для района месторождения характерен высокогорный альпинотипный рельеф с абсолютными отметками до 1950-2370 м, перепадом высот 900-1300 м. Наличие железистых кварцитов в районе впервые отмечается в работах Лесной территориальной экспедиции (Щербин И.И., 1948-1950 гг.; Тищенко Ф.Ф., 1950 г.; Гладких И.Ф.,



## Месторождения железных руд Читинской области

Месторождение, участок, площадь	Тип руд	Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах категорий A+B+C <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1994 г., млн т			Возможная добыча по проектной мощности предприятия, млн т/год
			A+B+C <sub>1</sub> *	C <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям		
							P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	
<b>Резервные разведанные месторождения</b>									
Березовское	Бурые железняки и сидеритовые	39,9	437,4 437,4	10,1	73,6	-	-	-	6,5
<b>Разведываемые месторождения</b>									
Чарское**	Железистые кварциты	27,0	299,4 -	359,1	233,0	1295	1295	-	3,0
В том числе участки:									
Южно-Сулуматский		27,0	299,4 -	31,5	233,0	330	330	-	-
Нижне-Сакуканский		31,4	-	327,6	-	965	965	-	-
Чинейское***	Титаномагнетитовые	24,39	-	912,4	-	3000	3000	-	-
Итого:			299,4 -	1271,5	233,0	4295	4295	-	3,0
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>									
Железный Кряж	Магнетитовые	53,0	-	-	55,4	20	-	20	-
<b>Новые объекты</b>									
Сакуканьырская площадь	Железистые кварциты	33,0	-	-	-	270	270	-	-
Муруринская площадь	Апатит-титаномагнетитовые	18,46	-	-	-	4200	-	4200	-
Итого			-	-	-	4470	270	4200	-
Всего		34,63	736,8 437,4	1281,6	362,0	8785	4565	4220	9,5

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

\*\* Запасы железных руд апробированы ГКЗ СССР по категориям C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>;\*\*\* Геологические запасы категории C<sub>2</sub> в количестве 912,4 млн т подсчитаны по результатам поисково-оценочных работ на двух участках (Магнитный и Этырко) при бортовом содержании железа 20%.

Журавлев Н.И., 1950 г.). В 1955-1958 гг. проведена аэромагнитная съемка масштаба 1:200000 и частично 1:100000 (Е.Г.Херувимова, В.В.Сусленников и др.). В 1962-1966 гг. район полностью покрыт Государственной геологической съемкой масштаба 1:200000 (В.И.Колесников, В.С.Шульгина), в результате которой были выделены основные площади распространения железистых кварцитов и дана их прогнозная оценка. В 1978-1979 гг. на Сулуматском и Нижне-Сауканском участках выполнены поисково-оценочные работы (Г.И.Давыденко, Н.А.Миков, М.Н.Дэви и др.). В 1978 - 1984 гг. на Южно-Сулуматском участке Чарского месторождения выполнена предварительная разведка (В.Н.Грищенко, А.И.Остроконов, В.С.Чечеткин и др.) с подсчетом запасов железных руд.

В строении месторождения принимают участие ультраметаморфические плагиогранито-гнейсы (по кристаллическим сланцам чарской серии), которые выделяются в позднеархейский и раннепротерозойский комплексы, вмещающие тела железистых кварцитов. В целом разрез характеризуется чередованием рудовмещающих и рудных зон. Кроме того, в них развиты позднеархейские амфиболиты и разнообразные по составу и возрасту интрузивные и жильные породы (рис. 134).

На Южно-Сулуматском участке выделяются две рудные зоны: Западная и Восточная. Они характеризуются сложным строением вследствие чередования в разрезе силикатно-железистых, силикатных, глиноземистых и мономинеральных кварцитов. Падение слоев крутое, залегание моноклинальное.

Количество рудных тел в зонах различное и колеблется от 1 до 5. Для рудных тел характерны изменчивость мощности по простиранию и падению, сложность внутреннего строения за счет наличия маломощных малорудных и безрудных прослоев и выклинивания на флангах как по падению, так и простиранию. Все это обуславливает характер их формы - крупные линзообразные тела, которые в центральных частях можно отнести к пластообразным.

Главными минералами железистых кварцитов являются магнетит (26-32%), кварц (42%), амфиболы (5-12%), пироксены (5-6%); второстепенными - биотит, полевые шпаты, гематит, гидроокислы железа, гранат, эпидот, в единичных зернах встречаются апатит, циркон, рутил, сульфиды и другие. Железистые кварциты Южно-Сулуматского участка по отношению

$Fe_{\text{магн}}/Fe_{\text{общ}}$  подразделяются на рудные, малорудные и безрудные (табл. 178).

Средний химический состав руд по результатам химического и спектрального анализов групповых и малообъемных технологических проб приведен в табл. 179. Полезные и вредные примеси практически отсутствуют как в рудах, так и продуктах их обогащения.

Скальный рельеф и многолетняя мерзлота обусловили практически полное отсутствие процессов окисления и соответственно окисленных руд. На генезис железистых кварцитов высказаны различные взгляды. Одни авторы рас-

Таблица 178

**Минеральные типы железистых кварцитов  
Южно-Сулуматского участка  
Чарского месторождения**

Минеральный тип	Фазовый коэффициент $Fe_{\text{магн}}/Fe_{\text{общ}}$	Распространение типа, %
<i>Рудные кварциты</i>		
Магнетитовый	0,84	18,7
Силикатно-магнетитовый	0,84-0,5	71,5
Магнетит-силикатный	0,5-0,3	1,4
<i>Малорудные и безрудные кварциты</i>		
Силикатный и магнетит-силикатный	<0,3	8,4

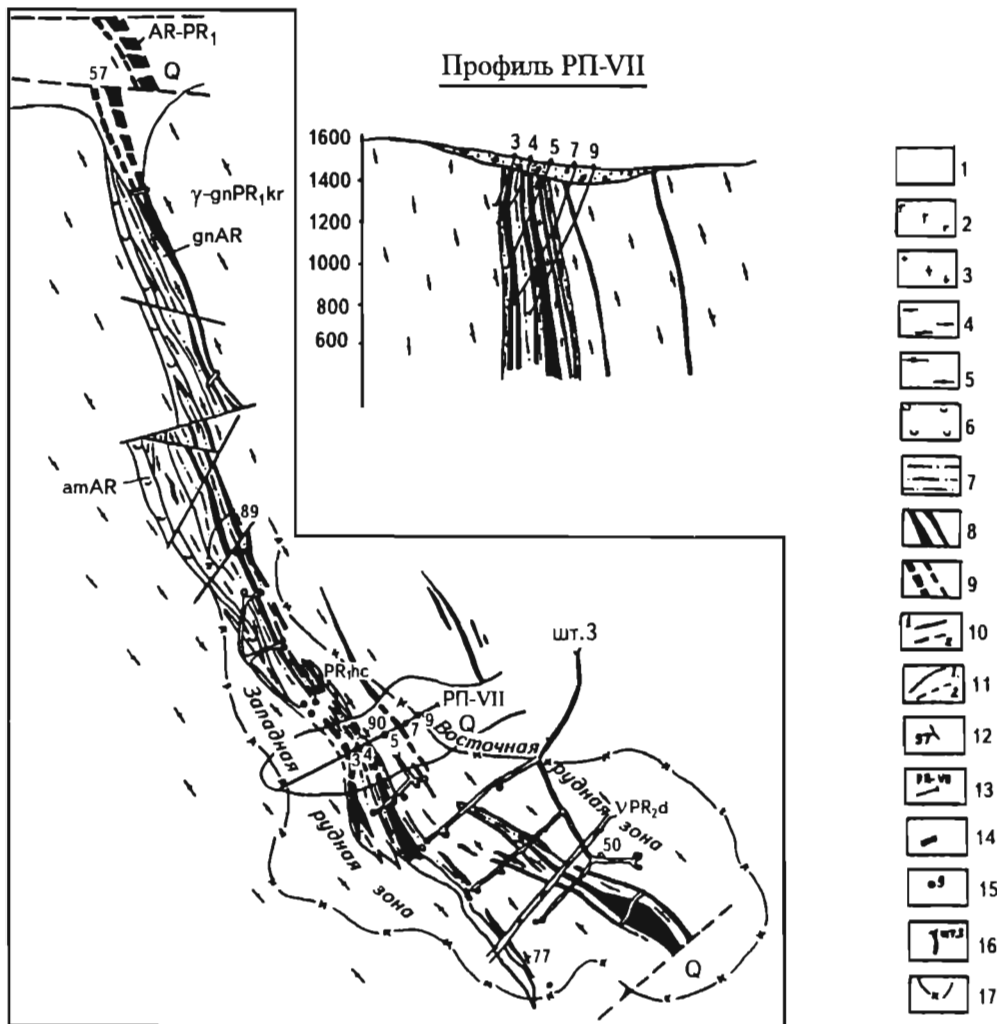


Рис. 134. Схематическая геологическая карта и разрез Южно-Судуматского участка Чарского месторождения (по материалам ПГО "Читагеология")

1 - аллювиальные, делювиальные, моренные и флювиогляциальные четвертичные (Q) отложения; **средний протерозой (PR<sub>2</sub>)**: 2 - дайки габбро, диоритов, габбро-диоритов, габбро-диабазов и диабазов, андезитовых порфиров (доросский комплекс); **ранний протерозой (PR<sub>1</sub>)**: 3 - плагиопегматоиды, микроклин-олигоклазовые пегматоиды, аплитовидные олигоклазовые граниты и пегматиты (ничатский комплекс), 4 - лейкократовые плагиограниты; 5 - плагиогнейсы и плагиогранито-гнейсы биотитовые, часто с силлиманитом и гранатом, 6 - амфиболиты, 7 - кварциты безрудные и малорудные, иногда с биотитом, мусковитом, амфиболом, силлиманитом, магнетитом, гранатом, сланцы гранато-сланцевые, амфиболо-сланцевые, иногда с магнетитом ( $Fe_{\text{магн}} < 10\%$ ), 8 - железистые кварциты магнетитовые с пироксеном, амфиболом, гранатом и биотитом, 9 - железистые кварциты, перекрытые четвертичными отложениями; 10 - разрывные тектонические нарушения достоверные (а), под четвертичными отложениями (б); 11 - геологические границы достоверные (а), под четвертичными отложениями (б); 12 - направление и угол падения пород; 13 - разведочные профили и их номера; 14 - каналы; 15 разведочные скважины; 16 - штольни и их номера; 17 - контур проектного карьера на поверхности (контур балансовых запасов категорий С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>)

Средний химический состав железных руд  
Южно-Сулуматского участка  
Чарского месторождения, %

Компоненты	Для открытых работ	Для подземных работ
Fe <sub>общ</sub>	25,62	23,70
Fe <sub>магн</sub>	18,72	16,60
SiO <sub>2</sub>	55,17	57,69
TiO <sub>2</sub>	0,33	0,33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,75	2,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,50	18,96
FeO	14,45	13,37
MnO	0,21	0,21
MgO	3,50	3,50
CaO	1,97	1,97
Na <sub>2</sub> O	0,43	0,43
K <sub>2</sub> O	0,30	0,30
П.п.п.	0,20	0,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,15
S	0,04	0,04

считывают их как первично-осадочные (Шульгина В.С., 1965-1966, Щербакова И.П., 1973) или вулканогенно-осадочные (Момджи Г.С., 1977; Кассандров Э.Г. и др., 1977; Кудрявцев В.А. и др., 1978; Голубкин Н.И. и др., 1980), другие - как продукт переработки ультраосновных пород (Шахов Г.П., 1967, 1969), третьи - как породы метасоматического (полигенного) происхождения (Дэви М.Н., 1976, 1979; Бабкин А.С. и др., 1977; Кривенко В.А. и др., 1979). Гидрогеологические условия разработки Южно-Сулуматского участка благоприятные. Водоприитоки в карьер ожидаются только за счет атмосферных осадков с водосборной площади выемки. Максимальная величина водоприитока составит около 80 м<sup>3</sup>/ч. Карьерные воды после несложной очистки и отстаивания могут сбрасываться в р.Чару. По качеству подземные и поверхностные воды

пригодны для целей хозяйственного водоснабжения по всем нормируемым компонентам.

Инженерно-геологические условия простые и благоприятные для разработки железных руд как открытым, так и подземным способом. Технологические свойства железных руд Южно-Сулуматского участка изучались на трех лабораторных пробах на стадии поисковых работ, на 42 малых технологических и 69 малообъемных групповых пробах - на стадии предварительной разведки, которыми охвачены 44% общего объема рудных пересечений. По отдельным пробам выполнены лабораторные металлургические исследования.

Технологическими исследованиями установлена целесообразность обогащения всех выделенных разновидностей руды Южно-Сулуматского участка по одной схеме - мокрой магнитной сепарации, обеспечивающей получение высококачественных концентратов с содержанием железа более 68%, пригодных для металлургии. Это позволило отнести все руды к одному технологическому типу.

По трехстадиальной схеме магнитной сепарации получен концентрат с содержанием железа 70% при извлечении железа в концентрат около 75%. Основной рудный минерал (магнетит) извлекается в концентрат почти полностью (93-97%).

Исследованиями ИМР доказана возможность получения по пятистадиальной схеме мокрой магнитной сепарации при измельчении до 96-98% класса крупности -0,044 мм концентратов с содержанием железа 70,4-71,0% и кремнезема 0,38-0,70%, пригодных для производства технических порошков марки ПЖ-4 и ПЖ-8.

Результаты доводочных операций посредством мокрой магнитной сепарации и обратной флотации показали возможность получения из руд участка суперконцентратов с содержанием железа 71,6-71,9% и кремнезема 0,15-0,20%, удовлетворяющих требованиям порошковой металлургии (железные порошки марки ПЖ-2 - ПЖ-3).

Таблица 180  
Технико-экономические показатели отработки  
Южно-Сулуматского участка  
Чарского месторождения

Показатели	Способ отработки	
	откры- тый	подзем- ный
Разведанные запасы по категориям С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> , млн т	280,0	172,9
Среднее содержание железа в недрах, %:		
общего	26,7	26,2
магнетитового	19,6	18,6
Производительность предприятия, млн т/год:		
по руде	6,5	3,0
по концентрату	2,1	0,84
Содержание железа в руде, направляемой на фабрику, %:		
общего	26,06	23,7
магнетитового	18,95	16,1
Показатели обогащения, %:		
содержание железа в концентрате	68,60	68,4
выход концентрата	29,55	25,73
извлечение железа в концентрат	77,80	74,30
Капитальные вложения, млн р.	345,0	129,3
Себестоимость 1 т.р.:		
сырой руды	5,56	6,91
концентрата	24,89	34,07
Прибыль годовая по перспективной цене, млн р.	10,31	-3,7
Рентабельность, %	2,9	Убыточно
Срок окупаемости, лет	25	Не окупается

и кремнезема 0,15-0,20%, удовлетворяющих требованиям порошковой металлургии (железные порошки марки ПЖ-2 - ПЖ-3).

На основании анализа результатов проведенных технологических исследований, институтом "Уралмеханобр" рекомендована четырехстадиальная схема магнитной сепарации.

Попутными полезными ископаемыми на участке могут служить породы скальной вскрыши и хвосты мокрой магнитной сепарации в качестве строительных материалов. Породы скальной вскрыши пригодны для производства облицовочных изделий и щебня марок "300"- "1000". Хвосты мокрой магнитной сепарации соответствуют группе очень мелких песков и могут использоваться в строительных работах как заполнитель бетона.

Для обоснования временных кондиций институтом "Гипроруда" в 1984 г. выполнено ТЭО для открытого и подземного способов отработки (табл. 180).

В ТЭО временных кондиций принят комбинированный (открытый и подземный) способ отработки со штольневой вскрышкой, который является наиболее оптимальным как по инженерно-геологическим условиям, так и по огра-

ничению возможных осложнений отработки ввиду климатических, рельефных особенностей и высокой сейсмичности района.

По результатам ТЭО ЦКЗ Минчермета СССР утвердила (протокол 98-вк) для Сулуматского месторождения временные кондиции.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>магн</sub> в пробе, %</i>	10
<i>Минимальная мощность рудных тел, м:</i>	
<i>для открытой отработки</i>	5
<i>для подземной отработки</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м:</i>	
<i>для открытой отработки</i>	5
<i>для подземной отработки</i>	6

Таблица 181  
Характеристика запасов железных руд  
Южно-Сулуматского участка  
Чарского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание железа, %	
		общего	магнетитового
Балансовые (в контуре карьера):			
C <sub>1</sub>	299,3	27,03	19,65
C <sub>2</sub>	31,5	26,26	19,66
C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	330,8	26,96	19,65
Забалансовые (в контуре подземной отработки):			
C <sub>1</sub>	108,0	26,39	18,81
C <sub>2</sub>	125,0	26,05	17,73
C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	233,0	26,21	18,23

По просьбе Минчермета СССР и Мингео СССР в 1985 г. ГКЗ СССР апробировала (протокол 9682) предварительно разведанные запасы Южно-Сулуматского участка Чарского месторождения (табл. 181).

Кроме того, подсчитаны запасы железных руд вне контуров отработки в количестве 124,1 млн т с содержанием Fe<sub>общ</sub> 25,37% и Fe<sub>магн</sub> 18,72%, не получившие технико-экономической оценки.

По результатам поисково-оценочных работ на Нижне-Сакуканском участке также апробированы ГКЗ СССР в 1981 г. (протокол 8694) запасы в количестве 327,6 млн т по категории C<sub>2</sub>.

По состоянию на 01.01.1995 г. на Чарском месторождении Государственным балансом учтено 299,4 млн т запасов категории C<sub>1</sub>., 359,1 млн т категории C<sub>2</sub> и 233,0 млн т забалансовых.

### *Чинейское месторождение*

Чинейское месторождение находится в Каларском районе Читинской области в 55 км юго-восточнее с.Чара и в 38 км от железнодорожной станции Чара-БАМ.

Титаномагнетитовые руды выявлены в 1938 г. М.Н.Петрусевичем и Л.И.Казик при геологических исследованиях в северо-восточной части Читинской области в пределах Олекмо-Витимской горной страны [110].

В 1954-1983 гг. проведены общие и детальные поиски и составлена геологическая карта масштаба 1:25000; в 1987-1993 гг. выполнены поисково-оценочные работы, по результатам которых подсчитаны прогнозные ресурсы Fe, Ti, V, Cu, Ni, Pt, Pd, Au, Ag (Голев В.К., 1993).

Месторождение расположено в западной оконечности Каларского хребта и локализовано в Чинейском диорит-габбро-норитовом массиве раннепротерозойского возраста площадью около 100 км<sup>2</sup>. Массив имеет воронкообразную форму, отчетливую пологую расслоенность и четкую дифференцированность от массивных титаномагнетитовых и ильменит-титаномагнетитовых руд до анортозитов. Массив контролируется долгоживущим Ингамакитским разломом. Интрузив прорывает метаморфизованные осадочные породы раннего протерозоя: читкандинскую, александровскую, бутунскую и сакуканскую свиты общей мощностью 5,5-6,0 км.

Разрез интрузии в общем виде следующий (снизу вверх):

контактные разности габброидов (габбро-диабазы, кварцевые габбро, габбро-нориты, беербахиты), содержащие сульфидную минерализацию; гломерокристаллическое (пятнистое) габбро; пачка тонкополосчатых габброидов с ритмичным чередованием почти всех разновидностей пород массива;

мезократовые, часто до меланократовых мелко-среднезернистые габбро и габбро-нориты, сравнительно слабо дифференцированные, довольно однообразные по составу;

существенно меланократовые титаномагнетитовые габброиды до пироксенитов; вкрапленные и густо вкрапленные ильменит-титаномагнетитовые руды;

лопосчатые габброиды, среди которых преобладают лейкократовые разности;

лейкократовые габбро и анортозиты.

На месторождении установлено 18 титаномагнетитовых рудных тел и две залежи медных руд, залегающих согласно с расслоенностью интрузива. Рудные тела не нарушены тектоникой; зона окисления проявлена слабо (рис. 135).

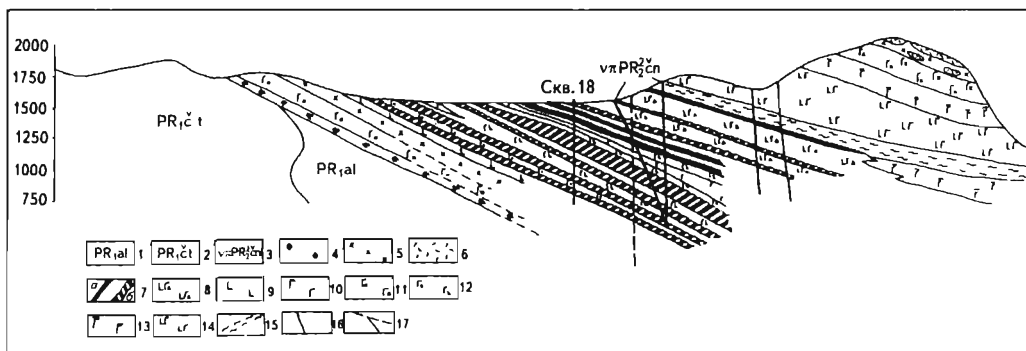


Рис. 135. Схематический геологический разрез Чинейского месторождения (по материалам ПГО "Читагеология")

**Ранний протерозой (PR<sub>1</sub>):** 1 - александровская свита - полимиктовые песчаники, алевропесчаники, алевролиты, горизонты медистых песчаников, 2 - читкандинская свита - переслаивание метаморфизованных песчаников и биотитовых сланцев, прослои "пятнистых" медистых песчаников; **чинейский комплекс, поздний протерозой (PR<sub>2</sub>):** 3 - габбро-пегматиты; **ранний протерозой (PR<sub>1</sub>):** 4 - гибридные диориты, сиенодиориты, гранодиориты, 5 - диориты и ферродиориты, 6 - монцодиориты с ксенолитами роговиков, песчаников, скарноидов, 7 - титаномагнетитовые руды сплошные (а), вкрапленные (б), 8 - слаборасслоенные габбро-нориты, 9 - мезократовые габбро-нориты, 10 - лейкократовые габбро-нориты, 11 - кварцсодержащие габбро-нориты, диориты, 12 - габбро-диориты, 13 - габбро-нориты, 14 - рудное габбро и габбро-нориты, 15 - расслоенные пачки (от титаномагнетитовой руды до плагиоклазитов); 16 - разломы; 17 - зоны трещиноватости

Залежи титаномагнетитовых руд выходят на поверхность в юго-западной и юго-восточной частях массива. Площадь развития оруденения более 50 м<sup>2</sup>.

На Верхне-Чинейской рудной площади (уч.Магнитный - 15 км<sup>2</sup>) титаномагнетитовые рудные тела приурочены к толще дифференцированных железистых габброидов мощностью 700 м и прослежены на расстоянии до 10 км, падают на север под углом 10-24°. Выделены две рудные пачки, содержащие 10 рудных тел пластовой формы, протяженностью 250-4200 м при мощностях 5,0-98,7 м. Содержание Fe<sub>общ</sub> - 16,9-48,5%, TiO<sub>2</sub> - 3,09%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,25%.

На Вершино-Ингамакитской рудной площади (уч.Этырко - 25 км<sup>2</sup>) выявлено восемь рудных тел, которые приурочены к той же расслоенной толще железистых габброидов мощностью 700-1000 м, падающей под углом 20° к центру интрузии и прослеженной на 12 км. Мощность рудных тел 8-21 м, ширина выхода на поверхность достигает 1,5 км, содержание Fe<sub>общ</sub> - 16,28-34,3%.

Генезис месторождения магматический. Титаномагнетитовые руды сингенетичны породам интрузии и являются дифференциатами габброидов в составе железистой серии, занимающей средний уровень в разрезе интрузии.

Рудные тела состоят из тонкопереслаивающихся разновидностей габброидов, содержащих переменное количество рудных минералов. По данным А.П.Лебедева (1962 г.), среди титаномагнетитовой минерализации выделены следующие типы оруденения с переходными разностями:

акцессорный, образующий субидиоморфные выделения титаномагнетита и ильменита;

раннемагматический - сегрегационный, представленный массивными и вкрапленными рудами;

пегматоидный;

позднемагматический - с секущими телами массивной или густовкрапленной руды.

Массивные руды представлены как позднемагматическим, так и сегрегационным типами оруденения и образуют две разновидности рудных тел: пластообразные расслоенные, подчиняющиеся четкой дифференциации внутреннего строения Чинейского массива, и дайкообразные секущие, приуроченные к тектоническим нарушениям этого массива.

Вкрапленные руды представлены акцессорной, сегрегационной и пегматоидной разновидностями. Этот тип руд характерен для наиболее дифференцированных разностей габбро-норитов, распространенных на площадях развития ксенолитов и пегматитов. Габбро-нориты обособляются в форме пластообразных тел, согласных с другими разностями габбро, к которым приурочены наиболее крупные залежи вкрапленных руд.

Характерной особенностью вкрапленных руд является повышенное содержание ильменита, магнетита и сульфидов, а также широкое развитие процессов сфенизации и лейкоксенизации ильменита, замещение магнетита гематитом, в отдельных случаях хлоритом.

Главные рудные минералы: титаномагнетит (10-98%), ильменит (0,5-19%); второстепенные - магнетит, гематит, сульфиды (не превышают 10%). Содержание компонентов в рудах составляет, %: Fe<sub>общ</sub> - 16-61 (в среднем 25,57), TiO<sub>2</sub> - 2,26-13,7 (4,9); V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,08-1,3 (0,34); Cu - 0,01-0,4 (0,064); Co - 0,008-0,04 (0,017); Pt - 0,014-0,045 г/т; Pd - 0,013-0,016 г/т.

При обогащении руды по схеме с двухстадийным шаровым измельчением и трехстадийной мокрой сепарацией получен титаномагнетитовый концентрат с массовой долей, %: Fe - 60,2; TiO<sub>2</sub> - 9,9; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 1,60 при извлечении соответственно 67,0; 54,9 и 81,6%. Выход концентрата 24,82%.



Обоженные окатыши, полученные из концентрата, содержат, %: Fe - 59,4;  $TiO_2$  - 9,8;  $V_2O_5$  - 1,56; S - 0,005.

В институте "Уралмеханобр" на стадии укрупненных лабораторных исследований разработана схема переработки чинейских руд с гидрометаллургическим извлечением ванадия из титаномагнетитового концентрата мокрой магнитной сепарации до металлургического процесса. Схема включает спекание концентрата с чинейским известняком, выщелачивание ванадия азотной кислотой с попутным получением селитры и переработку железотитанового продукта с низким содержанием ванадия обычным металлургическим способом. Схема рекомендована для полупромышленных испытаний и позволяет извлекать до 80% ванадия с получением технического и чистого пентаоксида ванадия (92,6 и 99,5%). Сквозное извлечение ванадия с учетом его содержания в легированной стали достигает 90%.

В результате металлизации окатышей во вращающейся печи с использованием в качестве восстановителя бурого угля Татауровского месторождения в Читинской области получены металлизированные окатыши, обладающие хорошей технологичностью. Массовая доля основных компонентов, %:  $Fe_{общ}$  - 73-76 (степень металлизации 90);  $TiO_2$  - 12,5-12,8;  $V_2O_5$  - 1,7; вредных примесей: P - менее 0,01, S - около 0,01. Для дальнейших исследований по переработке концентрата Институт металлургии УНЦ (ИМЕТУНЦ) рекомендует металлизацию окатышей выполнять на конвейерных машинах. По рекомендации УралНИИЧМа предполагается осуществлять металлизацию концентрата, минуя стадию окомкования, основываясь на повышенной устойчивости чинейского концентрата к спеканию в восстановительной среде (до 1100°C).

Металлизированные окатыши проплавлялись в электропечи ДСП-0,5 с получением ванадиевого электрочугуна, %: C - 2,31-3,60; V - 0,7-1,1; Si - 0,05-0,17; Mn - 0,18-0,26; Ti - 0,02-0,12 и титанистого шлака ( $TiO_2$  - 30-40%). После конвертерного передела чугуна полученная легированная сталь содержит, %: V - 0,11-0,20; P - 0,016-0,028; S - 0,007-0,015, а ванадиевый шлак -  $V_2O_5$  - 37-42;  $TiO_2$  - 1,8-3,2;  $SiO_2$  - 6-10;  $Fe_{общ}$  - 30-35; MnO - 5,6-8,4.

Электропечные шлаки с содержанием 30-40%  $TiO_2$  могут использоваться для химического извлечения титана. Вторым вариантом использования титанистых шлаков может быть их применение вместо перовскитового концентрата для получения высокотитанистых лигатур и ферротитана. Химическая вскрываемость чинейских шлаков 77,23-99,6%. Они являются высокованадиевыми, характеризуются достаточно высокой технологичностью, обусловленной низким содержанием вредных примесей и благоприятной микроструктурой. Институт УралНИИЧМ рекомендует их пирометаллургическую переработку и, в первую очередь, выплавку комплексных ванадиевых сплавов и прямое легирование стали. При этом извлечение ванадия от конвертерного шлака до стали увеличивается с 65-70% для действующей технологии до 80-85% при выплавке комплексных сплавов и до 90-92% при прямом легировании стали шлаком.

Чинейское месторождение является уникальным по запасам ванадий-титано-железных (железо-титано-ванадиевых) руд. В целях обоснования целесообразности проведения предварительной разведки Чинейского месторождения выбран участок Магнитный, как имеющий богатые ванадийсодержащие титаномагнетитовые руды (Fe - около 50%;  $TiO_2$  - 10,8-11,0%;  $V_2O_5$  - до 0,5%), залегающие компактно и доступные для открытого способа отработки.

В 1991 г. институтом СибГИПРОМЕЗ разработаны технико-экономические соображения (ТЭС) освоения участка Магнитный Чинейского месторождения (табл. 182). В качестве потребителя железорудного сырья при-

**Технико-экономические показатели обработки  
Чивейского железо-титан-ванадиевого месторождения (участок Магнитный)**

Показатели	Годовая производительность, млн т			
	0,2	1,0	2,5	6,0
	Фабрика ПЗМЗ		Местная фабрика	
Разведанные запасы, тыс. т:				
руда	5483,18	44943,3	84249,3	84249,3
железо	2426,86	17020,4	31256,5	31256,5
TiO <sub>2</sub>	532,96	3121,3	6082,8	6082,8
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	36,74	220,2	404,4	404,4
Эксплуатационные запасы, тыс. т:				
руда	6653,08	43774,7	83807,9	83807,9
железо	2400,86	17284,5	31666,0	31666,0
TiO <sub>2</sub>	524,86	3364,4	6163,0	6163,0
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	36,22	224,3	411,3	411,3
Содержание в эксплуатационных запасах, %:				
железо	43,23	37,76	36,0	36,0
TiO <sub>2</sub>	9,45	7,35	7,18	7,18
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,65	0,49	0,48	0,48
Обеспеченность предприятия запасами, лет	27,8	45,3	34,3	14,8
Годовая товарная продукция - концентрат, тыс. т	108,1	472,0	1153,1	2767,5
Содержание в концентрате, %:				
железо	60	60	60	60
TiO <sub>2</sub>	12,24	10,9	10,9	10,9
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,08	0,92	0,94	0,94
Капитальные вложения, млн р.:				
всего	71,68	68,01	306,15	682,4* 709,75
на 1 т концентрата	663,09	355,05	308,0	524,92 545,97
Прибыль годовая, млн р. (рентабельность 30%)	3,70	7,63	17,82	40,57 38,99
Срок окупаемости, лет	19,4	2,0	19,9	16,8 18,2
Рентабельность, % (при 30% рентабельности)	6,5	5,6	6,2	7,3 6,7

\* В числителе при автомобильном транспорте, в знаменателе - при конвейерных поездах.

нут проектируемый опытно-промышленный электрометаллургический цех Петровск-Забайкальского металлургического завода с производительностью 54,9-585,95 тыс.т легированной стали, 3,18-29,45 тыс.т лигатуры (силикальций с ванадием) и 35,14-375,04 тыс.т лигатуры (силикальций с титаном).

#### 7.4.2. Нерчинский железорудный район

Расположен в центральной части Читинской области на юго-восточном склоне Яблоневого хребта в горно-таежной области с абсолютными отметками от 500 до 1300 м. В районе известны месторождения осадочного типа и кор выветривания (Березовское), а также скарново-метасоматического происхождения (Железный Кряж), ряд мелких месторождений (Яковлевское, Чингитайское) и рудопроявлений.

##### *Березовское месторождение*

Месторождение расположено в юго-восточной части Читинской области на территории Нерчинско-Заводского административного района, в 100 км к северо-востоку от железнодорожной станции Приаргунск Маньчжурской железной дороги.

Впервые сведения о железных рудах Березовского месторождения упоминаются в записях И.Георги (1772 г.), исследователя Забайкалья. Месторождение разведывалось в 1949-1959 гг. (Ю.П.Писцов, И.И.Муратова) с утверждением запасов в 1960 г. Березовское месторождение расположено в прибортовой части грабен-синклинали Аргунской впадины, простирающейся более чем на 300 км. Фундамент впадины и района месторождения сложен кембрийскими метаморфическими сланцами, доломитовыми известняками и доломитами, на небольшой площади обнажаются ниже-среднеюрские обломочные породы и позднепалеозойские гранитоиды.

Выполнена впадина нижнемеловыми (снизу) озерными алевролитами, угленосными песчаниками, вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами кислого, среднего и основного состава. Близ западного борта Аргунской впадины алевролиты замещаются брекчиями и конгломератобрекчиями фаций осыпей, обвалов и небольших дельт. Толща этих грубообломочных пород, именуемая железорудной, у борта впадины резко увеличивается в мощности, достигая 300-350 м (рис. 136).

Конгломератовая (железорудная) толща представлена главным образом конгломерато-брекчиями, которые состоят из плохо скатанных галек и обломков известняка, кварцита, сланца, сцементированных мелкообломочным материалом того же состава. На отдельных крупных участках толщи цемент в конгломерато-брекчии замещен сидеритом, а в зоне окисления - лимонитом. Такие участки представляют рудные тела Березовского месторождения.

Железорудные конгломераты состоят из галек (2-3 до 11 см) сидеритизированных известняков, сланцев, алевролитов, сцементированных светло-бурым скрытокристаллическим сидеритом (сидеритовые руды). До глубины 80-140 м руды окислены - в них сидерит замещен лимонитом (бурые железняки).

Всего на месторождении выделяются четыре участка, которые называются по наименованию гор Ягодной, Ольховой, Железного Хребта и Железной. Первые два участка составляют южную, а вторые - северную части месторождения.

В южной части месторождения выделяются два рудных тела - Главное и Обособленное. Главное рудное тело простирается в меридиональном направлении от середины г.Ягодной до северной оконечности г.Ольховой на расстояние 3000 м. Протяженность рудного тела по падению колеблется в пределах 600-1200 м, в среднем равна 850 м.

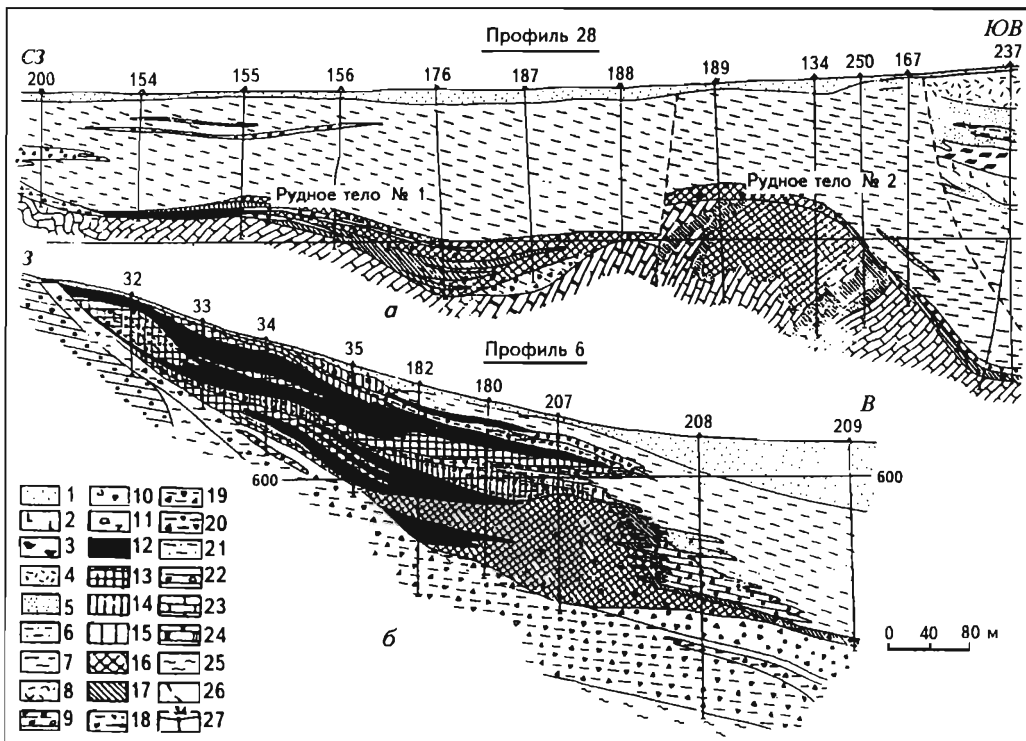


Рис. 136. Схематические геологические разрезы Первого, Второго (а) и Главного (б) рудных тел Берзовского месторождения [53]

**Четвертичное отложения (Q<sub>4</sub>):** 1 - делювий-элювий; **нижний мел (K<sub>1</sub>):** 2-4 - субвулканические интрузии: 2 - андезито-базальты и базальты, 3 - лавовые брекчии, 4 - дацитопилариты аргунской фации (K<sub>1</sub> ar), 5, 6 - хутинская свита (K<sub>1</sub> kt): 5 - песчаники, 6 - алевролиты, 7-8 - тургинская свита (K<sub>1</sub> tr): 7 - алевролиты, аргиллиты, песчаники, 8 - пепловые туфы кислого состава, 9-18 - железорудная толща (Fe K<sub>1</sub> tr): 9 - конгломераты, 10 - конгломерато-брекчии, 11 - брекчии шевенчатые и глыбовые, 12-15 - бурые железняки: 12 - I сорта (Fe<sub>I</sub>), 13 - II сорта (Fe<sub>II</sub>), 14 - III сорта (Fe<sub>III</sub>), 15 - убогие (Fe<sub>IV</sub>), 16, 17 - сидеритовые руды: 16 - I сорта (Fe<sub>I</sub><sup>c</sup>), 17 - II (Fe<sub>II</sub><sup>c</sup>) и III (Fe<sub>III</sub><sup>c</sup>) сортов, 18 - охристые глины с обломками бурого железняка; 19-21 - базальный горизонт (bs K<sub>1</sub> tr): 19 - глинистые брекчии, 20 - брекчии углистых алевролитов, 21 - углистые алевролиты; **юра (J<sub>1-2</sub>):** 22 - калганская свита (J<sub>1-2</sub> k1) - конгломерато-брекчии; **кембрий (Є):** 23, 24 - нерчинско-заводская свита (Є nz): 23 - доломиты, доломитовые известняки, 24 - глинисто-кремнистые доломитовые известняки, 25 - алтачинская свита (Є al) - метаморфические сланцы; 26 - дизъюнктивные нарушения; 27 - разведочные скважины

Максимальная мощность Главного рудного тела 200 м, в среднем составляет 74 м.

Обособленное рудное тело располагается на участке 2.Ягодной в 350 м от южного фланга Главного рудного тела. Оно приурочено к небольшой замкнутой впадине в палеозойском фундаменте, заполненной железистыми брекчиями. В плане Обособленное рудное тело имеет овальную, вытянутую в северо-восточном направлении, форму длиной 370 м, средней шириной 100 м; максимальная мощность, достигающая 70 м, наблюдается в центре впадины.

Руды подразделяются на первичные (сидеритовые) и окисленные (буро-железняковые). Первичные руды обычно располагаются на глубине 80-140 м и только в северной части. Годной обнажаются непосредственно под мощными делювиальными отложениями (10-28 м). Представлены они конгломератовидными разностями - железистыми конгломерато-брекчиями, состоящими из галек в различной степени сидеритизированного известняка, кварцита, сланцев и глинистого алевролита. Размер галек порядка 2-3 см, реже 10-11 см. Цементом служит светло-бурый скрытокристаллический сидерит. Небольшим распространением среди конглобрекчий пользуется сидерит, почти не содержащий обломков пустой породы.

Окисленные руды также представлены конгломератовидными разностями, где сидерит окислен и превращен в лимонит. В связи с интенсивной лимонитизацией обломочного материала среди окисленных руд получили широкое распространение бурые железняки. В северной части месторождения выявлено четыре рудных тела: Первое, Второе, Центральное и Северное.

Первое рудное тело разведано по простиранию на 2280 м, протяженность его по падению колеблется от 60 до 900 м. Средняя мощность рудного тела равна 30-37 м. Руды Первого тела, так же как и Главного южной части месторождения, делятся на первичные и окисленные и по составу аналогичны им. Отличительной особенностью окисленных руд является резкое преобладание богатых буро-железняковых разностей без конгломератовидной текстуры. Рудное тело перекрыто алевролитами и обнажается только в отдельных "окнах". Второе рудное тело расположено на восточном фланге Первого. В плане оно имеет неправильную вытянутую форму в северо-восточном направлении; длина его 500 м, ширина - 300 м, мощность меняется резко и незакономерно от 10 до 95 м при средней 27 м.

Центральное рудное тело мощностью до 60 м представляет собой вытянутую в широтном направлении и погружающуюся на восток впадину в палеозойском фундаменте, заполненную обломочной рудой. Руды на поверхности обнажены на площади 111 тыс. м<sup>2</sup>. Восточная часть рудного тела перекрыта конгломератами и алевролитами.

Северное рудное тело вытянуто в меридиональном направлении. Длина его выхода на поверхность - 500 м, ширина - 120 м, средняя мощность - 24 м. Руды представлены сидеритовыми и буро-железняковыми разностями; последние состоят из обломков плотного бурого железняка и примеси охристого материала.

Таблица 183

Среднее содержание Fe<sub>общ</sub> в рудах различного сорта Березовского месторождения, %

Тип руд	Сорт руд			
	I	II	III	IV
Первичные	34,10-39,00	25,48-26,12	24,22-24,52	22,71
Окисленные	48,04-50,65	42,35-43,50	35,03-35,65	-
Полуокисленные	-	-	35,14-44,65	-
Обломочные	-	-	39,82	-

На всех участках Березовского месторождения кроме коренных руд развиты делювиально-элювиальные, представляющие результат разрушения коренных рудных тел. Площадь их распространения равна 2675 тыс. м<sup>2</sup>; мощность достигает 40 м, среднее содержание железа - до 30%.

Руды Березовского месторождения делятся по типам и сортам (табл. 183).

Потери при прокаливании в окисленных рудах колеблются от 9,5 до 13,4%, а в первичных - от 25,86 до 32,03%. Из-за высокого содержания кремнезема (от 10 до 27%) большинство руд относится к кислым с модулем основности 0,06-0,14 для окисленных и 0,37-0,50 - для первичных I, III сортов. Первичные руды II и IV сортов характеризуются модулем основности равным 1,06-2,06.

Изучение обогатимости в лабораторных условиях производилось институтом "Механобр" и лабораторией обогащения Московского горного института. Обогащаемость руд исследовалась гравитационным, магнитным, гравитационно-флотационным и обжиг-магнитным способами. Результаты испытаний показали, что окисленные руды II и III сортов успешно обогащаются по схемам гравитационно-флотационного и обжиг-магнитного обогащения. Технологические испытания, проведенные в промышленных условиях на заводе "Сибэлектросталь", позволили установить, что наиболее эффективной является обжиг-магнитная схема обогащения. По этой схеме из руд с содержанием железа 33,8 и 43,2% получены концентраты, содержащие 56 и 59% железа при выходе их 56 и 67% и извлечении железа в концентрат 83 и 91%.

Положительные результаты получены по обжигу до металлического железа с применением в качестве восстановителя бурого угля. Содержание железа в продуктах обжига повышалось до 80% при извлечении 85-90%. Хорошая восстановимость руд подтверждена результатами исследований металлургических свойств, проведенных Московским институтом стали. Окисленные руды I сорта могут быть использованы в плавке без обогащения. Учитывая, что среднее содержание железа по месторождению во всех трех сортах окисленных руд составит 44%, большая часть запасов окисленных руд (207,0 млн т) может быть использована без обогащения. Высокосортовые окисленные руды (содержание железа более 55%) согласно испытаниям, проведенным на Петровск-Забайкальском металлургическом заводе, могут использоваться в мартеновском производстве при выплавке качественных марок стали.

Испытаниями, проведенными институтом "Механобр", установлена возможность обогащения сидеритовых руд по обжиг-магнитной и гравитационно-магнитной схемам. Сидеритовые руды I сорта, запасы которых составляют 187,8 млн т, могут использоваться в металлургии без предварительного обогащения.

Обогащение делювиально-элювиальных руд производилось Нерчинско-Заводской геологоразведочной партией. Содержание железа после простой мойки в концентратах повышалось до 40% (исходная 31%) при извлечении 77% и выходе концентрата 61%.

Березовское месторождение обладает чрезвычайно благоприятными горно-техническими условиями, позволяющими 71% всех запасов руд обрабатывать открытым способом при среднем коэффициенте вскрыши 0,37 м<sup>3</sup> на 1 т руды.

Гидрогеологические условия месторождения характеризуются довольно глубоким залеганием уровня грунтовых вод (более 100 м), благодаря чему большая часть запасов не обводнена. Для подсчета и утверждения запасов железных руд приняты следующие кондиции.

<i>Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> для руд, не требующих обогащения, %:</i>	
<i>в бурых железняках</i>	45
<i>в сидеритах с потерями при прокаливании не менее 24-30%</i>	45

Минимальное содержание Fe<sub>общ</sub> для руд, требующих обогащения, %:

в бурых железняках

30

в сидеритах с потерями при прокаливании не менее 24% и модулем основности не менее 1-20%

30

Минимальная мощность рудного пласта и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов для двух типов руд, м

2

Сидериты с модулем основности ниже 1% и содержанием Fe<sub>общ</sub> 20-30%, а также делювиальные руды относятся к группе забалансовых.

ГКЗ СССР в 1960 г. (протокол 3128) утвердила запасы железных руд Березовского месторождения (табл. 184).

Таблица 184

Характеристика запасов железных руд Березовского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т*	Среднее содержание, %*		
		Fe <sub>общ</sub>	S	П.л.п.
<b>Балансовые:</b>				
<i>Бурые железняки</i>				
A	13,7/9,3	44,56/49,70	Не опр.	Не опр.
B	137,3/58,2	43,97/50,65	"-	"-
C <sub>1</sub>	47,0/12,2	46,31/49,45	"-	"-
A+B+C <sub>1</sub>	198,0/79,7	44,57/50,36	"-	"-
C <sub>2</sub>	5,7/0,1	39,83/46,86	"-	"-
<i>Сидеритовые руды</i>				
B	84,8/56,6	32,96/37,17	0,83/0,86	28,39/25,97
C <sub>1</sub>	145,6/131,2	37,22/37,85	0,65/0,66	29,01/28,79
B+C <sub>1</sub>	230,4/187,8	35,70/37,65	0,44/0,72	28,80/27,94
C <sub>2</sub>	4,4/3,4	33,90/36,63	0,28/0,28	27,71/27,71
<i>Полуокисленные руды</i>				
B	7,3	40,68	0,63	19,00
C <sub>1</sub>	1,7	42,56	0,95	20,18
B+C <sub>1</sub>	9,0	41,40	0,69	19,22
<b>Забалансовые:</b>				
<i>Сидеритовые руды</i>				
B	10,0	24,44	0,56	25,86
C <sub>1</sub>	26,3	24,40	0,64	25,65
B+C <sub>1</sub>	36,3	24,12	0,62	25,71
<i>Делювиально-элювиальные руды</i>				
C <sub>1</sub>	37,2	31,01	0,02	Не опр.

\* В знаменателе - в том числе для руд, не требующих обогащения.

В 1989 г. Читинским ПГО произведены технико-экономические расчеты промышленного освоения Березовского месторождения открытым способом (табл. 185).

## Технико-экономические показатели отработки Березовского месторождения

Показатели	Участок (карьер)		
	Южный	г.Железный Хребет	г.Железной
Эксплуатационные запасы, млн т	281,9	142,8	22,8
Среднее содержание Fe <sub>общ</sub> в добытой руде, %	39,51	37,22	40,02
Производительность предприятия по руде, млн т/год	6,5	2,5	1,0
Показатели обогащения, %:			
выход концентрата	76,0	76,0	76,0
извлечение железа в концентрат	98,55	97,92	97,29
содержание железа в концентрате	51,23	51,23	51,23
Обеспеченность предприятия запасами, лет	28,2	57,1	22,8
Себестоимость 1 т, р.:			
руды	9,66	10,65	10,78
концентрата	12,71	14,02	14,18
Прибыль годовая, млн р.	20,47	2,63	0,93
Капитальные вложения, млн р.:			
всего	451,5	27,0	11,5
на 1 т руды	1,6	0,189	0,505
Рентабельность, %	5,6	8,6	7,2
Срок окупаемости, лет	17,2	10,3	12,4

*Примечание.* Расчетами предусмотрено на три карьера строительство одной обогатительной фабрики, затраты на которую включены в участок Южный.

Учитывая значительные (для условий Сибири) масштабы месторождения (447,5 млн т запасов категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>), большая часть которых может использоваться в металлургии без предварительного обогащения, и легкую обогатимость остальной части руд, Березовское месторождение представляет несомненный интерес как возможная сырьевая база для развития металлургии Забайкалья, а также как объект для экспорта железорудного сырья в Китайскую Народную Республику и другие восточные страны.



## Глава 8

### ЖЕЛЕЗОРУДНАЯ БАЗА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Железорудная база Дальнего Востока включает в себя железорудные месторождения Республики Саха (Якутия), Амурской области, Еврейской автономной области, Хабаровского, Приморского краев и объединяет Алданскую и Дальневосточную железорудные провинции.

Территория Дальневосточного района характеризуется сложным геологическим строением - здесь имеются тектонические структуры всех типов и геологические образования всех возрастов.

Наибольшей продуктивностью отличаются вулканогенно-осадочные комплексы архей-протерозойского возраста, с которыми связаны метаморфизованные руды (железистые кварциты) тарыннахского, сутамского и мало-хинганского геолого-промышленных типов. Высокой продуктивностью характеризуются осадочно-вулканогенные комплексы ниже-среднепалеозойского возраста - железистые кварциты (железо-марганцевые) перспективного мильканского ГПТ. Территория разновозрастного магматизма, в связи с которым образовалось значительное количество скарново-магнетитовых руд алданского (Таежное, Десовское и другие месторождения) и тагильского (Гагаринское месторождение) ГПТ.

По состоянию на 01.01.1994 г. разведанные запасы железных руд Дальнего Востока по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> оцениваются в 7,0 млрд т, прогнозные ресурсы - около 13 млрд т (табл 186).

Таблица 186

**Распределение балансовых запасов и прогнозных ресурсов железных руд Дальнего Востока по субъектам Российской Федерации**

Субъект Российской Федерации, железорудный район	Количество месторождений	Балансовые запасы по категориям на 01.01.1993 г., млн т.			Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г., млн т		
		А+В	А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>		Всего	В том числе по категориям	
							Р <sub>1</sub>	Р <sub>2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Республика Саха (Якутия)</b>								
Южно-Алданский	11	435,5	1454,3	365,7	179,8	1750	1750	-
Чаро-Токкинский	3	268,1	2064,6	1867,4	-	-	-	-
Сутамский	-	-	-	-	-	3000*	-	-
<b>Амурская область</b>	1	83,7	211,5	177,3	55,0	4890	510	2080
Зее-Селемджинский	1	83,7	211,5	177,3	55,0	2590	510	2080
Ларбинский	-	-	-	-	-	2300*	-	-
<b>Еврейская автономная область</b>	4	87,2	722,6	32,3	302,3	800	800,-	
Мало-Хинганский	4	87,2	722,6	32,3	302,3	800	800	-
<b>Хабаровский край</b>	-	-	-	-	-	2700	2700	-
Удско-Селемджинский	-	-	-	-	-	2700	2700	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Приморский край</b>	3	-	-	129,2	-	-	-	-
Уссурийский	3	-	-	129,2	-	-	-	-
Всего	22	874,5	4453,0	2571,9	537,1	13140	5760	2080
В том числе:								
железистые кварциты	10	355,3	2787,2	2028,9	302,3	8800	3500	-
магнетитовые руды	11	500,3	1639,4	543,0	234,8	4340	2260	2080
богатые руды	1	18,9	26,4	-	-	-	-	-

\* Прогнозные ресурсы Сутамского и Ларбинского железорудных районов не приняты НТС Роскомнедра РФ.

Разведанные запасы руды представлены в основном легкообогатимыми (частично не требующими обогащения) разностями и сосредоточены в пяти основных железорудных районах: Чаро-Токкинском, Мало-Хинганском и Уссурийском (железистые кварциты); Южно-Алданском и Зее-Селемджинском (магнетитовые руды).

Значительные прогнозные ресурсы железистых кварцитов сосредоточены в Удско-Селемджинском, Сутамском и Ларбинском железорудных районах. Разведанные запасы Дальнего Востока составляют 7,7% от запасов России, из них 6,1% приходится на месторождения железных руд Южно-Алданского и Чаро-Токкинского железорудных районов.

Железорудная база Дальнего Востока формировалась в 50-е и главным образом в 80-е годы с целью развития экономики региона на базе освоения месторождений железных руд и коксующихся углей, строительства БАМа, Малого БАМа (Тында-Алдан), ввода в строй Зейской гидро- и Нерюнгринской тепловой электростанций.

Последним постановлением Совета Министров СССР от 10 августа 1987 г. № 958 "О комплексном развитии производительных сил Дальневосточного экономического района, Бурятской АССР и Читинской области на период до 2000 года" предусматривалось "создать на Дальнем Востоке новую металлургическую базу на основе использования местных железных руд и коксующихся углей с вводом в действие первой очереди металлургического комбината мощностью 3 млн т проката в год к 2000 году".

По заданию Минчермета СССР институтами "Гипроруда", "Уралгипроруда" и "Гипромет" в 1988 г. разработано ТЭО строительства горно-металлургического комбината на Дальнем Востоке. В горной части ТЭО показана возможность создания ряда крупных горно-обогатительных комбинатов с суммарной производительностью по сырой руде около 100 млн т и производству концентратов порядка 30 млн т в год с содержанием железа в концентрате 64-69% (табл. 187)

С его созданием появится возможность поставки железорудного сырья в страны Восточно-Азиатского региона, в первую очередь в Китай

**Основные технико-экономические показатели  
проектируемого металлургического комбината на Дальнем Востоке  
(по данным институтов "Гипроруда", "Уралгипроруда" и "Гипромез")**

Показатели	Горнообогатительные комбинаты					
	Тарынахский Республика Саха (Якутия)	Таежный	Десовский	Чарский (Читинская обл.)	Гаринский (Амурская обл.)	Кимкано-Сутарский (Хабаровский край, Еврейская АО)
Запасы руды в контуре карьера, млн т	1305,1	391,8	409,1	665,4	233,0	447,6
Производительность ГОКа, млн т/год:						
по сырой руде	26,0	9,0	10,0	16,5	7,0	16,0
по концентрату	8,26	4,21	2,92	5,56	2,93	6,13
по офлюсованным окатышам	8,40	-	-	5,57	2,9	6,36
Содержание железа, %:						
в сырой руде	27,9	38,47	25,7	28,3	34,94	31,9
в концентрате	69,5	67,0	67,0	68,0	68,72	64,5
Капитальные вложения на производство, млн р.:						
концентрата	2025,2	750,1	786,9	1986,6	466,9	812,6
офлюсованных окатышей	2486,9	-	-	2337,1	677,6	1069,9
Общие капиталовложения с учетом промстроительства, внешних объектов, жилья и пр. на производство, млн р.:						
концентрата	4614,0	1638	1805	3598,3	1238,2	1547,0
офлюсованных окатышей	5075,7	-	-	3948,8	1448,9	1794,3
Общие удельные капиталовложения на производство, р/т:						
концентрата	558,9	389,2	618,6	647,2	422,2	252,4
офлюсованных окатышей	604,1	-	-	708,9	498,9	282,1
Себестоимость 1т, р.:						
сырой руды	6,15	6,16	5,56	5,52	4,42	4,81
концентрата	32,69	22,78	37,73	32,83	19,91	20,91
офлюсованных окатышей	40,76	-	-	42,62	30,60	27,24
Общие приведенные затраты на производство, р/т:						
концентрата	88,58	61,08	99,59	97,55	62,13	46,13
железа в концентрате	133,60	95,56	155,81	150,53	95,17	76,76

и Японию, на взаимовыгодных условиях. Строительство горно-обогатительного комбината может быть осуществлено на основе иностранных или совместных инвестиций.

## 8.1. Республика Саха (Якутия)

Разведанные запасы и прогнозные ресурсы железных руд Республики Саха (Якутия) приурочены к месторождениям Алданской железорудной провинции площадью 150 тыс.км<sup>2</sup>, совпадающей в своих геологических границах с Алданским щитом и пространственно тяготеющей к трассе Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (рис. 137).

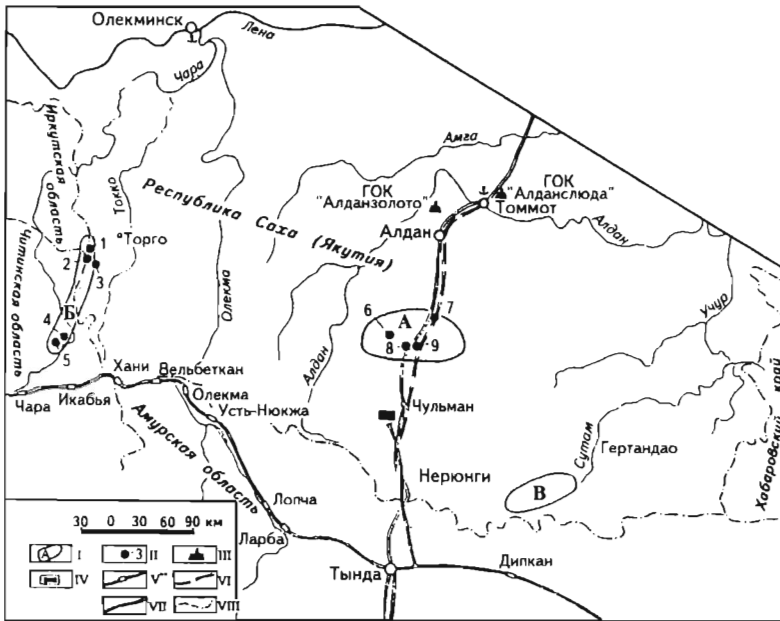


Рис. 137. Схема расположения рудных районов и месторождений Алданской железорудной провинции

I - железорудные районы: А - Южно-Алданский, Б - Чаро-Токкинский, В - Сутамский; II - месторождения (участки) железных руд: 1 - Тарыннахское, 2 - Ималыкское, 3 - Горкитское, 4-5 - Чарское: Южно-Сулуматский (4) и Нижне-Сакуканский (5) участки, 6 - Десовское, 7 - Таежное, 8 - Пионерское, 9 - Сиваглинское; III - горно-обогатительные комбинаты; IV - угольный разрез; V-VI - железные дороги существующие (V), перспактивные и строящиеся (VI); VII - Амуро-Якутская шоссеиная магистраль; VIII - граница субъекта Российской Федерации

В территориальном отношении провинция в основном находится в южной части Республики. В 90-120 км к югу от Южно-Алданского железорудного района находится Южно-Якутский каменноугольный бассейн; в непосредственной близости располагаются месторождения флюсовых известняков и доломитов.

Первые сведения о наличии на территории Якутии железняков содержатся в материалах экспедиций XVIII-XIX вв. И.Г.Гмелина, П.Ф.Анжу, М.М.Геденштрама, Ф.П.Врангеля. Уже в 1732 г. в окрестностях г.Якутска был открыт железоделательный завод на базе местных "печеночных" руд. В 1849 г. Дудиным, участником экспедиции Акте и Меглицкого, упомянуты "железные руды хорошего качества" в бассейне р.Сутам. В 1928-1932 гг. Ю.А.Билибин наблюдал в Центрально-Алданском районе проявления мезозойских контактово-метасоматических магнетитовых руд. В 1931 г.

## Месторождения железных руд Республики Саха (Якутия)

Рудный район, месторождение	Тип руд	Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах категорий А+В+С <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т		Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1994 г. по категории Р <sub>1</sub> , млн т	Возможная добыча по проектной мощности предприятия, млн т/год
			А+В+С <sub>1</sub> *	С <sub>2</sub>			
<b>Резервные разведанные месторождения</b>							
Южно-Алданский			1454,3 1454,3	365,7	-	330	-
Таежное	Магнетитовые	39,80	962,4 962,4	292,6	-	-	6,0
Сиваглинское	Богатые	53,31	26,4 26,4	-	-	-	-
Пионерское	Магнетитовые	41,50	103,8 103,8	34,1	-	-	-
Десовское	"	26,70	361,7 361,7	39,0	-	330	10,1
Чаро-Токкинский			2064,6 2064,6	1867,4	-	-	-
Тарыннахское	Железистые кварциты	28,30	1093,5 1093,5	211,5	-	-	26,4
Горкитское	То же	28,30	971,1 971,1	942,5	-	-	23,0
Ималыкское	"	28,50	-	713,4	-	-	-
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>							
Южно-Алданский			-	-	179,8	170	-
Магнетитовое	Магнетитовые	43,70	-	-	11,6	-	-
Тинское	"	42,40	-	-	27,7	80	-
Заречное	"	49,20	-	-	3,7	-	-
Утомительное	"	37,50	-	-	1,5	-	-
Леглиерское	"	45,80	-	-	55,0	90	-
Гематитовое	"	35,20	-	-	37,5	-	-
Комсомольское	"	34,90	-	-	42,8	-	-
<b>Новые объекты</b>							
Южно-Алданский			-	-	-	1250	-
Савгельское	Магнетитовые	28,1	-	-	-	130	-
Южное	"	27,9	-	-	-	1120	-
Сутамский	Железистые кварциты	15,3-47,8	-	-	-	3000**	-
Всего		31,86	3518,9 3518,9	2233,1	179,8	4750	-

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

\*\* Прогнозные ресурсы Сутамского района не приняты НТС Роскомнедра.

Д.С.Коржинский обнаружил магнетитовые кварциты в бассейне р.Тимптон, а в 1938 г. А.И.Кукс отметил глыбы магнетитовых и гематитовых руд в бассейнах рек Учур и Сутам [27].

В 1937 г. А.И.Иванов открыл мартитизированные магнезиально-силикатные руды в южной Якутии (Сиваглинское месторождение), а в 1946 г. топографом В.А.Сапожниковым выявлена в бассейне р.Леглиер крупная магнитная аномалия (район Тинского месторождения). В 1949 г. партией треста "Сибгеолнеруд" при поисках флогопита по обломкам железных руд в делювии были открыты месторождения Таежное и Гематитовое [9].

Поисково-разведочные работы в пределах Алданской провинции, начатые Якутским территориальным геологическим управлением в 1950 г., продолжались в 1957-1960 гг., а затем в 1981-1984 гг., в результате которых выявлен ряд месторождений и проявлений железных руд, разведанных с различной степенью детальности (табл. 188).

На территории Республики в пределах Алданской железорудной провинции выделяется три железорудных района - Южно-Алданский, Чаро-Токкинский и Сутамский, располагающие разведанными запасами и прогнозными ресурсами руд, подтвержденными геологоразведочными работами.

### 8.1.1. Южно-Алданский железорудный район

Южно-Алданский железорудный район располагается в центральной части Алданского щита в 80-160 км к северу от железнодорожной станции Беркакит и Южно-Якутского каменноугольного бассейна. Строящийся участок железной дороги Беркакит-Томмот пересекает район, и месторождения железных руд оказываются в непосредственной близости от транспортной магистрали (см. рис. 137).

Геологические границы Южно-Алданского рудного района определяются положением его в Унгра-Тимптонском синклинии. Южная часть района перекрыта осадочными отложениями платформенного чехла мощностью от 20 до 350 м. Западная и северная границы ограничены массивами гранитоидов, восточная - совпадает с зоной Усть-Хатыминского разлома (рис. 138).

Площадь района покрыта геологической (масштабы 1:200000 и 1:50000) и аэромагнитной (1:200000, 1:50000, 1:25000) съемками.

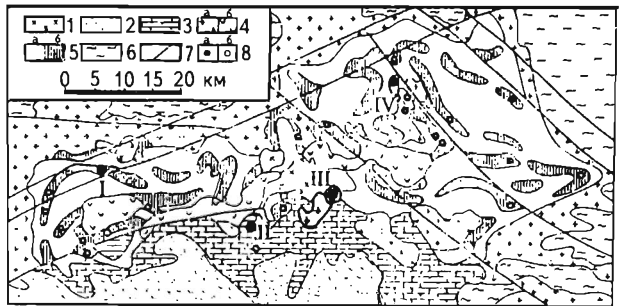


Рис. 138. Схематическая геологическая карта Южно-Алданского железорудного района [50]

1 - позднемезозойские сиениты; 2 - юрские угленосные отложения; 3 - венд-кембрийские карбонатные отложения; 4 - позднеархейские интрузии: а - гранитов, б - метагаббро; 5 - позднеархейские метаморфические образования дес-леглиерской серии: а - безрудная часть (амфиболитовые, пироксенитовые кристаллические сланцы и гнейсы, амфиболиты), б - рудоносный горизонт (амфиболитовые, диопсидовые кристаллические сланцы, диопсидовые породы, кальцифилы, мраморы, магнетитовые руды); 6 - средне- и раннеархейские метаморфические образования тимптонской и иенгрской серий; 7 - разломы; 8 - железорудные месторождения, изученные на стадии разведочных (а) и поисковых (б) работ: I - Десовское, II - Пионерское, III - Сиваглинское, IV - Таежное

Наиболее перспективные участки покрыты аэромагнитной съемкой масштаба 1:10000, а на месторождениях проведена магниторазведка масштабов 1:5000-1:2000.

В пределах Южно-Алданского железорудного района выделяются две складчатые синклиналильные структуры второго порядка - Дес-Хатыминская и Легриерская.

Дес-Хатыминская синклиналильная зона имеет площадь 700 км<sup>2</sup> и размещается в западной части Южно-Алданского района. Зону слагают главным образом метаморфические образования федоровской свиты, которые смяты в глубокие и узкие изоклинальные складки, облекающие массив габбро-диоритов. Протяженность отдельных синклиналильных складок достигает 14-30 км при ширине по продуктивной подсвите от 0,5 до 2,5 км (Дес-Савгельская, Десовская, Южная). В Дес-Хатыминской зоне разведано четыре месторождения железных руд, в том числе два крупных - Пионерское и Десовское. Запасы руд Комсомольского месторождения не намечаются к освоению и отнесены к забалансовым. Легриерская синклиналильная зона расположена в восточной части Южно-Алданского района. Центральную часть этой зоны площадью около 100 км<sup>2</sup> занимает Таежно-Легриерское рудное поле, сложенное комплексом глубокометаморфизованных образований архейского возраста, относимых к федоровской свите. В Легриерской зоне известно семь месторождений железных руд, из которых наиболее крупным с балансовыми запасами является Таежное. Запасы остальных месторождений отнесены к забалансовым и не намечаются к промышленному освоению (см.табл. 188). Железные руды Южно-Алданского района локализованы в метаморфических породах федоровской свиты (или, по другим авторам, в породах дес-легриерской серии [32, 53]), в ее продуктивной части - средней подсвите. Внутри продуктивных горизонтов пластообразные и линзовидные рудные залежи чередуются с пластами, линзами и прослоями диопсидовых, диопсид-роговообманковых, диопсид-скаполитовых и карбонатных (мраморы, доломитовые мраморы, кальцифиры) пород, гнейсов, кристаллических сланцев. Месторождения Южно-Алданского района представлены магнезиально-силикатно-магнетитовыми рудами алданского ГПТ.

По элементам-примесям руды подразделяются на магнетитовые и комплексные (содержат примеси Cu, Zn, Co, В, Ag, Au), их концентрации при современных способах обогащения нельзя признать промышленными (кроме бора); из числа вредных компонентов в них присутствует сера.

Большой вклад в изучение и оценку железорудных районов провинции внесли И.Д.Ворона, А.П.Ильиных, Г.Н.Киселев, В.В.Курыцин, Л.М.Минкин, Л.Н.Малков, В.А.Луколина, Л.М.Реутов, И.М.Фрумкин, И.А.Кобеляцкий, В.Ф.Козлов, В.М.Кравченко, С.П.Механошин, В.А.Перваго, А.И.Пухарев, А.М.Сафонов, В.Т.Сорокин, Л.И.Каньгин, М.Б.Гребень, Л.Е.Саленков, А.И.Душин, Р.А.Еферов, Е.И.Калнустраут, Ю.А.Малютин, Н.И.Дерябин, А.В.Кравченко и др.

Научно-исследовательские работы проводили сотрудники геологических отрядов Якутской комплексной экспедиции СОПС, Якутского филиала АН СССР, ИГЕМА, ВИМСа, СНИИГГиМСа и других: Д.С.Коржинский, Л.В.Пустовалов, Д.П. Сердюченко, А.В.Глебов, Н.Г.Судовиков, Л.И.Шабынин, А.А.Каденский, Е.П.Леонова, М.И.Каденская, А.А.Маракушев, А.И.Пузырев, Р.Н.Ахметов, В.Г.Витенко, В.А.Павлов, В.И.Чердаков, Э.Г.Касандров, Н.С.Лидин, А.Е.Лисицин, В.В.Руднев, А.Л.Кулаковский, А.Р.Энтин, А.Б.Шелель и др.

## Таежное месторождение

Месторождение расположено в Алданском административном районе в 120 км к югу от г.Алдана, в 150 км к северу от г.Нерюнгри, в 5 км к востоку от автомагистрали и строящейся железной дороги Беркакит-Алдан.

Месторождение расположено в центральной части Алданского нагорья, в бассейне р.Большой Леглиер. Абсолютные отметки составляют 900-1300 м, относительные превышения - 100-200 м.

Магнетитовые руды обнаружены в 1949 г. при разведке месторождения флогопита. Геологоразведочные работы на месторождении проводились с 1950 г., и запасы его трижды утверждались ГКЗ СССР в 1955, 1957 и в 1964 гг. В 1981-1984 гг. Чаро-Токкинской экспедицией проведена доразведка и переоценка месторождения (Л.И.Каныгин, Л.Е.Саленков, А.И.Душин и др., 1984).

Площадь района месторождения покрыта геологической и магнитометрической съемками масштабов 1:200000-1:25000, а собственно месторождение - масштаба 1:5000. Наиболее перспективная часть района месторождения покрыта высокоточной вертолетной крупномасштабной магнитной съемкой.

В структурном отношении месторождение приурочено к северо-западному замыканию Таежно-Леглиерской синклинали и имеет подковообразную форму с размахом крыльев синклинали структуры 1100-1200 м. В юго-восточном направлении размах крыльев синклинали уменьшается до 450 м. Простирание структуры восток-юго-восточное, падение крыльев крутое - 60-80°. Максимальная глубина погружения рудного горизонта -1200 м.

Синклиальная структура осложнена крупным продольным нарушением надвигового типа с амплитудой смещения 310-320 м, разделяющим месторождение на два блока - Южный и Северный. Крылья складки смяты в структуры более высоких порядков.

В геологическом строении месторождения принимает участие комплекс глубокометаморфизованных, четко стратифицируемых образований федоровской свиты архейского возраста, которая представлена тремя подсвитами - нижней, средней и верхней (рис. 139).

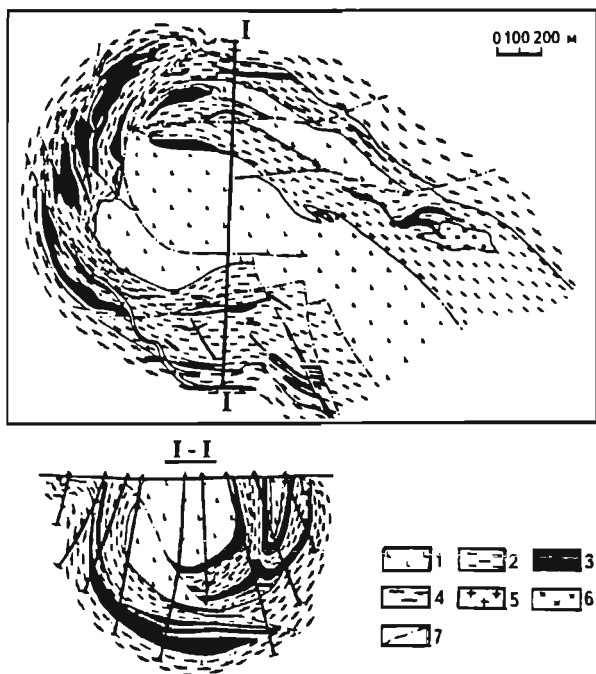


Рис. 139. Схематическая геологическая карта и разрез Таежного месторождения (по материалам ПГО "Якутскгеология")

**Архей (AR):** 1-4 - федоровская свита: 1 - надрудная толща (силлиманитовые, кварц-силлиманитовые и кварц-кордиеритовые гнейсы), 2 - рудовмещающая толща (гнейсы биотитовые, амфиболовые, биотит-амфиболовые; кальцифиры, мраморы), 3 - магнетитовые руды с серпентином, флогопитом, диопсидом, 4 - подрудная толща (гнейсы амфибол-диопсидовые, мигматиты); 5-6 - интрузивные образования: 5 - граниты, 6 - сиенит-порфиры; 7 - разрывные нарушения



Нижняя (подрудная) подсвета сложена биотит-амфиболовыми, амфибол-пироксеновыми, в различной степени мигматизированными кристаллическими сланцами и гнейсами. Мощность подсветы составляет 100-150 м.

Средняя (рудная) подсвета подразделяется на три горизонта. Первый (железородный) горизонт, вмещающий рудное тело I, характеризуется наибольшей выдержанностью по составу и мощности, и в нем же концентрируется основная масса комплексных борато-магнетитовых руд.

Наиболее мощная выдержанная часть горизонта установлена в юго-восточной, центральной и северо-западной частях месторождения. Далее к востоку по периметру структуры установлено уменьшение мощности его, расщепление на отдельные рудные линзы, вплоть до полного выклинивания. Мощность горизонта изменяется от 5 до 120 м, составляя в среднем 68-78 м. На всем протяжении этот горизонт включает линзы и прослои биотит-диопсидовых гнейсов, диопсидовых, флогопитовых и амфиболовых пород.

Второй горизонт представлен толщей биотитовых, диопсид-биотитовых гнейсов с линзами и прослоями кальцифиров, диопсидовых, флогопит-диопсидовых, серпентин-диопсидовых пород. В средней и верхней частях горизонта установлены линзовидные рудные тела мощностью до 25 м. Третий горизонт в юго-восточной части месторождения представлен карбонатными породами - кальцифирами с маломощными прослоями силлиманит-биотитовых гнейсов; к западу состав его постепенно меняется - существенно карбонатные породы сменяются флогопит-диопсидовыми, диопсидовыми, серпентин-флогопит-диопсидовыми образованиями. Центральная часть месторождения характеризуется преобладанием биотит-диопсидовых гнейсов. Верхняя (надрудная) подсвета представлена в основном высокоглиноземистыми силлиманит-кордиеритовыми гнейсами и силлиманитовыми кварцитами с линзами кальцифиров и маломощными прослоями магнетитовых руд. В восточной части месторождения в ее составе отмечаются прослои биотит-амфиболовых гнейсов. Интрузивный комплекс на месторождении представлен в виде многочисленных тел пегматитов, ортогекситов и легматоидов архейского возраста, а также даек (щелочных и щелочноземельных) сиенит-порфиоров и роговообманковых порфиоров мезозойского возраста. Последние наблюдаются в северо-западной части месторождения в виде трех даек длиной 160-200 м при мощности 6-10 м, в юго-восточной части - одна дайка мощностью до 40 м.

Основное рудное тело I (76% всех запасов и наиболее высокое содержание железа) пластообразной формы приурочено к нижней части железородного горизонта. Его мощность в Южном блоке колеблется от 0 до 120 м на поверхности (средняя 40 м), на горизонте 800 м (400 м от поверхности) она изменяется от 10 до 130 м (средняя 57 м), а с глубиной (800 м от поверхности) увеличивается до 107,6 м. Протяженность этого тела по периметру структуры 3,5 км. В Северном блоке рудное тело I характеризуется сложноскладчатым строением и значительным уменьшением мощности (до 40-50 м).

Во втором и третьем железородных горизонтах средней подсветы наиболее крупным является рудное тело II, прослеженное по простиранию на 960 м.

Руды месторождения комплексные магнетитовые с содержанием железа от 35 до 60% (среднее по месторождению 39,5%), высокосернистые, низкофосфористые, содержат бор, кобальт, медь, благородные металлы. Главные рудные минералы - магнетит, пирротин, пирит; нерудные - ливингит, ашарит, апатит, форстерит, клиногумит, серпентин, флогопит, диоп-

сид, роговая обманка, тальк, хлорит. По содержанию железа руды разделяются на две группы:

рядовые с содержанием железа 25-40% малосернистые и малосиликатные;

богатые с содержанием железа 45-55% и повышенным содержанием сульфидов, клиногумита, людвигита и ашарита.

Среднее содержание других оксидов, %:  $\text{SiO}_2$  - 4,5-25,69;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 1,4;  $\text{CaO}$  - 0,5;  $\text{MgO}$  - 17,8.

Гидрогеологические и горно-технические условия месторождения благоприятны как для открытой, так и для подземной отработки. Специальных водопонижительных мероприятий при строительстве и эксплуатации карьера не требуется. Прогнозный приток воды в карьер при полной отработке (600 м) составит 1580 м<sup>3</sup>/ч.

Таблица 189  
Характеристика железных руд  
Таежного месторождения

Технологический сорт	Содержание железа, %		Доля в запасах, %
	в концентрате	в исходной руде	
I	66,0	Более 35	66,7
II	64-66	25-35	19,5
III	60-64	15-25	13,8

Обогащение магнетитовых руд месторождения исследовано в лабораторных и полупромышленных условиях по магнитной, магнитно-флотационной и флотационно-магнитной схемам. По составу руды и показателям обогатимости выделяются три технологических сорта (табл. 189).

Магнитная схема обогащения при измельчении до 0,1-0 мм позволяет получать железорудный концентрат с содержанием железа 64-68% при

извлечении железа 81-85% и содержании серы 0,96-1,65%. При агломерации содержание серы снижается до 0,2-0,3%. После флотации магнетитового концентрата содержание серы в нем снижается до 0,35-0,54%, извлечение железа - до 73-78%.

Лабораторные исследования на заводе "Сибэлектросталь" и в институте "Уралмеханобр" по окомкованию концентратов магнитно-флотационной схемы показали, что в процессе обжига обеспечивается высокая степень удаления серы, содержание которой в окатышах составляет 0,003-0,008%. Прочность окатышей отвечает требованиям к сырью для доменного передела.

В ТЭО кондиций принята флотационно-магнитная схема, которая позволяет получить: железорудный концентрат с содержанием железа 68,7-70,8%, серы 0,35-0,54, окиси магния 2,16-4,31% при извлечении железа в концентрат 79-85% и сульфидный концентрат с содержанием серы 34,65-38,60% при извлечении ее 67,66-73,65%, содержанием кобальта 0,13-0,15% при выходе сульфидного концентрата 3,6-12,9%. Исследования по переработке сульфидного (преимущественно пирротинового состава) концентрата с целью извлечения серы, кобальта и меди или выделения медного концентрата не проводились. Для комплексных борато-магнетитовых руд разработаны две схемы обогащения: двухстадийная магнитная и флотационно-магнитная сепарация. Принятая в ТЭО кондиций и проверенная в полупромышленных условиях флотационно-магнитная схема с дополнением дешламации и электросепарации хвостов ММС обеспечивает получение концентратов:

железородного с содержанием железа 65,9-66,1%, серы 0,3% и борного ангидрида до 1,52% при извлечении железа 79,1-84,0 и бора 31,9%;

сульфидного с содержанием серы 32,8-36,0%, кобальта 0,13-0,17% при извлечении серы в концентрат 62,8-73,0% при выходе концентрата 4,8-6,2%;

борсодержащего с содержанием борного ангидрида 9,11-11,4%, окиси магния 20,2% при извлечении бора 7,9%;

шламов крупностью 0,044-0,0 и 0,20-0,0 мм, содержащих борный ангидрид соответственно 6,9 и 9,1% при извлечении бора 27,9 и 19,4%. Представляется целесообразным испытать комплексные руды по пиromеталлургической технологии переработки.

Железные руды могут перерабатываться по любой из исследованных схем обогащения с получением концентрата, пригодного для производства агломератов или окатышей.

Для обоснования кондиций институтами "Гипроруда", "Уралмеханобр" и "Уралгипрохим" в 1983 г. выполнено ТЭО (табл. 190).

Таблица 190

Основные технико-экономические показатели отработки Таежного месторождения

Показатели	Способ отработки		
	открытый	подземный	
		I период	II период
Эксплуатационные запасы в контурах отработки, млн т	326,9	320,5	381,9
Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах, %	38,51	31,78	39,33
Производительность предприятия, млн т/год:			
по сырой руде	6,00	9,23	7,97
по концентрату	2,51	3,85	3,33
Показатели обогащения, %:			
выход концентрата	41,8	41,8	41,8
извлечение железа в концентрат	82,7	71,5	81,38
содержание железа в концентрате	67,6	65,7	67,7
Обеспеченность предприятия запасами, лет	60	38	54
Капитальные вложения, млн р.	662,5	650,4	344,7
Себестоимость 1 т руды, р.:			
сырой	7,16	7,45	9,19
товарной	27,62	35,29	29,74
Оптовые цены 1 т концентрата, р.	34,21	32,84	34,27
Прибыль годовая, млн р.	+23,13	-9,91	+18,07
Рентабельность, %	3,4	Убыт.	1,8

Для подсчета запасов железных руд месторождения были использованы кондиции, утвержденные ГКЗ СССР в 1984 г. (протокол 1965-к).

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	15
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	6

Максимальная мощность прослоев пустых пород  
и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м:  
для открытых работ  
для подземных работ

6  
10

ГКЗ СССР (протокол 9636) утвердила запасы железных руд месторождения (табл. 191).

Таблица 191

**Характеристика запасов комплексных  
железных руд Таежного месторождения**

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %	
		Fe	S
<b>В контуре карьера</b>			
В	222,6	41,4	1,98
С <sub>1</sub>	97,6	34,9	1,49
В+С <sub>1</sub>	320,2	39,4	1,83
С <sub>2</sub>	20,8	33,2	1,73
<b>В контуре подземной отработки</b>			
В	62,3	45,7	2,35
С <sub>1</sub>	579,9	39,4	1,95
В+С <sub>1</sub>	642,2	40,0	1,99
С <sub>2</sub>	271,8	39,2	1,82
<b>Всего по месторождению</b>			
В	284,9	42,4	2,06
С <sub>1</sub>	677,5	38,7	1,88
В+С <sub>1</sub>	962,4	39,8	1,94
С <sub>2</sub>	292,6	38,7	1,81

Месторождение подготовлено для промышленного освоения и рассматривается как сырьевая база для строительства Таежного ГОКа с целью обеспечения железорудным сырьем будущего Дальневосточного металлургического комбината. Основные показатели освоения месторождения на уровне ТЭО строительства металлургического комбината, выполненные по заданию Минчермета СССР в 1988 г. институтами "Гипроруда", "Уралгипроруда" и "Гипромет", приведены в табл. 187.

***Сиваглинское месторождение***

Месторождение находится в 125 км от железнодорожной станции Беркаит (БАМ), в 95 км от пос.Чульман и в 2-3 км западнее 494-го км Амуро-Якутской шоссейной магистрали. Оно расположено на склонах долины р.Сивагли, пересекающей месторождение в западной его части. Открыто месторождение в 1937 г. при поисках флогопита; разведано в 1951-1957 гг. (В.А.Перваго, А.И.Пухарев, Л.М.Минкин и др., 1957). Месторождение приурочено к федоровской свите архейских метаморфических образований,

представленных лироксен-амфиболовыми и лироксен-амфибол-плаггиоклаз-скаполитовыми гнейсами и кристаллическими сланцами, доломитовыми мраморами и кальцифирами. Широко развитые метасоматические процессы привели к образованию магнезиальных скарнов по доломитам и скарнированных пород по гнейсам (рис. 140).

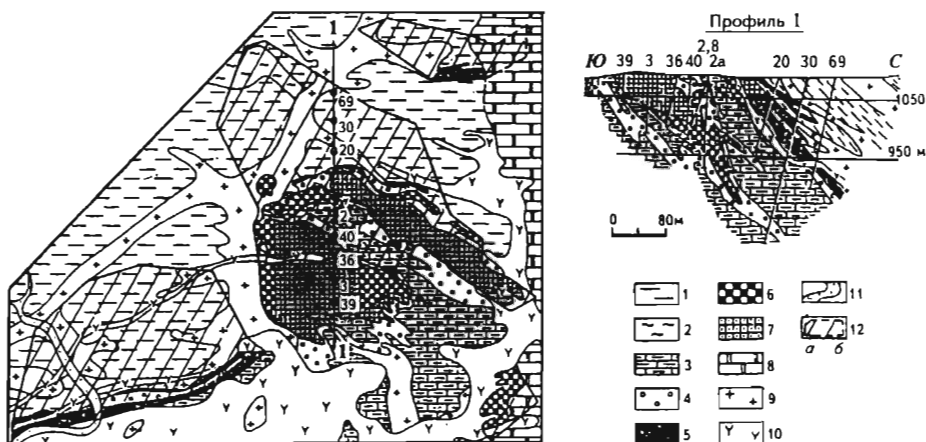


Рис. 140. Схематические геологическая карта и разрез Сиваглинского месторождения [53]

Архей (AR): 1-7 - федоровская свита: 1 - гнейсы с пироксеном, скаполитом гранитизированные, 2 - кристаллосланцы с пироксеном, скаполитом, 3 - доломитовые мраморы, кальцифиры, породы с диопсидом, амфиболом, скаполитом, 4 - породы с тальком, хлоритом, серпентинитом, 5-7 - руда магнетитовая (5), магнетитовая и полумартитовая (6), мартитовая (7); **нижний кембрий** (Є<sub>1</sub>): 8 - доломитовые известняки; **верхний палеозой** (PZ<sub>3</sub>): 9 - гранит-пегматиты; **мезозой** (MZ): 10 - сиенит-порфиры, кварцевые сиенит-порфиры; **четвертичные отложения** (Q<sub>4</sub>): 11 - аллювий; 12 - контуры проекции рудных тел на поверхность, определенные методом интерполяции (а) и экстраполяции (б)

Из магматического комплекса здесь развиты аляскитовые граниты, мигматиты и гранит-мигматиты, образующие секущие жильные, штоко- и дайкообразные тела.

В структурном отношении месторождение приурочено к юго-западному крылу Сиваглинской синклинали широтного простирания с падением пород на север под углом 40-70°.

Месторождение пересекается двумя меридиональными нарушениями на три блока; амплитуда западного из них составляет 300 м, восточного - 170-200 м.

В составе федоровской свиты выделяются подрудная и рудная пачки. Породы подрудной пачки представлены биотит-амфиболовыми кристаллическими сланцами, сильно гранитизированными и превращенными в гранито-гнейсы и мигматиты.

Низы рудной пачки представлены среднезернистыми пироксен-скаполитовыми породами с мартитизированным магнетитом и пирротинном. В юго-западной части месторождения вмещающие руду породы рудной пачки представлены плаггиоклаз-пироксеновыми, обычно в разной степени амфиболитизированными кристаллическими сланцами, местами пироксенитами с гнездами флогопита и флогопитовыми кристаллическими сланцами. В

центральной части месторождения породы рудной пачки представлены экзоконтактными скарнированными образованиями диопсид-скаполитового и автиглаз интенсивной серпентинизации, а в корях выветривания - хлоритизации. В верхах рудной пачки, в непосредственном контакте с рудой, залегают кальцифиры. Рудные тела в пределах месторождения занимают различное стратиграфическое положение. Они связаны либо с магнизиальными скарнами среди доломитов, либо со скарнированными породами на контакте доломитов и гнейсов, либо залегают непосредственно среди гнейсов. Переходы от рудных залежей к вмещающим породам постепенные, и границы их устанавливаются по данным опробования. На месторождении установлено пять рудных тел линзовидной формы с параметрами по простиранию до 400-600 м, по падению до 260 м; мощность их колеблется от 11 до 194 м, составляя в среднем 50 м. Рудные тела в большей своей части выходят на поверхность. Мощность перекрывающих их отложений обычно не превышает 1-2 м. На восточном фланге месторождения рудные тела перекрыты горизонтально лежащими доломитами нижнего кембрия мощностью до 35 м. Местами в основании доломитов лежат песчаники с галькой окисленных руд мощностью до 5 м [53].

Первичные магнетитовые руды месторождения представлены диопсид-скаполит-магнетитовыми и роговообманково-магнетитовыми разностями, значительная часть которых в зоне окисления перешла в мартитовые и полумартитовые руды. Зона окисления имеет сложную конфигурацию и достигает значительной глубины (до 250 м и более).

В генетическом плане руды месторождения относятся к скарново-магнетитовым (алданский ГПТ), имеют высокое содержание железа, составляющее в среднем 53,8% для первичных руд и 52,8% для окисленных. Содержание серы в них колеблется от 0,01 до 6,46%, составляя в среднем 1,92% для магнетитовых и 0,17% для мартитовых руд.

В целом руды месторождения характеризуются средним содержанием, %:  $Fe_{\text{общ}}$  - 53,3;  $SiO_2$  - 11,0;  $Al_2O_3$  - 4,4; CaO - 1,75; MgO - 2,37;  $TiO_2$  - 0,24; S - 1,07; P - 0,09.

В рудах месторождения отмечается повышенное содержание меди и кобальта, связанное с наличием в них в виде вкрапленности гнезд и прожилков сульфидных минералов - пирита, халькопирита, борнита, халькозина, ковеллина и других; встречается также самородная медь. Распределение меди в рудах весьма неравномерное - от 0,01 до 16,1% (по отдельным пробам), составляя в среднем по месторождению 0,27%. Магнетит-халькопиритовые и мартит-халькопиритовые руды с содержанием меди свыше 0,2% образуют внутри рудных тел обособленные линзовидные участки. Среднее содержание кобальта в рудах 0,02% при колебаниях от 0,001 до 0,06%. Гидрогеологические условия для преобладающей части месторождения несложные; водообильность слагающих его пород незначительная. Ожидаемый приток воды в карьер составит не более 193 м<sup>3</sup>/ч.

Горно-технические условия эксплуатации западной части месторождения осложняются пересечением его р.Сивагли, возможное влияние которой не выяснено, в связи с чем запасы этой части месторождения в количестве 6,4 млн т учитываются в охранный целике реки.

Исследования обогатимости комплексных руд месторождения выполнены институтом "Механобр" (1953-1957 гг.) на шести пробах массой от 120 до 1200 кг с целью получения концентратов с высоким содержанием железа, извлечения меди и кобальта, а также удаления серы. Обогащение мартитовых руд производилось гравитационным и обжиг-магнитным методами. В результате исследований получены концентраты с содержанием железа 56-62% при извлечении железа в концентрат от 80 до 90%.

Опыты по обогащению медистых руд проводились на пяти пробах. Методом флотации из медистых мартитовых руд с содержанием меди 1,48% и медистых магнетитовых руд с содержанием меди 1,58% получены кондиционные концентраты с содержанием меди соответственно 24,6-27,5 и 13,5% при извлечении ее 92 и 93,7%. Запасы таких руд составляют всего 2,3% от общих запасов месторождения.

При обогащении магнетитовых и полумартитовых руд с содержанием меди 0,3-0,4% методом магнитной сепарации с последующей флотацией ее хвостов получены медные концентраты с содержанием меди 5,6-8,5% при извлечении ее 76 и 42%.

При флотации исходной руды, содержащей 0,018-0,02% кобальта, получены некондиционные кобальтовые концентраты с содержанием кобальта от 0,087 до 0,38% при извлечении от 9,3 до 60,6%. Балансовые запасы месторождения подсчитаны по кондициям, утвержденным Техническим управлением Минчермета СССР в 1957 г.

<i>Минимальное содержание железа в рудах, %:</i>		
<i>мартитовых</i>		30
<i>магнетитовых</i>		25
<i>мартеновских</i>		55
<i>доменных</i>		46
<i>Максимальное содержание примесей в мартеновских рудах, %:</i>		
<i>серы, фосфора и меди</i>		0,15
<i>кремнезема</i>		10,0
<i>Максимальное содержание примесей в доменных рудах, %:</i>		
<i>серы и фосфора</i>		0,15
<i>меди</i>		0,20
<i>Минимальная мощность рудного тела и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>		2
<i>Руды с повышенным содержанием серы отнести к требующим обогащения.</i>		
<i>Отдельно оконтурить как медистые, мартитовые и магнетитовые руды с содержанием меди, %, более</i>		0,2

ГКЗ СССР в 1957 г. (протокол 2056) утвердила запасы месторождения (табл. 192).

Таблица 192

Характеристика запасов железных руд  
Сиваглинского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %			
		Fe	S	P	Cu
1	2	3	4	5	6
Магнетитовая и полумартитовая руды*					
A	0,9	55,0	1,45	0,09	-
B	8,0	54,9	1,93	0,08	0,30
C <sub>1</sub>	5,2	51,4	2,36	0,07	-
A+B+C <sub>1</sub>	14,1**	53,6	1,19	0,08	0,30

1	2	3	4	5	
В том числе магнетит-халькопиритовая руда***					
A+B+C <sub>1</sub>	0,6	55,4	1,60	0,10	1,63
Мартитовая руда					
A	5,1	53,3	0,19	0,10	-
B	4,9	54,4	0,10	0,12	0,20
C <sub>1</sub>	2,3	49,2	0,27	0,13	-
A+B+C <sub>1</sub>	12,3	53,0	0,17	0,11	0,20
В том числе мартеновская руда****					
A+B+C <sub>1</sub>	4,5	59,1	0,02	0,10	0,08
Всего	26,4**	53,3	0,71	0,09	0,25

\* В числе запасов магнетитовых и полумартитовых руд - руды со средним содержанием меди 0,41 и 0,58% составляют соответственно 5,3 и 2,3 млн т.

\*\* В том числе 6,4 млн т в охранном целике р.Сивагли.

\*\*\* Запасы меди категории C<sub>2</sub> в руде составляют 9,6 млн т.

\*\*\*\* Среднее содержание SiO<sub>2</sub> - 5,51%..

### *Пионерское месторождение*

Месторождение находится в 4 км на запад от 490-го км Амуро-Якутской магистрали, в 90 км к северу от пос.Чульман и расположено на водоразделе р.Сивагли и р.Ср.Хатыми.

Месторождение открыто в 1950 г. по результатам аэромагнитной съемки масштаба 1:200000. В 1951-1957 гг. здесь проведены геологические и наземные магнитометрические съемки масштабов 1:10000-1:2000, выполнена детальная разведка (Перваго В.А., Пухарев А.И., Минкин Л.М. и др., 1957), подсчитаны запасы с утверждением их в ГКЗ СССР. Район месторождения сложен архейскими метаморфическими породами, прорванными верхнеархейскими гранитами. В пределах рудного поля наибольшее распространение имеют диопсидовые и биотит-роговообманковые гнейсы и кристаллические сланцы, превращенные в диопсид-скаполитовые породы и гранат-пироксеновые скарны, а также флогопит-диопсидовые карбонатные породы. Весь комплекс пород имеет общее меридиональное простирание и моноклиналное падение на восток под углом 60-70°. Архейские породы несогласно перекрыты пологозалегающими (угол падения 2-3°) нижнекембрийскими карбонатным отложениями мощностью 30-70 м, представленными доломитами и доломитизированными известняками. Последние являются высококачественным огнеупорным сырьем, пригодным для использования в металлургии.

Кембрийские образования покрываются четвертичными отложениями, мощность которых не превышает 1-2 м и лишь местами в карстовых воронках достигает 10-12 м.

В структурном отношении месторождение приурочено к западному крылу Сиваглинской синклинали меридионального простирания с моноклиналным залеганием метаморфических образований федоровской свиты



раннего архея и падением их на восток под углом 70-80°. Дизъюнктивных нарушений в пределах месторождения не установлено.

Образования федоровской свиты подразделяются на две пачки: нижнюю рудную и верхнюю надрудную (рис. 141).

К нижней рудной пачке мощностью более 300 м относятся диопсидовые и биотит-роговообманковые гнейсы, диопсид-роговообманковые кристаллические сланцы, диопсид-скаполитовые породы, непосредственно подстилающие рудные тела, а также вкрапленные и массивные магнетитовые руды. В состав рудной пачки входят также кальцифиры и пироксен-гранатовые скарнированные породы, перекрывающие рудные тела, а в центральной и южной частях месторождения среди надрудных пород нижней пачки широко распространены гнейсы и мигматиты.

К верхней надрудной пачке относятся биотит-амфиболовые гнейсы и пироксен-амфибол-плагиоклазовые кристаллические сланцы, кальцифиры, гранатовые скарны и пироксеновые скарнированные породы, гнейсы, скаполитовые породы и мигматиты. Отложения надрудной пачки срезаются архейскими гранитами, и поэтому видимая ее мощность составляет около 120 м. На месторождении установлено два рудных тела, расположенных кулисообразно и имеющих пластообразно-линзовидную форму. Рудные тела приурочены к контакту алюмосиликатных и карбонатных пород. Рудное тело I субмеридионального простирания в плане имеет вид линзообразной залежи протяженностью около 1080 м. Мощность его колеблется от 20-40 м в краевых частях до 100-150 м в центральной части, составляя в среднем 40-60 м. Максимальная глубина подсечения рудного тела от поверхности 370 м, причем выклинивание и даже уменьшения его мощности не установлено.

Рудное тело II расположено на северном фланге первого, смещено несколько к западу и имеет северо-западное простирание. Оно прослежено на протяжении 500 м и имеет мощность порядка 50-60 м. На глубине около 200 м рудное тело выклинивается.

Рудные тела не имеют четких контактов с вмещающими породами, их граница устанавливается по данным опробования.

Руды месторождения диопсид-скаполит-магнетитового состава, мелко- и реже среднезернистые, в основном вкрапленной и массивной текстуры. Массивные руды слагают главным образом центральную часть рудного тела I, тогда как фланги его и рудное тело II сложены вкрапленными рудами. В верхней части рудных тел в зоне окисления (около 5 м) встречаются хлорит-магнетитовые руды, имеющие незначительное распространение.

Основными минералами в рудах являются магнетит, диопсид и скаполит, реже встречаются пирит, халькопирит и пирротин.

Средний состав руд месторождения, %: Fe<sub>общ</sub> - 41,58; S - 1,91; P - 0,04; SiO<sub>2</sub> - 24,86; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5,75; CaO - 6,45; MgO - 2,13; TiO<sub>2</sub> - 0,18.

В тысячных долях процента в рудах содержится кобальт, молибден, вольфрам, ванадий. При технологических испытаниях проб установлено присутствие редкоземельных элементов - лантана, иттрия и церия.

Гидрогеологические условия месторождения благоприятные. На месторождении установлено наличие одного водоносного горизонта, приуроченного к контакту нижекембрийских доломитов с архейскими породами. Ожидаемый приток воды в карьер может составить 652 м<sup>3</sup>/ч.

Технологические испытания руд проведены Ленинградским институтом "Механобр" в 1955-1957 гг. на четырех пробах массой 279-930 кг с содержанием железа 30,3-53% и серы 1,74-2,37%. По двух- и трехстадиальной

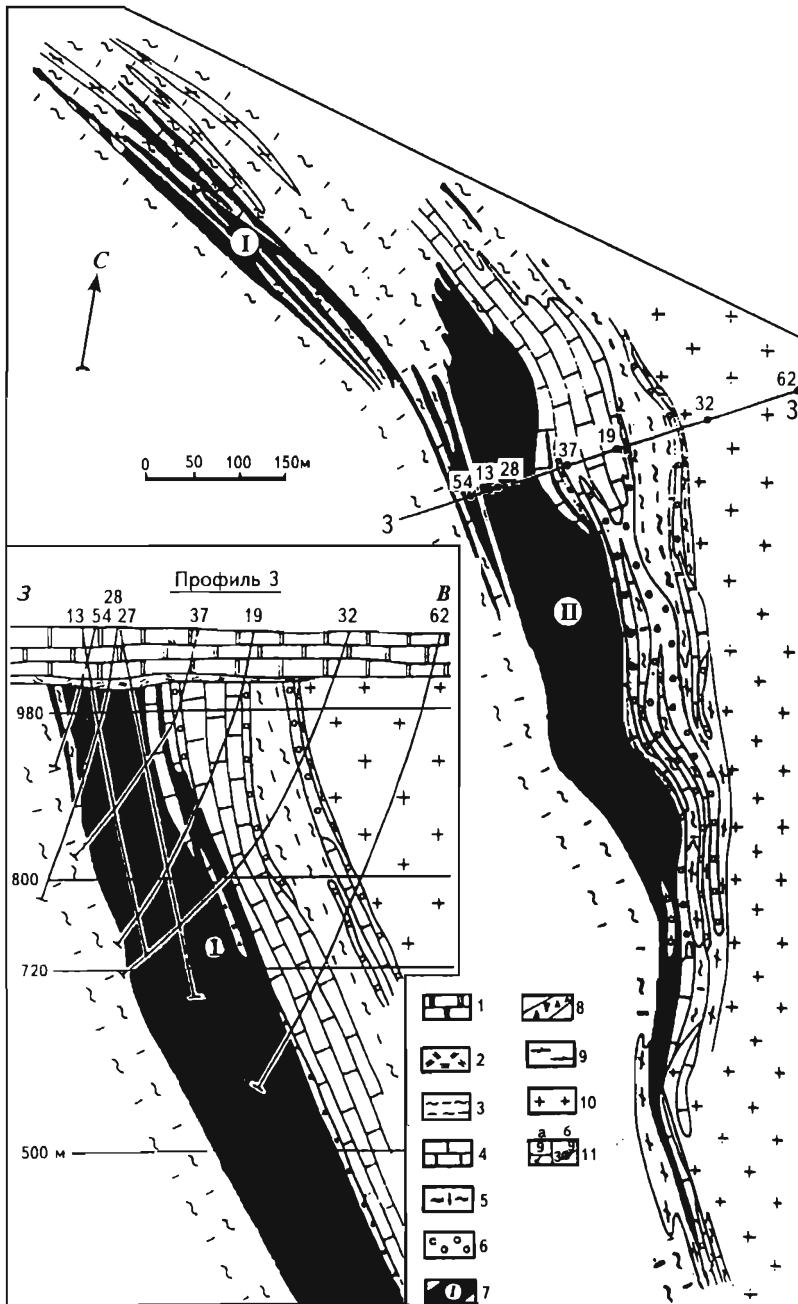


Рис. 141. Схематические геологический план гор. +980 м и разрез Пионерского месторождения [53]

**Нижний кембрий (С<sub>1</sub>):** 1 - доломиты, доломитизированные известняки; **докембрий (РС):** 2 - кора выветривания; **архей (AR):** 3-8 - федоровская свита: 3 - верхняя пачка - гнейсы, кристаллосланцы с пироксеном, скаполитом и гранитизированные гнейсы, 4 - доломиты, известняки, кальцифиры, 5 - нижняя пачка - гнейсы и кристаллосланцы с пироксеном и скаполитом, 6 - скарны, 7 - магнетитовые рудные тела и их номера; 8 - магнетит вкрапленный; 9 - мигматиты; 10 - граниты, пегматиты; 11 - разведочные профили и скважины на разрезе (а) и плане (б)

Таблица 193  
Характеристика запасов железных руд  
Пионерского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %		
		Fe <sub>общ</sub>	S	P
A	16,8	42,49	1,84	0,04
B	38,4	42,12	1,88	0,04
C <sub>1</sub>	48,6	40,69	2,02	0,04
A+B+C <sub>1</sub>	103,8	41,50	1,94	0,04
C <sub>2</sub>	34,1	39,15	2,14	0,04

схемам мокрой магнитной сепарации получены концентраты с содержанием железа 61,5-67% при его извлечении 86,7-96,8% и выходе концентратов 59,4-85,1%. Для удаления серы необходима последующая агломерация. Исследования по получению кондиционного редкоземельного концентрата не были доведены до конца. Оконтуривание запасов железных руд произведено согласно кондициям, утвержденным Техническим управлением Минчермета СССР в 1957 г.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	25
<i>Содержание фосфора, %, не более</i>	0,15
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	2

ГКЗ СССР в 1957 г. (протокол 2055) утвердила запасы Пионерского месторождения (табл. 193).

Месторождение подготовлено для промышленного освоения.

### *Десовское месторождение*

Месторождение находится на территории Нерюнгринского административного района в 140 км к северу-западу от железнодорожной станции Беркакит и в 40 км к западу от строящейся железной дороги Беркакит-Томмот.

Рельеф местности сильно расчлененный с абсолютными отметками 900-1180 м; относительные превышения составляют 90-350 м.

Месторождение открыто в 1950 г. при производстве аэромагнитной съемки масштаба 1:200000, поисковые работы выполнены в 1952-1958 гг., предварительная разведка - в 1976-1980 гг.

В 1980-1984 гг. Южно-Якутской экспедицией проведена детальная разведка месторождения (Язков Н.М., Хаустова Н.П., Лупенко В.В. и др., 1984) с утверждением запасов в ГКЗ СССР.

Структура месторождения - асимметричная (синклиальная складка субширотного простирания, опрокинутая на север, с падением северного крыла под углом 35-65°, южного - 50-80°). В пределах северного крыла Десовской синклинали выделяются Центральный, Южный, Восточный и Дорожный участки; на южном крыле - Южный, частично Дорожный. Севернее Десовской синклинали и на ее продолжении к юго-западу расположен ряд мелких синклинальных складок, в пределах которых локализируются обособленные Северный и Юго-Западный участки.

Месторождение разбито серией разноориентированных тектонических нарушений, которые группируются в три основные системы: диагональные разломы северо-западного и северо-восточного простирания и поперечные разломы субмеридионального направления. Большинство разломов имеют сбросово-сдвиговой характер, пересекают крылья синклинали с

амплитудой смещения от 10-20 до 100-150 м. Тектонические нарушения трансформируются зонами катаклаза, милонитизации, породами лайкового комплекса различного возраста - от архея до мезозоя; смещением в плане осей магнитных аномалий.

В геологическом строении Десовского месторождения принимают участие метаморфические породы тимптонской и федоровской свит архея. Широкое распространение имеют интрузивные и ультраметаморфогенные гранитоидные образования архейского возраста, менее распространены интрузии протерозойского (диабазы) и мезозойского (сиенит-порфиры, сельсбергиты) возраста.

Породы тимптонской свиты обнажаются в виде узких линейно вытянутых полос в восточной и западной частях месторождения. Они слагают ядерные части узких антиклинальных складок, располагающихся по обе стороны Десовской синклинали, и представлены однообразными мелкозернистыми биотитовыми плагиогнейсами и гнейсами от тонко- до грубополосчатого сложения, иногда с графитом и гиперстеном. Видимая мощность тимптонской свиты 208 м.

Стратиграфически выше залегают породы федоровской свиты, представленной тремя подсвитами: нижней (подрудной), средней (рудной) и верхней (надрудной) (рис. 142)

Нижняя подсвита мощностью 350 м сложена главным образом биотит-роговообманково-плагиоклазовыми сланцами и гнейсами; в низах разреза отмечаются маломощные прослои (5-10 м) гранат-пироксен- и гранат-двупироксен-амфиболовых кристаллических сланцев, а в верхах встречаются роговообманково-, диопсид-роговообманково- и биотитсодержащие сланцы.

Средняя подсвита не всегда четко расчленяется на две пачки: нижнюю рудную - мощностью 0-320 м и верхнюю надрудную - мощностью от 10-40 до 300 м. В нижней пачке магнетитовые руды переслаиваются с серпентиновыми, форстеритовыми, биотит-плагиоклазовыми сланцами и гнейсами, карбонатными породами (доломитовые, серпентин-доломитовые,

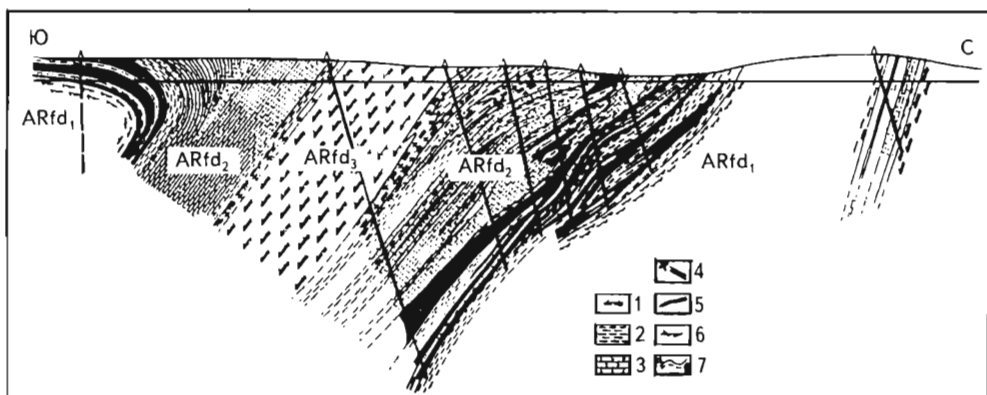


Рис. 142. Схематический геологический разрез Центрального участка Десовского месторождения (по В.А.Павлову и В.И.Чердакову, 1985)

**Архей (AR):** 1-6 - федоровская свита (fd): 1 - верхняя подсвита (fd<sub>3</sub>) - гнейсы, кристаллические сланцы, 2-5 - средняя подсвита (fd<sub>2</sub>): 2 - кристаллические сланцы, гнейсы, карбонатные породы, 3 - кальцифиры, 4 - амфибол-диопсид-скаполитовые породы, 5 - магнетитовые руды, 6 - нижняя подсвита (fd<sub>1</sub>) - гнейсы, кристаллические сланцы; 7 - контакты пород установленные (а) и предполагаемые (б)

форстерит-доломитовые мраморы). Редко отмечаются роговообманково-магнетитовые руды. Для верхней пачки характерно широкое развитие карбонатных пород типа кальцифилов и мраморов с прослоями роговообманково- и диопсид-роговообманковых сланцев, биотит-плаггиоклазовых плаггиогнейсов, а также мономинеральных диопсидовых сланцев. Мощность карбонатных пластов от нескольких метров до 300 м (месторождение мраморов Марийка). По всем породам подсвиты развиваются метасоматические диопсид-, роговообманково-, флогопит-плаггиоклазовые породы и породы смешанного состава, часто сфенсодержащие, образующие согласные слоистости пластообразные тела, жилы, гнезда [32, 53]. Эпизодически отмечают линзы магнетитовых руд.

Верхняя подсвита мощностью 150 м представлена толщей сланцев и гнейсов биотит-плаггиоклазового, биотит-роговообманкового состава, иногда с гранатом; встречаются также сфенсодержащие салит-плаггиоклазовые породы.

На месторождении разведано 17 железорудных залежей, в каждой из которых обособляются от 1-2 до 4 рудных тел пластообразной или линзовидной формы мощностью от 2-5 до 60 м. В средней части рудного поля (участки Центральный и Восточный) мощность продуктивной толщи возрастает, увеличивается количество рудных тел, усложняется их внутреннее строение [53].

Наиболее выдержанными и крупными являются рудные залежи 1 и 2, которые с небольшими перерывами прослежены на значительной части месторождения. Остальные залежи менее выдержаны и известны лишь на отдельных участках месторождения. Рудные залежи разобщены пластообразными и линзообразными прослоями вмещающих пород мощностью от 10 до 60 м.

Рудная залежь 1 прослеживается на Центральном, Восточном, Западном, Дорожном участках и состоит из трех рудных тел. Суммарная ее протяженность составляет 11,4 км, мощность изменяется от 10-15 до 50-60 м. Углы падения залежи на западном фланге 40-45°, на восточном - 55-65°.

Рудная залежь 2 состоит из двух рудных тел и прослеживается на Центральном, Восточном участках и в виде мелких линз на Западном участке. Суммарная протяженность залежи 6,2 км, мощность изменяется от 5 до 60 м, составляя в среднем 20-30 м. Углы падения изменяются от 45-50° на Центральном участке до 55-65° - на Восточном.

По отсутствию или преобладанию серпентина выделяется три основных минералогических типа руд - диопсид-магнетитовые (около 56% запасов), серпентин-магнетитовые (37%) и диопсид-серпентин-магнетитовые (7%).

Руды месторождения высокосернистые, причем в диопсид-магнетитовых рудах сера в основном связана с пиритом (70%), а в серпентин-магнетитовых - с пирроотином (61,3%). Среднее содержание в рудах, %: Fe<sub>общ</sub> - 31,3; Fe<sub>магн</sub> - 25; SiO<sub>2</sub> - 30,4; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5,1; MgO - 12; CaO - 6,6; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,13; S - 119. В сернистых рудах установлено около двух десятков элементов, из которых с точки зрения практического использования интерес представляют S, Co, Cu, Ag, Au и платиноиды. Гидрогеологические и горно-технические условия месторождения относительно простые и не препятствуют его разработке. Прогнозные водопитоки в карьер Центрального участка, рассчитанные методом модульного подземного стока - 64 тыс.м<sup>3</sup>/сут.

Технологические свойства железных руд изучены Центральной лабораторией ПГО "Запсибгеология" и институтом "Уралмеханобр" на 21 лабо-

раторной и 583 малообъемных пробах; основной объем руд (82,2%) отнесен к категории легкообогатимых. По результатам малообъемного технологического опробования выделены сорта сернистых и малосернистых руд.

Полупромышленная технологическая проба массой 1200 т отобрана на месторождении из штольни; ее испытания проводились заводом "Сиб-электросталь" и не были закончены.

Технологические испытания руд проведены по схеме магнитного обогащения (18 проб) с получением только магнетитового концентрата и флотационно-магнитной схеме (3 пробы) с получением магнетитового и сульфидного концентратов.

Магнетитовые концентраты, полученные по схеме мокрой магнитной сепарации из сернистых руд (86,9% запасов), характеризуются содержанием железа 65,8-68,6%, извлечением железа в концентрат 76,5-88% и выходом концентрата 21,9-44,8%. Содержание серы в них колеблется от 0,37 до 2,34% при среднем 1,3%. Снижение содержания серы в железорудных концентратах возможно в результате их флотационной перечистки или при окомковании.

По флотационно-магнитной схеме получены магнетитовые концентраты с содержанием железа 64,6-66,5%, серы 0,20-0,39% при извлечении железа в концентрат 74,2-75,8% и выходе 34,3-37,0% и сульфидный медь- и кобальтсодержащий концентрат с содержанием серы 30-38%. Исследования по переработке последнего с целью извлечения серы, кобальта и меди не проводились.

По данным разведки в приповерхностной части месторождения выделен малосернистый тип руд (48,5 млн т, или 13,1% от общих запасов), к которому отнесены руды с содержанием серы менее 0,3%. Руды этого типа характеризуются благоприятными показателями обогащения (магнитная сепарация их позволяет без дополнительной доработки получить кондиционный по железу и сере концентрат) и будут обрабатываться в первую очередь.

Технология обогащения малосернистых руд путем мокрой магнитной сепарации обеспечивает получение магнетитовых концентратов с содержанием железа 65,9-66,7% при выходе их 33,3-35,8% и извлечении железа в концентрат 74,5-81,0%.

Для обоснования постоянных кондиций институтами "Гипроруда" и "Уралмеханоб" разработано в 1983 г. ТЭО (табл. 194).

Таблица 194

**Основные технико-экономические показатели  
отработки Десовского месторождения**

Показатели	Способ отработки		
	открытый		подземный
1	2	3	4
Разведанные запасы в контурах работ по категориям, млн т:	419,2		269,2
В+С <sub>1</sub>	410,1		152,2
С <sub>2</sub>	9,1		117,0
Содержание Fe <sub>общ</sub> в разведанных запасах, %	28,8		31,4
Эксплуатационные запасы, млн т	418,3		149,2

1	2	3	4
Содержание Fe <sub>общ</sub> в эксплуатационных запасах, %	27,7		28,1
Схема обогащения	Магнитная	Флотационно-магнитная	Магнитная
Бортовое содержание Fe <sub>общ</sub> , %	12,0	12,0	20
Производительность, млн т/год:			
по руде	10,1	10,1	3,95
по концентрату	3,53	3,41	1,39
по железу в концентрате	2,3	2,16	-
по сульфидному концентрату	-	0,208	-
Показатели обогащения, %:			
содержание железа в концентрате	67,1	65,2	67,3
извлечение железа в концентрат	77,03	72,17	76,47
выход концентрата	31,8	30,66	31,90
Капитальные вложения, млн р.	727,0	801,0	290,5
Себестоимость 1 т, р.:			
сырой руды	5,80	5,80	8,20
железорудного концентрата	30,40	34,73	37,58
Расчетная оптовая цена 1 т железорудного концентрата, р.	33,85	32,49	34,0
Прибыль годовая, млн р.	12,18	0,57	Убыточно
Рентабельность, %	1,6	0,1	"

Для подсчета запасов железных руд Десовского месторождения ГКЗ СССР утвердила в 1984 г. (протокол 1925-к) параметры постоянных кондиций для открытого способа отработки.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе и по рудному пересечению, %</i>	12
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4

Подсчитаны запасы для условий подземной отработки без определения их балансовой принадлежности по следующим параметрам.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	20
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	4
<i>Максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	6

ГКЗ СССР в 1984 г. (протокол 9654) утвердила запасы железных руд месторождения (табл. 195).

Таблица 195  
Характеристика запасов железных руд  
Десовского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Средние содержания, %		
		Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	S
<b>Малосернистые руды</b>				
B	24,0	29,1	23,8	0,05
C <sub>1</sub>	17,9	27,5	21,9	0,10
B+C <sub>1</sub>	41,9	28,4	23,0	0,07
C <sub>2</sub>	5,8	26,7	21,5	0,05
<b>Сернистые руды</b>				
B	52,5	26,9	22,1	1,26
C <sub>1</sub>	267,3	26,4	21,2	1,25
B+C <sub>1</sub>	319,8	26,5	21,4	1,25
C <sub>2</sub>	33,2	26,4	21,3	1,21
<b>Всего по месторождению</b>				
B	76,5	27,6	22,6	0,88
C <sub>1</sub>	285,1	26,5	21,3	1,18
B+C <sub>1</sub>	361,6	26,7	21,6	1,11
C <sub>2</sub>	39,0	26,4	21,3	1,03

Подсчитаны запасы железных руд за контурами карьеров по категориям C<sub>1</sub> - 150,6 млн т и C<sub>2</sub> - 150,2 млн т при содержании Fe<sub>общ</sub> соответственно 29,9 и 29,7% без определения их балансовой принадлежности.

Прогнозные ресурсы Десовского месторождения утверждены по состоянию на 01.01.1993 г. в количестве 330 млн т по категории Р<sub>1</sub>, в том числе 28 млн т по юго-западному флангу месторождения - участкам Новый и Лесной.

Месторождение подготовлено для промышленного освоения и является возможной сырьевой базой для строительства Десовского ГОКа по обеспечению железорудным сырьем будущего Дальневосточного металлургического

комбината. Основные показатели освоения Десовского месторождения на уровне ТЭО строительства горно-металлургического комбината приведены в табл. 187.

### 8.1.2. Чаро-Токкинский железорудный район

Чаро-Токкинский железорудный район расположен в западной части Алданской железорудной провинции в пределах Олекминского административного района и выходит за пределы Республики Саха (Якутия) на территории Каларского района Читинской и Бадайбинского района Иркутской областей (см.рис. 137).

Район представляет собой вытянутую с юга на север структурно-формационную зону протяженностью в 230 км и шириной в 10-15 км, имеет сложное блоково-складчатое многоярусное строение, эродирован на разных уровнях. В его пределах широко развиты разнообразные вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные образования, включая образования железисто-кремнистой формации, в различной степени метаморфизованные и гранитизированные (рис. 143).

В пределах Чаро-Токкинского железорудного района на территории Республики Саха (Якутия) разведаны Тарыннахское, Горкитское, Ималыкское месторождения, выявлен ряд рудопроявлений и магнитных аномалий на северном продолжении структурно-формационной зоны (Джегейская группа аномалий).

Открытие железорудных месторождений Чаро-Токкинского района связывается с аэромагнитной съемкой масштаба 1:200000, проводившейся в 1952-1958 гг. Всесоюзным аэрогеологическим трестом (ВАГТ) с целью





прямых поисков железорудных месторождений. В результате их были выделены Чаро-Токкинская, Темулякитская и Амгинская аномальные зоны на западе Алданского щита и рекомендован для последующей геологической заделки ряд высокоинтенсивных магнитных аномалий, перспективных на обнаружение железных руд (Ларионов В.А., 1953-1955 гг.; Херувимова Е.Г., Тургенева Е.П., 1955 г.; Тишкин В.М., Резникова А.М., 1955-1956 гг.). В.А.Ларионовым в 1955 г. была определена рудная природа магнитных аномалий, обусловленная выходами железистых кварцитов борсалинской серии верхнего архея - нижнего протерозоя в пределах единой Чаро-Токкинской структурно-формационной зоны.

В 1962 г. В.М.Кравченко на основании сопоставления железисто-кремнистых формаций Алданского и Украинского щитов оценил район как весьма перспективный на железные руды.

В 1972 г. по инициативе Якутского ТГУ и ВИМСа (Г.С.Момджи) были начаты работы по оценке района на железные руды. В 1972-1984 гг. Якутским ТГУ были проведены поисковые и разведочные работы на железные руды и выполнена геологическая съемка масштабов 1:50000-1:10000 (Кравченко В.М. и др., 1976; Сафонов А.М. и др., 1977, 1980; Малков Л.Н. и др., 1977; Гребень М.Б. и др., 1978, 1982; Саленков Л.Е. и др., 1983; Саленков Л.Е., Минаев С.А., Шаммазов В.Б., 1984).

Работы сопровождалась аэромагнитной съемкой масштабов 1:50000-1:10000 (Михайлов Ю.Я., 1974; Олейник В.Г. и др., 1975; Габышев В.А. и др., 1977); наземной магнитной, гравиметрической съемками и электроразведкой (метод НП) масштабов 1:10000-1:2000 (Кравченко В.М. и др., 1976; Доброхотова И.А. и др., 1980, 1982; Константинов Г.Н. и др., 1981; Душин А.Н. и др., 1984), тематическими исследованиями ВИМСа, СНИИГГиМСа,

Рис. 143. Схематические геологическая карта и разрез Чаро-Токкинского железорудного района (по Н.И.Голивкину, Д.М.Ефремову, С.Я.Медведовскому)

Магматические породы: мел ( $K_1$ ): 1 - щелочные сиениты, пуласкиты, шонкиниты, 2 - щелочноземельные сиениты, сиенит-порфириты, бостониты; **верхний протерозой** ( $PR_3$ ): 3 - диабазы, габбро-диабазы, диабазовые порфириты; **верхний архей** ( $AR_2$ ): 4 - граниты лейкократовые, разнозернистые, часто с турмалином, 5 - граниты палингенно-метасоматические, микроклин-плагноклазовые, гнейсовидные и массивные, мигматиты, 6 - гранито-гнейсы палингенно - метасоматические, мигматиты, 7 - плагиограниты лейкократовые, биотитовые гранито-гнейсы, мигматиты, диориты, гранодиориты; **верхнеархейские интрузии** ( $AR_2$ ): 8 - габбро, горнблендиты, диориты, габбро-диабазы, 9 - серпентиниты, ультрабазиты, оливиниты; **верхний архей** ( $AR_2$ ): *борсалинская серия* ( $AR_2br$ ): 10-15 - тарыннахская свита ( $AR_2tr$ ): 10 - надрудная подсвита ( $AR_2tr_3$ ) - гнейсы, сланцы слюдяные, гранито-гнейсы, мигматиты, 11-13 - рудная подсвита ( $AR_2tr_2$ ): 11 - третья рудная пачка ( $AR_2tr_3^2$ ), железистые кварциты (роговообманково-магнетитовые, силикатно-магнетитовые, магнетитовые), сланцы, гнейсы, 12 - вторая междрудная пачка ( $AR_2tr_2^2$ ) - амфиболиты, плагиоклаз-актинолитовые, плагиоклаз-роговообманковые и слюдяные сланцы, двуслюдяные и биотитовые гнейсы, 13 - вторая и первая рудные и первая междрудная пачки ( $AR_2tr_1^1$ ) - железистые кварциты (магнетитовые, силикатно-магнетитовые, иногда железнослюдково-магнетитовые), сланцы, кварциты, 14 - подрудная подсвита ( $AR_2tr_1$ ) - сланцы, кварциты, гнейсы, гранито-гнейсы, мигматиты; 15 - нерасчлененная тарыннахская свита ( $AR_2tr$ ), 16 - темулякитская свита ( $AR_2tm$ ) - амфиболиты, габбро-амфиболиты, сланцы, гнейсы; **нижний архей** ( $AR_1$ ): *олекминская серия* ( $AR_1ol$ ): 17 - плагиогнейсы, сланцы, гранито-гнейсы, редкие пачки амфиболитов, мигматиты; 18 - площадь развития верхнепротерозойских осадочных образований; 19-22 - разломы постмезозойские (19), мезозойские (20), протерозойские - долгоживущие, глубинного заложения (21), архейские - долгоживущие, глубинного заложения (22); 23 - элементы залегания

МГРИ, ВНИИЯГГ, ИГЕМА, ИМРа и других организаций Мингео СССР и АН СССР.

Общая прогнозная оценка на железные руды Чаро-Токкинского района с составлением прогнозной карты масштаба 1:200000 была выполнена ВИМСом в 1978 г. (Кудрявцев В.А. и др., 1978).

Руды Чаро-Токкинского района представлены метаморфизованными железистыми кварцитами оленегорского (тарыннахского) геолого-промышленного типа.

Геологическое строение зоны или отдельных ее фрагментов исследовалось В.М.Кравченко, Г.С.Момджи, А.М.Сафоновым, М.П.Тараймовичем, Л.И.Каньгиным, М.Б.Гребнем, Л.Е.Саленковым, А.Н.Душиным, С.А.Горбачевским, В.Б.Шаммазовым, В.Т.Сорокиным, В.А.Кудрявцевым, Л.Н.Малковым, Ф.З.Гайзизулиным, А.И.Брейдо, Г.Н.Киселевым, В.В.Стогний, С.К.Бизюром, В.С.Чечеткиным, М.Н.Дэви, В.А.Кривенко, И.Г.Рутштейн, В.Н.Грищенко, А.Н.Остроконь, К.Е.Рыковым, Р.Н.Ахметовым, И.М.Фрумкиным, Н.И.Голивкиным, Г.Ф.Гореловым, Э.Г.Кассандровым, А.Г.Гузманом, Н.С.Лидиным, Р.В.Тереховой, В.В.Крыловым, А.А.Кулаковским, Э.Н.Наумовой, Д.М.Ефремовым, С.Я.Медведовским, М.В.Тимофеевой, А.А.Глаголевым, Г.А.Константиновым, Ю.Я.Михайловым, И.А.Калугиным, А.С.Лапуховым, Г.А.Третьяковым, И.А.Доброхотовой, М.И.Черновским и другими [49, 89, 90, 147].

### *Тарыннахское месторождение*

Месторождение находится в Олекминском административном районе в 250 км к югу от г.Олекминска и в 190 км к северу от железнодорожной станции Хани на БАМ (см.рис. 137). Оно является крупнейшим месторождением не только Республики Саха (Якутия), но и всего Зауралья и рассматривается в качестве возможной сырьевой базы горно-металлургического комплекса черной металлургии на Востоке страны. По своему географическому положению месторождение расположено на юге Республики Саха (Якутия), экономика которой развивается на базе освоения минерально-сырьевых ресурсов - золота, слюды, каменного угля, стройматериалов и др.

Район Тарыннахского месторождения расположен вдали от транспортных артерий и слабо освоен. Постоянные дороги здесь отсутствуют - он связан автозимником с г.Олекминском и станцией Хани на БАМ. Поисковые работы на месторождении выполнены в 1975-1977 гг., предварительная разведка - в 1977-1980 гг., детальная разведка - в 1981-1984 гг. силами Чаро-Токкинской геологоразведочной экспедиции ПГО "Якутскгеология".

Месторождение находится на водоразделе рек Верхний Тырыннах и Кебекта, протягивается с севера на юг на 23 км при ширине 3,4 км и занимает площадь около 80 км<sup>2</sup>.

В геологическом строении месторождения принимают участие преимущественно высокометаморфизованные дислоцированные толщи верхнего архея, которые вместе с интрузивными образованиями того же возраста формируют кристаллический фундамент. Комплекс метаморфических пород в пределах месторождения относится к борсалинской серии верхнего архея (AR<sub>2</sub>br), которая выполняет Ималыко-Торгинский прогиб, наложенный на более древние образования олекминской серии (AR<sub>1</sub>ol). Борсалинская серия подразделяется на две свиты: нижнюю - темулякитскую и верхнюю - тарыннахскую [40, 76].

Темулякитская свита ( $AR_{2tm}$ ) представлена монотонной толщей лейкократовых, мелкозернистых, тонкополосчатых слюдисто-кварц-полевошпатовых и кварц-полевошпатовых гнейсов. В верхней части разреза этой свиты появляются прослои амфиболовых кристаллических сланцев.

Тарыннахская свита ( $AR_{2tr}$ ) залегает на породах темулякитской свиты со стратиграфическим несогласием и подразделяется на три подсвиты: подрудную, рудную и надрудную.

Подрудная подсвита ( $AR_{2tr_1}$ ) сложена двумя пачками - нижняя (амфиболовая) мощностью 30-50 м сложена роговообманковыми кристаллосланцами с характерной линейной текстурой с включением линзовидных тел серпентинитов; верхняя (биотитовая) мощностью 5-30 м представлена преимущественно биотит-кварц-плагиоклазовыми кристаллосланцами с прослоями биотит-амфиболовых и мусковит-биотитовых кристаллосланцев.

Рудная подсвита ( $AR_{2tr_2}$ ) подразделяется на три рудные пачки, разделенные двумя межрудными (безрудными) пачками.

Первая рудная пачка (мощность 30-45 м) включает магнетитсодержащие гранат-куммингтонитовые кристаллические сланцы, железистые сланцы магнетит-куммингтонитового состава и куммингтонит-магнетитовые кварциты. В отдельных частях разреза пачка включает прослои безрудных кварцитов и высокоглиноземистых сланцев с гранатом, ставролитом и силлиманитом.

Первая межрудная пачка (30-35 м) сложена мусковитовыми кварцитами, двуслюдяными кварц-плагиоклазовыми и мусковит-кварц-плагиоклазовыми высокоглиноземистыми с гранатом кристаллическими сланцами. В верхней части разреза прослеживается пласт гранат-куммингтонитовых сланцев. Вторая рудная пачка (около 50 м) характеризуется переслаиванием куммингтонит-магнетитовых кварцитов, магнетит-куммингтонитовых кристаллических сланцев и железистых сланцев куммингтонит-магнетитового состава. В отдельных пересечениях пачка содержит прослой биотитовых кристаллических сланцев.

Вторая межрудная пачка (55-80 м) подразделяется на две части - нижняя часть сложена биотит-кварц-плагиоклазовыми кристаллическими сланцами с редкими прослоями двуслюдяных и биотит-амфибол-плагиоклазовых кристаллических сланцев, а в верхней части преобладают плагиоклаз-амфиболовые кристаллические сланцы с прослоями биотит-амфиболовых и биотитовых гнейсов, иногда кварцитов. Третья рудная пачка (80-100 м) представлена преимущественно роговообманково-магнетитовыми, реже биотит-роговообманково-магнетитовыми железистыми кварцитами, вмещающими прослой биотитовых, амфибол-плагиоклазовых кристаллических сланцев и субпластовые тела плагиогранитов.

Надрудная подсвита ( $AR_{3tr_3}$ ) в разрезе месторождения представлена однообразными биотитовыми гнейсами мелко-среднезернистыми, грубо- и среднеполосчатыми, в которых отмечаются прослой биотит-амфиболовых кристаллических сланцев. С последними пространственно связаны линзовидные пропластки железистых сланцев мощностью 1-3 м и реже - железистых кварцитов. Видимая мощность подсвиты с учетом пликтивных осложнений и продольных нарушений оценивается предположительно в 500-800 м.

Мощность всей тарыннахской свиты в районе месторождения составляет в среднем 800-1200 м.

Сложнодислоцированные архейские образования в северной и южной частях месторождения перекрываются субгоризонтально залегающими платформенными отложениями позднего протерозоя. Они представлены алевролитами и доломитами кумахулакской свиты, песчаниками ималыкской и доломитами токкинской свит. Суммарная мощность платформенных отложений в северной части рудного поля достигает 130 м.

Важнейшим структурным элементом месторождения является Горкит-Тарыннахская синклиналь субмеридионального простирания с размахом крыльев 700-1200 м (см.рис. 143). Восточное крыло на всем протяжении трассируется выходами железистых кварцитов, слагающих основную на месторождении рудную залежь II. К западному крылу этой структуры приурочены железистые кварциты рудной залежи III. Параллельно Горкит-Тарыннахской синклинали прослеживается Тарыннахская антиклиналь, восточное крыло которой осложнено продольным разломом. К востоку от разлома располагается Восточно-Тарыннахская синклиналь с полностью уничтоженным западным крылом.

Восточное крыло этой структуры вмещает рудную залежь I. Дизъюнктивная тектоника на месторождении представлена разломами трех систем: наиболее древними продольными - субмеридионального простирания; диагональными - северо-западного и северо-восточного направления и поперечными - субширотными.

Месторождение характеризуется разнообразным и разновозрастным комплексом магматических пород: позднеархейскими, (метаморфизованные базиты и ультрабазиты, габбро, горнблендиты, диориты, габбро-диабазы, многофазные гранитоиды), протерозойскими (диабазы, габбро-диабазы, диабазовые порфиры) и мезозойскими (субщелочные и щелочные сиенит-порфиры, сиениты, микросиениты, бостонит-порфиры, лампрофиры, сиенит-диориты, пуласкиты, шонкиниты, малиньиты).

На площади месторождения выделяются четыре рудные залежи, представленные субпараллельными сближенными пластообразными телами железистых кварцитов, переслаивающихся сланцами, гнейсами и гранито-гнейсами.

Рудная залежь I расположена в восточной части месторождения, имеет субмеридиональное простирание и прослежена на 7 км. Мощность рудных тел залежи изменяется от 5 до 43 м. Контакты рудных тел с вмещающими их гранитизированными кристаллическими сланцами четкие и ровные. В отдельных рудных телах отмечаются пропластки кристаллических сланцев, нередко гранитизированных. Рудные тела сложены преимущественно магнетитовыми, роговообманково-магнетитовыми, куммингтонит-магнетитовыми, реже железнослюдковыми кварцитами. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  составляет 25,8%,  $Fe_{магн}$  - 18,2%.

Рудная залежь II протягивается в субмеридиональном направлении на 22 км. Структурными скважинами она вскрыта на глубину 1000-1200 м. Залежь характеризуется стабильным моноклиналильным залеганием и крутым падением под углом 75-87°. Она представлена тремя рудными телами железистых кварцитов:

рудное тело 1 (мощность 7-123 м, в среднем 37 м) сложено железистыми кварцитами куммингтонит-магнетитового и магнетитового состава с прослоями железистых сланцев магнетит-кумингтонитовых и гранат-магнетит-кумингтонитовых;

рудное тело 2 (5-110 м, в среднем 45 м) сложено железистыми кварцитами куммингтонит-магнетитового, магнетитового, реже железнослюдково-магнетитового состава. Они переслаиваются магнетит куммингтонитовыми, гранат-биотит-кварцевыми сланцами;

рудное тело 3 (7-125 м) представлено в основном роговообманково-магнетитовыми железистыми кварцитами, магнетит-биотитовыми и магнетит-роговообманковыми сланцами и пропластками гнейсов и послойных гранитоидов.

Рудные тела отделены друг от друга прослоями безрудных кристаллических сланцев и биотит-кварц-плагноклазовых гнейсов мощностью от 2 до 50 м.

Рудная залежь III длиной 7,4 км расположена в юго-западной части месторождения, имеет падение пластов на запад под углом 78-82° и сложена тремя рудными телами. Наиболее выдержанным является рудное тело 1 мощностью 15-55 м, в среднем - 25 м, которое прослеживается на 6,3 км. Оно сложено куммингтонит-роговообманково-магнетитовыми железистыми кварцитами с маломощными прослоями железистых и кристаллических сланцев гранат-биотитового состава. Среднее содержание  $Fe_{общ}$  в рудах залежи составляет 26,0%,  $Fe_{магн}$  - 17,3%.

Рудная залежь IV длиной около 2,4 км расположена на северном фланге месторождения и перекрыта платформенным чехлом мощностью 55-130 м.

Наиболее крупной является залежь II, включающая 74% всех запасов месторождения; залежи I и III примерно равноценны как по своим параметрам, так и по запасам.

На основе химико-аналитических критериев с учетом минералогопетрографических особенностей и обогатимости выделяются пять типов руд (табл. 196).

Таблица 196  
Минеральные типы железных руд  
Тарыннахского месторождения

Минеральный тип руд	$Fe_{магн}/Fe_{общ}$	Доля в запасах, %
Силикатный	0,35-0,55	7,8
Магнетит-силикатный	0,55-0,75	7,2
Силикатно-магнетитовый	0,75-0,90	74,3
Магнетитовый	0,90 и более	11,2
Гематит-магнетитовый	0,43-0,86	0,5

По химическому составу железные руды месторождения (табл. 197) характеризуются высоким содержанием  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ , составляющих в сумме 80%. Как ценные, так и вредные примеси в минералах и руде отсутствуют. По простиранию и падению залежей отмечаются незначительные изменения минералогического и химического состава руд.

Зона окисления на месторождении пользуется ограниченным распространением - средняя глубина полуокисленных руд до 30 м; на ряде участков она отсутствует. Среднее содержание  $Fe_{магн}$  в них 14%,  $Fe_{общ}$  - 28,1%; доля этих руд в общих запасах по месторождению - 1,5%.

Гидрогеологические условия месторождения определяются в основном абсолютными отметками (до 1200 м), глубиной вреза водотоков, а также наличием многолетнемерзлых пород мощностью до 400 м и количеством осадков до 730 мм в год.

## Химический состав железных пруд Чаро-Токкинского района

Компоненты	Среднее содержание в пробах, %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	45,00	51,70	46,60	43,40	51,40	41,00	43,30	41,40
TiO <sub>2</sub>	0,02	0,45	0,06	0,04	0,05	0,07	0,03	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,35	0,92	1,75	0,51	0,10	0,45	0,30	0,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,91	24,21	26,18	32,60	31,60	22,70	31,97	29,40
FeO	27,65	18,21	17,24	18,70	15,20	25,02	16,52	22,40
MnO	0,52	0,15	0,85	0,09	0,15	0,44	0,12	0,70
MgO	5,13	1,94	2,89	3,38	0,70	4,07	4,97	3,99
CaO	0,29	0,02	1,64	0,52	0,87	3,73	0,55	0,56
Na <sub>2</sub> O	0,07	0,06	0,27	0,05	0,04	0,15	0,06	0,06
K <sub>2</sub> O	0,04	0,06	1,12	0,05	0,01	0,16	0,03	0,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10
П.п.п.	1,81	2,02	0,74	1,36	0,50	1,77	1,71	1,30
Сумма	99,89	99,84	99,44	100,70	100,60	99,86	99,68	100,56
S <sub>общ</sub>	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10
Fe <sub>общ</sub>	34,72	31,09	31,71	37,34	33,92	35,33	35,20	37,97
Fe <sub>магн</sub>	19,53	25,39	27,46	34,19	33,14	23,82	33,54	30,84
Fe <sub>магн</sub> Fe <sub>общ</sub>	0,56	0,82	0,87	0,92	0,98	0,67	0,95	0,81

*Примечание.* 1-5 - кварциты Тарынахского месторождения: 1 - магнетит-силикатный (куммингтонитовый); 2 - силикатно-(куммингтонит-)магнетитовый; 3 - силикатно-(роговообманково-)магнетитовый; 4 - магнетитовый с куммингтонитом; 5 - магнетитовый; 6-7 - кварциты Горкитского месторождения: 6 - магнетит-силикатный (пироксеновый), 7 - магнетитовый с амфиболом; 8 - силикатно-(биотит-амфибол-)магнетитовый кварцит Ималыхского месторождения.

На месторождении установлено три водоносных горизонта: рыхлых четвертичных отложений, осадочных терригенно-карбонатных пород рифея и зоны трещиноватости метаморфических пород, интрузивных образований архея и мезозоя.

Наиболее существенная роль среди рыхлых образований принадлежит водоносному горизонту современных и верхнечетвертично-современных аллювиальных образований, распространенных в долинах р.Кебекта и руч.Александровского. Дебит этого горизонта оценивается в 0,45 л/с, коэффициент фильтрации 4,3 м/сут. Водоносный рифейский горизонт осадочных пород имеет площадное распространение на севере месторождения. На участках проектируемых карьеров этот водоносный горизонт используется весьма ограниченным распространением и самостоятельного значения не имеет.

Водоносная зона трещиноватости метаморфических пород и интрузивных образований имеет повсеместное распространение. Водопроницаемость и водообильность водовмещающих пород весьма неравномерна, что обусловлено степенью и характером трещиноватости, глубиной ее развития; наличием зон дробления, выщелачивания, разрывных нарушений, а также многолетнемерзлых пород.

Расчетные водопритоки в проектируемые карьеры составят от 380 до 400 м<sup>3</sup>/ч

По химическому составу подземные воды месторождения преимущественно натриевые и натриево-кальциевые с минерализацией 0,02-0,07 г/л. Инженерно-геологические условия отработки месторождения определяются наличием многолетнемерзлых пород, которые занимают 25% площади месторождения; мощность их в гольцовых зонах достигает 400 м. Наибольшее влияние этих пород будет сказываться при разработке слабых и в меньшей степени средней крепости пород.

Изучение обогатимости железных руд месторождения выполнено институтами "Механобрчермет", "Механобр", ИМП, ВИМС, ПГО "Запсибгеология" и заводом "Сибэлектросталь" на 1073 малообъемных технологических, 42 лабораторных и 3 укрупненных технологических пробах массой от 150 до 1125 кг. Руды исследованы по одно-, двух- и трехстадиальным схемам мокрой, магнитной сепарации с применением сухой магнитной сепарации в голове процесса и без нее. В результате обоснован выбор схемы обогащения, включающей магнитную сепарацию при крупности дробления 25-0 мм и трехстадиальное измельчение при мокрой магнитной сепарации. Схемы позволяют получить при измельчении до 90-95% класса крупности -0,074 мм высококачественные концентраты с содержанием железа 68,5-70% при извлечении железа 74-78%, пригодные для переработки методами бездоменной металлургии, а при перечистке - концентраты с содержанием железа 71,4-71,9%, пригодные для порошковой металлургии. Концентраты при одностадийном измельчении с содержанием железа 63,5% пригодны для доменного передела.

С целью обоснования постоянных кондиций для подсчета запасов железных руд Тарыннахского месторождения институтами "Гипроруда" и "Механобрчермет" разработано в 1963 г. ТЭО (табл. 198).

Таблица 198

**Основные технико-экономические показатели отработки Тарыннахского месторождения**

Показатели	Способ отработки	
	открытый	подземный
1	2	3
Эксплуатационные запасы по категориям В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> , млн т	1191,0	1394,4
В том числе по категории С <sub>2</sub>	155,1	963,4
Содержание железа в эксплуатационных запасах, %:		
общего	28,59	24,97
магнетитового	22,13	18,71
Производительность предприятия, млн т/год		
по руде	26,4	12,6
по концентрату	8,91	3,64
по щебню	2,0	-
по песку	0,46	-



1	2	3
Показатели обогащения, %:		
содержание железа в концентрате	68,5	68,5
выход концентрата	31,19	26,69
извлечение железа в концентрат	74,73	73,22
Капитальные вложения, млн р.	3136,1	-
Себестоимость 1 т.р.:		
добычи руды	6,0	7,13
концентрата	32,72	43,1
Оптовая цена 1 т концентрата*, р.	35,12	35,12
Прибыль годовая, млн р.	21,4	Убыточно
То же с учетом реализации песка и щебня из хвостов, млн р.	32,6	..
Рентабельность, %	1,0	..
То же с учетом реализации песка и щебня, %	1,5	..

\* Цена согласована с Госкомцен СССР (письмо от 21.10.83 г. № 10-53/3588).

По данным ТЭО ГКЗ СССР утвердила в 1984 г. (протокол 1924-к) следующие параметры постоянных кондиций для открытого способа обработки.

<i>Бортовое содержание <math>Fe_{магн}</math> в пробе и по рудному пересечению, %</i>	10
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5
<i>Для полуокисленных руд:</i>	
<i>    бортовое содержание <math>Fe_{магн}</math> в пробе, %</i>	10
<i>    <math>Fe_{магн}/Fe_{общ}</math></i>	0,3-0,6

ГКЗ СССР в 1984 г. утвердила (протокол 9609) запасы железных руд месторождения (табл. 199).

Таблица 199

**Характеристика запасов железных руд Тарыннахского месторождения\***

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %			
		$Fe_{общ}$	$Fe_{магн}$	$P_2O_5$	S
1	2	3	4	5	6
<b>Рудная залежь I</b>					
$C_1$	84,7 2,0(86,7)	25,2 22,8(25,1)	18,2 12,5(18,1)	0,13 0,13(0,13)	0,08 0,03(0,08)

1	2	3	4	5	6
C <sub>2</sub>	55,2 3,0(58,2)	25,4 28,7(25,6)	18,5 14,4(18,3)	0,13 0,13(0,13)	0,08 0,03(0,08)
<b>Рудная залежь II</b>					
B	258,8 9,2(268,0)	30,3 29,5(30,2)	23,3 15,4(23,0)	0,08 0,08(0,08)	0,13 0,03(0,13)
C <sub>1</sub>	648,1 15,2(663,3)	28,2 28,0(28,2)	21,3 14,4(21,1)	0,08 0,08(0,08)	0,13 0,13(0,03)
C <sub>2</sub>	88,6 1,0(89,6)	26,4 27,3(26,4)	20,0 14,1(19,9)	0,08 0,08(0,08)	0,13 0,03(0,13)
<b>Рудная залежь III</b>					
C <sub>1</sub>	68,6 6,7(75,3)	25,8 28,3(26,0)	17,5 14,8(17,3)	0,09 0,09(0,09)	0,09 0,03(0,09)
C <sub>2</sub>	61,1 2,6(63,7)	25,1 29,0(25,3)	18,0 14,0(17,8)	0,09 0,09(0,09)	0,09 0,03(0,09)
<b>Всего по месторождению</b>					
B	258,8 9,2(268,0)	30,3 29,5(30,2)	23,3 15,4(23,0)	0,08 0,08(0,08)	0,12 0,03(0,12)
C <sub>1</sub>	801,4 24,0(825,4)	27,7 27,6(27,7)	20,6 14,4(20,4)	0,08 0,08(0,08)	0,12 0,03(0,12)
C <sub>2</sub>	205,0 6,5(211,5)	25,7 28,6(25,8)	19,0 14,2(18,8)	0,08 0,08(0,08)	0,12 0,03(0,12)

\* В числителе - для первичных руд, в знаменателе - для полуокисленных, в скобках - в целом для обоих типов руд.

За пределами контура карьера подсчитаны запасы по рудным залежам I, II, III и IV, как не получившие технико-экономической оценки, по категории C<sub>1</sub> в количестве 328,2 млн т с содержанием Fe<sub>общ</sub> 27,8%, Fe<sub>магн</sub> - 20,1%.

Месторождение подготовлено для промышленного освоения, находится в резерве и рассматривается как сырьевая база для строительства Тарыннахского ГОКа для обеспечения железорудным сырьем будущего металлургического комбината на Дальнем Востоке. Основные технико-экономические показатели строительства ГОКа приведены в табл. 187. Кроме железных руд на месторождении утверждены запасы пород вскрыши, пригодных для строительных целей, в количестве 201,3 млн м<sup>3</sup> (протокол 9612).

### *Горкитское месторождение*

Месторождение расположено в 10 км южнее Тарыннахского и протягивается с севера на юг на 19,5 км при ширине 1-3 км. В 1975-1979 гг. на месторождении проведены поисковые и поисково-оценочные работы (Сафонов А.М., Каныгин Л.И., Душин А.Н. и др., 1980), а в 1979-1980 гг. - предварительная разведка (Каныгин Л.И., Душин А.Н., Саленков Л.Е. и др., 1984).

Месторождение сложено глубокометаморфизованными вулканогенно-осадочными породами темулякитской и тарыннахской свит борсалинской серии (см.рис. 143). Магматические и метасоматические образования на месторождении представлены серпентинитами, гранитами и мигматитами. В составе тарыннахской свиты на месторождении, как и на Тарыннахском, выделяются три подсвиты.

Подрудная подсвита мощностью более 120 м представлена переслаиванием турмалинсодержащих биотит-кварц-плагиоклазовых, эпидот-плагиоклаз-кварцевых и амфиболовых сланцев, слюдястых кварцитов с турмалином, микрогнейсов и мигматитов. В ней широко развиты диафориты, катаклазиты и милониты.

Рудная подсвита сложена тремя рудными и двумя межрудными пачками, из которых наиболее крупной и продуктивной является вторая рудная пачка.

Первая рудная пачка мощностью 62 м прослеживается только в северной части месторождения, не выдержана по простиранию и падению. В ее составе выделяются до четырех рудных тел железистых кварцитов, разделенных безрудными прослоями кварц-полевошпат-хлоритовых, кварц-полевошпат-слюдястых, иногда с гранатом, турмалином кристаллических сланцев.

Вторая рудная пачка мощностью 16-150 м прослежена по всему месторождению и содержит 95-96% всех запасов железных руд. Пачка включает 1-3 тела железистых кварцитов, представленных преимущественно амфибол-магнетитовыми, хлорит-магнетитовыми и магнетитовыми разностями. В незначительных количествах встречаются магнетит-силикатные железистые кварциты.

Третья рудная пачка встречена только в южной части месторождения и представлена роговообманково-магнетитовыми и роговообманково-биотит-магнетитовыми железистыми кварцитами, мощность ее не превышает 30 м. Надрудная подсвита представлена толщей однообразных по составу биотитовых и биотит-амфиболовых гнейсов.

На месторождении установлены две рудные залежи - Восточная и Западная.

Восточная рудная залежь прослежена геофизическими и горно-буровыми работами на 18,6 км; характеризуется простым строением. На всем протяжении она имеет моноклинальное залегание с падением пород от вертикального в северной части месторождения до крутого ( $75-85^{\circ}$ ) восточного на юге. Мощность залежи на юге уменьшается с 150-200 до 50-60 м. Руды залежи представлены в основном магнетитовыми и силикатно-магнетитовыми кварцитами.

Западная рудная залежь прослежена геофизическими и горными работами на протяжении более 6 км. Она представлена переслаиванием пластов сланцев, гнейсов и железистых кварцитов, многие из которых из-за малых размеров практического значения не имеют. Простирание залежи субмеридиональное, падение крутое ( $80-85^{\circ}$ ) от западного на севере до восточного на юге. Основные запасы залежи приурочены ко второй рудной пачке, которая состоит из двух рудных тел общей мощностью на севере 140-155 м, к югу ее мощность уменьшается до 35 м.

Выше 90% запасов Западной залежи сосредоточены в ее северной части и представлены в основном силикатно (пироксен, амфибол)-магнетитовыми и магнетитовыми разностями кварцитов.

Максимальная глубина подсечения рудных залежей месторождения 600 м, по данным объемного математического моделирования [89] глубина распространения оруденения оценивается в 1,5-1,6 км.

На месторождении развиты магнетитовые, силикатно-магнетитовые (куммингтонит-магнетитовые, биотит-магнетитовые, роговообманково-магнетитовые, актинолит-магнетитовые, пироксен-магнетитовые, гранат-пироксен-магнетитовые), магнетит-силикатные разности кварцитов. Мартит-магнетитовые кварциты встречаются в приповерхностных частях залежей. На участках гранитизации и зон смятия распространены гранитизированные и диафорированные их разности.

Главными минералами железистых кварцитов являются кварц, магнетит, куммингтонит, роговая обманка; второстепенными - пироксен, гранат, актинолит, рибекит, хлорит, железная слюдка, мартит, карбонаты, биотит, тальк, полевые шпаты; аксессуарными - апатит, ильменит, турмалин. Руды средне- и мелкозернистые (размер зерен магнетита 0,1-0,8 мм). Химический состав руд приведен в табл. 197.

Гидрогеологические и горно-технические условия отработки месторождения более сложные, чем на Тарыңнахском месторождении. Расчетный водоприток в карьер составит 3320 м<sup>3</sup>/ч, с учетом ливневых вод может достигать 9200 м<sup>3</sup>/ч. При глубине карьера более 100 м возможно увеличение водопритока за счет р.Имальк.

Исследования обогатимости руд выполнены на семи лабораторных технологических пробах. Проведенными исследованиями доказано, что 80% запасов железных руд месторождения являются легкообогатимыми, и их переработка возможна по схемам сухой и мокрой магнитной сепарации с конечным измельчением руд до 90-95% класса крупности -0,074 мм. При содержании железа в пробах от 27,4 до 31,4% методом магнитной сепарации получены концентраты с содержанием железа 64,2-67,8% при извлечении его 75,1-84,7% и выходе концентратов 31,3-40,1%.

Подсчет запасов в контурах открытых работ произведен по временным кондициям, утвержденным ЦКЗ Минчермета СССР (письмо ВВ-17971), а для подземной добычи - ГКЗ СССР (протокол 1547-к).

<i>Бортовое содержание Fe<sub>магн</sub> в пробе, %</i>	12
<i>Минимальная мощность рудных и максимальная мощность безрудных тел, включаемых в подсчет запасов, м</i>	5

ГКЗ СССР в 1981 г. (протокол 8694) утвердила предварительно разведанные запасы железных руд месторождения (табл. 200).

Таблица 200

Характеристика запасов железных руд Горкитского месторождения

Категория запасов	Залежь, участок	Запасы, млн т	Среднее содержание, %			
			Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
1	2	3	4	5	6	7
<b>Для открытых работ</b>						
С <sub>1</sub>	Восточная	680,0	29,2	22,1	-	-
	Западная	179,8	28,3	23,9	-	-
	Нижне-Горкитский	111,3	28,3	18,9	-	-
	Итого	971,1	29,0	22,1	0,05	0,08

1	2	3	4	5	6	7
С <sub>2</sub>	Восточная	62,7	27,7	22,0	-	-
	Западная	28,3	28,6	22,5	-	-
	Нижне-Горкитский	7,1	30,1	19,0	-	-
	Итого	98,1	28,1	21,9	0,05	0,08
<b>Для подземных работ</b>						
С <sub>2</sub>	Восточная	489,6	28,6	21,5	-	-
	Западная	210,7	28,0	24,1	-	-
	Нижне-Горкитская	144,0	29,0	20,1	-	-
	Итого	844,3	28,5	21,9	0,05	0,08
	Всего	1913,5	28,3	22,0	0,05	0,08

Институт "Гипроруда" в 1984 г. обосновал на базе запасов Горкитского месторождения возможность строительства ГОКа производительностью 23 млн т сырой руды и 7,55 млн т товарной руды в год.

### *Ималыкское месторождение*

Месторождение расположено в 5-8 км к северо-западу от Горкитского в бассейне р.Ималык, в неглубоко опущенном блоке современной морфоструктуры, частично перекрытом отложениями платформенного чехла.

Общая протяженность месторождения 6,4 км при ширине 1-3,5 км.

На месторождении в 1975-1980 гг. проведены поисковые и поисково-оценочные работы (Сафонов А.М., Каньгин Л.И., Душин А.Н. и др., 1980). Практически все крупные магнитные аномалии вскрыты с поверхности горными выработками, а рудные тела подсечены одной или несколькими скважинами по профилям через 300-600 м и по падению вскрыты до глубины 400-500 м.

Месторождение связано с породами борсалинской серии верхнего архея, метаморфизованными в условиях высокотемпературной ступени амфиболитовой фации с широким проявлением ультраметаморфизма.

В пределах месторождения рудные тела и вмещающие их кристаллические образования частично перекрыты осадочной толщей верхнего протерозоя и четвертичными отложениями мощностью от 0,5 до 31,5 м и более.

Кристаллический фундамент на месторождении сложен сложноскладчатыми супракрустальными образованиями тарыннахской свиты борсалинской серии. Последние сложнодислоцированные, в различной степени гранитизированы и прорваны разновозрастными интрузиями разного состава.

Преобладают биотит-амфиболовые и амфиболовые гнейсы и кристаллические сланцы, в подчиненном количестве - гранат-биотитовые, силлиманитовые гнейсы, пироксеновые и пироксен-амфиболовые кристаллические сланцы. Породы интенсивно гранитизированы с образованием биотитовых и биотит-амфиболовых гранито-гнейсов.

На месторождении отмечаются многочисленные пластовые тела верхнепротерозойских метаультрабазитов субмеридионального простирания и более мелкие линзы широтного и северо-западного простирания, подчеркивающие направления главных и второстепенных зон разломов.

Интрузивные образования мезозойского возраста локализованы к северо-восточной части месторождения в виде массива щелочных сиенитов и сиенит-порфиров жильной фации, изредка рассекающих рудные залежи.

В результате исследований, проведенных ВИМСом в 1978-1979 гг. по стратиграфии железорудной толщи Чаро-Токкинского района, была установлена приуроченность железистых кварцитов к двум стратиграфическим горизонтам тарынахской свиты (Голивкин Н.И., Ефремов Д.М., Медведовский С.Я. и др., 1980).

В структурном отношении месторождение приурочено к сложному северному замыканию синклинальной структуры второго порядка, которая осложнена сбросово-надвиговой тектоникой. В пределах месторождения выделяются две субмеридиональные, открытые к югу синклинальные складки третьего порядка - Западная и Восточная, каждая из которых усложнена складками более высоких порядков. Складки с юга ограничены разломами северо-восточного простирания и интрузией гранитоидов.

Западная часть месторождения по геолого-геофизическим данным представляет собой синклинальную складку протяженностью 3 км при ширине в центральной ее части 700 м. Крылья структуры довольно уверенно картируются по выходам железистых кварцитов, объединяемых в рудные тела 3, 5 и 4. Этой структуре соответствует эллипсоидная гравитационная аномалия интенсивностью около 4 мГл с эпицентром в центральной части структуры.

Восточная часть месторождения представлена серией линейных изоклинальных сжатых складок, в ядрах и на крыльях которых последовательно с востока на запад размещены рудные тела 7, 1 и 2.

Структура месторождения усложнена разновозрастными, разноориентированными разломами с зонами расщепления. Разломы ограничивают месторождение с запада и востока, разбивают его на несколько блоков.

На площади около 22 км<sup>2</sup> выделяется серия сближенных рудных тел протяженностью от первых сотен метров до 1,5 км при мощности от первых метров до 250 м. Простирание рудных тел в основном субмеридиональное, падение под углом 80-85°. В разрезе выделяется от одного до семи пластов (тел, залежей) железистых кварцитов, разделенных гранитизированными кристаллическими сланцами, гнейсами.

Максимальная глубина нижней границы руд по данным геофизических исследований (Кудрявцев В.А. и др., 1978, 1980; Стогний В.В., 1979) и математическому моделированию составляет почти 2500 м [89, 147].

Наиболее изучены рудные тела 1, 2, 4 и 7.

Руды месторождения представлены пироксен-магнетитовыми, куммингтонит-гиперстен-магнетитовыми, роговообманково-куммингтонит-магнетитовыми, магнетитовыми с пироксенами и амфиболами, иногда гематит-магнетитовыми кварцитами. Названные типы руд различаются минеральным составом, текстурно-структурными особенностями, химическим составом. Между всеми разновидностями руд существует тесная пространственная связь, выражающаяся в переслаивании разных типов в разрезе и переходах их между собой. Первые три разновидности руд имеют преимущественное развитие на месторождении и на их долю приходится 80% от всего объема рудных тел.

Среди железистых кварцитов отмечаются прослои мощностью от 0,1 до 15 м полосчатых, реже вкрапленных магнетитовых, карбонат-магнетитовых, иногда с амфиболом, пиритом и магнетит-карбонатных богатых руд. Химический состав руд приведен в табл. 197.

Таблица 201  
Характеристика запасов железных руд  
Ималыкского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т	Среднее содержание, %			
		Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
Для открытых работ					
C <sub>2</sub>	215,5	27,9	21,8	0,04	0,09
Для подземных работ					
C <sub>2</sub>	497,9	28,8	22,6	0,04	0,09
Всего	713,4	28,5	22,4	0,04	0,09

Исследования обогатимости руд выполнены на шести лабораторных пробах с содержанием Fe<sub>общ</sub> 27,2-38,2%. Методом мокрой магнитной сепарации получены концентраты с содержанием железа 66,7-70,7% при извлечении железа 70,8-92% и выходе концентрата 29,5-41,5%.

По показателям обогащения руды месторождения относятся к одним из самых лучших в Чаро-Токкинском районе.

ГКЗ СССР в 1981 г. (протокол 8694) утвердила предварительно оцененные запасы

железных руд месторождения, подсчитанные по временным кондициям для руд Горкитского месторождения (табл. 201).

Прогнозные ресурсы месторождения до глубины 500 м могут оцениваться в 1,3 млрд т (Голивкин Н.И. и др., 1980, 1984).

### 8.1.3. Сутамский железорудный район

Район расположен в южной части Алданского шита, в среднем течении р.Сутам в 130-250 км к востоку от железнодорожной станции Нагорная. В экономическом отношении район не освоен, отсутствуют населенные пункты и транспортные пути (см.рис. 137).

Впервые Сутамский район как железорудный выделен в конце 50-х годов (А.А.Каденский, 1955, 1960). В 1966 г. была дана первая прогнозная оценка района - 0,5 млрд т (В.А.Перваго), в 1978 г. - 3,2 млрд т (Р.Н.Ахметов, И.М.Фрумкин), в 1982 г. - 3,3 млрд т (Г.Н.Константинов), в 1983 г. - 2,9 млрд т (В.А.Кудрявцев) и 2,3 млрд т (Р.Н.Ахметов, В.Г.Витенко). Это позволило выдвинуть район в число первоочередных объектов для определения минерального потенциала зоны БАМ. Последовавшие в 1983 г. геофизические и поисковые работы ПГО "Якутскгеология" подтвердили эту оценку.

Сутамский железорудный район приурочен к одноименному блоку нижнеархейских образований, который ограничивается на юге Становым, на востоке - Сеймским разломами; на западе и севере - Давангра-Хугдинским и Ачугей-Нуямским грабенами, выполненными терригенными отложениями протерозоя и мезозоя.

Сутамский блок сложен породами гидатской серии нижнего архея, в составе которой выделяются нельгуйская, сеймская и юкчинская свиты. Нельгуйская свита видимой мощностью несколько тысяч метров представлена лейкократовыми пироксеновыми гнейсами и плагиогнейсами с мало-

мощными прослоями магнетитсодержащих двупироксен-плагиоклазовых кристаллических сланцев с содержанием магнетита 5-10%.

Сеймская (рудоносная) свита мощностью 3500 м сложена гранатовыми плагиогнейсами и гранулитами с пачками полевошпатовых, гранатовых и графит-гранатовых кварцитов, прослоями гранат-кордиеритовых, графит-гранатовых гнейсов, пироксен-плагиоклазовых, роговообманково-пироксен-плагиоклазовых кристаллических сланцев. В нижней части свиты залегает железорудный горизонт мощностью от 5 до 90 м, сложенный гиперстен-магнетитовыми и магнетитовыми кварцитами (сутамский ГПТ). Реже встречаются гранат-гиперстен-магнетитовые, гранат-магнетитовые кварциты.

Юктинская свита мощностью 2000-3000 м распространена локально и сложена пироксеновыми, эклогитоподобными кристаллическими сланцами, диопсидовыми гнейсами с многочисленными прослоями биотит-гранатовых гнейсов, кварцитов, реже кальцифиоров.

Высокотемпературный региональный метаморфизм нижнеархейских толщ Сутамского блока обусловил высокое качество железных руд (рудный минерал представлен средне- и крупнозернистым магнетитом) и хорошую обогатимость.

Кроме супракрустальных толщ в Сутамском районе широко развиты интрузии архейских гранитоидов, габбро-диоритов, перидотитов, пироксени-тов, а также мезозойских гранодиоритов.

В пределах Сутамского района известен ряд опоскованных месторождений, не получивших геолого-экономической оценки: крупные - Дудинское (Олимпийское) и Ампардахское; средние и мелкие - Ягиндя, Кавыкуя-Гидатское, Верхнехудучинское, Худучинское, Субтугутурское, Дауркачанское и другие с суммарными прогнозными ресурсами около 3 млрд т (до глубины 500 м), в том числе около 1 млрд т приходится на Дудинское месторождение.

Дудинское месторождение расположено в центре железорудного района в 190 км восточнее железнодорожной станции Нагорная, в 140 км севернее станции Дипкун. В 100 км восточнее месторождения находится крупный Токинский угленосный район с коксующимися углями. Месторождение локализовано в сеймской свите нижнего архея. Структура рудного поля месторождения рассматривается как сложная синклиналь. В ее северной и центральной частях пласты магнетитовых кварцитов образуют две субпараллельные зоны. Месторождение р.Сутам разделяется на два участка - Правобережный и Левобережный. Промышленный интерес представляют семь рудных тел на Правобережном и шесть - на Левобережном участках. Мощность рудных тел колеблется от 20 до 52 м при средней 30 м. Рудные тела месторождения сложены среднезернистыми гиперстен-магнетитовыми кварцитами полосчатой, грубополосчатой и массивной текстуры. По простирацию они иногда фациально переходят в магнетит-гиперстеновые кристаллические сланцы. Местами полосчатость в рудной залежи обусловлена чередованием магнетитовых кварцитов и богатых магнетитовых руд. Изредка в магнетитовых кварцитах наблюдаются маломощные (до 30 см) линзы апатит-магнетитового состава. Иногда богатые магнетитовые и апатит-магнетитовые руды слагают мелкие тела неправильной формы, секущие метаморфическую полосчатость пород, но локализованных в пределах пластов магнетитовых кварцитов.

Магнетитовые кварциты Сутамского района характеризуются содержанием  $Fe_{общ}$  от 15,3 до 47,8%,  $Fe_{магн}$  от 7,3 до 40,2%; вредные примеси



практически отсутствуют. Содержание  $Fe_{общ}$  в богатых рудах составляет 49,04-64,79%,  $Fe_{магн}$  - 39,1-51,2%; S - не более 0,15%,  $P_2O_5$  - 0,2%.

Минеральный состав железных руд весьма простой. Главными минералами в железистых кварцитах являются кварц, магнетит, гиперстен; отмечаются диопсид, гранат, реже роговая обманка и плагиоклаз. В богатых рудах главный минерал - магнетит, остальные перечисленные выше минералы могут встречаться как второстепенные.

По схеме мокрой магнитной сепарации из исходной руды с содержанием железа 28,13-38,96% при измельчении до класса крупности -0,074 мм получены концентраты с содержанием железа 70,26-72% при извлечении его в концентрат 68,6-97% и выходе последнего 27,1-54,25% [49, 50].

Изучение магнетита железных руд Сутамского района показало, что его состав приближается к стехиометрическому (В.А.Кудрявцев и др., 1986), а содержание примесей не препятствует возможности производства из сутамских руд металлизированных окатышей с переделом их электроплавкой.

Значительные прогнозные ресурсы железных руд (3 млрд т), концентрация трети этих ресурсов на одном месторождении, существенно магнетитовый состав, высокая раскристаллизованность и чистота состава магнетита, хорошая обогатимость руд - все это позволяет считать Сутамский район весьма перспективным на железорудное сырье, пригодное для прогрессивных методов металлургического его передела.

## 8.2. Амурская область

Территория Амурской области входит в состав Дальневосточной железорудной провинции (рис. 144) и занимает ее крайнюю западную часть. Первые сведения о железных рудах Амурской области относятся к 1936-1941 гг. (П.В.Некрасов, О.А.Садовский, М.М.Михайлов, В.Н.Твердолит, В.Т.Дитмар, В.Я.Прозоров). В последующие годы значительный вклад в изучение железорудной базы Амурской области внесли Л.И.Завьялова, В.В.Кучук, Ю.И.Золотарев, Н.В.Доськов, А.П.Кисец, Е.В.Егоров, Н.И.Массеров, Г.Т.Парамонов, Н.С.Яковенко, Г.Г.Игнатьев, Н.В.Иванов, М.В.Павленко, П.П.Филиппов, Т.А.Милай, П.А.Сушков, И.Л.Абрамович, Л.В.Терещенко, В.А.Сысоев, А.Н.Гагаев, Г.Н.Новохатько, А.А.Иванов, А.А.Ельянов, Н.Г.Карсакова и другие, давшие оценку многочисленным проявлениям же-

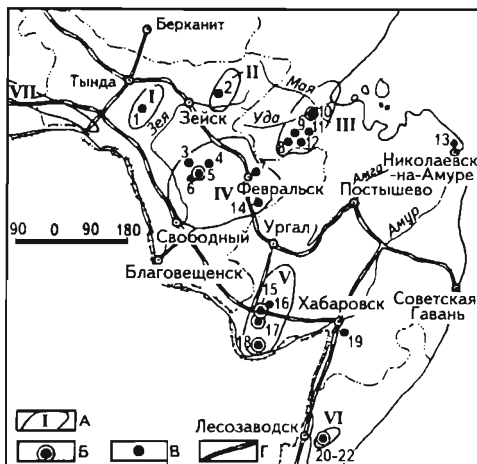


Рис. 144. Схема размещения рудных районов, месторождений и рудопроявлений Дальневосточной железорудной провинции

А - железорудные районы: I - Золотогорский, II - Бомнакский, III - Удско-Селемджинский, IV - Зее-Селемджинский, V - Мало-Хинганский, VI - Уссурийский, VII - Ларбинский; Б - месторождения: 5 - Гаринское, 10 - Мильканское, 15 - Кимканское и Сутарское, 17 - Костеньгинское, 18 - Южно-Хинганское, 20 - Липовское, 21 - Таловское, 22 - Смольно-Долинское; В - рудопроявления: 1 - Золотогорское, 2 - Сиваканское, 3 - Партизанское, 4 - Лебедихинское, 6 - Имчиканское, 7 - Селемджинское, 8 - Курумское, 9 - Гербижанское, 11 - Галамское, 12 - Итматинское, 13 - Николаевское, 14 - Кайкойское, 16 - Теплозерское, 19 - Хещирское; Г - железные дороги

лезных руд (Пионерское, Сиваканское, Селемджинское, Лебедихинское, Гаринское, Кайкойское, Красиловское, Хоргочинское, Агинканское и другие) [26].

Научно-исследовательские работы проводили сотрудники геологических отрядов ДВИМСа, ВИМСа, СНИИГГиМСа, АмурКНИИ, ДВО АН СССР и других организаций: Г.И.Архипов, Е.А.Панских, Г.С.Нечкин, С.С.Зимин, И.И.Коноплев, В.Н.Завойский, В.М.Кастрыкина, В.А.Кудрявцев, Р.В.Терехова, Г.Н.Константинов, М.В.Тимофеева, В.В.Крылов, О.И.Тарасевская, О.С.Красовская, Н.Н.Воллосович и др. [49, 50].

В результате всех исследований на территории Амурской области выделены железорудные районы: Золотогорский, Бомнакский, Зее-Селемджинский и Ларбинский (см. рис. 144).

### **8.2.1. Зее-Селемджинский железорудный район**

Район расположен между реками Амур на западе и Зeya и Буря на востоке, на юге ограничен широтой г.Свободного, на севере - предгорьями хребта Джагды. Площадь района (63 тыс.км<sup>2</sup>) полностью покрыта геологической съемкой масштабов 1:200000 и частично 1:50000, на 75% - аэромагнитной съемкой масштабов 1:50000 - 1:25000.

В состав района входит детально разведанное Гаринское месторождение с запасами 388,8 млн т по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, Имчиканское, Лебедихинское и Каменушинское рудопроявления, а также ряд перспективных площадей (Селемджинская, Кайкойская, Глубокинская, Альдиканская и др.) и магнитных аномалий (Новая, Усть-Гаринская и др.) с общими прогнозными ресурсами скарново-магнетитовых руд в количестве 2590 млн т (см.табл. 186).

В геолого-структурном отношении район приурочен к Октябрьскому блоку протерозойско-кембрийских образований Буреинского массива.

#### ***Гаринское месторождение***

Месторождение находится в Мазановском административном районе в 150 км северо-восточнее г.Свободный и в 65 км к югу-западу от трассы БАМ. Открыто оно в 1949 г. с помощью аэромагнитной съемки (В.В.Кучук и Л.И.Завьялова) Дальневосточной аэромагнитной экспедицией Восточного геофизического треста. С 1950 по 1955 г. месторождение разведывалось Гаринской экспедицией Дальневосточного геологического управления (Кисец А.П., Егоров Е.В., Массеров Н.И., 1957).

Геологические особенности, зональность и морфология оруденения, метасоматические процессы детально исследовались Г.С.Нечкиным (1965, 1972 гг.).

Гаринское месторождение отнесено к типу месторождений сложного генезиса (от вулканогенно-осадочного до метасоматического скарнового). Сложено оно толщей метаморфических пород протерозой-нижнекембрийского возраста, заключенной среди широко развитых в районе интрузивных образований габбрового и гранитного состава. В пределах метаморфической толщи выделяются две свиты: королевская и рудоносная (рис. 145).

В сложении королевской свиты участвуют переслаивающиеся между собой кварцево-серицитовые (иногда графитистые), серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые, кварц-слюдистые и другие сланцы; метаморфизованные песчаники, кварциты, кристаллические известняки и рассланцованные эф-

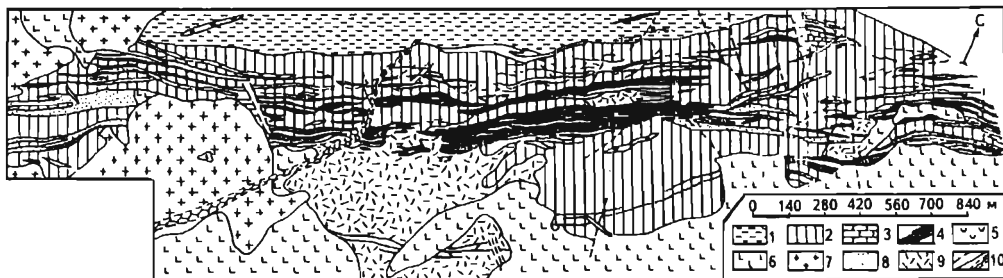


Рис. 145. Схематическая геологическая карта Гаринского железорудного месторождения (по А.П.Кисцу, 1957)

**Верхний протерозой (PR<sub>2</sub>):** 1 - королевская свита - кварцитовидные, кварц-серицитовые (иногда графитистые), хлорит-альбитовые, хлорит-серицит-альбитовые сланцы, 2-4 - рудоносная свита: 2 - полосчатые и массивные кварц-альбитовые, амфибол-альбитовые, эпидот-амфибол-альбитовые, иногда с гранатом, известковистые и другие породы, 3 - мраморизованные известняки, мраморы, 4 - магнетитовые руды; 5 - дайки диабазов, диоритовых и диабазовых порфиритов; 6 - габброидные породы; 7 - граниты; 8 - гранатовые, пироксен-гранатовые, пироксеновые скарны; 9 - скарноподобные породы; 10 - разрывные нарушения и зоны дробления

фузивные породы. Видимая мощность свиты составляет 4-5 км (к этой свите приурочены колчеданные руды Каменушинского рудопроявления).

Рудоносная свита, залегающая с небольшим угловым несогласием на породах королевской свиты, представлена переслаивающимися между собой рассланцованными и массивными альбитовыми, амфибол-альбитовыми и известково-альбитовыми породами, магнетитовыми рудами и реже кристаллическими известняками. Видимая мощность свиты порядка 1000-1200 м.

В пределах месторождения породы рудоносной свиты подвергались контактовому метаморфизму, и некоторая часть их превращена в скарны и скарноподобные породы. Они протягиваются в виде довольно широкой полосы (до 1,5 км) в северо-восточном направлении на расстояние около 4 км, ограничиваясь на флангах интрузиями габброидов и гранитов.

В структурном отношении месторождение представляет собой синклиналиальную складку северо-восточного простирания, осложненную многочисленными нарушениями, южное крыло которой в значительной своей части уничтожено изверженными породами.

На месторождении до глубины 500 м разведано в основном северное крыло синклиналиальной складки. Протяженность рудной полосы здесь составляет 4 км при ширине от 5 до 450 м. В рудной полосе выделяются Центральный (1600x2400 м), Восточный (850x225 м) и Западный (1500x185 м) участки, в пределах которых выявлено 56 рудных тел.

Рудные тела месторождения представляют собой согласные, в общем довольно выдержанные, крутопадающие (от 70 до 80°) пластообразные и реже линзообразные залежи с размерами по простиранию от 80 до 1500 м, по падению до 500 м, мощностью от 2 до 49 м. Благодаря близкому расположению друг к другу залежи образуют три рудных пачки, занимающие определенное положение в разрезе рудоносной свиты.

Наиболее крупной, заключающей в себе около 75% запасов месторождения, является верхняя пачка, которая прослеживается в южной части

месторождения среди массивных зеленокаменных пород с небольшими перерывами на протяжении около 2900 м по простиранию при мощности от 50 до 200 м (в среднем 100 м). В пределах пачки насчитывается 24 рудных тела средней мощностью от 1,6 до 49 м и протяженностью от 80 до 1500 м.

Средняя пачка, прослеживающаяся на расстояние около 1200 м, объединяет пять рудных тел протяженностью от 100 до 1200 м и средней мощностью 6,4-14,4 м. Мощность всей пачки в целом достигает 61 м, в среднем 29,7 м.

Нижняя пачка объединяет 25 рудных тел длиной от 60 до 1400 м и мощностью в среднем 12 м; она прослеживается по простиранию на 3200 м и характеризуется средней мощностью около 85 м.

Основным минералом в рудах месторождения является магнетит, который в зоне окисления (мощностью до 20 м) подвергается мартитизации. Заметным распространением в рудах пользуется пирит, встречающийся обычно в виде гнезд, прожилков, струйчатых выделений и рассеянной вкрапленности; в незначительных количествах встречаются халькопирит, сфалерит, галенит, халькозин, пирротин, молибденит, борнит, ковеллин. Из нерудных минералов наибольшим развитием пользуются амфибол, альбит, гранат и кальцит.

На месторождении выделяются три типа руд: магнетитовые, магнетит-гематитовые и валунчатые. Последние два типа имеют очень ограниченное распространение и не представляют промышленного интереса.

Магнетитовые руды по содержанию железа разделяются на три сорта: богатые ( $Fe > 50\%$ ) - 37% запасов; среднего качества ( $Fe$  от 30 до 50%) - 50% запасов и бедные ( $Fe$  от 20 до 30%) - 9% запасов. Богатые руды разделяются на малофосфористые ( $P_2O_5$  менее 0,15%); фосфористые ( $P_2O_5$  0,15-0,5%) и сильнофосфористые ( $P_2O_5$  0,5-6%).

Богатые руды и руды среднего качества часто переслаиваются и смеяют друг друга по простиранию и падению.

Бедные руды распространены главным образом в юго-западной части Центрального участка месторождения на продолжении верхней рудной пачки.

Средний химический состав руд, %:  $Fe_{общ}$  - 41,7;  $SiO_2$  - 19,92;  $Al_2O_3$  - 5,26;  $CaO$  - 9,17;  $MgO$  - 2,38;  $MnO$  - 0,34;  $TiO_2$  - 0,38;  $K_2O+Na_2O$  - 0,93;  $S$  - 1,13;  $P$  - 0,21.

Гидрогеологические условия месторождения являются сравнительно простыми и не будут препятствовать ведению горно-эксплуатационных работ. Они определяются наличием трех водоносных горизонтов: трещинные воды изверженных пород (дебиты 0,009-0,58 л/с); воды метаморфических пород королевской и рудоносной свит (дебиты 0,05 м<sup>3</sup>/ч, при пересечении тектонических зон до 0,37-0,54 м<sup>3</sup>/ч) и воды аллювиальных и делювиально-элювиальных отложений (дебиты до 0,5-1,0 л/с).

Из-за сильной заболоченности местности атмосферные осадки и подземные воды слабо дренируются местной гидрографической сетью. При проходке горных выработок (глубина выработок 11-31 м) по верхней части рудоносной толщи максимальные притоки составляли 0,26-6,5 м<sup>3</sup>/ч.

Подземные и поверхностные воды района относятся преимущественно к гидрокарбонатно-кальциевым, реже к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевым с минерализацией от 60 до 460 мг/л.

Другими источниками водопритоков в горные выработки может стать р.Гарь, которая, образуя излучину, подходит к месторождению, что может привести к фильтрации ее вод в горные выработки, особенно в открытые.

Инженерно-геологические исследования на месторождении не проводились.

Изучение обогатимости железных руд Гаринского месторождения выполнено в 1954 г. институтом "Уралмеханобр" на 14 пробах массой от 200 до 4000 кг, характеризующих все сорта руд как зоны окисления, так и его глубоких горизонтов.

В результате испытаний установлено, что богатые руды после их дробления и агломерации при содержании фосфора свыше 0,15% (фосфористые руды) могут быть использованы в доменном процессе для выплавки литейных чугунов, а при содержании фосфора менее 0,15% (малофосфористые руды) - выплавки передельных чугунов; при этом содержание серы (при агломерации) снижается до 0,05%.

Для выплавки передельных чугунов богатые фосфористые руды требуют дробления до 0,2-0 мм и мокрой магнитной сепарации (для снижения фосфора до кондиционного), а затем уже спекания полученных концентратов. Содержание железа в концентратах после спекания будет около 67% и фосфора от 0,03 до 0,12%. Выход концентрата составит 78%, извлечение железа в концентрат - 90-95%. При обогащении бедных руд и руд среднего качества по схеме, включающей измельчение руды до 0,2-0 мм и мокрую магнитную сепарацию с перечисткой, были получены концентраты с содержанием железа до 61-65% и фосфора 0,03-0,12%; извлечение железа в концентрат составляет 73-87%. После агломерации такие концентраты могут быть использованы в доменном процессе для выплавки передельных чугунов.

Руды не являются природно-легированными, но обладают повышенной основностью (около 0,5), которая может быть реализована в случаях возможности использования богатых разновидностей в естественном виде (с шихтовкой их с малофосфористыми концентратами) либо после неглубокого обогащения. Таким путем может быть достигнута экономия на подготовке руд и использованы выгоды от их природной основности. Для подсчета запасов железных руд были использованы кондиции, утвержденные в 1954 г. Техническим управлением Минчермета СССР.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в рудах, требующих обогащения, %</i>	20
<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> для руд, не требующих обогащения, при содержании фосфора не свыше 0,15, %</i>	50
<i>Минимальная мощность рудного тела, м</i>	2
<i>Максимальная мощность безрудных прослоев, включаемых в подсчет запасов, м</i>	1
<i>Допускается включать в подсчет запасов прослой некондиционных руд различной мощности при условии сохранения кондиционного содержания на пачку мощностью 10 м.</i>	

Запасы руд с содержанием железа 15-20% отнести к забалансовым. ГКЗ СССР в 1957 г. (протокол 2196) утвердила запасы месторождения (табл. 202).

## Характеристика запасов полезных руд Гаринского месторождения

Категория запасов	Запасы, млн т*	Среднее содержание, %		
		Fe	S	P
<b>Балансовые:</b>				
A	22,5 11,9	42,7	1,14	0,22
B	61,3 31,9	43,2	1,19	0,21
C <sub>1</sub>	127,7 38,4	40,8	1,10	0,21
A+B+C <sub>1</sub>	211,5 82,2	41,7	1,13	0,21
C <sub>2</sub>	177,3	40,8	-	-
<b>Забалансовые:</b>				
A	6,9	18,0	1,42	0,26
B	12,6	18,1	1,06	0,33
C <sub>1</sub>	35,5	18,7	0,78	0,18
A+B+C <sub>1</sub>	55,0	18,5	0,92	0,22

\* В знаменателе - запасы, утвержденные ГКЗ СССР.

Месторождение подготовлено к промышленному освоению и находится в резерве.

Согласно ТЭО строительства металлургического комбината на Дальнем Востоке, разработанному в 1988 г. институтами "Гипроруда", "Уралгипроруда", "Гипрометз" (см.табл. 187), на базе Гаринского месторождения возможно строительство одноименного ГОКа с годовой производительностью по сырой руде 7,0 млн т и по товарной - 2,93 млн т.

### 8.2.2. Ларбинский железорудный район

Ларбинский район расположен в 75 км к северо-западу от г.Тында, в 4-8 км южнее БАМ на участке между станциями Ларба, Хорогочи и Бельенькая (рис. 146). Район характеризуется низко- и среднегорным рельефом с плохой обнаженностью.

Первые сведения о железистых кварцитах связаны с геолого-съемочными и поисковыми работами ПГО "Дальгеология" (Милай Т.А. и др., 1959; Сушков П.А., 1960; Абрамович Ш.Л., 1961; Терещенко Л.В., 1965). В 1982 г. в районе были возобновлены поисковые работы. Площадь Ларбинского района покрыта геологическими, аэромагнитными и наземными магнитными съемками масштабов 1:200000-1:50000 (Сокол Н.И., 1977), а по отдельным участкам масштаба 1:10000. В 1978-1980 гг. проведено аэрофотогеологическое картирование масштаба 1:50000 (Ельянов А.А. и др., 1981) и выявлены новые проявления железных руд (Лумбир, Агинкан, Бурпала и др.).

В геологическом отношении Ларбинский район подразделяется на две части: северную и южную. На севере находится Верхнеларбинский выступ (блок) нижнеархейского кристаллического фундамента, с юга он об-

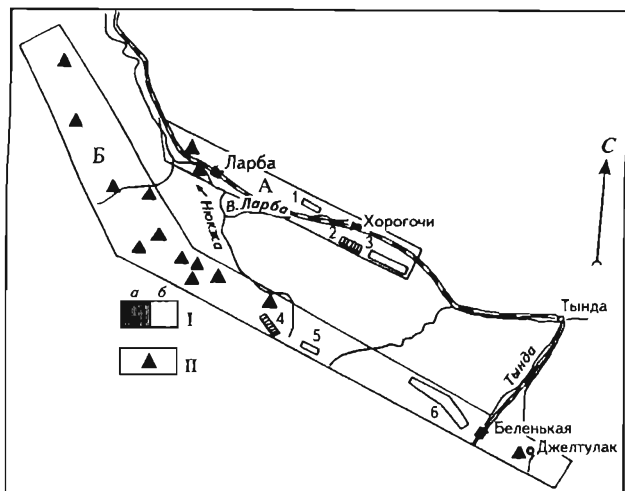


Рис. 146. Схема расположения рудных зон, рудопроявлений железистых кварцитов и участков геолого-поисковых работ в Ларбинском железорудном районе

I - участки горно-буровых и детальных геофизических работ (а) и оцененные по магнитометрическим данным (б): 1 - Лумбирский, 2 - Хоргочинский, 3 - Кутыканский, 4 - Агинканский, 5 - Гетканский, 6 - Бурпалинский; II - проявления железистых кварцитов. Рудные зоны: А - Верхнеларбинская, Б - Джелтулакская

рамляется Джелтулакским шовным прогибом, выполненным верхнеархейскими и нижнепротерозойскими толщами. Проявления железистых кварцитов образуют две субпараллельные рудные зоны, приуроченные к этим структурам: Верхнеларбинскую (участки Хоргочинский, Лумбирский, Кутыканский и др.) и Джелтулакскую (участки Агинканский, Бурпалинский, Гетканский и др.).

В Верхнеларбинской зоне железистые кварциты слагают линзующиеся рудные горизонты в верхах иманграканской свиты курультинской серии нижнего архея. Свита мощностью 3000 м представлена пироксен-роговообманковыми, роговообманковыми, гиперстен-клинопироксеновыми, гиперстеновыми гнейсами, кристаллическими

сланцами и железистыми кварцитами (сутамский ГПТ).

Толщи курультинской серии слагают крупную синклинальную складку, к юго-западному крылу которой приурочены рудные залежи. Синклиналь осложнена многочисленными разрывными нарушениями, обуславливающими мозаично-блоковую структуру Ларбинского выступа.

В магнитном поле рудные пачки выражены линейными положительными аномалиями, образующими зону шириной 1,5-2 км и прослеживающуюся на 35-40 км в северо-западном направлении.

Железистые кварциты зоны наиболее полно изучены на Хоргочинском участке, где были выполнены горно-буровые и наземные геофизические работы (Иванов А.А., Карсакова Н.Г. и др., 1986).

По минеральному составу здесь выделяются клинопироксен-гиперстен-магнетитовые, роговообманково-магнетитовые, биотит-роговообманково-магнетитовые, куммингтонит-магнетитовые и магнетитовые разновидности железистых кварцитов.

Содержание  $Fe_{общ}$  в железистых кварцитах колеблется от 20 до 55%, в среднем 31,2%;  $TiO_2$  - 0,1-0,6%, редко до 2%;  $P_2O_5$  - 0,1-0,2% и S - менее 0,1%.

Исследования обогатимости железных руд выполнены на шести пробах (ВИМС, 1984) и получены концентраты с содержанием  $Fe_{общ}$  от 70,58 до 72,07% (в среднем - 71,6%) при извлечении железа в концентрат от 72,3 до 94,4% (в среднем 87,9%) и выходе его от 13,5 до 51,77% (в среднем 39%).

Прогнозные ресурсы железных руд Хоргочинского участка (по данным Тындинской геолого-поисковой экспедиции) составляют по категории  $P_1$  392,5 млн т до глубины 500 м при среднем содержании  $Fe_{магм}$  - 15,67%, а по

результатам математического моделирования - 240 млн т (Карсакова Н.Г., 1987).

По оценке геофизиков ПГО "Дальгеология" прогнозные ресурсы Верхнеларбинской зоны составляют 0,75 млрд т (Карсакова Н.Г., Иванов А.А. и др., 1984), ВИМСа (Кудрявцев В.А. и др., 1984) - 0,6-2,8 млрд т (до глубины 500 м).

В Желтулакской рудной зоне железистые кварциты залегают на двух стратиграфических уровнях верхнего архея: в усть-бурпалинской (эльгаканской) и агинканской (одолгинской) свитах [26, 49].

Усть-бурпалинская свита мощностью более 2000 м представлена метавулканитами основного состава и их туфами, метаморфизованными в амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фациях (биотит-роговообманковые гнейсы, кристаллические сланцы, амфиболиты). Железистые кварциты куммингтонит-магнетитового, роговообманково-магнетитового, актинолит-магнетитового и магнетитового состава залегают согласно с вмещающими породами и представляют собой линзующиеся пласты мощностью до 10-15 м.

Метаморфические толщи смяты в крутые, близкие к изоклинальным, складки с пологими шарнирами северо-западного простирания.

Состав железистых кварцитов, локализованных в усть-бурпалинской свите, изучен на участках Седловинка и Бурпала.

Руды содержат 22,4-44,6% магнетита (в среднем 29,9%). Содержание  $Fe_{общ}$  в рудах составляет около 35%,  $TiO_2$  - 0,01%,  $P_2O_5$  - 0,12%, S - 0,1-0,24%. Рудные тела маломощные, не выдержаны по простиранию, расположены на больших расстояниях друг от друга и в настоящее время практического интереса не представляют.

Агинканская свита верхнего архея залегает на усть-бурпалинской с размывом (базальный конгломерат с галькой метавулканитов и древнестановых гранитоидов). Нижняя часть свиты сложена биотитовыми микрогнейсами, иногда с гранатом и углисто-графитистым материалом, среди которых отмечаются прослои гранат-ставролитовых, гранатовых, кианит-ставролитовых, эпидот роговообманковых, актинолитовых и других сланцев. Выше преобладают роговообманковые, биотитовые, гранат-биотитовые и клиноцоизит-биотитовые плагиогнейсы с пластами железистых кварцитов мощностью от 5 до 70 м.

Железистые кварциты наиболее полно изучены на Агинканском участке, где Тындинской геолого-поисковой экспедицией выполнен небольшой объем горно-буровых работ. Здесь развиты роговообманково-магнетитовые, роговообманково-грюнерит-магнетитовые, актинолитовые и магнетитовые кварциты с содержанием  $Fe_{общ}$  - 33-40% (в среднем 38,78%),  $TiO_2$  - 0,02-0,05%,  $P_2O_5$  - 0,09-0,17%, S - < 0,1%.

Исследования обогатимости железных руд выполнены на трех пробах (ВИМС, 1984) и получены концентраты с содержанием  $Fe_{общ}$  - 70,83-72,02% (в среднем 71,6%) при извлечении железа в концентрат 97-97,5% и выходе его 52-53% (в среднем 52,7%).

По оценке ПГО "Дальгеология" и ДВИМСа, в Желтулакской рудной зоне практический интерес могут представлять железорудные объекты, локализованные в агинканской свите, где возможно открытие 4-5 месторождений с суммарными прогнозными ресурсами до 1-1,5 млрд т.

По данным математического моделирования магнитных полей, прогнозные ресурсы Ларбинского района оцениваются в 900 млн т (Константинов Г.Н. и др., 1982).



Значительные прогнозные ресурсы железных руд (2-2,3 млрд т), высокая раскристаллизованность и чистота состава магнетита, существенно магнетитовый состав и хорошая обогатимость руд - все это позволяет считать Ларбинский район весьма перспективным на железорудное сырье, пригодное для прогрессивных методов металлургического его передела.

### **8.3. Хабаровский край**

Железные руды края впервые были установлены в 1863 г. Н.П.Аносовым в южной части Малого Хингана и Г.И.Лопатиным в низовьях Амура, вблизи г.Николаевска. В 1912-1913 гг., в период строительства Амурской железной дороги, С.В.Константов выявил руды в северной части Малого Хингана (Кайланское и Старо-Дитурское рудопроявления) [26].

Планомерные съемочные, поисковые и поисково-разведочные работы на железные руды начались лишь в годы первых пятилеток и привели к открытию ряда месторождений железных и железо-марганцевых руд, которые совместно с месторождениями и рудопроявлениями Амурской области и Приморского края объединены в Дальневосточную железорудную провинцию.

По географическому размещению месторождений и рудопроявлений железных руд на территории края выделяются два железорудных района - Мало-Хинганский (Еврейская автономная область) и Удско-Селемджинский (см.рис. 144).

Всего на территории края Государственным балансом учтены балансовые запасы трех месторождений: Кимканского, Сутарского и Костеньгинского. Учтены также забалансовые запасы Южно-Хинганского месторождения. Характеристика месторождений, степень их изученности и распределение по железорудным районам приведены в табл. 203.

#### **8.3.1. Мало-Хинганский железорудный район**

Район занимает площадь 8100 км<sup>2</sup> в бассейне левых притоков Амура - рек Бира, Биджан, Самара и др. Главную роль в его строении играют метаморфические породы раннего протерозоя, геосинклинальные осадочные формации позднепротерозойско-раннепалеозойского возраста, а также мезозойская малассовая формация передовых впадин.

Интрузивные породы в пределах района занимают больше половины всей площади. Они представлены преимущественно производными кислой магмы ранне- и среднепалеозойского, а также позднемезозойского возрастов; основные и средние породы распространены ограниченно.

Верхнепротерозойско-нижнепалеозойские отложения представлены породами хинганской серии мощностью до 4700 м, которая включает (снизу вверх): графитистые кварциты, филлиты, мраморизованные известняки дитурской свиты; песчаники, алевролиты, филлиты игинчинской свиты; сланцы, магнезиты, доломиты мурандавской свиты; седиментационные брекчии, доломиты, филлитовидные сланцы, железистые кварциты, марганцевосные породы и руды: рудоносной свиты (мощностью 75-600 м); битуминозные известняки лондоковской свиты.

Все породы хинганской серии собраны в крупные линейные складки меридионального простирания, осложненные более мелкой складчатостью. Складчатые структуры осложнены продольными и поперечными разрывными нарушениями.

**Распределение запасов и прогнозных ресурсов железистых кварцитов по железорудным районам  
Еврейской автономной области и Хабаровского края**

Железорудный район, месторождение	Содержание Fe <sub>общ</sub> в запасах категорий А+В+С <sub>1</sub> , %	Балансовые запасы на 01.01.1994 г. по категориям, млн т					Забалансовые запасы, млн т	Прогнозные ресурсы на 01.01.1993 г. по категории Р <sub>1</sub> , млн т	Возможная добыча по проектной производительности ГОКа, млн т	
		А	В	С <sub>1</sub>	А+В+С <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>				
<b>Мало-Хинганский (Еврейская АО)</b>	33,23	17,8	69,4	635,4	722,6	32,3	302,3	800	-	
<b>Резервные разведанные месторождения</b>										
Кимканское	35,60	17,8	69,4	102,2	189,4	32,3	7,3	100	} Кимкано-Сутарский ГОК, 16	
<b>Разведываемые месторождения</b>										
Сутарское	32,70	-	-	369,3	369,3	-	2,7	300		
Костеньгинское	31,70	-	-	163,9	163,9	-	-	-		
Итого	32,39	-	-	533,2	533,2	-	2,7	300		
<b>Не намечаемые к освоению месторождения</b>										
Южно-Хинганское	30,60	-	-	-	-	-	292,3	-	-	
<b>Новые объекты</b>										
Верхне-Старичихинская площадь	35,40	-	-	-	-	-	-	400	-	
Удско-Селемджинский (Хабаровский край)	-	-	-	-	-	600,0*	-	1900	-	
<b>Разведываемые месторождения</b>										
Мильканское	30,90	-	-	-	-	600,0*	-	1900	40	
<b>Всего</b>	<b>33,23</b>	<b>17,8</b>	<b>69,4</b>	<b>635,4</b>	<b>722,6</b>	<b>632,3</b>	<b>302,3</b>	<b>2700</b>	<b>-</b>	

\* Запасы категории С<sub>2</sub> не учтены Государственным и Отраслевым балансами и приводятся по данным ТЭС, выполненным ДВИМСом в 1987 г.

В пределах района выходы рудоносной свиты прослеживаются в полосе общей протяженностью 150 км и шириной 10-40 км. Системой складчатых и разрывных дислокаций они разделены на ряд прерывистых выходов, образующих в плане так называемые рудные полосы: западную, центральную и восточную. Фрагменты рудного горизонта, сохранившиеся в ядрах синклинальных складок и опущенных тектонических блоках, представляют собой пластовые тела железистых кварцитов; подстилающие их марганценовые сланцы или железо-марганцевые кварциты (формация итабийского типа) рассматриваются в качестве самостоятельных месторождений и проявлений.

### *Кимканское месторождение*

Расположено в Облученском административном районе Еврейской автономной области в 4 км к западу от железнодорожной станции Известковая Дальневосточной железной дороги. Площадь месторождения представляет собой узкую (8-10 км) полосу, вытянутую на 18-20 км в северо-восточном направлении между железнодорожными станциями Кимкан и Известковая.

Железные руды на площади Кимканского месторождения были обнаружены впервые в 1932 г. В.А.Перваго. В 1932-1933 гг. он проводил от Дальгеолтреста геологоразведочные работы главным образом на Центральном участке месторождения и в меньшей мере на Западном и Южном участках. С 1933 по 1935 г. на Центральном участке месторождения разведочные работы проводились А.Л.Кисец и др.; детальная магнитометрическая съемка выполнена Б.М.Максимовым. На Западном, Южном и Первомайском участках разведочные работы велись Н.В.Медведевым и магнитометрическая съемка - Б.М.Максимовым. В 1948-1953 гг. на месторождении была проведена детальная разведка (Медведева И.Н., Бурмыкина М.Д. и др., 1953 г.) [26, 51].

Площадь месторождения сложена главным образом осадочными (в различной степени метаморфизованными) образованиями игинчинской, рудоносной и лондоковской свит, в меньшей мере изверженными породами - порфиридовидными и мелкозернистыми биотитовыми и двуслюдяными гранитами, незначительно развиты кварцевые порфиры в форме пластовых интрузий и жил. Современные образования представлены рыхлыми делювиальными отложениями (рис. 147).

Образования игинчинской свиты представлены алевролитами, кварцевыми песчаниками и кварц-серицитовыми сланцами. В южной части месторождения, в пределах эндоконтактной зоны гранитной интрузии они превращены в пятнистые силлиманит-полевошпат-биотитовые и кварц-андалузитовые, андалузит-кварц-биотитовые и другие контактовые роговики и пятнистые кордиерит-кварц-биотитовые и кордиерит-флогопитовые сланцы.

Рудоносная свита прослеживается по простиранию на 18-20 км при максимальной мощности в 500 м, контакт ее с игинчинской свитой тектонический. Свита делится на три горизонта: подрудный, рудный и надрудный. Подрудный горизонт мощностью 80-250 м подразделяется на три пачки: нижнюю - углисто-кремнисто-сланцевую, среднюю - доломито-сланцевую и верхнюю - существенно карбонатную. Рудный горизонт образует крутопадающие (65-90°) пластовые рудные залежи, согласно залегающие на породах подрудного горизонта, сложенные полосчатыми магнетитовыми и гематит-магнетитовыми кварцитами. Мощность горизонта 3-20 м, а видимая мощность иногда достигает 60-80 м. Надрудный горизонт, согласно залегающий на рудном, представлен сланцами и доломитами; мощность его 380 м.

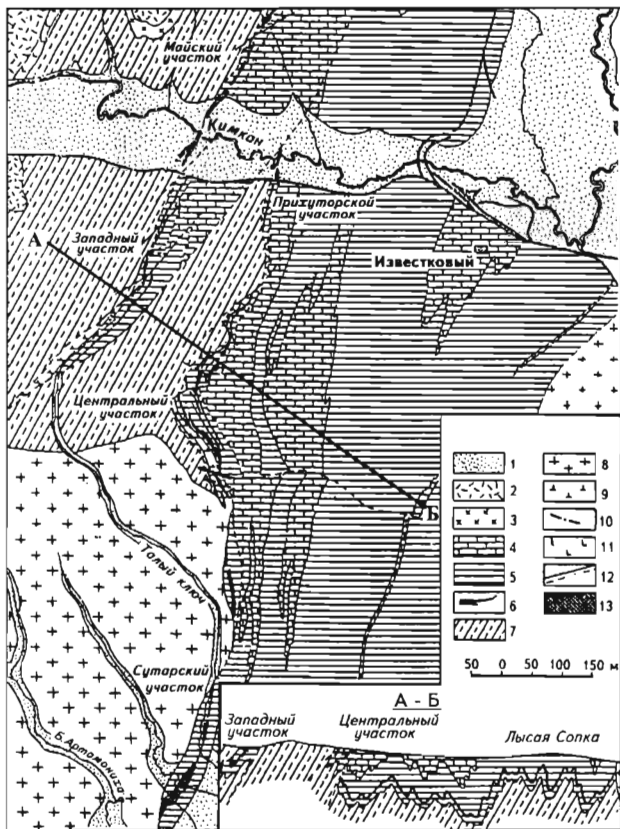


Рис. 147. Геологическая карта Кимканского месторождения [51]

1 - четвертичные отложения (Q); мел (K): 2 - липариты и их туфы; юра (J): 3 - порфириды и их туфы; нижний кембрий (Є<sub>1</sub>): 4 - известняки лондоковской свиты (Є<sub>1</sub>ln), 5, 6 - рудоносная свита (Є<sub>1</sub>rd): 5 - сланцы серицит-кремнистые с прослоями сланцев углисто-серицитовых, кварцитов и доломитов, 6 - кварциты магнетитовые и магнетит-гематитовые; верхний протерозой (PR<sub>3</sub>): 7 - сланцы кварц-серицитовые и песчаники игинчинской свиты (PR<sub>3</sub>ag); 8 - граниты; 9 - порфиры кварцевые; 10 - диабазы; 11 - андезит-базальты; 12 - дизъюнктивные нарушения установленные (а) и предполагаемые (б); 13 - аномалии магнитные

на породы рудоносной свиты; по Восточному - породы рудоносной свиты на породы лондоковской свиты.

Породы рудоносной свиты, зажатые Между надвигами, слагают антиклинальную складку северо-восточного простирания, крылья которой осложнены синклинальными и антиклинальными складками второго и третьего порядков. Структура в целом погружается к югу под углом 8-20°.

Руды месторождения представлены железистыми кварцитами Михайловского ГПТ и образуют восемь рудных тел. Все рудные тела характери-

Лондоковская свита мощностью 500-1000 м с тектоническим несогласием залегает на рудоносной свите и представлена средне- и крупнозернистыми мраморизованными массивными известняками, иногда полосчатыми.

Пластообразные тела кварцевых порфиров в южной и западной частях месторождения вытянуты в северо-западном направлении и контактируют в основном с породами игинчинской и рудоносной свит. Мощность интрузивных тел 5-145 м, протяженность 1,5-2 км. Гранитоиды, представленные порфировидными, нормальными роговообманково-биотитовыми, биотитовыми гранит-порфирами и гранит-аплитами, распространены в южной части месторождения, где они срезают породы игинчинской, рудоносной и лондоковской свит. Из жильных пород встречены диабазы и слесартиты, залегающие в форме секущих даек мощностью от 3 до 20 м.

Структура месторождения осложнена складчатостью, сопровождающейся разрывными нарушениями типа надвигов. На месторождении прослежены Западный и Восточный продольные надвиги северо-западного направления с падением плоскости надвига на юго-запад. По Западному надвигу породы игинчинской свиты надвинуты

зуются крутым падением под углом 65-75° (до вертикального) как на восток, так и на запад.

По минеральному составу на месторождении выделяется шесть основных типов руд: магнетитовые (63% запасов), магнетит-гематитовые (20%), мартитовые (4%), магнетит-мартитовые (6%), мартит-гематитовые (6%) и мартит-лимонитовые (1%). Первые два типа распространены преимущественно на глубоких горизонтах (первичные руды), остальные формируются в зоне окисления глубиной 10-20 м и реже до 80-120 м (вблизи надвигов и тектонических зон).

Среднее содержание основных компонентов в рудах месторождения, %: Fe<sub>общ</sub> - 35,69; SiO<sub>2</sub> - 38,88; S - 0,21; P - 0,23; Mn - 0,7. Кроме того, в железных рудах установлены: ванадий и никель от тысячных долей до 0,01%, кобальт - от следов до 0,01% [26, 50].

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия обработки месторождения несложные и не будут представлять затруднений при открытом способе добычи руды. Некоторые сложности могут возникнуть за счет трещинно-карстовых вод ландоковской свиты известняков и связанных с ними вод аллювия и р.Кимкан, где рудоносная толща контактирует с известняками ландоковской свиты ниже уровня воды в реке.

По результатам исследований обогатимости железных руд месторождения, выполненных институтом "Механобр" на стадии детальной разведки (1948-1953 гг.), рекомендованы три схемы обогащения в зависимости от типов руды:

для магнетитовых - электромагнитная с тремя стадиями сепарации руды, измельченной до крупности 12-0,1 и 0,1 мм. При этом получается концентрат с содержанием железа 60-61% при выходе его 44-48% и извлечении железа в концентрат 82-85%;

для магнетит-гематитовых - электромагнитная сепарация с дообогащением хвостов магнитной сепарации методом флотации. Комбинированная схема обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 56-57% при выходе его 56-60% и извлечении железа в концентрат 86-89%;

для окисленных гематит- и магнетит-мартитовых - гравитационно-магнитно-флотационная схема, которая обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 53-56% при выходе его 51-63% и извлечении железа в концентрат 72-87%.

Окисленные руды могут обогащаться также обжиг-магнитным способом, при котором получается концентрат с содержанием железа 58-60% при выходе его 50-65% и извлечении железа в концентрат 83-91%.

В 1971 г. институтом "Уралмеханобр" выполнены дополнительные технологические исследования обогатимости руд на трех пробах - магнетитовых, гематит-магнетитовых кварцитов и смешанных руд.

Получены следующие результаты:

по электромагнитной схеме - концентрат с содержанием железа 68,78% при выходе его 36,60% и извлечении железа в концентрат 77,53%;

по электромагнитно-гравитационной схеме из гематитсодержащих руд (две пробы) - концентраты с содержанием железа 61,76 и 64,35% при выходе их 45,97 и 42,61% и извлечении железа в концентрат 80,15 и 80,67% соответственно.

Подсчет запасов выполнен по кондициям, утвержденным в 1950 г. Техническим управлением Минчермета СССР.

<i>Бортовое содержание Fe<sub>общ</sub> в пробе, %</i>	27
<i>Минимальное промышленное содержание Fe<sub>общ</sub> в подсчетном блоке, %</i>	33
<i>Минимальная мощность рудных тел, м</i>	5

ГКЗ СССР в 1956 г. (протокол 1407) утвердила запасы железных руд Кимканского месторождения (табл. 204).

Таблица 204  
Балансовые запасы железных руд Кимканского месторождения, млн т

Категория запасов	Запасы по участкам				Всего	В том числе окисленных руд
	Центральный	Западный	Майский	Совхозный		
A	13,7	4,1	-	-	17,8	3,3
B	43,0	26,3	-	-	69,3	10,3
C <sub>1</sub>	54,3	28,8	19,1	-	102,2	18,6
A+B+C <sub>1</sub>	111,0	59,2	19,1	-	189,3	32,2
C <sub>2</sub>	11,1	13,8	5,8	1,6	32,3	-

Прогнозные ресурсы глубоких горизонтов (до 500 м) месторождения оцениваются по состоянию на 01.01.1993 г. в 100 млн т категории P<sub>1</sub>. Согласно ТЭО строительства металлургического комбината на Дальнем Востоке (см.табл. 187), выполненного в 1988 г. институтами "Гипроруда", "Уралгипроруда" и "Гипромез", на базе разведанных запасов Кимканского и Сутарского месторождений возможно создание ГОКа с открытым способом отработки производительностью 16,0 млн т сырой и 6,13 млн т товарной руды в год.

### *Сутарское месторождение*

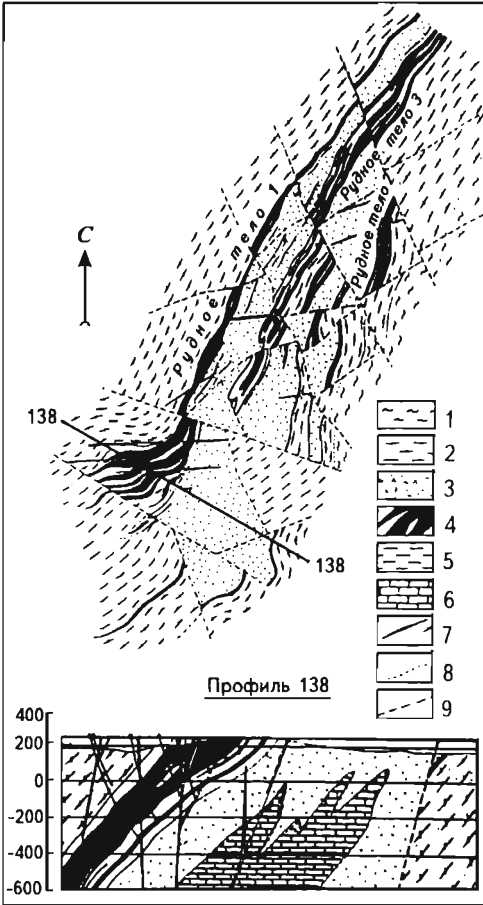
Месторождение расположено на территории Облученского административного района Еврейской АО в 16 км к югу от железнодорожной станции Известковая Дальневосточной железной дороги, в долине р.Сутара, протягиваясь в северо-восточном направлении на 14 км при ширине от 2 до 2,5 км. Оно приурочено к западной железорудной полосе Малого Хингана и занимает Центральное положение в едином рудном поле.

Открытие месторождения связано с аэромагнитными съемками 1952-1953 гг. масштабов 1:200000-1:100000 и наземными магнитометрическими съемками 1:50000-1:10000 с детализацией до масштабов 1:5000 и 1:2000.

Поиски и предварительная разведка выполнены Дальневосточным территориальным геологическим управлением в 1969-1975 гг. (Егоров Е.В., Кисец А.П., Колесников Г.И. и др., 1975).

В геологическом строении месторождения участвует характерный для северной части Малого Хингана комплекс пород. В основании разреза залегает игинчинская свита мощностью 80-1000 м, состоящая из филлитов, филлитовидных глинистых сланцев и алевролитов рассланцованных слюдянистых песчаников серой или зеленовато-серой окраски. Согласно на игинчинской свите лежит мурандавская свита мощностью около 500 м, которая пользуется широким распространением в районе месторождения и сложена доломитами, местами окварцованными, с линзами магнезитов. На породах

Рис. 148. Схематическая геологическая карта и разрез Южного участка Сутарского месторождения (по материалам Е.В.Егорова и др., 1975)



**Нижний кембрий ( $\epsilon_1$ ):** 1 - кристаллические известняки и слюисто-карбонатные сланцы лондоковской свиты ( $\epsilon_{1ln}$ ), 2-5 - рудоносная свита ( $\epsilon_{1rd}$ ): 2 - кварц-биотитовые, углисто-андалузит-биотитовые сланцы, брекчиевидные тремолит-карбонатные породы, тремолитизированные доломиты, кальцифиры надрудного горизонта ( $\epsilon_{1rd3}$ ), 3 - марганцовистые сланцы, карбонатные брекчии, безрудные и слабо оруденелые силикатно-карбонатные кварциты, тремолит-карбонатные сланцы, 4 - тела железистых кварцитов, 5 - кварц-серицитовые, кварц-флогопитовые, кварц-графитистые сланцы, тремолит-карбонатные брекчиевидные породы с маломощными телами железистых кварцитов рудного горизонта ( $\epsilon_{1rd1}$ ), 6 - рудоносная свита нерасчлененная ( $\epsilon_{1rd1}$ ); **верхний протерозой (PR<sub>3</sub>):** 7 - доломиты мурандавской свиты (PR<sub>3mg</sub>); 8 - дайки основного и среднего состава (диабазы, диоритовые порфириты); 9 - границы между разновозрастными образованиями предполагаемые; 10 - линии тектонических нарушений

игинчанской и мурандавской свит несогласно залегают нижнекембрийские образования, расчлененные на рудоносную и лондоковскую свиты [26, 48].

Рудоносная свита подразделяется на три горизонта: подрудный, рудный и надрудный (рис. 148). Подрудный горизонт мощностью 10-150 м сложен кремнисто-серицитовыми, хлорит-карбонатно-серицитовыми, кремнисто-амфиболовыми и карбонатно-амфиболовыми сланцами и псефитовыми ксенотуфами. В верхней части горизонта наблюдается повышенное содержание марганца. Рудный горизонт мощностью 20-70 м представлен железистыми кварцитами, среди которых выделяются существенно магнетитовые и гематит-магнетитовые разности с прослоями хлорит-доломитовых брекчий. В основании рудного горизонта развита невыдержанная по мощности (0-25 м) пачка марганценосных карбонатно-силикатных сланцев и роговиков. Максимальное содержание MnO по отдельным пробам достигает 10-12% [50]. Надрудный горизонт мощностью 50-200 м сложен кремнисто-серицитовыми, кремнисто-амфиболовыми, кремнисто-глинистыми сланцами, известняками, доломитами и окварцованными пирокластическими брекчиями.

Лондоковская свита (мощность 400-1000 м) представлена известняками с прослоями кремнисто-серицитовых сланцев.

Кембрийские отложения на месторождении перекрыты рыхлыми угленосными отложениями неогенового возраста мощностью до 60-250 м, со-

стоящие из иловатых глин, песков с примесью гравия и гальки и содержащие пласты бурого угля мощностью от 2 до 7 м.

В районе месторождения широко распространены гранитоиды биробиджанского комплекса, прослеживаемые вдоль западного фланга почти на всем протяжении месторождения. Они сопровождаются разнообразными жильными и дайковыми породами.

В структурном отношении месторождение представляет собой вытянутую в меридиональном направлении крупную изоклинальную синклиналиную складку, осложненную в южной своей части антиклинальным перегибом.

Тектоническими нарушениями месторождение разбито на три участка (блока): Южный, Центральный и Северный.

Южный участок расположен по обоим берегам р.Сутара и имеет протяженность около 6 км. Мощность рыхлых отложений, перекрывающих рудные тела, здесь минимальная - от 2 до 20 м и лишь на северном фланге (на склоне депрессии) достигает 190 м, поэтому участок наиболее перспективен и удобен для освоения. В нем сосредоточены основные запасы месторождения и именно здесь проведена предварительная разведка. На участке выделено три рудных тела.

Рудное тело 1 (66% запасов месторождения) прослежено по простираанию на 3,7 км, имеет простую, пластообразную форму, иногда расщепляющуюся на несколько залежей мощностью 20-75 м. В южной части на протяжении 500-600 м мощность рудного тела резко возрастает до 220-240 м.

Рудное тело 2 прослеживается на расстоянии 800 м, вмещает 5% всех запасов месторождения и состоит из двух сближенных залежей мощностью 5-15 и 25-40 м, разделенных 20-метровым прослоем безрудных пород.

Рудное тело 3 (29% запасов) залегает в синклинальном перегибе и имеет наиболее сложную морфологию. Оно состоит из нескольких сближенных пластов и линз различной мощности, разделенных безрудными породами. Протяженность рудного тела около 3,6 км. В южной части на отрезке около 2 км залежь практически выходит на поверхность, перекрываясь наносами глубиной до 5-7 м; мощность рыхлых отложений резко возрастает на северном фланге и достигает 190 м.

Центральный участок - грабенообразное погружение протяженностью 3,5 км, со всех сторон ограниченное разрывными нарушениями и заполненное рыхлыми осадками неогена мощностью 50-270 м. Бурением здесь установлены две залежи (основная и восточный пласт) почти вертикального залегания мощностью от 20-30 до 80 м. По данным интерпретации магнитной съемки мощность рудных тел на участке может достигать 150-200 м. Руды представлены магнетитовыми кварцитами, с поверхности частично мартитизированными.

На Северном участке протяженностью 4 км поисково-разведочными работами установлено несколько рудных залежей мощностью 10-35 м, сложенных интенсивно окисленными магнетитовыми кварцитами и перекрытых рыхлыми отложениями мощностью от 10-15 до 60 м [23].

Железные руды месторождения представлены следующими минеральными типами: магнетитовыми, гематит-магнетитовыми, магнетит-гематитовыми, силикатно-магнетитовыми и карбонатно-магнетитовыми кварцитами. Окисленные их разности пользуются наибольшим распространением и слагают приповерхностную зону мощностью 5-15 м.

Существенно магнетитовые кварциты являются основным промышленно-технологическим типом месторождения, слагая 76,6% всех его запасов. Руды содержат, %: Fe<sub>общ</sub> - 32,85, Fe<sub>магн</sub> - 25,14, Fe<sub>гем</sub> - 2-3, Fe<sub>сил</sub> ~ 5.



Магнетит-гематитовые кварциты представляют собой второй основной промышленно-технологический тип месторождения (12,1% запасов). В среднем они содержат, %: Fe<sub>общ</sub> - 32,42; Fe<sub>магн</sub> - 14,25; SiO<sub>2</sub> - 43,88; S - 0,1; P - 0,33.

Магнетитовые и магнетит-гематитовые кварциты сложены одними и теми же минералами, отличаясь только количественным их содержанием. Нерудные минералы представлены кварцем, апатитом, актинолитом, пироксеном, роговой обманкой, кальцитом, плагиоклазом и биотитом. Средний химический состав руд месторождения, %: Fe<sub>общ</sub> - 32,70; Fe<sub>магн</sub> - 23,02; SiO<sub>2</sub> - 39,54; MnO - 0,50; MgO - 1,88; CaO - 2,05; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,46; P - 0,31.

Гидрогеологические условия месторождения, изученные специализированными организациями, определены как сложные. Выделяется два водоносных комплекса: воды рыхлых отложений четвертичного и палеоген-неогенового возраста и воды скальных пород нижнекембрийского возраста. Питание всех подземных вод происходит за счет атмосферных осадков, разгрузка на месторождении не наблюдается. Река Сутара имеет взаимосвязь с подземными водами. Расход реки в нормальные паводки составляет 20-80 м<sup>3</sup>/с. Максимальные притоки подземных вод в карьеры составят 150-400 м<sup>3</sup>/ч, с учетом ливневых осадков - до 13 тыс.м<sup>3</sup>/ч. Разработка месторождения возможна лишь при выполнении специальных работ по осушению и карьерному водоотливу, организации стока поверхностных и атмосферных осадков, отвода р.Сутары и изоляции ее русла.

Обогатимость руд месторождения изучена на 13 лабораторных технологических пробах, отобранных из керна скважин и горных выработок. По технологическим параметрам выделены три типа железистых кварцитов: существенно магнетитовые, обогащающиеся по магнитной схеме, магнетит-гематитовые и смешанные, требующие комбинированных схем обогащения. Из этих трех типов принципиальная схема обогащения разработана (институт "Уралмеханобр" и завод "Сибэлектросталь") только для существенно магнетитовых руд - трехстадиальная схема мокрой магнитной сепарации при конечном измельчении до 90-98% класса крупности -0,053...-0,074 мм с возможным включением СМС в голову процесса. При этом получают концентраты с содержанием железа 63-65% при выходе их 39-42% и извлечении железа в концентрат 78-80%. Для обогащения магнетит-гематитовых и смешанных руд рациональная схема не разработана.

Подсчет запасов железных руд месторождения выполнен по временным кондициям, разработанным институтом "Гипроруда" для Кимканского, Сутарского и Костеньгинского месторождений, утвержденным ГКЗ СССР в 1974 г. (протокол 833-к) под открытый способ отработки.

*Минимальное промышленное содержание в подсчетном блоке, %:*

*для существенно магнетитовых руд:*

Fe <sub>общ</sub>	24
Fe <sub>магн</sub>	18

*для смешанных (гематит-магнетитовых) руд:*

Fe <sub>общ</sub>	25
Fe <sub>магн</sub>	14

*для окисленных руд:*

Fe <sub>общ</sub>	25
-------------------	----

Fe<sub>магн</sub> *Не лимитируется*

для магнетит-гематитовых руд:		
Fe <sub>общ</sub>		31,7
Fe <sub>магн</sub>	Не лимитируется	
Бортное содержание в пробе, %:		
для оконтуривания балансовых запасов:		
Fe <sub>общ</sub>		18
Fe <sub>магн</sub>		10
для оконтуривания забалансовых запасов:		
Fe <sub>общ</sub>		18
Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев некондиционных руд и пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м		
		4

Предварительно разведанные запасы железных руд месторождения оперативно приняты на Государственный баланс по состоянию на 01.01.1975 г. и денция оцениваются по состоянию на 01.01.1993 г. в 300 млн т категории Р<sub>1</sub>.

### **Костеньгинское месторождение**

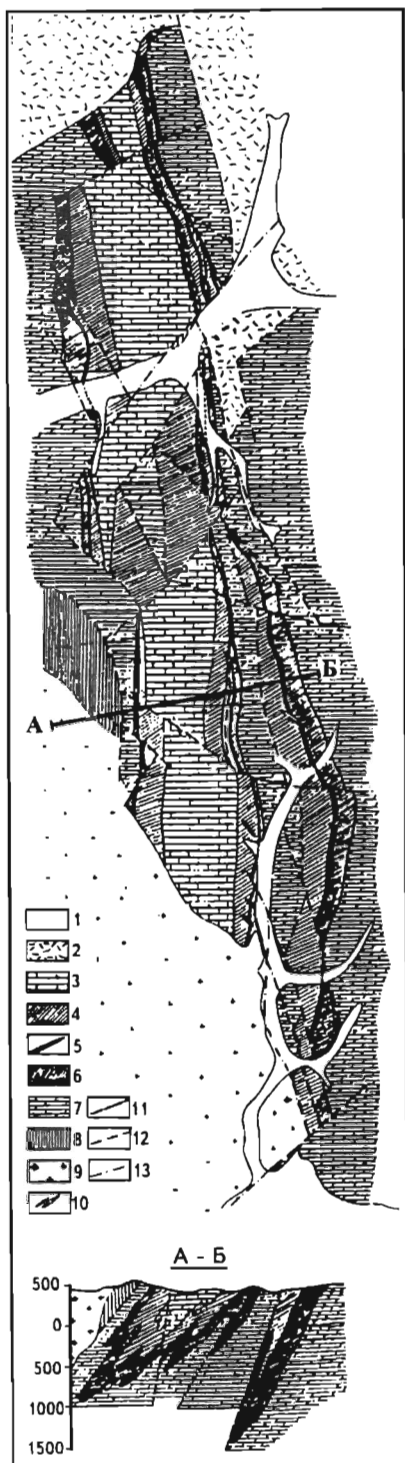
Месторождение расположено на территории Облученского административного района Еврейской АО в 35 км к югу от железнодорожной станции Известковая Дальневосточной железной дороги и в 25 км к югу от Кимканского месторождения.

Открытие месторождения связано с геофизическими работами 1952-1953 гг., выполненными на территории Мало-Хинганского железорудного района. В результате поисково-оценочных работ до глубины 100 м на Костеньгинской аномалии были подсчитаны запасы категории С<sub>2</sub> и отмечена перспективность ее на глубину. В 1967-1975 гг. на месторождении была проведена предварительная разведка и выполнен подсчет запасов по категории С<sub>2</sub> (Егоров Е.В., Кисец А.П., Колесников Г.Е. и др., 1975).

В геологическом строении месторождения участвуют метаморфизованные осадочные и вулканогенно-осадочные породы верхнепротерозойского и нижнекембрийского возрастов, нижнемеловые и интрузивные породы. На водоразделах и склонах развиты элювиально-делювиальные образования мощностью до 3-4 м, сложенные суглинками, а в долинах рек и ключей мощность аллювиальных песчано-глинистых отложений достигает 1-20 м (рис. 149).

Разрез стратифицированных образований по составу не отличается от характерного для всей северной части Малого Хингана. В основании разреза залегает мурандавская свита (верхний протерозой), представленная мелко- и среднезернистыми доломитами, на которых с размывом лежит рудоносная свита (нижний кембрий).

Рудоносная свита разделяется на три горизонта (подрудный, рудный и надрудный) и сложена кремнистыми, глинистыми, углистыми, углисто-глинисто-карбонатными, кварц-серицитовыми сланцами, глинистыми доломитами, туфобрекчиями, туффитами, железистыми кварцитами. В нижней части рудного горизонта выделяется пачка зеленых сланцев и хлорит-карбонатных брекчий с убогим карбонатно-марганцевым оруденением (содержание марганца до 8-10%). Мощность рудного горизонта колеблется от 10-15 до 70-80 м.



На породах рудоносной свиты, согласно залегает лондоковская свита представленная в основном известняками с прослоями кремнисто-серицитовых сланцев.

В северной части и вдоль восточной границы рудного поля месторождения верхнепротерозойские и нижнекембрийские образования перекрываются нерасчлененной толщей нижнемеловых липаритовых порфиритов, фельзитов, псефитовых и агломератовых туфов, тонкополосчатых туфов ургальской свиты [26, 50].

Интрузивные породы на месторождении представлены биотитовыми гранитами и гранодиоритами среднепалеозойского биробиджанского комплекса. Они сопровождаются разнообразными дайковыми породами среднего и кислого состава. В породах рудоносной свиты отмечаются жиллообразные тела лампрофиров (?) мощностью до 20 м.

Структура месторождения представлена сочетанием складчатых и разрывных тектонических форм. Выделяются две синклинали (Западная и Восточная) и разделяющая их антиклинальная (Центральная) складки, осложненные продольными и поперечными разрывными нарушениями, расчленяющими единый рудный горизонт на отдельные тектонические блоки и руд-

Рис. 149. Схематическая геологическая карта и разрез Костынгинского месторождения (по Е.В.Егорову, Г.Г.Ващенко, В.А.Алексееву, 1975)

**Четвертичные отложения (Q):** 1 - аллювий; **нижний мел (K<sub>1</sub>):** 2 - кислые эффузивы и их туфы, вулканогенно-осадочные отложения; **нижний кембрий (Є<sub>1</sub>):** 3 - известняки лондоковской свиты (Є<sub>1</sub>ln), 4-6 - рудоносная свита (Є<sub>1</sub>rd): 4 - глинисто-карбонатные сланцы, глинистые доломиты, карбонатные брекчии надрудного горизонта (Є<sub>1</sub>rd<sub>3</sub>), 5 - железистые кварциты, карбонатные брекчии рудного горизонта (Є<sub>1</sub>rd<sub>2</sub>), 6 - сланцы и карбонатные брекчии подрудного горизонта (Є<sub>1</sub>rd<sub>1</sub>); **верхний протерозой (PR<sub>3</sub>):** 7 - доломиты мурандавской свиты (PR<sub>3</sub>mg), 8 - филлитовидные сланцы и алевролиты и гинчинской свиты (PR<sub>3</sub>ig); 9 - гранитоиды биробиджанского интрузивного комплекса (PR<sub>3</sub>Z); 10 - дайки измененных диоритовых порфиритов (δ ПРЗ); 11 - рудный горизонт под рыхлыми отложениями; 12 - разрывные нарушения; 13 - разрывные нарушения под рыхлыми отложениями

ные тела. С учетом этой структуры в пределах месторождения выделено восемь рудных тел.

Предварительно разведано Рудное тело 1, представляющее наиболее мощную часть рудного горизонта в южной части восточного крыла Восточной синклинали. Остальные рудные тела месторождения (небольшой мощности и с низким содержанием железа) охарактеризованы единичными канавами и скважинами.

Рудное тело 1 прослежено по простиранию на 6 км, по падению - на 400-500 м, состоит из двух тектонических блоков, имеет простую пластообразную форму с падением на запад под углом 60-70°. Мощность тела плавно увеличивается в средней части до 40-50 м и резко снижается на северном фланге до 11 м, в среднем составляет 36 м. Оно сложено полосчатыми тонкозернистыми магнетитовыми, магнетит-гематитовыми, гематит-магнетитовыми, карбонатно-силикатными, карбонатно-магнетитовыми кварцитами.

Выделяются два главных промышленно-технологических типа: существенно магнетитовые и магнетит-гематитовые руды.

Преобладающими в количественном отношении являются существенно магнетитовые руды месторождения, которые составляют 70% запасов Рудного тела 1. Среднее содержание в них, %:  $Fe_{\text{общ}}$  - 30,73;  $Fe_{\text{магн}}$  - 21,41; S - 0,15; P - 0,23. По комбинированным магнитно-флотационным схемам из этих руд можно получить концентраты с содержанием железа 61-62% при извлечении железа в концентрат 75-80%.

Магнетит-гематитовые руды слагают 25,7% запасов Рудного тела 1 и содержат в среднем, %:  $Fe_{\text{общ}}$  - 32,29;  $Fe_{\text{магн}}$  - 9,68; S - 0,07; P - 0,21. Обогащение руд возможно по обжиг-магнитной схеме с получением концентрата с содержанием железа 60% при извлечении железа в концентрат 83-85%.

Средний химический состав руд месторождения, %:  $Fe_{\text{общ}}$  - 31,58;  $Fe_{\text{магн}}$  - 17,82;  $SiO_2$  - 40,11;  $Al_2O_3$  - 2,09;  $TiO_2$  - 0,19; CaO - 2,24; MgO - 2,81; MnO - 0,93; S - 0,03; P - 0,22; п.п.п. - 3,66; модуль основности - 0,12; кремниевый модуль - 19,1 [26].

Вблизи дневной поверхности руды подверглись частичному окислению, что позволило условно выделить маргит-магнетитовые и маргит-магнетит-гематитовые руды, пользующиеся на месторождении небольшим распространением.

Гидрогеологические условия месторождения, изученные специализированными организациями, определены как сложные. Выделено пять водоносных комплексов трещинных и карстовых вод со сложной гидрогеологической взаимосвязью. Питание водоносных горизонтов осуществляется за счет атмосферных осадков, разгрузка происходит через многочисленные источники в реки Костеньгу и Третью Сафонику, протекающие на месторождении. В период полного развития работ притоки за счет подземных вод в карьер составят 1000 м<sup>3</sup>/ч, а с учетом ливневых осадков могут достигать 8000 м<sup>3</sup>/ч. Оработка месторождения намечается открытым способом и возможна лишь при выполнении специальных работ по осушению и карьерному водоотливу, организации стока поверхностных вод и атмосферных осадков. Специальные инженерно-геологические исследования на месторождении не проводились.

В соответствии с утвержденными кондициями (протокол ГКЗ СССР 833-к) запасы по Рудному телу 1 приняты оперативно на баланс по катего-

рии  $C_1$  в количестве 163,9 млн т, в том числе существенно магнетитовых руд - 12,2 млн т с содержанием  $Fe_{\text{общ}}$  31,6% и  $Fe_{\text{магн}}$  21,2%. Прогнозные ресурсы глубоких горизонтов (до 600 м) месторождения оцениваются по состоянию на 01.01.1993 г. в 100 млн т по категории  $P_1$ . По результатам детальной разведки Кимканского и предварительной разведки Сугарского и Костеньгинского месторождений заводом "Сибэлектросталь" в 1977 г. (А.А.Когут) выполнены дополнительные исследования обогатимости руд Малого Хингана на 53 технологических пробах существенно магнетитовых, магнетит-гематитовых и смешанных (магнетитовых и магнетит-гематитовых) типов руд.

Установлено, что однотипные руды всех трех месторождений имеют сходный химико-минералогический состав и могут обогащаться по единым технологическим схемам. Для обогащения магнетитовых руд рекомендуется схема четырехстадиального магнитного обогащения, при которой может быть получен концентрат с содержанием железа 64,4% и извлечении железа в концентрат 73,0%. Для обогащения смешанных руд предлагаются магнитно-обжиг-магнитная и магнитно-гравитационная схемы. Полученные концентраты содержат железа 60,0 и 60,3% при извлечении железа в концентрат 83,4 и 73,9% соответственно. В связи с невозможностью селективной отработки различных технологических типов руд, их обогащение рекомендуется вести по единой схеме, разработанной для некоторого среднего типа.

### **8.3.2. Удско-Селемджинский железорудный район**

Удско-Селемджинский район расположен между реками Удой и Селемджой и протягивается узкой полосой в северо-восточном направлении почти от пос.Экимчана на юго-западе до о.Большой Шантар в Охотском море на востоке (см.рис. 144).

В структурном отношении район охватывает Ланско-Джагдинский и частично Приохотский раннегеосинклинальные прогибы восточной части Монголо-Охотской складчатой системы. Железные и марганцевые руды принадлежат к единому горизонту вулканогенно-осадочного комплекса, залегающего в основании отложений палеозойского (девон по Г.В.Роганову, кембрий по З.Л.Школьник) возраста [26, 50].

Впервые находки железных руд в верховьях р.Курума в 1945 г. сделаны В.В.Онихимовским и А.А.Кирилловым; в 1949 г. железные руды установлены Ю.О.Фефеловым на правом берегу р.Ира; в 1950 г. Л.И.Красным выявлены еще несколько железорудных проявлений в бассейнах рек Гербикан, Галама и Шевле (правые притоки р.Уды). Район полностью покрыт геологической и аэрогеофизической съемками масштабов 1:200000-1:50000. В 1960-1967 гг. выполнены поисковые работы с применением геофизических наземных работ масштабов 1:25000-1:10000, в результате которых обнаружен ряд железо-марганцевых месторождений и рудопроявлений (Мильканское, Гербиканское, Галамское, Курумское, Лагапское).

Все известные месторождения и проявления железных руд района находятся в Джагдинской структурно-формационной зоне, связаны с вулканогенно-терригенно-кремнистой и яшмовой формациями кембрийского возраста и относятся к генетическому типу железистых кварцитов, а по типу руды - к гематит-магнетитовым марганцевистым кварцитам перспективно-го мильканского ГПТ.

## *Мильканское месторождение*

Мильканское месторождение находится в Тугуро-Чумиканском административном районе Хабаровского края. Ближайший населенный пункт - пос. Удское - расположен в 50 км к северо-востоку. Центр административного района - пос. Чумикан - находится в 105 км к востоку. Расстояние до ближайшей железнодорожной станции Постышево на БАМе составляет порядка 300 км, а до станции Ижак - около 350 км. Месторождение расположено в междуречье Большого и Среднего Милькана, на правом берегу р. Уды. Абсолютные отметки на месторождении составляют 700-850 м; относительные превышения достигают 450 м. Площадь месторождения - 20-25 км<sup>2</sup>; обнаженность слабая.

При проведении геологической съемки масштаба 1:200000 в 1963-1966 гг. (Ю.И. Щербина, Ю.А. Мамонтов) и наземной магнитометрии масштаба 1:25000 (Б.Н. Гуляев) выявлена крупная линейная аномалия протяженностью более 70 км, названная Ир-Галамской.

В 1966 г. в верховье р. Милькан на площади Мильканской аномалии (часть Ир-Галамской) на двух профилях, расположенных через 1000 м (центральная часть аномалии), было пройдено 2879 м<sup>3</sup> канав, отобрано 557 м бороздовых и одна технологическая проба из окисленных руд массой 400 кг. В 1969 г. дополнительно пройдено 2114 м<sup>3</sup> канав, пробурено 414,5 м скважин, опробовано 96,4 м канав и 259,4 м керна, отобраны две технологические пробы.

В результате выполненных работ центральная часть аномалии протяженностью 1800 м опосредована с оценкой запасов по категории С<sub>2</sub> и прогнозных ресурсов по категории Р<sub>1</sub>.

Месторождение сложено вулканогенно-осадочными отложениями нижнекембрийского возраста и осадочными образованиями девонского (?) возраста.

В структурном отношении месторождение приурочено к юго-восточному крылу Галамского синклиория (по Г.В. Роганову) и является частью протяженного прерывистого Ир-Галамского железорудного горизонта. Железные руды образуют линзо- и пластообразные залежи и простираются в северо-восточном направлении, падая под углом 70°.

Всего на месторождении выявлено четыре рудных тела со средними мощностями 140, 130, 60 и 60 м; минимальная мощность тел варьирует от 60 до 100 м, максимальная достигает 220 м. Протяженность рудных тел от 0,6 до 9 км. Кроме указанного на северо-западном фланге месторождения по данным магнитометрии намечаются еще четыре рудных тела протяженностью от 300 до 750 м.

По вещественному составу на месторождении выделяются в основном два типа руд: собственно магнетитовые (80-85% всех руд) и магнетит-гематитовые. По текстурным особенностям преобладают полосчатые руды, но встречаются также массивные, вкрапленные и сланцеватые разновидности. Полосчатость обусловлена чередованием маломощных (2-4 мм) рудных и безрудных прослоев. Руды тонко- и мелкозернистые, представлены магнетитом, гематитом, лимонитом, сидеритом, гидроксидами железа и марганца, стильпномеланом, хлоритом, глинистым и слюдисто-кремнистым веществом, кварцем и редко амфиболом. Величина зерен магнетита 0,02-0,05 мм.

По данным химических анализов 274 проб установлено среднее содержание, %: Fe<sub>общ</sub> - 31,5; S - 0,01; P - 0,27; Mn - 2,08. В результате испытания обогатимости двух проб месторождения заводом "Сибэлектросталь" в 1967 г.

рекомендована схема трехстадиального мокрого магнитного обогащения при измельчении руд до 98% класса крупности  $-0,044$  мм, которая обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 63,0% при выходе его 29,7% и извлечении железа в концентрат 72%. В 1969 г. заводом "Сибэлектросталь" были дополнительно исследованы две пробы, отобранные из керна трех скважин, первичных существенно магнетитовых руд. Применение трехстадиальной схемы мокрой магнитной сепарации при помоле руды до класса крупности 0,0-0,47 мм получены концентраты с содержанием железа 62,0 и 63,8% при выходе их 31,8 и 35,3% и извлечении железа в концентрат 70,0 и 73,2% соответственно. Для предварительной оценки запасов Мильканского месторождения использованы временные кондиции, разработанные в 1972 г. институтом "Гипроруда" для руд Удско-Селемджинского района.

<i>Минимальное промышленное содержание <math>Fe_{общ}</math> в подсчетном блоке, %</i>	17
<i>Бортовое содержание <math>Fe_{общ}</math> в пробе, %</i>	15
<i>Минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пустых пород, включаемых в подсчет запасов, м</i>	4

Прогнозные ресурсы месторождения до глубины 1000 м оцениваются в 1900 млн т по категории  $P_1$  (см.табл. 203).

В 1987 г. по результатам проведенных геологоразведочных работ на площади Мильканского железорудного месторождения Дальневосточным институтом минерального сырья (ДВИМС) выполнены технико-экономические соображения (ТЭС) о возможном промышленном значении Мильканского железорудного месторождения.

<i>Запасы руды в недрах по категориям, млн т:</i>	
$C_2$	600
$P_1$	1390
<i>Среднее содержание <math>Fe_{общ}</math> в недрах, %</i>	27,7
<i>Эксплуатационные запасы по категориям, млн т:</i>	
$C_2$	658
$P_1$	1374
<i>Среднее содержание <math>Fe_{общ}</math> в эксплуатационных запасах, %</i>	26,0
<i>Способ отработки</i>	Открытый
<i>Производительность предприятия, млн т/год:</i>	
<i>по сырой руде</i>	40,0
<i>по концентрату</i>	11,63
<i>Показатели обогащения, %:</i>	
<i>извлечение железа в концентрат</i>	72,0
<i>содержание железа в концентрате</i>	63,0
<i>выход концентрата</i>	29,7
<i>Себестоимость 1 т, р.:</i>	
<i>сырой руды</i>	1,78
<i>концентрата</i>	18,59
<i>Оптовая цена 1 т концентрата, р.</i>	30,0
<i>Капитальные вложения, млн р.</i>	1737,8

Исследования ДВИМСа подтвердили рентабельность отработки запасов Мильканского месторождения и целесообразность постановки предварительной разведки.

#### 8.4. Приморский край

Территория занимает юго-восточную часть Дальневосточной железорудной провинции и включает в себя на западе восточную окраину Восточно-Азиатской палеозойской складчатости, на востоке - мезозойды Сихотэ-Алиня.

В Приморском крае Государственным балансом учтены запасы трех месторождений железистых кварцитов с суммарными запасами 129,2 млн т по категории С<sub>2</sub>, млн т: Таловское - 18,0, Липовское - 21,2 и Смольно-Долинское - 90,0. Кроме того, в различных районах края известно значительное количество рудопроявлений скарно-магнетитовых и бурожелезняковых руд. В большинстве своем это линзовидные залежи с запасами в десятки и первые сотни тысяч тонн руды [50].

Наиболее крупные месторождения и рудопроявления железистых кварцитов сосредоточены в Уссурийском железорудном районе (см. рис. 144).

##### 8.4.1. Уссурийский железорудный район

Район занимает площадь 675 км<sup>2</sup> и расположен в северо-западной части Приморского края, на правом берегу р.Уссури. В орографическом отношении, район представляет собой юго-восточный склон хребта Синего, отличается сильно расчлененным рельефом с абсолютными отметками до 500-600 м.

Складчатые образования верхнего протерозоя - нижнего палеозоя образуют синклинорную структуру северо-восточного простирания и представлены отложениями спасской, митрофановской, лысогорской, кабаргинской, смольнинской, рудоносной и дмитриевской (?) свит, слагающих северную часть Ханкайского массива. На крыльях этой структуры залегают пласты железистых и марганцовистых кварцитов. Выходы рудоносной свиты прослеживаются в полосе протяженностью 60 км и шириной 15-20 км [50].

Рудоносная свита подразделяется на три горизонта: подрудных сланцев, собственно рудный и надрудных сланцев. Собственно рудный горизонт представляет собой переслаивание рудных прослоев со сланцами и роговиками, имеет протяженность до 13 км, мощность от 10 до 135 м. Подстилающие железные руды марганценозные сланцы с пропластками силикатных и карбонатно-силикатных марганцевых руд слагают линзы и прерывистые пластообразные тела мощностью 0,5-20 м (Осташенко П.И., 1973).

По структурно-тектоническим и геоморфологическим условиям в Уссурийском железорудном районе выделено четырнадцать обособленных участков (проявлений) - месторождений; наиболее крупные из них Казенное, Смольно-Долинское, Таловское и Липовское. Месторождения находятся в экономически развитом районе края, вблизи железной и шоссейной дорог, в 10-35 км к востоку от г.Лесозаводска Приморского края.



## *Таловское месторождение*

Месторождение расположено в 30 км к востоку от г.Лесозаводска на берегу р.М.Каберга, на вершине и склоне Таловской сопки. Восточная часть района месторождения представляет собой горную область с мелко-сопочным рельефом, а западная - равнину с мелкими одиночными сопками, прорезанную долиной р.Усури с ее притоками.

Месторождение открыто в 1928 г. местным крестьянином и подтверждено геологом В.П.Дубенко (Дальневосточное отделение геологического комитета), занимавшимся в 1933 г. геологической съемкой этого района. В 1934 г. инженером А.Н.Никифоровым на месторождении были проведены поиски, а в 1939 г. - магнитометрическая съемка и разведочные работы с целью выявления и оконтуривания руд с высоким содержанием железа.

В геологическом строении месторождения принимает участие осадочная толща докембрия, состоящая из известняков, кварц-серицитовых и глинистых сланцев, железистых кварцитов. Осадочная толща прорывается и метаморфизуется интрузиями гранитов. В восточной части месторождения древняя осадочная толща перекрыта покровом кварцевых порфиров.

Рудоносные отложения в пределах изученной площади представляют собой крыло синклинальной складки запад-северо-западного простирания с падением на юго-запад под углом 75-80°.

Железистые кварциты слагают два горизонта мощностью 22 м (нижний) и 25 м (верхний), протяженностью до 850 м. Строение железистых кварцитов характеризуется полосчатостью, обусловленной чередованием тонких кварцевых прослоев с такими же тонкими рудными прослойками, состоящими из мельчайших (от 0,2 до 0,5 мм) зерен железной слюдки, магнетита, маргита и кварца. Содержание рудных минералов в рудных прослоях составляет в среднем 50-60%, в безрудных - не более 10%.

Среди железистых кварцитов различают железнослюдковые, железнослюдково-магнетитовые и магнетит-маргитовые типы руд. Наибольшим распространением пользуются первые два типа. Содержание главных компонентов в руде, %: Fe - 31,93; SiO<sub>2</sub> - 43,28-45,80; Mn - 0,10-0,62.

Исследованиями, выполненными институтом "Механобр" (1934-1939 гг.), доказана возможность обогащения руд по обжиг-магнитной схеме с получением концентрата с содержанием железа 56,0% при выходе его 50,0% и извлечении железа в концентрат 72%. Запасы железных руд по месторождению подсчитаны в 1937 г. до глубины 200 м по категории С<sub>2</sub> в количестве 18 млн т.

## *Липовское месторождение*

Месторождение расположено в 50 км к востоку от г.Лесозаводска на вершине и западном склоне г.Липовой.

Руды месторождений выявлены местными крестьянами, а в 1933 г. геолого-съемочными работами (В.П.Дубенко) продуктивная рудоносная свита была прослежена по простиранию на 20 км. В 1934 г. инженером А.Н.Никифоровым и в 1937 г. инженером А.Ф.Барановым на месторождении были проведены поисковые работы с небольшим объемом горных и опробовательских работ. В конце 1938 г. на месторождении инженером А.Н.Никифоровым были отобраны две технологические пробы, характеризующие: первая - железнослюдковые и вторая - железнослюдково-магнетитовые кварциты с содержанием железа ниже 40%; в 1939 г. проведены разведочные работы и магнитометрическая съемка.

В геологическом строении месторождения принимают участие породы осадочной толщи докембрия, которая прорывается и метаморфизуется

интрузиями гранитов. Рудоносные отложения в пределах изученной площади представляют собой крыло складки север-северо-западного простирания с падением на юго-запад под углом 65-70°.

В пределах месторождения вскрыто шесть рудных тел, суммарная протяженность которых 11,4 км, средняя мощность 20-27 м. Рудные тела представлены железистыми кварцитами, которые характеризуются переслаиванием прослоев тонкозернистого кварца с тонкими прослойками, состоящими главным образом из мельчайших зерен железной слюдки, магнетита, реже мартита и кварца. Мощность отдельных рудных и безрудных слоев колеблется от долей до 3-6 см. Иногда мощность безрудных прослоев доходит до 10-15 см. На месторождении выделяются следующие типы железистых кварцитов: железнослюдковые (более половины всех запасов), железнослюдково-магнетитовые и магнетит-мартитовые.

Среднее содержание главных компонентов в руде составляет, %: Fe - 36,39; SiO<sub>2</sub> - 39,15-40,96; Mn - 0,40-0,81; P - 0,61-1,16 и S - 0,07-0,94.

Исследования обогатимости руд месторождения выполнены институтом "Механобр"(1934-1939 гг.), рекомендована обжиг-магнитная схема, которая обеспечивает получение концентрата с содержанием железа 50,0% при выходе его 50,0% и извлечении железа в концентрат 72,0%. В основании рудных тел прослеживается прослой полосчатых марганценосных сланцев, отдельные слои которых состоят из биотита, спессартина, родонита, магнетита и манганокальцита. На среднюю мощность 3 м в них содержится 6,14% Mn и до 15% Fe [50].

Запасы железных руд месторождения подсчитаны в 1937 г. на глубину 200-300 м и составляют 21,2 млн т по категории С<sub>2</sub>.

### *Смольно-Долинское месторождение*

Месторождение расположено в 30 км на восток от г.Лесозаводска на северных склонах гор Смольной и Долинской. Открыто месторождение местными крестьянами и зафиксировано в 1937 г. работами геолога А.Ф.Баранова.

Рудоносные горизонты связаны с докембрийской осадочно-метаморфизованной толщей, представленной в районе известняками, а также углесто-глинистыми и кварц-слюдистыми сланцами, смятыми в складки в основном широтного простирания. В районе месторождения имеют широкое развитие кислые интрузивные породы и их дериваты. Рудная залежь Смольно-Долинского месторождения обнаружена в северном крыле синклинали и прослежена на 4 км. Мощность рудного горизонта 20 м. Руда состоит из прослоев железнослюдково-магнетитовых и магнетитовых кварцитов, перемежающихся с безрудными роговиками, и содержит: Fe - 40,40% и SiO<sub>2</sub> - 35,20%.

Запасы железных руд по месторождению подсчитаны в 1937 г. до глубины 200 м и составляют 90 млн т по категории С<sub>2</sub>.

Проведенными исследованиями обогатимости железных руд месторождений Уссурийского района в лабораториях завода "Сибэлектросталь" и ДВИМСа по гравитационно-флотационной схеме получены кондиционные концентраты с содержанием железа 62-65% при выходе концентрата 40% и извлечении железа в концентрат 75-80%.

В 1973 г. составлено предварительное, технико-экономическое обоснование возможности обработки месторождений железных руд, которая рентабельна при годовой производительности карьера 10 млн т руды. Подсчитаны также запасы бедных марганцевых руд в количестве 130 млн т с содержанием марганца 6% [50].

## Глава 9

# ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫМ СЫРЬЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ЗАДАЧИ ПО УКРЕПЛЕНИЮ И РАЗВИТИЮ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ БАЗЫ РОССИИ

По данным расчетов, выполненных в "Схеме развития черной металлургии до 2000 г.", потребности в железорудном сырье при осуществлении необходимых мероприятий по развитию горно-добывающей отрасли будут обеспечиваться в основном за счет собственной железорудной базы.

Распределение запасов железных руд и интенсивность их отработки по районам показана в табл. 205.

Из приведенного видно, что по некоторым районам, таким как Северо-Западному и Уральскому, наблюдается диспропорция между удельным весом разведанных запасов и их погашением, что привело к резкому истощению разведанных запасов и низкой обеспеченностью ими отдельных горно-добывающих предприятий и добычных единиц - шахт, карьеров.

Такая ситуация сложилась отчасти из-за истощения сырьевой базы отдельных районов в результате длительного срока интенсивной эксплуатации месторождений (Магнитогорское на Южном Урале, Оленегорское в Мурманской области, Рудный Каскад в Красноярском крае, Коршуновское в Иркутской области и др.), отчасти из-за неоднократной реконструкции металлургических предприятий в сторону увеличения их мощности без учета сырьевого потенциала.

С другой стороны, свыше 60% мощностей по добыче железной руды и около 80% разрабатываемых запасов находятся в Центрально-Черноземном и Северо-Западном районах европейской части России, где размещено

Таблица 205

**Распределение запасов железных руд по регионам и уровень их освоения**

Район	Балансовые запасы на 01.01.1995 г., млн т/%				Добыто сырой руды за 1994 г., млн т/%
	A+B+C <sub>1</sub>	В том числе		C <sub>2</sub>	
		разрабатываемые	резервные		
Северо-Западный	$\frac{2677,1}{4,8}$	2175,4	462,1	$\frac{482,3}{1,0}$	36,0/18,6
Центральный и Центрально-Черноземный	$\frac{34086,9}{59,3}$	21516,7	9719,3	$\frac{37602}{77,0}$	78,0/40,4
Уральский	$\frac{9117,6}{15,9}$	4710,8	4012,3	$\frac{5495,7}{11,2}$	53,6/27,7
Западно-Сибирский	$\frac{1855,8}{3,2}$	539,7	1128,0	$\frac{829,3}{1,7}$	6,3/3,2
Восточно-Сибирский	$\frac{5213,6}{9,1}$	576,5	3085,6	$\frac{1852,7}{3,8}$	19,5/10,1
Дальневосточный	$\frac{4453,0}{7,7}$	-	3789,5	$\frac{2571,3}{5,3}$	-
Всего по России	$\frac{57404,0}{100}$	29519,4	22196,8*	$\frac{48833,3}{100}$	193,4/100

\* К резервным отнесены запасы, реально подготовленные для промышленного освоения.

только 32% мощностей металлургических предприятий черной металлургии. В то же время свыше 68% мощностей металлургии сосредоточено на Урале и Сибири, где имеется только 33% мощностей по добыче руды и около 20% разрабатываемых запасов на месторождениях, большинство из которых обеспечивают работу горно-рудных предприятий только на 10-20 лет (табл. 206).

В результате сложилась традиционная схема грузопотоков (рис.150), в соответствии с которой на металлургические заводы Урала и Западной Сибири ежегодно завозится около 55% потребного железорудного сырья: на Урал - из Центральные (за 2,0- 2,5 тыс.км), Северо-Западном (4,1- 4,3 тыс.км) районов и Республики Казахстан (0,5 тыс.км); на металлургические заводы Западной Сибири - из Северо-Западного (6,0 тыс.км), Центральных районов (4,25 тыс.км), Иркутской области (1,8 тыс.км) и Республики Казахстан (1,9 тыс.км). При таких дальних перевозках стоимость транспортировки значительно (до 30%) превышает стоимость самого железорудного сырья, и в сравнении с местным сырьем переплаты за привозную руду составляют сотни миллионов долларов в год. В связи с этим одной из наиболее важных проблем является развитие местной железорудной базы на Урале и в Сибири.

В связи с резким ростом себестоимости добычи сырья в новых экономических условиях, тарифов на энергоносители и железнодорожные перевозки и сложившихся условий географического размещения сырьевых и металлургических центров, предполагается следующая оптимальная схема развития железорудной базы отдельных регионов России и обеспечения металлургических предприятий местным железорудным сырьем, которая позволит сократить объемы дальних перевозок и улучшить экономическое положение черной металлургии в целом.

**Северо-Западный район.** Железорудной базой Череповецкого металлургического комбината должны оставаться железорудные месторождения

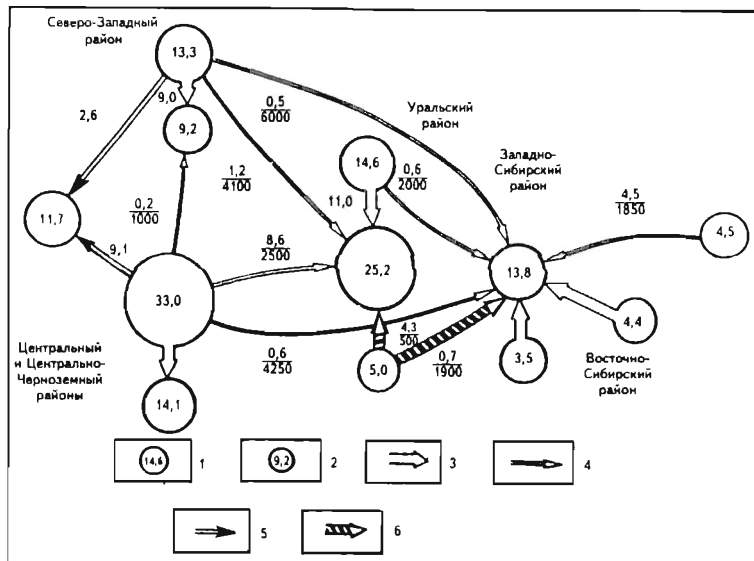


Рис. 150. Схема грузоперевозок железорудного сырья в 1994 г.

1 - производители товарной руды и объем производства, млн т; 2 - потребители железорудного сырья и объем потребления, млн т; 3-6 - грузоперевозки (в числителе - объем грузоперевозок, млн т; в знаменателе - расстояние, км): 3 - местные, 4 - в другие районы, 5 - экспорт, 6 - импорт

**Состояние запасов железных руд,  
производственные мощности горно-добывающих предприятий и обеспеченность их работы**

Предприятие, месторождение, тип руд, № лицензии	Балансовые запасы на 01.01.1995 г. по категори- ям $A + B + C_1$ и $C_2$ , млн т (%)			Производительность предприятия, млн т/год		Обеспеченность запаса- ми по категориям $A+B+C_1$ , лет		Объем необходи- мых капиталов- ложений на ос- воение новых месторождений по ТЭО (ТЭС) кондиций, млн р. (на год разра- ботки ТЭО)
	всего	на дату утверж- дения	остаток у- твержен- ных запас- ов	проект- ная (воз- можная)	фактиче- ская за 1994 г.	по проект- ной произ- водитель- ности	по уровню добычи за 1994 г.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Северо-Западный район</b>								
<b>Мурманская область</b>								
<b>АООТ "Олкон"</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<i>Оленегорское,</i> железистые кварциты (МУР 00023 ТЭ)	<u>444,2</u> 0,06	<u>487,9</u> 0,06	<u>444,2</u> 0,06	6,5*	4,6	7*	10	-
В том числе:								
в контуре карьера	<u>46,6</u> -	<u>201,4</u> -	<u>46,6 (23)</u> -	6,5	4,6	7	10	137,7 (1988 г.)
в контуре подземной отработки	<u>397,6</u> 0,06	<u>286,5</u> 0,06	<u>397,6 (100)</u> 0,06	4,7	-	85	-	
<i>Кировогорское,</i> железистые кварциты (МУР 00023 ТЭ)	<u>73,5</u> 8,1	<u>141,1</u> 9,7	<u>73,5 (52)</u> 8,1	5,0	3,6	15	20	-
<i>Имени проф. Баумана,</i> железистые кварциты (МУР 00023 ТЭ)	<u>41,4</u> -	<u>61,0</u> -	<u>41,4 (68)</u> -	3,0	2,4	14	17	-
<i>Имени 15-й годовщины Октябрьской революции,</i> железистые кварциты (МУР 00011 ТЭ)	<u>31,5</u> 2,3	<u>33,2</u> 2,3	<u>31,5 (95)</u> 2,3	1,0	0,4	32	79	-

\* Проектная производительность и обеспеченность запасами указаны без учета соответствующих показателей по подземной отработке.

<b>Государственный резерв</b>								
<i>Комсомольское,</i> железистые кварциты	<u>148,1</u> 5,1	<u>148,1</u> 5,1	<u>148,1(100)</u> 5,1	5,2	-	28	-	155,8 (1982 г.)
<b>АО "Ковдор"</b>								
<b>Разрабатываемые месторождения</b>								
<i>Ковдорское,</i> апатит-магнетитовые руды (МУР 00011 ТЭ)	<u>532,6</u> 74,7	<u>836,9</u> 78,8	<u>506,8 (64)</u> 74,1	16	9,0	33	59	-
В том числе в контуре карьера	<u>320,9</u> 15,9	-	<u>295,0 (-)</u> 15,9	16	9,0	20	36	-
<b>Государственный резерв</b>								
<i>Ковдорское,</i> глубокие горизонты; апатит-магнетитовые руды	- 150,0	-	-	-	-	-	-	-
<b>Республика Карелия</b>								
<b>АО "Карельские окатыши"</b>								
<b>Разрабатываемые месторождения</b>								
<i>Костомукшское,</i> в контуре карьера, железистые кварциты (ПТЗ 00072 ТЭ)	<u>1048,9</u> 165,7	<u>1107,8</u> 261,9	<u>910,4 (82)</u> 165,7	24	16,1	44	65	-
<b>Государственный резерв</b>								
<i>Корпангское,</i> железистые кварциты	<u>314,0</u> 13,3	<u>314,0</u> 13,3	<u>314,0(100)</u> 13,3	18,5	-	17	-	163,4 (1980 г.)
<b>Центральный и Центрально-Черноземный районы</b>								
<b>Курская область</b>								
<b>АО "Михайловский ГОК"</b>								
<b>Разрабатываемые месторождения</b>								
<i>Михайловское</i> в перспективном контуре карьера (КРС 00383 ТЭ)	<u>8913,3</u> 5174,6	<u>6326,4</u> 8337,7	<u>5942,4(94)</u> 5174	-	-	-	-	-
В том числе:								
железистые кварциты	<u>8741,7</u> 5162,8	<u>6103,4</u> 8321,8	<u>5775,5(95)</u> 5162,8	30,0	21,9	> 100	> 100	-
богатые руды	<u>171,6</u> 11,9	<u>223,0</u> 15,9	<u>165,9 (74)</u> 11,9	10,0	3,3	17	52	-

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Белгородская область</b>							
Разрабатываемые месторождения							
<b>АО "Комбинат КМАруда"</b>							
<i>Коробковское,</i> железистые кварциты (БЕЛ 00171 ТЭ)	<u>2071,3</u> 140,6	<u>1989,3</u> 118,7	<u>1826,0(92)</u> 140,6	-	-	-	-
В том числе шахта им. Губкина	<u>1325,0</u> 25,9	<u>1242,9</u> 3,9	<u>1079,7(87)</u> 25,9	3,5	3,0	> 100	> 100
<b>АО "Лебедянский ГОК"</b>							
<i>Лебединское,</i> железистые кварциты (БЕЛ 00170 ТЭ)	<u>2798,4</u> 1632,5	<u>3345,5</u> 1633,5	<u>2787,8(83)</u> 1632,5	-	-	-	-
<i>Стойло-Лебединское,</i> железистые кварциты (БЕЛ 00170 ТЭ)	<u>2510,5</u> 127,4	<u>2562,7</u> 127,4	<u>2499,5(97)</u> 127,4	43,7	35,6	> 100	> 100
<b>АО "Стойленский ГОК"</b>							
<i>Стойленское,</i> в контуре карьера до глубины 500 м (БЕЛ 00172 ТЭ)	<u>5223,2</u> 1575,6	<u>5278,6</u> 1575,6	<u>5223,2(99)</u> 1575,6	-	-	-	-
В том числе:							
железистые кварциты	<u>5151,6</u> 1563,6	<u>5198,6</u> 1563,6	<u>5151,6(99)</u> 1563,6	20,0	12,1	> 100	> 100
богатые руды	<u>71,6</u> 12,0	<u>80,0</u> 12,0	<u>71,6(89)</u> 12,0	5,0	2,0	14	36
Государственный резерв							
<i>Яковлевское,</i> богатые руды*	<u>1867,6</u> 7740,5	<u>1639,4</u> 5242,8	<u>1639,4(100)</u> 7740,5	4,5	-	> 100	-
<i>Висловское,</i> богатые руды**	<u>1453,0</u> 2500,0	<u>1453,0</u> 2500,0	<u>1453,0(100)</u> 2500,0	30,0	-	48	-
							1830,0 (1977 г.)

\* Строится рудник.

\*\* Запасы разведаны по категориям С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

<i>Гостищевское,</i> богатые руды	<u>2594,0</u> 7833,6	<u>2594,0</u> 7833,6	<u>2594,0(100)</u> 7833,6	-	-	-	-	-
<i>Больше-Троицкое,</i> богатые руды	- <u>1500,0</u>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Мелихово-Шебекинское,</i> богатые руды	- <u>2400,0</u>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Приоскольское,</i> в контуре карьера	<u>902,6</u> 160,9	<u>902,6</u> 160,9	<u>902,6(100)</u> 160,9	24,3	-	37	-	1110,0 (1985 г.)
В том числе:								
железистые кварциты	<u>864,6</u> 153,7	<u>864,6</u> 153,7	<u>864,6(100)</u> 153,7	23,0	-	38	-	-
богатые руды	<u>38,0</u> 7,1	<u>38,0</u> 7,1	<u>38,0 (100)</u> 7,1	1,3	-	29	-	-
<i>Чернянское</i>	<u>1907,8</u> 6,0	<u>1897,3</u> 5,6	<u>1907,8(100)</u> 6,0	37	-	52	-	573,9 (1966 г.)
В том числе:								
железистые кварциты	<u>1737,5</u> -	<u>1737,5</u> -	<u>1737,5(100)</u> -	30,0	-	58	-	-
богатые руды	<u>170,3</u> 6,0	<u>160,8</u> 5,6	<u>170,3(100)</u> 6,0	7,0	-	24	-	-
<i>Салтыковское,</i> железистые кварциты	<u>402,6</u> 117,5	<u>402,6</u> 117,5	<u>402,6(100)</u> 117,5	-	-	-	-	-
<i>Осколецкое,</i> железистые кварциты	<u>266,7</u> 34,5	<u>266,7</u> 34,5	<u>266,7(100)</u> 34,5	-	-	-	-	-
<i>Погромецкое,</i> богатые руды	<u>325,0</u> 40,4	<u>325,0</u> 40,4	<u>325,0(100)</u> 40,4	5,0	-	65	-	-
<b>Уральский район</b>								
<b>Свердловская область</b>								
<b>Государственный резерв</b>								
Северная группа								
<i>Северное Третье,</i> магнетитовые руды	<u>45,0</u> 7,0	<u>45,0</u> 7,0	<u>45,0 (100)</u> 7,0	-	-	-	-	-
<i>Северное Второе,</i> магнетитовые руды	<u>13,4</u> -	<u>13,4</u> -	<u>13,4 (100)</u> -	-	-	-	-	-
<i>Серовское,</i> железо-хром-никелевые руды	- <u>900,0</u>	-	-	10,0	-	90	-	4380,2 (1991 г.)



1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>АО "Богословское РУ"</b>								
	Разрабатываемые месторождения							
<i>Песчанское,</i> магнетитовые руды (СВЕ 00231 ТЭ)	<u>95,3</u> 14,4	<u>107,1</u> 14,4	<u>75,7 (70)</u> 14,4	4,3	3,0	22	32	-
<b>АО "Святогор"</b>								
	Разрабатываемые месторождения							
<i>Волковское,</i> магнетитовые руды (СВЕ 00230 ТЭ)	<u>262,6</u> 26,4	<u>262,6</u> 26,4	<u>253,0</u> 26,4	-	-	-	-	-
В том числе в контуре открытой отработки	<u>168,0</u> 10,5	<u>177,0</u> 10,5	<u>168,0 (97)</u> 10,5	1,9	0,8	138	328	-
<b>АО "Качкаварский ГОК"</b>								
	Разрабатываемые месторождения							
<i>Гусевогорское,</i> титаномагнетитовые руды (СВЕ 00137 ТЭ)	<u>3350,6</u> 2415,8	<u>3279,0</u> 2308,6	<u>3317,2(83)</u> 2415,8	45,0	39,1	74	86	-
	Государственный резерв							
<i>Собственно-Качкаварское</i>	<u>3282,3</u> 2385,5	<u>2635,8</u> 2208,5	<u>2635,8(100)</u> 2208,5	40,0	-	82	-	-
<b>АО "Гороблагodatское РУ"</b>								
	Разрабатываемые месторождения							
<i>Гороблагodatское,</i> магнетитовые руды	<u>91,3</u> 0,9	<u>125,1</u> 18,6	<u>37,1 (30)</u> 0,9	4,5	2,2	14	28	-
В том числе:								
поле шахты "Северная"	<u>22,4</u> -	-	-	0,5	0,4	45	51	-
поле шахты "Южная"	<u>60,9</u> 0,4	<u>125,1</u> 18,6	<u>37,1 (30)</u> 0,4	3,0	1,1	20	55	-
Центральный карьер	<u>7,9</u> 0,5	-	-	1,0	0,7	8	11	-
<i>Осокино-Александровское,</i> магнетитовые руды	<u>37,2</u> 4,1	<u>54,4</u> 4,2	<u>27,2 (50)</u> 4,1	1,2	0,5	31	74	-

<i>Валуевское,</i> магнетитовые руды	<u>4,7</u> 1,3	<u>16,0</u> 2,6	<u>4,7 (29)</u> 1,3	0,7	0,6	7	8	-
В том числе:								
карьер	<u>0,9</u> 0,3	- -	<u>0,9 (100)</u> -	0,2	0,2	4	4	-
поле шахты "Валуевская"	<u>3,8</u> 1,0	<u>16,0</u> 2,6	<u>3,8 (24)</u> 1,0	0,5	0,4	8	9	-
	Государственный резерв							
<i>Северо-Гороблагодатское,</i> магнетитовые руды	<u>101,5</u> 9,2	<u>92,8</u> 15,8	<u>92,8 (100)</u> 15,8	3,0	-	34	-	95,1 (1978 г.)
<b>АООТ "Высокогорское РУ"</b>								
	Разрабатываемые месторождения							
<i>Высокогорское,</i> шахта "Магнетитовая"; магнетитовые руды (СВЕ 00312 ТЭ)	<u>50,6</u> 14,6	<u>102,8</u> 27,1	<u>21,7 (21)</u> 14,6	1,4	1,2	36	42	-
<i>Лебяжинское,</i> шахта эксплуатационная; магнетитовые руды (СВЕ 00315 ТЭ)	<u>78,0</u> 16,5	<u>112,9</u> 21,0	<u>75,0 (66)</u> 16,5	0,9	0,6	86	> 100	-
<i>Естюнинское,</i> шахта "Естюнинская"; магнетитовые руды (СВЕ 00311 ТЭ)	<u>167,6</u> 3,5	<u>183,9</u> 3,5	<u>165,1 (90)</u> 3,5	1,2	0,9	> 100	> 100	-
	Государственный резерв							
<i>Лебяжинское,</i> глубокие горизонты Восточного рудного поля; магнетитовые руды	<u>12,4</u> 9,6	<u>12,4</u> 9,6	<u>12,4 (100)</u> 9,6	-	-	-	-	-
<i>Южно-Лебяжинская зона,</i> магнетитовые руды	<u>61,8</u> 6,8	<u>61,8</u> 6,8	<u>61,8 (100)</u> 6,8	2,0	-	31	-	60,7 (1979 г.)
<i>Ново-Естюнинская зона,</i> магнетитовые руды	<u>107,6</u> 3,4	<u>107,6</u> 3,4	<u>107,6(100)</u> 3,4	2,6	-	41	-	145,8 (1990 г.)
<b>АООТ "Первоуральское РУ"</b>								
	Разрабатываемые месторождения							
<i>Первоуральское,</i> титаномагнетитовые руды (СВЕ 00113 ТЭ)	<u>75,4</u> -	<u>142,1</u> 28,8	<u>50,6 (36)</u> -	2,5	0,4	30	> 10	

1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Челябинская область</b>								
<b>АООТ "Златоустовское РУ"</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<i>Ахтенское,</i> бурые железняки, сидериты (ЧЕЛ.00114 ТЭ)	<u>20,4</u> 2,7	<u>31,9</u> 2,7	<u>20,4 (64)</u> 2,7	0,6	0,1	34	> 110	-
Государственный резерв								
<i>Радостное,</i> железистые кварциты	<u>5,1</u> 2,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Магнитный ключ,</i> железистые кварциты	<u>13,4</u> 1,7	<u>13,4</u> 1,7	<u>13,4 (100)</u> 1,7	-	-	-	-	-
<i>Кружлогорское,</i> скарново-магнетитовые руды	<u>39,0</u> 19,9	<u>37,6</u> 22,6	<u>37,6 (100)</u> 19,9	-	-	-	-	-
<b>АООТ "Бакальское РУ"</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<i>Ново-Бакальское,</i> бурые железняки, сидериты (ЧЕЛ.00149 ТЭ)	<u>74,7</u> 16,3	<u>126,6</u> 4,9	<u>65,2 (52)</u> 16,3	1,0	0,9	75	83	-
<i>Восточно-Буландихинское,</i> бурые железняки, сидериты (ЧЕЛ.00152 ТЭ)	<u>13,4</u> 4,3	<u>34,6</u> 4,0	<u>13,4 (39)</u> 4,3	0,7	0,02	19	> 100	-
<i>И.м.ОГПУ,</i> бурые железняки, сидериты (ЧЕЛ.00148 ТЭ)	<u>12,4</u> 0,3	<u>59,0</u> 1,4	<u>12,1 (20)</u> 0,3	0,25	-	50	-	-
<i>Петлинское,</i> бурые железняки, сидериты (ЧЕЛ.00147 ТЭ)	<u>16,6</u> 1,0	<u>27,5</u> 1,8	<u>10,2 (37)</u> 1,0	0,7	0,7	24	24	-
<i>Северо-Западный склон г.Иркускан,</i> в контуре карьера; бурые железняки, сидериты (ЧЕЛ.00150 ТЭ)	<u>22,6</u> 1,1	<u>23,4</u> 1,1	<u>22,6 (96)</u> 1,1	0,4	0,06	56	> 100	-
<i>Шиханское,</i> сидериты (ЧЕЛ.00151 ТЭ)	<u>301,2</u> 93,2	<u>309,0</u> 86,1	<u>282,4 (91)</u> 93,2	1,8	0,4	> 100	> 100	-

<i>Еловое,</i> бурые железняки, сидериты (ЧЕЛ.00146 ТЭ)	<u>12,0</u> 1,8	<u>11,5</u> 2,5	<u>12,0 (100)</u> 1,8	0,8	-	15	-	-	
Государственный резерв									
<i>Юго-Восточный склон г.Иркутскан,</i> бурые железняки, сидериты	<u>2,6</u> 0,4	<u>9,6</u> 2,1	<u>2,2 (23)</u> 0,4	-	-	-	-	-	
<i>Рудничное,</i> сидериты	<u>187,5</u> 243,6	-	-	-	-	-	-	-	
<b>АО "Магнитогорский металлургический комбинат"</b>									
Разрабатываемые месторождения									
<i>Магнитогорское,</i> магнетитовые руды (ЧЕЛ.00172 ТЭ)	<u>7,9</u> -	<u>268,3</u> -	-	0,3	0,4	26	20	-	
<i>Малый Куйбас,</i> магнетитовые, титаномагнетитовые руды (ЧЕЛ.00171 ТЭ)	<u>47,2</u> 13,1	<u>73,9</u> 14,6	<u>39,0 (53)</u> 13,1	1,7	1,7	27	27	-	
Государственный резерв									
<i>Восточное,</i> магнетитовые руды	<u>3,3</u> -	<u>22,6</u> -	<u>1,6 (7)</u> -	-	-	-	-	-	
<i>Северо-Западное,</i> магнетитовые руды	<u>6,8</u> 0,1	<u>5,9</u> 0,1	<u>5,9 (100)</u> 0,1	-	-	-	-	-	
<i>Теченское,</i> магнетитовые руды	<u>68,1</u> 3,0	<u>68,1</u> 3,0	<u>68,1 (100)</u> 3,0	-	-	-	-	-	
<b>Республика Башкортостан</b>									
<b>Белорецкий металлургический комбинат</b>									
Разрабатываемые месторождения									
<i>Туканское, Верхняя Каранда, Туссаган, Тара "А",</i> бурые железняки (УФА 00066 ТЭ, УФА 00067 ТЭ, УФА 00068 ТЭ, УФА 00069 ТЭ)	<u>31,6</u> 3,6	<u>49,2</u> 4,0	<u>31,2 (63)</u> 3,6	2,1	1,1	15	29	-	
Государственный резерв									
Пятнадцать месторождений	<u>39,5</u> 4,3	<u>38,6</u> 2,8	<u>35,1 (91)</u> 4,3	-	-	-	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Оренбургская область</b>								
<b>Орско-Халиловский металлургический комбинат АО "Носта"</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<b>Новопетропавловское,</b> железо-хром-никелевые руды (ОРБ 00038 ТЭ)	<u>10,6</u> -	<u>11,6</u> -	<u>10,5 (90)</u> -	-	-	-	-	-
<b>Аккермановское,</b> железо-хром-никелевые руды* (ОРБ 00122 ТЭ)	<u>155,2</u> 121,8	<u>173,9</u> 121,8	<u>155,2 (89)</u> 121,8	-	-	-	-	-
Государственный резерв								
<b>Ново-Халиловское,</b> железо-хром-никелевые руды	<u>5,2</u> -	<u>5,2</u> -	<u>5,2 (100)</u> -	-	-	-	-	-
<b>Орловское,</b> железо-хром-никелевые руды	<u>9,4</u> 0,7	<u>9,4</u> 0,7	<u>9,4 (100)</u> 0,7	-	-	-	-	-
<b>Промежуточное,</b> железо-хром-никелевые руды	<u>3,1</u> -	<u>3,1</u> -	<u>3,1(100)</u> -	-	-	-	-	-
<b>Ново-Георгиевское,</b> железо-хром-никелевые руды	<u>5,5</u> -	<u>5,5</u> -	<u>5,5 (100)</u> -	-	-	-	-	-
<b>Западно-Сибирский район</b>								
<b>Кемеровская область</b>								
<b>Шерегешское РУ</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<b>Шерегешское,</b> магнетитовые руды	<u>180,2</u> 14,5	<u>190,3</u> 38,1	<u>116,4 (61)</u> 14,5	6,0	2,7	30	67	-
<b>Таштагольское РУ</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<b>Таштагольское,</b> магнетитовые руды (КЕМ 00220 ТЭ)	<u>441,3</u> 296,5	<u>435,0</u> 268,3	<u>399,9(119)</u> 296,5	-	-	-	-	-
В том числе:								
в контуре подземной отработки	<u>281,8</u> 43,3	<u>281,9</u> 63,3	<u>246,8 (87)</u> 43,4	3,0	2,0	94	> 100	-

\* Руды добываются попутно с флюсовыми известняками, складировуются.

Из них:								
в охранном целике р. Кондомы	$\frac{157,7}{18,4}$	$\frac{157,7}{18,4}$	$\frac{157,7}{18,4}$	-	-	-	-	-
в контуре подготовки к освоению шахтным способом (участок Глубокий)	$\frac{159,5}{253,2}$	$\frac{158,1}{205,0}$	$\frac{153,1(100)}{205,0}$	6,0	-	27	-	1415,0 (1988 г.)
<b>Государственный резерв</b>								
<i>Кочуринское,</i> магнетитовые руды	$\frac{20,6}{7,3}$	$\frac{14,3}{6,5}$	$\frac{14,3(100)}{7,3}$	-	-	-	-	-
<i>Ампальжское,</i> магнетитовые руды	$\frac{181,9}{120,1}$	$\frac{102,4}{30,8}$	$\frac{102,4(100)}{120,1}$	-	-	-	-	-
<i>Тащелгинское,</i> магнетитовые руды	$\frac{65,6}{2,1}$	$\frac{52,0}{2,1}$	$\frac{52,0(100)}{2,1}$	4,0	-	16	-	-
<b>Казское РУ</b>								
<b>Разрабатываемые месторождения</b>								
<i>Казское,</i> магнетитовые руды (КЕМ 00222 ТЭ)	$\frac{75,6}{27,1}$	$\frac{73,5}{41,4}$	$\frac{62,9(85)}{27,1}$	2,5	1,3	30	58	-
<b>Алтайский край</b>								
<b>Государственный резерв</b>								
<i>Инское,</i> магнетитовые руды	$\frac{163,1}{9,1}$	$\frac{133,7}{41,0}$	$\frac{133,7(100)}{9,1}$	4,0	-	40	-	-
<i>Белорецкое,</i> магнетитовые руды	$\frac{289,1}{26,4}$	$\frac{289,1}{26,4}$	$\frac{289,1(100)}{26,4}$	4,6	-	-	-	-
В том числе:								
в контуре карьера	$\frac{50,5}{1,8}$	$\frac{50,5}{1,8}$	$\frac{50,5(100)}{1,8}$	4,0	-	13	-	252,6 (1988 г.)
в контуре подземной отработки	$\frac{238,6}{26,6}$	$\frac{238,6}{26,6}$	$\frac{238,6(100)}{26,6}$	6,0	-	40	-	126,2 (1988 г.)
<b>Республика Алтай</b>								
<b>Государственный резерв</b>								
<i>Холзунское,</i> магнетитовые руды*	$\frac{407,6}{272,5}$	$\frac{407,6}{272,5}$	$\frac{407,6(100)}{272,5}$	12,0	-	34	-	1303,7 (1980 г.)

\* Запасы разведаны по категориям С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Восточно-Сибирский район</b>								
<b>Республика Хакасия</b>								
<b>Абаканское РУ</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<i>Абаканское,</i> магнетитовые руды (АБН 00004 ТЭ)	<u>125,2</u> 9,3	<u>197,3</u> 10,3	<u>111,0 (56)</u> 9,3	-	-	-	-	-
В том числе:								
в контуре карьера	<u>17,0</u> -	<u>88,7</u> 0,7	<u>2,8 (3)</u> -	3,0	1,9	6	9	-
в контуре подземной отработки (подготавливаются к освоению)	<u>108,2</u> 9,3	<u>108,2</u> 9,3	<u>108,2(100)</u> 9,3	-	-	-	-	-
<b>АО "Тейское РУ"</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<i>Тейское,</i> магнетитовые руды (АБН 00005 ТЭ)	<u>108,8</u> 27,6	<u>136,7</u> 27,7	<u>108,8 (79)</u> 27,6	5,0	2,0	22	54	-
В том числе:								
в контуре карьера	<u>31,3</u> 0,5	<u>59,2</u> 0,6	<u>31,3 (53)</u> 0,5	-	2,0	-	16	-
в контуре подземной отработки	<u>77,4</u> 27,1	<u>77,4</u> 27,1	<u>77,4 (100)</u> 27,1	-	-	-	-	-
<i>Абагасское,</i> магнетитовые руды (АБН 00005 ТЭ)	<u>28,6</u> 16,9	<u>31,6</u> 16,9	<u>28,6 (90)</u> 16,9	-	-	-	-	-
В том числе:								
в контуре карьера	<u>2,4</u> 0,6	<u>4,1</u> 0,2	<u>2,4 (58)</u> 0,6	-	0,2	-	12	-
в контуре подземной отработки	<u>26,2</u> 16,3	<u>27,5</u> 16,7	<u>26,2 (95)</u> 16,3	-	-	-	-	-

Государственный резерв								
<i>Ельгентское,</i> магнетитовые руды*	<u>4,7</u> 2,1	<u>5,6</u> 1,0	<u>4,7 (84)</u> 2,1	-	-	-	-	-
<i>Анзасское,</i> магнетитовые руды	<u>151,4</u> 15,8	<u>151,4</u> 15,8	<u>151,4(100)</u> 15,8	5,0	-	30	-	-
<i>Изыгольское,</i> магнетитовые руды*	<u>9,9</u> 1,1	<u>9,9</u> 1,1	<u>9,9 (100)</u> 1,1	0,1	-	90	-	1504,0 (1992 г.)
<i>Волковское,</i> магнетитовые руды	<u>212,9</u> 275,8	-	-	4,6	-	46	-	599,6 (1989 г.)
<i>Самсон,</i> магнетитовые руды	<u>17,4</u> 5,9	<u>17,4</u> 5,9	<u>17,4 (100)</u> 5,9	-	-	-	-	-
<b>Красноярский край</b>								
<b>АООТ "Ирбинское РУ"</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<i>Ирбинское,</i> магнетитовые руды (КРР 00148 ТЭ)	<u>27,7</u> 0,6	<u>60,1</u> 1,6	<u>22,2 (37)</u> 0,6	3,3	2,7	8	10	-
Государственный резерв								
<i>Бурлаковское,</i> магнетитовые руды (подготавливается к освоению)	<u>27,6</u> 4,9	<u>27,6</u> 4,9	<u>27,6 (100)</u> 4,9	1,3	-	21	-	41,7 (1988 г.)
<i>Знаменское,</i> магнетитовые руды	<u>12,6</u> 9,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Мульгинское,</i> магнетитовые руды	<u>15,3</u> -	<u>15,3</u> -	<u>15,3 (100)</u> -	-	-	-	-	-
<i>Изыгское,</i> магнетитовые руды	<u>3,6</u> 0,4	<u>3,6</u> 0,4	<u>3,6 (100)</u> 0,4	0,8	-	5	-	1097,3 (1993 г.)
<b>Краснокаменское РУ</b>								
Разрабатываемые месторождения								
<i>Рудный Каскад,</i> магнетитовые руды (КРР 00150 ТЭ)	<u>26,1</u> 4,3	<u>45,9</u> 13,0	<u>11,9 (26)</u> 4,3	2,1	2,1	12	12	-

\* Запасы разведаны по категориям C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>



1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Одинокое,</i> магнетитовые руды	<u>56,2</u> 2,5	<u>46,7</u> 26,0	<u>43,2 (92)</u> 2,5	-	-	-	-	-
<i>Маргоз,</i> магнетитовые руды	<u>3,8</u> 0,2	<u>2,1</u> 3,4	<u>2,1 (100)</u> 0,2	-	-	-	-	-
Государственный резерв								
<i>Таятское,</i> магнетитовые руды	<u>21,4</u> 1,2	<u>21,4</u> 1,2	<u>21,4 (100)</u> 1,2	2,0	-	11	-	-
<i>Хабальское,</i> магнетитовые руды	<u>11,6</u> 0,4	<u>11,6</u> 0,4	<u>11,6 (100)</u> 0,4	1,0	-	12	-	} 232,0 (1975 г.)
<i>Табратское,</i> магнетитовые руды	<u>221,5</u> 18,1	<u>221,5</u> 18,1	<u>221,5(100)</u> 18,1	3,0	-	74	-	
<i>Тереховское,</i> магнетитовые руды	<u>98,6</u> 9,9	-	-	-	-	-	-	
<i>Нижне-Ангарское,</i> гематитовые руды	<u>681,4</u> 496,4	<u>681,4</u> 496,4	<u>681,4(100)</u> 496,4	20,0	-	34	-	-
<i>Ишимбаевское,</i> гематитовые руды	<u>173,1</u> 65,1	<u>173,1</u> 65,1	<u>173,1(100)</u> 65,1	12,0	-	14	-	-
<i>Татарское,</i> магномангнетитовые руды*	<u>262,9</u> 2,5	<u>243,0</u> 22,4	<u>243,0(100)</u> 2,5	} 7,5	-	42	-	} 262,9 (1972 г.)
<i>Огненское,</i> магномангнетитовые руды*	<u>38,2</u> 2,0	<u>38,2</u> 2,0	<u>38,2 (100)</u> 2,0					
<i>Пихтовое,</i> магномангнетитовые руды*	<u>10,5</u> 4,9	<u>10,5</u> 4,9	<u>10,5 (100)</u> 4,9	-	-	-	-	-
<i>Берямбинское,</i> магномангнетитовые руды	<u>28,9</u> 10,9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Талое,</i> магномангнетитовые руды	<u>66,5</u> 5,8	-	-	-	-	-	-	-

\* Запасы разведаны по категориям C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>

*Иркутская область*

**Коршуновский ГОК**

Разрабатываемые месторождения

<i>Коршуновское,</i> магнетитовые руды (ИРК 00782 ТЭ)	<u>251,6</u> 2,9	<u>389,7</u> 99,8	<u>88,0 (23)</u> 2,9	-	-	-	-	-
В том числе в контуре карьера	<u>100,7</u> 2,5	<u>389,7</u> 99,8	<u>88,0 (23)</u> 2,5	12,0	7,6	8	13	-
<i>Рудногорское,</i> магнетитовые руды (ИРК 00693 ТЭ)	<u>257,5</u> 41,9	<u>292,4</u> 42,5	<u>275,4</u> 41,9	-	-	-	-	-
В том числе:								
в контуре карьера	<u>135,5</u> 9,2	<u>152,3</u> 9,9	<u>135,5 (89)</u> 9,2	6,0	2,3	23	59	-
в контуре подземной отработки	<u>140,0</u> 32,6	<u>140,0</u> 32,6	<u>140,0(100)</u> 32,6	-	-	-	-	-
<i>Татьянинское,</i> магнетитовые руды (ИРК 00694 ТЭ)	<u>26,0</u> 4,3	<u>33,8</u> 4,3	<u>25,6 (76)</u> 4,3	-	-	-	-	-
В том числе:								
в контуре карьера	<u>9,9</u> -	-	<u>9,5</u> -	1,5	1,7	7	6	-
за контуром карьера**	<u>16,1</u> 4,3	-	<u>16,1</u> 4,3	-	-	-	-	-
				Государственный резерв				
<i>Коршуновское,</i> глубокие горизонты*	<u>140,1</u> -	-	-	-	-	-	-	-
<i>Нерюндинское,</i> магнетитовые руды	<u>639,4</u> 74,9	<u>545,9</u> 44,6	<u>545,9(100)</u> 74,9	-	-	-	-	-
В том числе:								
в контуре карьера	<u>201,9</u> 2,7	<u>201,9</u> 2,7	<u>201,9(100)</u> 2,7	7,0	-	29	-	185,0 (1977 г.)
глубокие горизонты**	<u>433,0</u> 72,7	<u>344,0</u> 42,0	<u>344,0(100)</u> 42,0	-	-	-	-	-

\* Запасы разведаны по категориям С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

\*\* Отработка нерентабельна.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Капаевское,</b> магномагнетитовые руды	502,4 101,8	502,4 101,8	502,4(100) 101,8					
В том числе:								
в контуре карьера	69,7 0,6	69,7 0,6	69,7(100) 0,6	2,2	-	32	-	64,1 (1977 г.)
глубокие горизонты**	432,7 101,2	432,7 101,2	432,7(100) 101,2	-	-	-	-	-
<b>Поливское,</b> магномагнетитовые руды*	81,5 4,9	-	-	4,0	-	20	-	133,9 (1983 г.)
<b>Октябрьское,</b> магномагнетитовые руды (подземная отработка)**	242,7 46,9	-	-	2,8	-	-	-	295,0 (1990 г.)
<b>Читинская область</b>								
Государственный резерв								
<b>Березовское,</b> бурые железняки, сидериты***	437,4 10,1	437,4 10,1	437,4(100) 10,1	6,5	-	-	-	451,5 (1989 г.)
<b>Чарское,</b> железистые кварциты****	299,4 359,1	299,4 359,1	299,4(100) 359,1	6,5	-	46	-	345,0 (1989 г.)
<b>Чинейское,</b> титаномагнетитовые руды*****	- 83,8	-	-	5,0				
<b>Дальневосточный район</b>								
<b>Республика Саха (Якутия)</b>								
Государственный резерв								
<b>Таежное,</b> магнетитовые руды	962,4 292,6	962,4 292,6	962,4(100) 292,6	9,0	-	> 100	-	1638. (1988 г.)

\* Запасы разведаны по категориям С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

\*\* Отработка нерентабельна.

\*\*\* ТЭО выполнено Читинским ПГО.

\*\*\*\* Запасы апробированы ГКЗ СССР.

\*\*\*\*\* Запасы не учтены балансом. ТЭС разработаны СибГИПРОМЕЗ (содержание: Fe - 36%, TiO<sub>2</sub> - 7,18%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,48%).

В том числе:								
в контуре карьера	<u>320,2</u> 20,8	<u>320,2</u> 20,8	<u>320,2(100)</u> 20,8					
в контуре подземной отработки	<u>642,2</u> 271,8	<u>642,2</u> 271,8	<u>642,2(100)</u> 271,8	-	-	-	-	-
<i>Пионерское,</i> магнетитовые руды	<u>103,8</u> 34,1	<u>103,8</u> 34,1	<u>103,8(100)</u> 34,1	-	-	-	-	-
<i>Десовское,</i> магнетитовые руды	<u>361,7</u> 39,0	<u>361,7</u> 39,0	<u>361,7(100)</u> 39,0	10,0	-	36	-	1805 (1988 г.)
<i>Тарыннахское,</i> железистые кварциты (открытая отработка)	<u>1093,5</u> 211,5	<u>1093,5</u> 211,5	<u>1093,5(100)</u> 211,5	26,0	-	42	-	4614 (1988 г.)
<i>Горкитское,</i> железистые кварциты*	<u>971,1</u> 942,4	<u>971,1</u> 942,4	<u>971,1(100)</u> 942,4	-	-	-	-	-
<i>Амурская область</i>								
Государственный резерв								
<i>Гаринское,</i> магнетитовые руды	<u>211,4</u> 177,3	<u>211,4</u> 177,3	<u>211,4(100)</u> 177,3	7,0	-	30	-	1238 (1988 г.)
<i>Еврейская автономная область</i>								
Государственный резерв								
<i>Кимканское,</i> железистые кварциты	<u>189,4</u> 32,3	<u>189,4</u> 32,3	<u>189,4(100)</u> 32,3	16,0	-	35	-	-
<i>Сутарское,</i> железистые кварциты**	<u>369,3</u> -	-	-					
<i>Костеньгинское,</i> железистые кварциты	<u>163,9</u> -	-	-	-	-	-	-	-

\* Запасы разведаны по категориям С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

\*\* Запасы разведаны по категории С<sub>1</sub>.

Мурманской области и Республики Карелия, обрабатываемые Оленегорским, Ковдорским (Мурманская область) и Костомукшским (Республика Карелия) горно-обогатительными комбинатами. В небольшом количестве железорудное сырье поставляется металлургическим комбинатам Урала и Западной Сибири.

Избыток железорудного сырья целесообразно экспортировать в страны Западной и Восточной Европы, прекратив поставку его на Урал. Это позволит предприятиям получать средства на восполнение и развитие мощностей, приобретение необходимого оборудования и комплектующих изделий.

Вместе с тем на предприятиях железорудной базы Череповецкого металлургического комбината имеются проблемы, требующие их разрешения. Так, на Оленегорском ГОКе запасы основного Оленегорского месторождения в контуре проектной отработки обеспечивают работу карьера по проектной производительности всего на 7 лет, Кировогорского - на 15 лет, им. проф. Баумана - на 14 лет и им. 15-й годовщины Октябрьской революции - на 31 год, вследствие чего производство железорудного сырья на ГОКе в перспективе будет снижаться с 15,7 млн т по сырой руде в 1990 г. до 5,7 млн т в 2010 г. Для поддержания мощности комбината требуется вовлечение в отработку резервного разведанного Комсомольского месторождения открытым способом с запасами более 150 млн т или Оленегорского месторождения подземным способом - 397 млн т.

Разведанные запасы апатит-магнетитовых руд Ковдорского месторождения в контуре проектного карьера обеспечивают работу одноименного ГОКа при проектной производительности 16 млн т сырой руды в год на 20 лет. Учитывая отсутствие на прилегающих к комбинату территориях перспективных на выявление аналогичных руд площадей, целесообразно приступить к разведке глубокозалегающих (600-1200 м) запасов, оцененных по категории С<sub>2</sub> в количестве 150 млн т с целью подготовки их к отработке подземным способом. Необходимость поддержания мощностей Ковдорского ГОКа диктуется также тем, что кроме железорудного сырья ГОК производит свыше 10% от общероссийского производства апатитового и 100% циркониевого (бадделеит) остродефицитных концентратов.

Работа Костомукшского ГОКа обеспечена разведанными запасами при проектной производительности 24 млн т сырой руды в год на 44 года, а по уровню добычи 1994 г. - на 65 лет.

Таким образом, при решении указанных задач железорудная база Северного района способна не только полностью обеспечить потребности Череповецкого металлургического комбината на многие десятилетия, но и усилить внешнюю торговлю железорудным сырьем со странами Западной и Восточной Европы на взаимовыгодных условиях.

**Центральный и Центрально-Черноземный районы.** Металлургические предприятия Центра России (Новолипецкий комбинат, АК "Тулачермет", а также Оскольский электрометаллургический комбинат и др.) полностью обеспечиваются железорудным сырьем, поставляемым Лебединским, Стойленским, Михайловским ГОКа и комбинатом "КМАруда", которые обрабатывают в основном месторождения железистых кварцитов КМА и обеспечены разведанными запасами более чем на 100 лет. Резерв запасов разведанных месторождений КМА и возможности их приращения за счет практически неограниченных прогнозных ресурсов обеспечивают металлургию Центра на столетия.

При этом особого внимания заслуживают уникальные по масштабам запасы и качеству железной руды ресурсы ряда месторождений этого региона. На территории КМА в результате геологоразведочных работ выявлены крупные запасы природно-богатых железных руд, около 95% которых сконцентрировано в месторождениях, характеризующихся большой глуби-

ной залегания и сложными горно-геологическими условиями. Только в Белгородском железорудном районе выявлены крупные месторождения богатых железных руд (Б.Троицкое, Яковлевское, Гостищевское, Разуменское и др.) с общими запасами 45 млрд т. В целом на территории КМА запасы руд в месторождениях такого типа оцениваются в 65 млрд т и сопоставимы с суммарными запасами богатых железных руд Бразилии, Австралии, Индии. Значительная часть руд КМА представлена рыхлыми и слабосцементированными разностями со средним содержанием железа 60-68%, которые залегают на глубине 400-1000 м. Вследствие этого только менее одного процента этих запасов доступно для отработки открытым способом при весьма высоких коэффициентах вскрыши, а очень сложные гидрогеологические условия потребуют при подземном способе применения дорогостоящих систем с закладкой. Сложные горно-геологические и гидрогеологические условия отработки обуславливают необходимость применения нетрадиционных способов разработки этих запасов.

Развитие в промышленных масштабах скважинного метода гидродобычи (СГД) природно-богатых руд КМА позволит вовлечь в отработку такие крупнейшие железорудные месторождения, как Гостищевское с запасами 2,5 млрд т по категориям А+В+С<sub>1</sub> при содержании железа в недрах 61,5%, Яковлевское - с запасами промышленных категорий около 2 млрд т при содержании железа 60,5%, Висловское - с запасами 1,5 млрд т с содержанием железа 60,7%, Разуменское - с запасами около 14 млрд т по категории С<sub>2</sub> с содержанием железа 61%. Осуществленная в опытно-промышленных масштабах технология отработки этих месторождений методом СГД позволяет получать товарные руды с содержанием железа 67,5-68% и кремнезема 0,8-1,2% без предварительного их обогащения. Товарные руды, добытые методом СГД, полностью отвечают требованиям металлургии для производства металлургического сырья для электросталеплавильного производства, а продукты обогащения этих руд могут использоваться в порошковой металлургии, аккумуляторной и других отраслях промышленности.

Вовлечение в промышленный оборот столь значительных ресурсов богатых железных руд КМА, в основном в виде аглоруды и концентратов для агломерации и окомкования, может привести к радикальным изменениям в сложившихся представлениях о перспективном балансе обеспечения потребности в железорудном сырье заводов Южного Урала, об объеме поставок сырья на экспорт и, наконец, к коренным изменениям представлений о перспективной сырьевой базе производства металлургического сырья и масштабов этого производства как для внутренних нужд, так и для поставки на экспорт.

Для этого необходимо выполнить геологическое доизучение этих месторождений с целью определения физико-механического состояния руд, разработки требований к изученности месторождений и подсчета запасов для метода СГД, к экономической их оценке и разработки системы ведения добычных работ.

**Уральский район.** Урал, крупнейший в России металлургический центр, предприятия которого выплавляют около 45% чугуна и стали от общего производства по стране и ежегодно испытывают дефицит в железорудном сырье порядка 15 млн т.

Учитывая практически полное отсутствие крупных резервных разведанных месторождений (исключение составляет Собственно Качканарское месторождение титаномагнетитовых руд и Ново-Естюнинское месторождение скарново-магнетитовых руд) и прогнозных ресурсов легкообогатимых скарново-магнетитовых руд, а также низкую обеспеченность разведанными запасами ряда действующих горно-добывающих предприятий, удовлетворение потребности металлургических заводов Урала железорудным сырьем осуществляется за счет поставки его из других регионов.

Основным поставщиком (свыше 50%) товарных руд для металлургических предприятий Среднего Урала (Свердловская обл.) является Качканарский горно-обогатительный комбинат, отрабатывающий титаномагнетитовые руды Гусевогорского месторождения с проектной производительностью 45 млн т сырой руды в год с содержанием железа 16%. Обеспеченность ГОКа запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> в контуре проектного карьера составляет по проектной производительности 35 лет, а с учетом запасов категории С<sub>2</sub> - более 100 лет.

Вместе с тем другие горно-добывающие предприятия Свердловской области - шахты Песчанская (Богословское рудоуправление), Магнетитовая (Высокогорское РУ), Южная (Гороблагодатское РУ) - обеспечены запасами на 10-15 лет и к 2010 г. будут в основном отработаны, что существенно снизит возможности местной железорудной базы металлургических предприятий Среднего Урала. С учетом этого следует рассматривать возможность реконструкции шахты Естюнинская Высокогорского РУ на мощность 4-5 млн т руды в год на базе разведанных в последние годы запасов глубоких горизонтов Естюнинского месторождения и Ново-Естюнинской рудной зоны с суммарными запасами 276 млн т.

Повысить обеспеченность металлургических предприятий Среднего Урала железорудным сырьем и сократить его поставки из КМА возможно за счет освоения комплексных ванадийсодержащих титаномагнетитовых руд Собственно Качканарского месторождения с разведанными запасами 5,7 млрд т по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>, из них 3,3 млрд т - по категориям А+В+С<sub>1</sub>. Высокая эффективность их освоения возможна только на основе технологий, обеспечивающих комплексное использование руд с извлечением железа и ванадия.

В качестве резерва расширения железорудной базы Среднего Урала в перспективе следует рассматривать Серовское месторождение комплексных железо-хром-никелевых руд с разведанными запасами около 1,0 млрд т. Эффективное использование этих руд возможно при осуществлении в промышленных масштабах технологии электрометаллургического передела с получением ферроникеля, хромистых шлаков, рядовых и легированных сталей и глиноземистых продуктов для цементной промышленности. Для этого необходимо завершить исследования по технологии обогащения и электрометаллургического передела руд Серовского месторождения, определить требования к ним, разработать технико-экономическое обоснование и утвердить запасы.

Крупнейший в России Магнитогорский, а также Челябинский металлургические комбинаты Челябинской области практически исчерпали собственную сырьевую базу легкообогатимых скарново-магнетитовых руд и обеспечиваются железорудным сырьем за счет поставок его с Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного производственного объединения Республики Казахстан (расстояние 300-500 км), из КМА (2,0-2,5 тыс. км), Республики Карелия (4,1 тыс. км) и Мурманской области (4,5 тыс. км). Эта традиционная схема снабжения указанных металлургических комбинатов железорудным сырьем не может считаться оптимальной из-за сложившихся тарифов на грузовые железнодорожные перевозки, в первую очередь из Республики Карелия и Мурманской области. Такая схема снабжения железорудным сырьем может оказаться деформированной в случае принятия решения о переводе Карагандинского металлургического комбината (Республика Казахстан) на малофосфористые руды Соколовско-Сарбайского ГОКа вместо высокофосфористых руд Лисаковского ГОКа. В этом случае единственным источником железорудного сырья для Магнитогорского и Челябинского металлургических комбинатов могут быть только горно-добывающие предприятия КМА. Переориентация обеспечения указанных комбинатов железорудным сырьем потребует увеличения дальности перевозок

порядка 16 млн т в год с 300-500 до 2000 км, а также значительных капиталовложений на развитие производства окатышей в районе КМА, возможно на Стойленском ГОКе. Наиболее приемлемым вариантом является создание межгосударственной акционерной компании или финансово-промышленной группы между Соколовско-Сарбайским ГОКом (Республика Казахстан) и металлургическими комбинатами Южного Урала (Россия).

Небольшие объемы прогнозных ресурсов скарново-магнетитовых руд (380 млн т, в том числе только 155 млн т категории P<sub>1</sub>) исключают возможность открытия крупного месторождения на территории Челябинской области.

Орско-Халиловский металлургический комбинат в Оренбургской области, построенный на железо-хромоникелевых рудах месторождений Орско-Халиловской группы с проектной производительностью 0,5 млн т сырой руды в год, с 1993 г. прекратил добычу природно-легированных руд, не требующих обогащения, в связи с полной отработкой запасов Новокиевского месторождения и полностью перешел на снабжение железорудным сырьем с горнодобывающих предприятий КМА и Соколовско-Сарбайского ГОКа. Учитывая все возрастающие тарифы на грузоперевозки железнодорожным транспортом, целесообразно рассмотреть вопрос о восстановлении добычи и переработки железо-хромоникелевых руд, не требующих обогащения, резервных разведанных месторождений - Орловского с запасами 9,4 млн т, Ново-Георгиевского с запасами 5,5 млн т при содержании железа 40%.

Одновременно с этим провести доизучение технологии обогащения аналогичных руд Аккермановского месторождения с запасами 155,2 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub> и 121,8 млн т категории С<sub>2</sub> при содержании железа 32,0%. Строительство обогатительной фабрики и вовлечение в отработку природно-легированных руд Аккермановского месторождения способны обеспечить работу Орско-Халиловского металлургического комбината на многие десятилетия.

**Западно-Сибирский район.** Металлургические предприятия Западной Сибири (Кузнецкий и Западно-Сибирский металлургические комбинаты, г.Новокузнецк) только на 50% обеспечиваются железорудным сырьем собственной сырьевой базой - железорудными месторождениями Кемеровской области, юга Красноярского края и Республики Хакасия. Дефицит в сырье восполняется за счет поставок его с Коршуновского ГОКа (Иркутская область) на расстояние 1850 км, ГОКов КМА (4250 км), Мурманской области (6000 км) и Соколовско-Сарбайского (1900 км) (см. рис. 150).

Подземные рудники Кемеровской области - Шерегешевский и Казский - обеспечены разведанными запасами категорий А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> по их проектной производительности на 24-16 лет, по фактической добыче 1994 г. - более 40 лет. Таштагольский рудник, обрабатывающий одноименное месторождение, обеспечен разведанными запасами (без учетов запасов в целике р.Кондома) при проектной производительности 3,0 млн т сырой руды в год на 188 лет, в том числе запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> на 95 лет.

С целью сокращения объемов дальних перевозок железорудного сырья на заводы Западной Сибири целесообразно рассмотреть вопрос о создании на Таштагольском руднике второго добычного комплекса на запахе участка Глубокий с производительностью 3,0 млн т сырой руды в год, обеспеченностью его запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> на 53 года, а с учетом запасов категорий С<sub>2</sub> - на 137 лет и довести суммарную производительность рудника до 6,0 млн т.

Кроме того, в радиусе 500 км от металлургических комбинатов расположены резервные разведанные месторождения - Ампалыкское (Кемеровская область), Инское, Белорецкое (Алтайский край), Холзунское (Республика Алтай), освоение которых позволяет увеличить добычу руды за счет собственной сырьевой базы. С этой целью необходимо выполнить технико-экономические расчеты целесообразности их освоения в сложившихся



ся условиях рыночной экономики и транспортных тарифов на грузоперевозки из Центра России и Республики Казахстан.

Недостаточны разведанные запасы под открытый способ обработки месторождений Республики Хакасия. При сохранении уровня добычи 1994 г. запасы Абаканского месторождения иссякнут через 9 лет, Тейского - через 16 лет. В связи с этим необходимо освоение запасов глубоких горизонтов подземным способом: по Абаканскому месторождению 108,2 млн т категорий А+В+С<sub>1</sub> и 9,3 млн т категории С<sub>2</sub>; по Тейскому и Абагасскому суммарно - 103,7 и 43,3 млн т.

Кроме того, Республика Хакасия располагает рядом резервных разведанных месторождений, наиболее крупным из которых является Анзасское с запасами категорий А+В+С<sub>1</sub> 151,4 млн т и С<sub>2</sub> - 15,8 млн т и Волковское с запасами категорий С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> соответственно 212,9 и 275,8 млн т. В целом горно-добывающие предприятия Республики Хакасия надежно обеспечены сырьевой базой, однако месторождения могут обрабатываться только подземным способом, для чего необходимо определить экономическую целесообразность и очередность их освоения в сложившихся условиях рыночной экономики.

Необходимость решения названных проблем диктуется также истощением запасов железных руд на юге Красноярского края - карьеров Ирбинского и Краснокаменского рудников (обеспеченность оставшимися запасами 7-13 лет). Начавшаяся обработка мелких месторождений (Бурлукского Ирбинским рудником, Одиночного и Маргоз Краснокаменским рудником) позволит лишь на ограниченный срок продлить работу этих рудников.

В сложившуюся схему обеспечения железорудным сырьем металлургических комбинатов Западной Сибири входит Коршуновский ГОК (Иркутская область), обрабатывающий запасы руд Коршуновского, Рудногорского и Татьянинского месторождений открытым способом. Обеспеченность запасами карьеров названных месторождений по уровню добычи 1994 г. составляет соответственно 13, 58 и 6 лет; по проектной производительности - 8, 23 и 7 лет. Поддержание мощности ГОКа за счет вовлечения в обработку запасов глубоких горизонтов Коршуновского (140,1 млн т) и Рудногорского (140 млн т) месторождений весьма проблематично по экономическим показателям из-за незначительных запасов руды, сложных гидрогеологических условий и трудностей решения проблемы захоронения высокоминерализованных (рапа) шахтных вод. Освоение резервных разведанных Нерюндинского и Капаевского месторождений открытым способом также проблематично из-за большой удаленности их от заводов-потребителей железорудного сырья и необходимости района их расположения.

В связи с этим целесообразно продолжить геологоразведочные работы на Октябрьском (242,7 млн т категории С<sub>1</sub> и 46,9 млн т категории С<sub>2</sub>) и Поливском (81,5 млн т категории С<sub>1</sub> и 4,9 млн т категории С<sub>2</sub>) месторождениях. С учетом сложившихся тарифов на сырье и транспортные услуги в рыночных условиях экономики страны, технико-экономические показатели их разработки могут оказаться значительно выше рассчитанных в предыдущие годы.

Осуществление названных мероприятий способно поддержать мощности действующих предприятий юга Красноярского края и сократить поставку сырья металлургическим комбинатам Западной Сибири. Однако в качестве кардинального решения проблемы обеспечения металлургических комбинатов железорудным сырьем на многие десятилетия следует рассмотреть возможность вовлечения в промышленное освоение железорудных месторождений Ангаро-Питского бассейна с разведанными запасами гематитовых руд по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> около 1,5 млрд т, расположенного в 1,0 тыс км от заводов-потребителей. Для принятия обоснованных решений необходимо выполнить крупнообъемные технологические исследова-

дования обогатимости гематитовых руд на основе современных достижений техники и технологии обогащения (применение высокоинтенсивных, полиградиентных сепараторов, сепараторов на постоянных магнитах состава ниодим-железо-бор роликового типа с напряженностью магнитного поля 10-12 тыс.Э).

**Восточно-Сибирский район.** В Читинской области в составе Петровск-Забайкальского передельного металлургического завода предусматривается строительство опытно-промышленного электрометаллургического цеха по переработке комплексных ванадий-титано-железных руд Чинейского месторождения. На участке Магнитном выполнены поисково-оценочные работы, в результате которых оценены запасы железных руд по категории С<sub>2</sub> в количестве 83,8 млн т. Руды содержат: Fe - 36%, TiO<sub>2</sub> - 7,18% и V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,45% (для сравнения, Качканарский ГОК обрабатывает руды Гусевогорского месторождения с содержанием Fe - 16-18% и V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,16-0,18%).

Институтами "Уралмеханобр", ИМЕТУНЦ и УралНИИЧермет разработана и обоснована технология обогащения и электрометаллургического передела концентратов магнитной сепарацией с получением ванадиевого электрочугуна и титанистого шлака. Электропечные шлаки с содержанием TiO<sub>2</sub> 30-50% могут использоваться как химическое сырье для извлечения титана. После конвертерного передела чугуна получена легированная сталь и ванадиевый шлак с содержанием V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 37-42% - сырье для получения ванадиевых продуктов.

Выполненными в 1991 г. институтом "Сибгипромез" технико-экономическими расчетами отработки Чинейского месторождения доказана высокая эффективность промышленной добычи ванадий-титано-железных руд. Целесообразно продолжить геологоразведочные работы на Чинейском месторождении с целью подготовки запасов к промышленному освоению.

**Дальневосточный район.** Геологоразведочными работами 70-80-х годов значительно расширена железорудная база Дальневосточного района. Разведанные запасы его составляют более 7 млрд т. Выявлен и разведан в южной части Республики Саха (Якутия) крупный Чаро-Токкинский железорудный район с разведанными запасами 3,9 млрд т легкообогатимых, чистых по вредным примесям железистых кварцитов докембрия. Не меньший интерес представляют разведанные в этом же регионе запасы комплексных борсодержащих руд Таежного месторождения с запасами 1,2 млрд т по категориям А+В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub>. Переработка этих руд электрометаллургическим способом обеспечивает получение низколегированных бором сталей и борсодержащих (до 12-14% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) металлургических шлаков - исходного сырья для производства бора.

Созданная на Дальнем Востоке железорудная база и наличие значительных запасов коксующих углей (Южно-Якутский угольный бассейн) позволяют рассматривать вопрос о создании на их основе крупного горно-металлургического комбината, способного не только полностью обеспечить потребности в металлопродукции этого региона и развитии металлоперерабатывающих отраслей промышленности, но и организовать поставки железорудного сырья и металлопроката в страны Азиатско-Тихоокеанского региона, в первую очередь в Китай и Японию.

\*\*\*

Созданная на 01.01.1995 г. железорудная база России (57,4 млрд т запасов категорий А+В+С<sub>1</sub>) способна обеспечить потребности страны в целом железорудным сырьем по уровню добычи его из недр в 1994 г. (194,5 млн т) на 200 лет и более. Стабильная работа горно-добывающих предприятий может быть обеспечена при условии сохранения достигнутого уровня разведанных запасов, что создает условия для выбора наиболее рентабельных объектов под первоочередную их отработку.

Таблица 207

**Фактическое погашение и прирост запасов  
железных руд по Российской Федерации**

Изменения в запасах	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.
Погашение запасов в недрах (добыча плюс потери), млн т	233,1	213,4	197,7	194,5
Прирост запасов за счет геологоразвед- очных работ, млн т	55,4	32,5	4,4*	17,8

\* Кроме того, Государственным балансом учтен прирост запасов в количестве 2558 тыс.т по результатам геологоразведочных работ за 1986-1990 гг. по Стойленскому месторождению КМА.

минеральных ресурсов, а о восстановлении уровня 1990 г. с последующим ростом как количественных, так и качественных показателей.

К сожалению, нарушение системы финансирования геологоразведочных работ привело к тому, что начиная с 1991 г. приросты запасов не компенсируют их годовое погашение (табл. 207).

С целью стабилизации состояния и развития минерально-сырьевой базы России в условиях переходного периода и структурной перестройки экономики с учетом текущих и перспективных потребностей промышленности, сельскохозяйственного и социального развития страны, Комитетом Российской Федерации по геологии и использованию недр во исполнение постановления Правительства РФ от 30 августа 1992 г. № 541 разработана "Федеральная программа развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации на 1994-2000 г".

Реализация Федеральной программы осуществляется путем координации государственным заказчиком (Роскомнедра, с 1996 г. - Министерство природных ресурсов) действий и работ конкретных заказчиков (предприятий) по доизучению и приросту запасов полезных ископаемых. Государственный заказчик распределяет, финансирует и принимает результаты работ для федеральных нужд, объем которых составит ориентировочно 15-20% от всех объемов, предусмотренных Программой. В Программе около 6% объема финансирования приходится на иностранные и внутренние инвестиции, остальные - средства добывающих предприятий-недропользователей как оставленные им по представлению Роскомнедр из общего объема средств, подлежащих перечислению в федеральный и местный бюджеты на воспроизводство минерально-сырьевой базы, так и собственные, а также заемные и привлеченные ресурсы. Задача Роскомнедр - создать более льготные условия для привлечения инвестиций и улучшить структуру источников средств за счет увеличения доли привлеченных инвестиций до 20-25%.

В качестве основных показателей и ориентиров развития железорудной базы России приняты:

объемы прироста запасов железных руд, компенсирующие их погашение в недрах;

объемы финансирования.

Приросты запасов железных руд на перспективу определены в двух вариантах в зависимости от активности финансовой поддержки государством геологоразведочных работ (табл. 208):

вариант I - приросты запасов достижимы при активной финансовой поддержке государством и обеспечении благоприятных условий для привлечения к изучению недр средств отечественных и зарубежных инвесторов;

Мировые тенденции в области добычи и потребления минерального сырья, несмотря на внедрение ресурсосберегающих технологий, пока не дают веских оснований ожидать снижения потребности в минерально-сырьевой продукции в обозримой перспективе. Более того, потребность в ней по оценкам зарубежных исследователей будет возрастать, хотя и более низкими темпами, чем в 70-80 годах. В связи с тем, что к 1994 г. все показатели потребления по России снизились на 30-40% (по железным рудам на 28,9%), необходимо ставить вопрос не о сокращении производства и потребления основных видов

Таблица 208

Прогнозируемые приросты запасов железных руд  
по Российской Федерации

Показатели	1994-2000 гг.		1996-2000 гг.	
	I вариант	II вариант	I вариант	II вариант
Ассигнования, млн р.	3000	1530	5700	4530
Прирост запасов, млн т	750	250	2500	820

вариант II - без широкой финансовой поддержки государства и ориентации на критические уровни прироста запасов железных руд, ниже которых могут начаться неконтролируемые негативные процессы, что незамедлительно отразится не только на горнодобывающей отрасли черной металлургии, но и на обеспечении металлопродукцией всех отраслей народного хозяйства.

Прирост запасов по I варианту и выполнение вышеназванных направлений геологоразведочных работ, технологических, геолого-экономических исследований, а также предложений по освоению резервных разведанных месторождений будут способствовать стабильной работе черной металлургии России на длительный период, удовлетворению внутренних потребностей в железорудном сырье и обеспечению взаимовыгодных поставок сырья и металлоизделий на внешний рынок.

Однако реализация Программы в 1994-1995 гг. показала, что фактический прирост запасов не достигает уровня критического II варианта в связи с экономическими трудностями как в масштабах государства, так и у конкретных недропользователей - добывающих предприятий.

Разработанный и законодательно закрепленный механизм самофинансирования геологоразведочных работ лишь к 1997 г. позволил сконцентрировать значительные средства у горно-добывающих предприятий, которые тем не менее далеко не всегда пользуются ими в полном объеме по целевому назначению. Потребуется еще несколько лет с применением мер государственного воздействия на недропользователей для окончательного перевода системы восполнения минерально-сырьевой базы со 100%-го бюджетного финансирования (как это было до 1993 г.) на самофинансирование. Реальная реализация программы в намеченных объемах ожидается с 2000 г.

В связи с намечаемой структурой и качественной перестройкой черной металлургии на более прогрессивные способы металлургического передела соответствующие работы должны быть выполнены прежде всего по подготовке железорудной базы и совершенствованию технологии первичного передела железных руд.

В частности, в предыдущие годы установлено [102], что важнейшим условием отнесения железных руд к электро- и порошково-металлургическим является существенно магнетитовый и маргитовый их состав, однородность и химическая чистота рудных минералов - магнетита и гематита, способность обогащаться по рентабельным схемам до почти мономинеральных концентратов, свободных от вредных примесей и отвечающих условиям дальнейшей переработки по содержанию шлакообразующих окислов.

Суперконцентраты, пригодные для производства железных порошков, в основном могут быть получены из высокометаморфизованных руд и железистых кварцитов архея (железорудная формация железисто-кремнисто-гнейсового типа: Оленегорское и ряд других месторождений Кольского полуострова, Бесединская и Комаричская рудные зоны КМА, Тараташский выступ Урала, Байкальское месторождение Восточного Саяна и др.).

Высококачественные концентраты, используемые после окомкования и металлизации для прямого передела в электропечах, наиболее вероятны как из руд указанных выше типов, так и из железистых кварцитов средних и высоких ступеней метаморфизма архейского и протерозойского возраста

(железородная формация железисто-кремнисто-сланцевого типа) и из руд отдельных месторождений полихронной скарново-магнетитовой формации (известкового и гидросиликатного подтипов). Это железистые кварциты месторождений: Костомукшского и Корпангского в Карелии, Лебединского, Стойленского, Коробковского, Крамского, Приоскольского, Орловского и других на КМА, Тарыннахского, Горкитского, Ималыкского и Чарского в Якутии и Читинской области; скарново-магнетитовые руды месторождений: Глубоченского и Петровского в Зауралье, Холзунского, Инского, Белорецкого, Таштагольского на Алтае и в Горной Шории, Волковского и Абаканского в Западном Саяне, Табратского и Тереховского в Восточном Саяне, Енашиминского на Енисейском Кряже, Гаринского на Дальнем Востоке.

Рядовые концентраты и кусковые товарные руды, используемые в качестве основного сырья в традиционном доменном переделе, могут получаться практически из всех указанных выше типов железистых руд, а также и из других, которые по своему качеству и технологическим свойствам не пригодны для производства суперконцентратов и высококачественных концентратов. К ним относятся слабометаморфизованные железистые кварциты железисто-кремнисто-сланцевой формации, значительная часть остаточных и переотложенных гематит-мартитовых руд коры выветривания, магнетитовые руды магнезиально- и известково-магнезиально-скарнового подтипа, а также железные руды магматических, карбонатитовых, осадочных (сидеритовый и бурожелезняковый) генетических типов.

Переоценка железорудной базы, исходя из требований различных способов металлургического передела, а также применительно к новым экономическим условиям, является одной из важнейших задач на ближайшую перспективу.

## Заключение

1. Во второй половине XX в. черная металлургия СССР развивалась бурными темпами, достигнув максимальных объемов выпуска металлопродукции в 1988 г.

С 1955 по 1990 г. разведанные запасы железных руд бывшего СССР по категориям А+В+С<sub>1</sub> возросли в 3,1 раза (с 29,9 до 93,3 млрд т) и составили 69% от мировых (подтвержденных) запасов. Производство товарной руды за этот же период возросло в 3,4 раза, выплавка чугуна в 3,3, стали в 3,4, готового проката в 3,6 раза. Особенно высокие темпы роста наблюдались в период с 1956 по 1975 г., когда они за пятилетие составляли от 16 до 31%.

После 1975 г. темпы роста резко снизились и стабилизировались на уровне нескольких процентов в пятилетие, а с 1988 г. - года наивысшего уровня производства чугуна (114,6 млн т) и стали (163 млн т) - начался спад производства по всем показателям. Такая динамика роста объемов продукции черной металлургии в 1956-1975 гг. связана с огромными потребностями в металле для восстановления разрушенного войной промышленного потенциала и социальной сферы, а также завершения индустриализации страны.

2. Бурно развивалась железорудная база и черная металлургия России в целом.

Разведанные запасы Российской Федерации к 1995 г. по сравнению с 1956 г. возросли по категориям А+В+С<sub>1</sub> в 4,3 раза (с 13,3 до 57,4 млрд т), по категории С<sub>2</sub> - 5,8 раза (с 7,5 до 43,8 млрд т). Значительно расширена железорудная база Северного района (в 1,6 раза), Центральных районов России (в 11,4 раза), Урала (в 1,6 раза). Практически созданы новые железорудные базы в Западной Сибири (запасы увеличены с 0,2 до 1,8 млрд т) и на Дальнем Востоке (с 0,5 до 4,4 млрд т).

По состоянию на 01.01.1995 г. Государственным балансом учтено 172 месторождения железных руд, 53 из которых находятся в стадии разработки. На последних сосредоточено 51,4% запасов категорий А+В+С<sub>1</sub>. Прогнозные ресурсы по состоянию на 01.01.1993 г. оцениваются в 150,3 млрд т, в том числе по категориям Р<sub>1</sub> 136,4 млрд т. Общий железорудный потенциал Российской Федерации позволяет удовлетворить потребности страны и экспорта в железорудном сырье, а также продуктах его переработки на длительную перспективу.

3. Развитию железорудной базы в значительной мере способствовали результаты научно-исследовательских работ по обогащению и вовлечению в промышленное освоение бедных магнетитсодержащих руд с массовой долей железа 16-40% (главным образом железистых кварцитов) и производству из них товарных руд (концентратов) с содержанием железа 62-68% вместо 46-52% в природно-богатых рудах. Разведанные запасы железистых кварцитов к 1995 г. увеличились по сравнению с 1956 г. в 3,1 раза (с 10,5 до 32,3 млрд т), что позволило создать крупнейшие горно-обогатительные комбинаты с открытым способом отработки. Всего в бывшем СССР построено 15 ГОКов, в том числе 8 в Российской Федерации. В связи с исчерпанием возможности экономического роста за счет преимущественно экстенсивного способа развития и затянувшимся во времени этапом интенсификации производства с 1989 г. в черной металлургии, как и в других отраслях промышленности, начался спад по всем показателям.

4. Начавшаяся с 1985 г. перестройка государственного и экономического устройства страны, а также распад СССР в 1991 г. на 15 независимых государств обусловили нарушение производственных связей между бывшими союзными республиками и предприятиями, что привело к резкому увеличению темпов спада производства и сокращению потребления сырья и металлопродукции на внутреннем и внешнем рынках. В 1994 г. уровень потребления против 1990 г. снизился на 30-40% по всем показателям валовой продукции, в том числе по черной металлургии России: по готовому прокату - на 51,1%, чугуна - на 38,7, стали - на 40,4, коксу - на 33,3, товарной руде - на 31,5, сырой руде - на 26,6%.

5. В последние годы в связи с экономическим кризисом и несовершенством механизма замены централизованных государственных инвестиций на нецентрализованные и негосударственные источники резко ухудшилось освоение железорудной базы России. Производственные возможности действующих горно-добывающих предприятий при установившихся темпах их выбытия существенно сокращаются, и к 2000 г. производство товарной руды составит лишь 61 млн т, что обеспечит выплавку 28,5 млн т чугуна при потребности 42 млн т.

6. Резко сокращены объемы геологоразведочных работ как в пределах горных отводов предприятий, так и за их пределами. Прирост запасов железных руд не компенсирует погашение их в недрах, в результате чего обострилось положение с обеспеченностью запасами ряда действующих горно-добывающих предприятий.

7. Длительный срок отработки запасов железных руд и неоднократная реконструкция металлургических предприятий в сторону увеличения их мощности привели к истощению местной сырьевой базы и к диспропорции между расположением сырьевых и металлургических центров. Это относится прежде всего к железорудной базе Южного Урала и юга Западной Сибири, что привело к необходимости поставки железорудного сырья к металлургическим предприятиям из других районов России на расстояние до 2-6 тыс. км. Такая схема грузопотоков железорудного сырья к его потребителям привела к резкому росту транспортных затрат, превышающих себестоимость самого сырья.

8. В монографии высказаны соображения по поддержанию мощностей действующих предприятий, по развитию местной железорудной базы

отдельных районов и субъектов Российской Федерации за счет освоения близрасположенных разведанных месторождений, геологического доизучения, технологии обогащения и экономической переоценки отдельных месторождений, что в будущем позволит сократить транспортные расходы и повысить ритмичность работы горно-добывающих и металлургических предприятий.

9. Нерешенность вопроса инвестиционной политики в освоении и развитии железорудной базы может привести к тому, что процесс выбытия мощностей приобретет необратимый характер, и удовлетворение потребности металлургических предприятий сырьем к 2000 г. станет практически нереальным. Намечившиеся к 1997 г. элементы стабилизации создают предпосылки, исключающие развитие этого процесса, но нуждаются в активной государственной поддержке.

10. С целью опережающего развития железорудной базы России бывшими Комитетом по металлургии и Комитетом по геологии и использованию недр Российской Федерации (ныне соответственно - Министерством экономики и Министерством природных ресурсов) разработаны и одобрены Правительством Российской Федерации "Федеральная программа по техническому перевооружению и развитию металлургии России (1993-2000 гг.)" и "Федеральная программа развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации на 1994-2000 гг.". Реализация указанных программ может обеспечить не только потребности России в железорудном сырье и продуктах ее переработки, но и поставки их на внешний рынок.

Однако незавершенность институциональных и структурных преобразований в металлургической и геологоразведочной отраслях, неустойчивость экономической ситуации в стране, несовершенство законодательной и нормативной базы в сфере инвестиционных процессов отодвигают реализацию программных урвной на период 2000-2005 гг.

11. Тем не менее, созданные за последние четыре десятилетия огромный сырьевой, производственный и интеллектуальный потенциал, осуществляемые экономические преобразования и последовательное внедрение России в мировую рыночную систему позволяют прогнозировать в первые десятилетия XXI в. новый качественный этап развития черной металлургии страны, в том числе и ее сырьевой базы.

## Литература

1. *Авдеев В.А., Ширяев П.А., Караваев Е.П.* Металлургические предприятия СССР (состав и производительность основных цехов). Ч.1. - М.: Черметинформация, 1991. - 153 с.
2. *Агошков М.И., Борисов С.С., Боярский В.А.* Разработка рудных и нерудных месторождений. - М.: Недра, 1970. - 456 с.
3. *Агошков М.И.* Экономика геологоразведочных работ. - М.: Недра, 1985. - 270 с.
4. *Анализ современных достижений в области измельчения рудных минералов с целью снижения затрат энергии и повышения производительности оборудования.* - М.: Черметинформация, 1988. - 230 с.
5. *Андреев В.Ф., Банный Н.П., Горелик И.Т.* Экономика черной металлургии СССР. - М.: Металлургия, 1963. - 384 с.
6. *Антоненко Л.К.* Современные проблемы горнодобывающей промышленности черной металлургии СССР и перспективы ее развития// Горный журнал, 1990. - № 4. - С.3-8.
7. *Антоненко Л.К., Новиков А.А.* Состояние и проблемы развития сырьевой базы черной металлургии России //Горный журнал, 1994. - № 1. - С.3-7.
8. *Аренс В.Ж.* Скважинная добыча полезных ископаемых. - М.: Недра, 1986. - 279 с.
9. *Базилевич С.В., Вегман Е.Ф.* Агломерация. - М.: Металлургия, 1977. - 367 с.
10. *Бачева Е.Д.* Технология минерального сырья на перепутье. Проблемы и перспективы. - М.: Недра, 1992. - 269 с.

11. Бродов А.А., Сколкин Н.Ф. К проблеме эффективного использования вторичных черных металлов // Сталь, 1992. - № 9. - С.91-93.
12. Выхрушев В.А., Воронцов Е.А. Минералогия и геохимия железорудных месторождений юга Сибирской платформы. - Новосибирск: Наука, 1976. - 98 с.
13. Вебер Р., Морсолетто Л.А. Альтернативные способы получения стали // Черные металлы, 1990. - № 22. - С.19-25.
14. Внедоменное получение железа за рубежом / А.Н.Похвиснев, И.Ю.Кожевников, А.Н.Спектр, Е.Н.Ярхо. - М.: Металлургия, 1964. - 368 с.
15. Внешняя торговля СССР в 1982, 1984, 1986, 1988, 1990 гг. Статистический сборник. - М.: Финансы и статистика, 1983-1991.
16. Волков Ю.П., Шпарбер Л.Я., Гусаров А.К. Технолог-доменщик. Справочное и методическое руководство. - М.: Металлургия, 1986. - 263 с.
17. Вопросы развития Бакальской рудной базы //Сб. трудов Бакальского совещания (8-11 июня 1955 г.). УФАН СССР. - Свердловск, 1957. - 95 с.
18. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. - М.: Металлургия, 1985. - 480 с.
19. Вулканогенные железисто-кремнистые формации Карелии /В.М.Чернов, К.А.Инина, В.Я.Горьковец, М.Б.Раевская. - Петрозаводск: Изд-во "Карелия," 1970. - 285 с.
20. Гарина И.М. Прямое получение железа за рубежом в 1988-1989 гг. // Черная металлургия. - М.: Черметинформация, 1990. - № 18. - С.26-32.
21. Геологические основы и оценка железорудных месторождений / Под ред. Г.С.Момджи, Н.Г.Шмидта. - М.: ВИМС, 1977. - 144 с.
22. Геологическое развитие и металлогения Урала /К.К.Золоев, М.С.Рапопорт, Б.А.Попов и др. - М.: Недра, 1982. - 254 с.
23. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т.10. Геологическое строение и минералогия СССР. Кн. 2. Закономерности размещения полезных ископаемых СССР /Под ред. Г.А.Габриэлянца и др. - Л.: Недра, 1989. - 630 с.
24. Геология, гидрогеология и железные руды бассейна Курской магнитной аномалии /В.Д.Полищук, Н.И.Голивкин, Ю.С.Зайцев и др. Т.1. Кн.1. - М. Недра, 1970. - 440 с.
25. Геология Криворожских железорудных месторождений / Я.Н.Белевцев, Г.И.Калаяев, А.И.Стрыгин и др. - Киев: Изд-во АН УССР, 1962. - Т.1. - 480 с. Т.2. - 565 с.
26. Геология СССР. (Хабаровский край и Амурская область. Полезные ископаемые). Т.ХІХ. - М.: Недра, 1976. - С. 61-91.
27. Геология СССР (Якутская АССР. Полезные ископаемые). Т.ХVІІІ. - М.: Недра, 1979. - С.90-117.
28. Геолого-экономическая эффективность скважинной гидродобычи железных руд КМА / В.Л.Колибаба, А.А.Лукьянчиков, А.Ф.Сафронов, Л.Д.Гагут // Черная металлургия. - М.: Черметинформация, 1988. - № 7.
29. Геофизические методы поисков железорудных месторождений на юге Восточной Сибири. - М.: Недра, 1980. - 186 с.
30. Гершой Ю.Г. Вещественный состав и оценка обогатимости бедных железных руд. - М.: Недра, 1968. - 200 с.
31. Гиммельфарб А.И., Неменов А.М., Тарасов Б.Е. Металлизация и электроплавка железорудного сырья. - М.: Металлургия, 1981. - 152 с.
32. Главнейшие железорудные месторождения Сибири. - Новосибирск: СНИИГГиМС, 1970. - 217 с.
33. Глубинное строение, тектоника, металлогения Урала /В.М.Нечухин, Н.Г.Берлянд, В.Н.Пучков, В.Б.Соколов. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. - 106 с.
34. Голивкин Н.И., Дунай Е.И., Епифанов Б.П. Железорудные формации докембрия КМА и их перспективная оценка на железные руды. - М.: Недра, 1982. - 228 с.
35. Голушко М.Л., Латул В.В., Голдаев Н.В. Терсинская группа //Геология СССР. Т.ХІV. - М.: Недра, 1982. - С.105-107.
36. Горелов Г.Ф. О расчленении вулканогенно-карбонатно-терригенных отложений среднего кембрия в Кондомском гребне (Горная Шория) //Научно-практическая конференция 21-23 ноября 1990 г. "Геология позднего докембрия и палеозоя Сибири". Тез. докл. - Новосибирск: 1990. - С.65-67.
37. Горяинов П.М. Геология и генезис железисто-кремнистых формаций Кольского полуострова. - Л.: Наука, 1976. - 147 с.
38. Государственный баланс запасов полезных ископаемых СССР. Железные руды. - М.: Союзгеолфонд, 1956-1991.



39. Григорьев В.М. Изучение вещественного состава и обогатимости железных руд. - М.: Недра, 1976. - 391 с.
40. Гусельников В.Н. Генетические проблемы железорудных формаций КМА. - М.: Наука, 1972. - 227 с.
41. Дербиков И.В. К проблеме генезиса железоскарновых месторождений Западной Сибири (о вулканогенно-осадочном генезисе некоторых месторождений Казской группы) //Тр. Сиб. НИИ геол., геофиз. и минерального сырья. - 1964. - Вып. 35. - С.82-100.
42. Дербиков И.В., Руткевич И.С. Железорудные месторождения Горной Шории в свете вулканогенно-осадочной теории рудообразования //Тр. Сиб. НИИ геол., геофиз. и минерального сырья. - 1971. - Вып. 125. - 91 с.
43. Долицкий Я.И., Кондаков В.В., Тишбейн Ю.Р. Основные технические требования к халиловским хромо-никелевым железным рудам и вопросы их технологического использования //Тр. ин-та геологических наук. Вып. 67 (Сер. Рудные месторождения, № 6). - М. - Л.: Изд-во АН СССР, 1942. - С.439-458.
44. Евстрахин В.А. Экономика рационального использования минерального сырья // Разведка и охрана недр, 1991. - № 10. - С.20-26.
45. Евстрахин В.А. Минерально-сырьевые проблемы в современном мире // Разведка и охрана недр, 1992. - № 1. - С.2-7.
46. Елисеев Н.А., Никольский Н.П., Кушев В.Г. Метасоматиты Криворожского рудного пояса. Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1961.
47. Железисто-кремнистые формации Украинского щита / Отв. ред. Н.П.Семеновенко. - Киев: Наукова думка, 1978. - Т.1. - С.326, Т.II - С.367.
48. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Прогнозная оценка железорудных месторождений /М.И.Веригин, Ю.М. Епатко, В.П. Орлов и др. - Киев: Наукова Думка, 1990. - 192 с.
49. Железные руды Дальнего Востока (формации, генезис, структура месторождений) //Сб. научных трудов ДВО АН СССР. - Владивосток, 1989. - 108 с.
50. Железные и марганцевые руды Дальнего Востока /Г.И.Архипов, Е.А.Кулиш, Л.И.Кулиш и др. - Владивосток, ДВНЦ СССР, 1985. - 296 с.
51. Железорудная база черной металлургии СССР /Отв. ред. акад. И.П.Бардин. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. - 566 с.
52. Железорудные месторождения Алтае-Саянской горной области. Т.1. Кн.1. - М.: Изд-во АН СССР, 1958. - 331 с.
53. Железорудные месторождения Сибири /Отв. ред. В.А.Кузнецов. - Новосибирск: Наука, 1981. - 228 с.
54. Железорудные месторождения Украины и их прогнозная оценка / Я.Н.Белевцев, Ю.М.Епатко, М.И.Веригин и др. - Киев: Наукова думка, 1981. - 230 с.
55. Железорудные формации докембрия КМА и их перспективная оценка на железные руды /Н.И.Голивкин, Е.И.Дунай, Б.П.Епифанов и др. - М.: Недра, 1982. - 228 с.
56. Железорудные формации Среднего и Южного Урала / Отв. ред. А.Л.Яншин. - М.: Наука, 1989. - 450 с.
57. Западно-Сибирский железорудный бассейн /А.П.Бердников, Е.Я.Горюхин, А.А.Бабин, И.П.Зальцман // Железорудные месторождения Сибири. - Новосибирск: Наука, 1981. - С.193-196.
58. Зусман Л.Л. Металлический фонд народного хозяйства СССР. - М.: Металлургия, 1975. - 408 с.
59. Зябкин А.В., Володина Е.Н., Калугина Т.С. Белорецкое месторождение //Железорудные месторождения Сибири. - Новосибирск: Наука, 1981. - 251 с.
60. Каждан А.Б., Кобахидзе Л.П. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. - М.: Недра, 1985.
61. Казанец И.П. Черная металлургия на рубеже новой пятилетки. - М.: Металлургия, 1971. - 70 с.
62. Казанец И.П. Черная металлургия в девятой пятилетке. - М.: Металлургия, 1972. - 112 с.
63. Казимиров И.П., Шепель А.Б. Ташелгино-Майзасская группа //Геология СССР. Т.ХІХ. - М.: Недра, 1982. - С.107-113.
64. Калинин И.Д. Геологическое строение и условия образования богатых железных руд Михайловского месторождения КМА //Коры выветривания. Вып.3. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - С. 56-58.
65. Калугина Т.С., Калугин И.А. Метаморфизм и магнетитовое оруденение на Белорецком месторождении Алтая //Проблемы генезиса железорудных месторождений Сибири. - Новосибирск: Наука, 1979. - С. 12-37.

66. Кармазин В.В., Кармазин В.И. Магнитные методы обогащения. - М.: Недра, 1978. - 320 с.
67. Кармазин В.И. Обогащение руд черных металлов. - М.: Недра, 1982. - 270 с.
68. Кассандров Э.Г. О комплексном использовании железных руд Холзунского месторождения в Горном Алтае и перспективах создания на его основе крупного горно-рудного предприятия // Оценка, прогнозирование, рациональное использование и охрана минеральных ресурсов. - Новосибирск, 1980. - С. 95-98.
69. Кириловский Ф.В., Климов А.В. Тайдонская группа // Геология СССР. Т. XIV. - М.: Недра, 1982. - С. 95-103.
70. Киселев Г.Н. Новые данные по Аккермановскому месторождению природно-легированных железных руд // Коря выветривания. Вып. 5. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - С. 245-256.
71. Князев В.Ф., Гиммельфарб А.И., Неменов А.М. Бескоксая металлургия железа. - М.: Металлургия, 1972. - 272 с.
72. Колибаба В.Л. Сквжинная добыча твердых полезных ископаемых // Горный журнал, 1992. - № 1.
73. Комплексная программа научно-технического прогресса СССР на 1991-2010 гг. Природные ресурсы. - М.: Изд-во АН СССР, ГКНТ, 1988. - 212 с.
74. Кондомская группа / М.И. Селиверстова, В.П. Орлов, М.П. Тараймович, В.П. Бондарец. // Геология СССР. Т. XIV. - М.: Недра, 1982. - С. 127-129, 135-140.
75. Кононов Н.Д., Леоненко И.Н., Петров Б.М. О новой схеме возрастного расчленения раннедокембрийских образований Воронежского кристаллического массива // Перспективы обнаружения погребенных рудных месторождений в центральных районах Русской платформы. - М., 1977. - С. 75-78.
76. Кононов Н.Д., Павловский В.И., Серебряков Е.Б. Опыт применения геофизических методов для детального картирования железорудных формаций в докембрийском фундаменте Воронежской антеклизы // Региональная, разведочная и промысловая геофизика. Экспресс-информация. - М.: ВИЭМС, 1972. - № 1. - С. 1-10.
77. Критерии прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления / Отв. ред. Н.П. Семенов. - Киев: Наукова думка, 1974. - 560 с.
78. Ку克林 А.А., Мичкова Е.С., Буланов В.Я. Технология и экономика порошковой металлургии. - М.: Наука, 1989. - 223 с.
79. Кулибин В.А. Подготовка руд к плавке. - М.: Металлургиздат, 1959. - 350 с.
80. Леоненко И.Н., Руссинович И.А., Чайкин И.С. Геология, гидрогеология и железные руды Курской магнитной аномалии. - М.: Недра, 1969. - Т. 3. - 320 с.
81. Лысенко И.Д. Опыт эксплуатации агрегата "печь-ковш" на заводе "Днепро-спецсталь" // Сталь, 1991. - № 11. - 31 с.
82. Лякишев Н.П. Вопросы развития современной металлургической технологии // Сталь, 1991. - № 1. - С. 1-6.
83. Мазуров М.П. Генетические модели скарновых железорудных месторождений. - Новосибирск: Наука, 1985. - 183 с.
84. Малютин Е.И. Железорудная база СССР и перспективы ее развития // В сб. "И.П. Бардин и отечественная металлургия". - М.: Металлургия, 1983. - С. 54-60.
85. Малютин Ю.А., Гаринов И.О., Старостин В.И. Этапы формирования Песчанского скарново-магнетитового месторождения на Урале // Геология рудных месторождений, 1989. - № 3. - С. 44-56.
86. Манохин А.И., Шоршоров М.Х. Развитие порошковой металлургии. - М.: Наука, 1988. - 77 с.
87. Мельников Н.В. Повышение эффективности открытых разработок. - М.: Недра, 1975. - 420 с.
88. Метаморфогенное рудообразование в докембрии. Формации метаморфогенных рудных месторождений / Я.Н. Белевцев, В.С. Домарев, Е.А. Кулиш и др. - Киев: Наукова думка, 1986. - 168 с.
89. Методика объемного моделирования погребенных месторождений железистых кварцитов (на примере Горкитского месторождения Южной Якутии) / Г.Н. Константинов, Л.С. Константинова, О.Г. Садур, А.М. Сафонов // Моделирование железорудных месторождений по комплексу геолого-геофизических данных. - Новосибирск: СНИИГГиМС, 1981. - С. 81-89.
90. Методические рекомендации по крупномасштабному и локальному прогнозированию основных геолого-промышленных типов месторождений железистых кварцитов / Н.И. Голивкин, Н.Ю. Шапошникова, Д.М. Ефремов и др. - М.: ВИМС, 1993. - 180 с.

91. *Мизин В.Г., Толуевский Ю.Н.* Направления развития и рациональная структура сталеплавильного производства // *Сталь*, 1991. - № 5. - С.19-22.
92. *Минеральные месторождения Кольского полуострова* /Под ред. чл.-кор. АН СССР Г.И.Горбунова. - Л.: Наука, 1981. - 272 с.
93. *Минеральные ресурсы зарубежных стран*. М.: ВНИИзарубежгеология, 1992-1994.
94. *Минеральные ресурсы зарубежных стран (на начало 1991 г.)*. - М.: ВНИИ-зарубежгеология, 1992. - С. 107-129.
95. *Минеральные ресурсы промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран (начало 1971)*. - М.: Союзгеолфонд, 1972.
96. *Момджи Г.С., Епифанов Б.П., Шмидт Н.Г.* Оценка железорудных месторождений при поисках и разведках. - М.: Недра, 1970, - 416 с.
97. *Народное хозяйство СССР в 1988, 1989, 1990 гг.* Статистические ежегодники. Госкомстат СССР. - М.: Финансы и статистика, 1989, 1990, 1991.
98. *Новиков А.А., Бабаянц Г.М., Ястржембский И.Э.* Современное состояние и перспективы развития горно-сырьевой подотрасли черной металлургии // *Горный журнал*, 1992. - № 9. - С.3-8.
99. *Новое месторождение железных руд в районе КМА* /В.И.Белых, И.В.Бриган, И.И.Романов, В.П.Орлов //Разведка и охрана недр, 1983. - № 11. - С.11-13.
100. *О возрасте кристаллического основания Русской платформы* /А.П.Виноградов, А.И.Тугаринов, К.Г.Кнорре и др. //Определение абсолютного возраста дочетвертичных геологических формаций. - М.: Изд-во АН СССР, 1960. - С.132-148.
101. *Орлов В.П.* Прогнозирование качества магнетитовых руд и концентратов на формационной основе // *Разведка и охрана недр*, 1983. - № 7. - С.18-24.
102. *Орлов В.П.* Формационные типы железных руд для качественной металлургии // В сб. *Железные руды для качественной металлургии*. - М., 1986. - С.3-30.
103. *Орлов В.П.* Геологическое прогнозирование. - М.: Недра, 1991. - 166 с.
104. *Орлов В.П.* Основные положения федеральной программы развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации на 1994-2000 гг. // *Минеральные ресурсы России*, 1994. - № 5. - С.4.
105. *Особенности железо-титанового оруденения Чинейского габбро-норитового массива в Забайкалье* /В.М.Федотович, В.С.Чечеткин, А.А.Савченко и др. // *Советская геология*. - 1977. - С.136-141.
106. *Остапенко П.Е.* Обогащение железных руд. - М.: Недра, 1977. - 271 с.
107. *Остапенко П.Е.* Технологическая оценка минерального сырья. Разработка технологии обогащения. - М.: Недра, 1992. - 413 с.
108. *Павлов Д.И.* Магнетитовое рудообразование при участии экзогенных хлоридных вод. - М.: Наука, 1975. - 246 с.
109. *Перспективные направления по созданию техники и технологии для переработки минерального и техногенного сырья*. - СПб., 1991. - 256 с.
110. *Петрусевич М.Н.* Чинейское титаномагнетитовое месторождение // *Советская геология*, 1946. - № 10. - С.91-94.
111. *Пирогов Б.И.* Геолого-минералогические факторы, определяющие обогатимость железистых кварцитов. - М.: Недра, 1969. - 240 с.
112. *Плаксенко Н.А.* Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии. - Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1966. - 264 с.
113. *Плаксенко Н.А., Шеголев И.Н.* Особенности строения литологических формаций докембрия Михайловского железорудного месторождения Курской магнитной аномалии // *Литогенез в докембрии и фанерозе Воронежской антеклизы*. - Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1975. - С.23-42.
114. *Платформенная магмагнетитовая формация* /Г.С.Момджи, А.Я.Архипенкова, В.Ф.Козлов, В.А.Павлов. - М.: Недра, 1976. - 204 с.
115. *Подготовка сырья, коксохимическое производство, производство чугуна и прямое получение железа* / Р.М.Жак, И.М.Гарина, В.В.Антипова и др. // *Черная металлургия*. - М.: Черметинформация, 1991. - № 7. - С.4-10.
116. *Порошковая металлургия в СССР*. - М.: Наука, 1986. - 294 с.
117. *Принципы формирования качества железорудного сырья доменной плавки* / В.А.Кобелев, Е.Ф.Шкурко, В.А.Горбачев, С.В.Шаврин // *Сталь*, 1990. - № 11. - С.5-10.
118. *Проблемы обеспеченности народного хозяйства СССР природными ресурсами на перспективу до 2010 г.* - М.: Изд-во КЕПС АН СССР, 1989. - 328 с.
119. *Прогнозирование развития металлургии мира* / *Л.И.Коваленко, Н.И.Перлов, В.Л.Романец* и др. - М.: Черметинформация, 1981. - 58 с.

120. *Прогнозная оценка железорудных месторождений* / М.И.Веригин, Ю.М.Елатко, В.П.Орлов и др. - Киев: Наукова думка, 1990. - 190 с.
121. *Производство стали и ферросплавов в капиталистических и развивающихся странах в 1990 г.* / А.П.Шкирмонтов, Е.В.Третьяков, Л.Ф.Моржин и др. // *Черная металлургия*. - М.: Черметинформация, 1991. - № 10. - С.4-21.
122. *Ржевский В.В.* Открытые горные выработки. - М.: Недра, 1985. - 340 с..
123. *Рудные месторождения СССР* / Под ред. В.И.Смирнова. Т.1 - М.: Недра, 1978. - 352 с.
124. *Савченко Л.Т., Жуков Ф.И.* Исследования вариаций изотопов серы, углерода и кислорода в железисто-кремнистых формациях докембрия европейской части СССР // *Геология рудных месторождений*, 1987. - № 6. - С.26-30.
125. *Савинский К.А.* Глубинная структура Сибирской платформы по геофизическим данным. - М.: Недра, 1972. - 168 с.
126. *Сборник технико-экономических показателей по обогащению железных и марганцевых руд и окомкованию концентратов.* - Кривой Рог: Механобрчермет, 1960-1990.
127. *Свойства жидких шлаков* / В.Г.Воскобойников, А.Е.Дунаев, А.Г.Михаилевич и др. - М.: Металлургия, 1975. - 184 с.
128. *Селиверстова М.И.* О возможности вулканогенно-осадочного происхождения магнетитовых месторождений кондомского района Горной Шории // *Проблемы генезиса, закономерности размещения и перспективы железоруднения Алтае-Саянской складчатой области*. Ч.II. - Новосибирск: Наука, 1974. - С.82-83.
129. *Синяков В.И.* Структурные и генетические особенности магнетитовых месторождений Казского рудного поля (Горная Шория) // *Проблемы генезиса, закономерности размещения и перспективы железоруднения Алтае-Саянской складчатой области*. Ч.1. - Новосибирск: Наука, 1974. - С.176.
130. *Сириш Н.А.* Магматизм и его металлогенические особенности на Приполярном и Полярном Урале. - М.: Госгеолтехиздат, 1962. - 288 с.
131. *Социалистические страны и страны капитализма в 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986 годах.* Статистические сборники. ЦСУ СССР, М., 1981-1987.
132. *СССР в цифрах в 1990 г.* Краткий статистический сборник. Госкомстат СССР. - М.: Финансы и статистика, 1991.
133. *Страны-члены СЭВ в цифрах 1990 г.* - М.: Финансы и статистика, 1991.
134. *Стратиграфическое положение железорудных образований КМА* / Е.М.Крестин, В.А.Казанцев, А.А.Соколов и др. // *Ин-т геохимии и физики минералов. АН УССР*. - Киев, 1984. - 54 с.
135. *Тараймович М.П., Орлов В.П.* Закономерности локализации железорудных месторождений Горной Шории // *Проблемы генезиса, закономерности размещения и перспективы железоруднения Алтае-Саянской складчатой области*. Ч.II. - Новосибирск: Наука, 1974. - С.90.
136. *Тараймович М.П., Селиверстова М.И., Бондарец В.П.* Таштагольское месторождение // *Железорудные месторождения Сибири*. - Новосибирск: Наука, 1981. - С.153-155.
137. *Тельбесская группа* / В.Д.Яшин, С.С.Лапин, Г.И.Кузьмин и др. // *Геология СССР*. Т.XIV. - М.: Недра, 1982. - С.113.
138. *Технико-экономические показатели работы обогатительного окомковательного производства и хвостового хозяйства горно-рудной подотрасли.* - Кривой Рог: Механобрчермет, 1991. - 350 с.
139. *Технический прогресс горно-рудной промышленности зарубежных стран.* - М.: Черметинформация, 1992. - 211 с.
140. *Технологические и технико-экономические показатели зарубежных обогатительных фабрик.* - М.: Черметинформация, 1989. - 494 с.
141. *Трендалл А.* Геология железных руд Западной Австралии и Папуа-Новой Гвинеи. - В кн. "Полезные ископаемые Австралии и Папуа-Новая Гвинея" (серия "Наука о Земле"), Т. 78). - М., Изд-во "Мир", Т.1, 1980. - С.33-45.
142. *Тулин Н.А., Кудрявцев В.С.* Развитие бескоксовой металлургии. - М.: Металлургия, 1987. - 328 с.
143. *Федеральная программа технического перевооружения и развития металлургии России (1993-2000 гг.).* - Роскомметаллургия, 1993. - 25 с.
144. *Фрей В.И., Ефимов М.В.* Сравнительная оценка железорудных месторождений. - М.: Госгеолтехиздат, 1961. - С.1-29.
145. *Хайнрих П., Кноп К., Маллингер Р.* Состояние и возможности дальнейшего развития процесса прямого восстановления ХИЛ-III // *Черные металлы*, 1990. - № 8. - С.13-20.

146. *Халиловские* месторождения комплексных железных руд /Б.П.Кротов, Г.И.Теодорович, М.И.Калганов и др. //Тр. ин-та геологических наук. Вып. 67. (Сер. Рудные месторождения, № 6). - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1942. - С.480-489.
147. *Чаро-Токкинская* кремнисто-железородная формация. /Г.Ф.Горелов, А.Г.Гузман и др. - Новосибирск: Наука, 1984. - 161 с.
148. *Черная* металлургия СССР. - М.: Металлургия, 1967. - 250 с.
149. *Чернышев АМ, Журавлев ФМ.* Методы и устройства для оценки железорудных шихтовых материалов доменной плавки. - М.: Черметинформация, 1978. - 41 с.
150. *Шабалин Л.И.* Магнезиально-скарновые железорудные месторождения. - М.: Недра, 1978. - 232 с.
151. *Шепель А.Б.* Ташелгинское месторождение //Железородные месторождения Сибири. - Новосибирск: Наука, 1981. - С.166-167.
152. *Шилов В.И., Демченко П.П., Бельмасов Н.Г.* Новые данные стратиграфии продуктивной толщи Михайловского железородного месторождения КМА // Советская геология, 1975. - № 10. - С.140-145.
153. *Ширяев П.А., Поляк А.М.* Потребление черных металлов в СССР. - М.: Металлургия, 1970.
154. *Ширяев П.А., Ярхо Е.Н.* Металлургическая и экономическая оценка железных руд. - М.: Металлургия, 1971. - 360 с.
155. *Ширяев П.А., Ярхо Е.Н., Борц Ю.М.* Металлургическая и экономическая оценка железородной базы СССР. - М.: Металлургия, 1978. - 232 с.
156. *Шеголев И.Н.* Железородные месторождения и методы их изучения. - М.: Недра, 1986. - 197 с.
157. *Этерс Ф., Штеффен Р.* Направления развития способов восстановительной плавки // Черные металлы, 1989. - № 16. - С.12-28.
158. *Юденич Г.И.* Обогащение железных и марганцевых руд. - М.: Metallurgizdat, 1955. - 624 с.
159. *Яницкий А.Л., Сергеев О.П.* Бакальские железородные месторождения и их генезис. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - 111 с.
160. *Ярхо Е.Н.* Экономическая эффективность подготовки железных руд к плавке. - М.: Металлургия, 1974. - 96 с.
161. *Яшин В.Д.* Закономерности размещения рудных тел Казского месторождения в литолого-стратиграфическом разрезе //Новые данные по геологии и полезным ископаемым Западной Сибири. - Томск, 1979. - С.19.
162. *Chlaka H.* Iron ores for D-R // Metall Bulletin Monthly, 1977, april. - № 76. - P.47,51,53,55.
163. *Ditrel J.C.* South America in the iron ore market: post achiemens and future project. "Proc. Metall Bull. I-st Int. Iron Ore Symp., Amsterdam, 1979". - Worserster Park, 1979. - P.18-26.
164. *Duke V.W.A., Williams D.H.* The south african iron ore industry: post present and future. "Proc. Metall. Bull. 2-nd Int. Iron Ore Symp., Frankfurt, 1981". - Worserster Park, 1981.
165. *Iron Ore Availability.* - Market Economy Contries. A Minerals Availability Apprcusal of Mines Informations circular US Department of the Inter. - 1987.
166. *Kakela P.J.* Iron ore: from depletion to alundance // Science, 1981. - Vol.212. - № 4491. - P.132-136.
167. *Maschnaka W., Flicktnschild J.* Corex technology for Steelmakind. // Iron and Steel Engineer, 1990. - № 6. - P.21-25.
168. *Morgan J.D.* US and the world mineral positions, 1985 to the year 2000 // Mining engineering, 1985, april. - P.245-248.
169. *Pege S.M., Singh Viendra.* Inou olls of India. "Proc. Metall Bull. I-st Int. Iron Ore Symp., Amsterdsm, 1979". - Worserster Park, 1979. - P.38-45.
170. *Skilling D.N. C.V.R.D.* Carajas Iron Ore Project in Amazon region. // Skill. Mining Rev., 1981. - № 24. - P.12-13, 16-24.
171. *World Metall Statistics.* Vol.44. - № 12, December, 1991.

## Оглавление

Введение	3
<b>Часть первая. Черная металлургия СССР в 1956-1990 годах</b>	
Глава 1. <i>Железо и его роль в научно-техническом прогрессе</i> (В.П.Орлов, М.И.Веригин)	9
Глава 2. <i>Мировые запасы, производство товарных железных руд, чугуна, стали и готового проката</i> (В.А.Евстрахин, М.И.Веригин, В.П.Орлов)	12
2.1. Основные геолого-промышленные типы железных руд	13
2.2. Запасы и ресурсы железных руд	18
2.3.2. Производство товарных железных руд	23
2.3.3. Основные производители и потребители железных руд в мире	28
2.3.4. Производство чугуна, стали и готового проката в мире	36
2.4. Внешняя торговля железорудным сырьем	43
Глава 3. <i>Производство товарных железных руд, чугуна, стали и готового проката в СССР</i> (В.А.Евстрахин, М.И.Веригин)	46
Глава 4. <i>Горно-рудное производство</i> (В.Л.Колибаба, М.И.Веригин)	50
4.1. Сырьевая база и добыча железных руд в СССР за 1955-1990 гг.	50
4.2. Факторы, определяющие добычу железных руд	55
4.3. Объемы и динамика горно-рудного производства по добыче железорудного сырья в СССР	58
4.4. Особенности развития горно-рудного производства по добыче железных руд в 1955-1990 гг.	64
4.5. Факторы, определяющие промышленную ценность месторождений	70
4.6. Технология добычи железорудного сырья	76
4.6.1. Выбор способа разработки и производительности рудника	76
4.6.2. Открытые горные работы	78
4.6.3. Подземные горные работы	86
4.6.4. Нетрадиционные способы разработки месторождений	91
Глава 5. <i>Подготовка железных руд к металлургическому переделу</i> (А.А.Першуков, М.И.Веригин)	95
5.1. Принципиальная схема подготовки руд к металлургическому переделу	95
5.2. Процессы подготовки руд к металлургическому переделу в СССР и за рубежом	99
5.3. Технология подготовки железных руд к металлургическому переделу	106
5.3.1. Подготовка руд к обогащению	106
5.3.2. Обогащение руд	112
5.3.3. Обезвоживание концентратов	127
5.3.4. Окускование мелких руд и концентратов	130
Глава 6. <i>Металлургический передел железных руд</i> (Е.Н.Ярхо)	141
6.1. Источники и современные способы получения черных металлов	141
6.2. Производство чугуна в доменных печах	145
6.2.1. Доменный процесс и продукты доменной плавки	146
6.2.2. Развитие доменного производства в СССР и за рубежом	151

6.2.3. Требования к железорудному сырью для доменной плавки	153
6.3. Бескоксовая (внедоменная) металлургия железа	158
6.3.1. Классификация и современное состояние процессов бескоксовой (внедоменной) металлургии	158
6.3.2. Технология производства металлизированного сырья (губчатого железа)	160
6.3.3. Производство жидкого металла	163
6.3.4. Требования к железорудному сырью для бескоксовой металлургии	165
6.4. Производство стали	167
6.4.1. Конвертерное производство	168
6.4.2. Мартеновское производство	170
6.4.3. Электросталеплавильное производство	172
6.4.4. Непрерывная разливка стали (НРС)	175
6.5. Порошковая металлургия	176
6.5.2. Технология производства и применение железных порошков	178
<b>Глава 7. Техничко-экономические показатели работы черной металлургии СССР в 1956-1990 годах</b> (Е.Н.Ярхо, В.Л.Колибаба, М.И.Веригин, В.А.Евстрахин, Н.И.Голивкин)	181
7.2. Горно-рудное производство	185
7.3. Обеспечение металлургических предприятий железорудным сырьем	192
<b>Глава 8. Современное состояние и перспективы развития черной ме- таллургии Российской Федерации</b> (Л.К.Антоненко, В.П.Орлов, А.А.Новиков, Е.Н.Ярхо)	196
8.1. Черная металлургия Российской Федерации в 1991-1994 гг.	196
8.2. Перспективы развития черной металлургии до 2000 г.	200

## **Часть вторая. Черная металлургия Российской Федерации в 1991-1994 гг. и ее железорудная база**

<b>Глава 1. Железорудные провинции, генетическая и геолого- промышленная классификация железорудных месторождений</b> (Н.И.Голивкин, М.И.Веригин, С.Я.Медведевский)	209
1.1. Месторождения метаморфизованных руд (железистые кварциты)	223
1.1.1. Месторождения магнетитовых кварцитов	223
1.1.2. Месторождения гематит-магнетитовых кварцитов	227
1.2. Месторождения коры выветривания железистых кварцитов	228
1.2.1. Месторождения окисленных железистых кварцитов	228
1.2.2. Месторождения богатых руд по железистым кварцитам	228
1.3. Месторождения скарново-магнетитовых руд	230
1.3.1. Месторождения магнетитовых руд складчатых комплексов древних платформ	230
1.3.2. Месторождения магнетитовых руд платформ	231
1.3.3. Месторождения магнетитовых руд складчатых областей фанерозоя	231
1.4. Месторождения магматогенных руд	233
1.4.1. Месторождения титаномагнетитовых руд	233
1.4.2. Месторождения апатит-магнетитовых руд	234
1.5. Месторождения осадочных руд	235
1.5.1. Месторождения сидеритовых руд	235

1.5.2. Месторождения гематитовых руд . . . . .	236
1.6. Месторождения кор выветривания сидеритов и ультрабазитов . . . . .	237
1.6.1. Месторождения бурых железняков в коре выветривания сидеритов . . . . .	237
1.6.2. Месторождения хромистых бурых железняков в коре выветривания ультрабазитов . . . . .	237
<b>Глава 2. Структура запасов железных руд и их территориальное распределение (Н.И.Голивкин, В.П.Орлов)</b> . . . . .	241
<b>Глава 3. Железородная база Северо-Западного района (Н.А.Дмитриев, М.И.Веригин)</b> . . . . .	255
3.1. Мурманская область . . . . .	256
3.1.1. Заимандровский железорудный район Месторождения: Оленегорское (260), Кировогорское (264), им. 15-й годовщины Октябрьской революции (267), им.проф.Баумана (270), Южно-Кахозерское (272), Комсо- мольское (275), Куркенпахк (279), Печегубское (280)	258
3.1.2. Ковдорский железорудный район Ковдорское месторождение (281)	280
3.2. Республика Карелия . . . . .	285
3.2.1. Костомукшский железорудный район Месторождения: Костомукшское (289), Корпангское (292), Межозерское (294), Пудожгорское (295)	287
<b>Глава 4. Железородная база Центрального и Центрально-Чернозем- ного районов (Н.И.Голивкин, В.П.Орлов, Д.М.Ефремов, М.И.Веригин, И.А.Шевырев)</b> . . . . .	298
4.1. Белгородская область . . . . .	306
4.1.1. Оскольский железорудный район Месторождения: Коробковское (314), Лебединское (319), Стойло-Лебединское (325), Стойленское (327), Приосколь- ское (333), Салтыковское (339), Осколецкое (343), Чернян- ское (347), Погромецкое (352)	312
4.1.2. Белгородский железорудный район Месторождения: Яковлевское (358), Гостищевское (364), Висловское (368), Мелихово-Шебекинское (374), Большо- Троицкое (377), Разуменское (384)	357
4.2. Курская область . . . . .	387
4.2.1. Михайловский железорудный район Месторождения: Михайловское (390), Курбакинское (400)	389
4.2.2. Белгородский железорудный район Дичнянско-Реутецкое месторождение (403)	403
4.3. Орловская область . . . . .	408
Новоялтинское месторождение (409), Орловский учас- ток (412)	
4.4. Тульская область . . . . .	414
Тульский железорудный район (414)	
<b>Глава 5. Железородная база Урала (Н.А.Дмитриев, И.А.Бергман, М.И.Веригин, Н.М.Чистякова, Ю.А.Малютин, Н.Ю.Шапошникова, Л.И.Шабалин)</b> . . . . .	417
5.1. Свердловская область . . . . .	420
5.1.1. Серовско-Ивдельский железорудный район . . . . .	425
Месторождения: Северное Третье (426), Северное Вто- рое (429), Песчанское (430), Серовское (437)	



5.1.2. Качканарский железорудный район Месторождения: Гусевогорское (441), Собственно-Качканарское (444)	439
5.1.3. Тагило-Кушвинский железорудный район Месторождения: Гороблагодатское (445), Осокино-Александровское (449), Валуевское (451), Северо-Гороблагодатское (453), Высокогорское (457), Лебяжинское (462), Естюнинское (466), Меднорудянское (474), Выйское (476), Лагерное (478), Большереченское (479)	445
5.1.4. Первоуральский железорудный район Первоуральское месторождение (481)	480
5.2. Челябинская область	483
5.2.1. Бакальский железорудный район Месторождения: Ново-Бакальское (491), Петлинское (495), Шиханское (497)	487
5.2.2. Магнитогорский железорудный район Месторождения: Магнитогорское (500), г.Малый Куйбас (503), Теченское (507), Северо-Западное (510), Подотвальное (512), Восточное (514)	498
5.2.3. Златоустовский железорудный район Месторождения: Ахтенское (517), Радостное (519), Магнитный Ключ (520), Круглогорское (522), Копанское (525)	515
5.3. Курганская область	526
5.3.1. Глубоченский железорудный район Месторождения: Глубоченское (528), Березовское (529), Петровское (530)	527
5.4. Оренбургская область	531
5.4.1. Орско-Халиловский железорудный район Месторождения: Аккермановское (534), Новопетропавловское (536), Орловское (537)	532
5.5. Республика Башкортостан	539
5.5.1. Зигазино-Комаровский железорудный район Месторождения: Туканское (543), Наратай (546), Северный Наратай (549)	541
Глава 6. <i>Железородная база Западная Сибирь</i> (Э.Г.Кассандров, В.П.Орлов, В.Д.Яшин, М.И.Веригин, Н.И.Голивкин)	553
6.1. Тюменская область	554
6.1.1. Щучьинский железорудный район	554
6.1.2. Северо-Сосьвинский железорудный район	555
6.2. Кемеровская область	557
6.2.1. Кондомская группа Месторождения: Шерегешевское (560), Таштагольское (564), Кочуринское (570)	560
6.2.2. Тельбесская группа Месторождения: Казское (574), Сухаринское рудное поле - Сухаринское, Самарское, Кедровское-III (579)	573
6.2.3. Тайдонская группа Ампалькское месторождение (584)	583
6.2.4. Терсинская группа Лавреновское месторождение (587)	586
6.2.5. Ташелгино-Майзасская группа Ташелгинское месторождение (588)	587
6.3. Алтайский край и Республика Алтай	590
6.3.1. Тигирекская группа (район) Месторождения: Инское (592), Белорецкое (595)	592
6.3.2. Холзунско-Коксинская группа (район) Холзунское месторождение (598)	598

6.4. Томская область	603
Бакчарская площадь (605)	
Глава 7. <i>Железородная база Восточная Сибирь</i>	606
7.1. Республика Хакасия	607
Месторождения: Абаканское (607), Тейское (613), Абагаское (617), Анзаское (619), Изьдгольское (622), Волковское (624), Самсон (628)	
7.2. Красноярский край	630
7.2.1. Восточно-Саянский железорудный район	635
Ирбинская группа	635
Месторождения: Ирбинское (637), Бурлукское (641), Знаменское (645), Мульгинское (645), Изьгское (647), Краснокаменная группа	650
Месторождения: Рудный Каскад (651), Одиночное (654), Маргоз (656), Березовское (658), Казырская группа	660
Месторождения: Табратское (663), Хабалыкское (664), Таятское (666), Тереховское (667)	
7.2.2. Ангаро-Питский железорудный район (бассейн)	668
Месторождения: Нижне-Ангарское (669), Ишимбинское (671), Удоронговское (672)	
7.2.3. Средне-Ангарский железорудный район	673
Кодинская группа	673
Месторождения: Тагарское (677), Огненное (678), Восток (679), Пихтовое (679), Талое 1 (681), Берямбинское (682)	
7.2.4. Нижне-Тунгусский железорудный район	682
Участки рек Северной и Летней (682)	
7.3. Иркутская область	683
7.3.1. Ангаро-Илимский железорудный район	686
Месторождения: Коршуновское (686), Рудногорское (692), Татьянинское (698)	
7.3.2. Ангаро-Катский железорудный район	702
Месторождения: Нерюндинское (702), Капаевское (706), Поливское (711)	
7.3.3. Ангаро-Чунский железорудный район	714
Месторождения: Октябрьское (714), Красноярское (718)	
7.3.4. Иркутско-Китойский железорудный район	721
Байкальское месторождение (721)	
8.4 Читинская область	724
7.4.1. Чарский железорудный район	725
Месторождения: Чарское (725), Чинейское (731)	
7.4.2. Нерчинский железорудный район	736
Березовское месторождение (736)	
Глава 8. <i>Железородная база Дальнего Востока</i> (С.Я.Медведевский, М.И.Веригин, Г.И.Архипов, Л.И.Каньгин)	742
8.1. Республика Саха (Якутия)	745
8.1.1. Южно-Алданский железорудный район	747
Месторождения: Таежное (749), Сиваглинское (753), Пионерское (757), Десовское (760)	
8.1.2. Чаро-Токкинский железорудный район	765
Месторождения: Тарыннахское (768), Горкитское (775), Ималыкское (778)	
8.1.3. Сутамский железорудный район	780
8.2. Амурская область	782
8.2.1. Зее-Селемджинский железорудный район	783

Гаринское месторождение (783)	
8.2.2. Ларбинский железорудный район	787
8.3. Хабаровский край	790
8.3.1. Мало-Хинганский железорудный район	790
Месторождения: Кимканское (792), Сутарское (795), Костеньгинское (799)	
8.3.2. Удско-Селемджинский железорудный район	802
Мильканское месторождение (803)	
8.4. Приморский край	805
8.4.1. Уссурийский железорудный район	805
Месторождения: Галовское (806), Липовское (806), Смольно-Долинское (807)	
<b>Глава 9. Проблемы обеспечения железорудным сырьем металлургических предприятий черной металлургии и задачи по укреплению и развитию железорудной базы России</b> (В.П.Орлов, Л.К.Антоненко, А.А.Новиков, М.И.Веригин, Н.И.Голивкин, Е.Н.Ярхо, В.А.Колибаба)	808
Заключение	835
Литература	837

## Железорудная база России

Редактор В.Н.Михин

Технический редактор М.К.Кузьмина  
Корректор Х.Х.Калимулина  
Переплет художника М.А.Рыдаевой  
Подготовка оригинал-макета Л.В.Сахарова

ЛР № 020588 от 30.07.1997

Подписано в печать с оригинал-макета 11.11.98      Формат 70x100/16  
Печ.л. 53,0      Уч.-изд.л. 79,8      Тираж 500 экз. Заказ 4916

ЗАО "Геоинформмарк". 109172, Москва, ул.Гончарная, 38. Тел. ред. 915-60-84  
Отпечатано в ГУП Экспериментальная типография Комитета РФ по печати

### **Замеченные опечатки**

В оглавлении (с. 846 и 847) следует читать:

Глава 6. *Железорудная база Западной Сибири* (Э.Г.Кассандров, В.П.Орлов, В.Д.Яшин, М.И.Веригин, Н.И. Голивкин)

Глава 7. *Железорудная база Восточной Сибири* (Э.Г.Касандров, Л.П. Тигунов, С.Я. Медведовский, М.И.Веригин, В.С.Чечеткин, М.Л.Шерман)