



PROJECT 156
PHOSPHORITES

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ФОСФОРИТОВ
И АПАТИТОВ
СИБИРИ
И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

НОВОСИБИРСК 1983

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ФОСФОРИТОВ
И АПАТИТОВ
СИБИРИ
И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

НОВОСИБИРСК 1983

УДК 553.64 (571)

Месторождения фосфоритов и апатитов Сибири и Дальнего Востока. Коллектив авторов/ АН СССР, Сиб.отд-ние, Ин-т геологии и геофизики; Редкол.: Ю.Н.Занин, В.Г.Матухина (отв. ред.) и др. - Новосибирск, 1983. - 187 с.

Работа представляет первую систематизированную сводку по важнейшим месторождениям и проявлениям фосфатного сырья Сибири и Дальнего Востока. Для каждого из месторождений рассматриваются основные черты геологического строения, стратиграфическая, литологическая, петрографическая, формационная приуроченность, характеристика руд, масштаб месторождений и дается оценка сопредельных с ними территорий.

Подобные обобщения применительно к фосфатным рудам в нашей стране до сих пор не выходили.

Монография представляет интерес для специалистов в области неметаллических полезных ископаемых.

Редакционная коллегия:

Ю.Н.Занин, Б.Г.Краевский, Р.Г.Матухин, В.Г.Матухина,
М.В.Суховерхова

Ответственные редакторы: Ю.Н.Занин, В.Г.Матухина

Рецензенты:

Д.В.Ван (СНИИГТИМС Мингео СССР), Т.М.Жаркова (ИГиГ СО АН СССР)

Phosphorite and apatite deposits of Siberia and the Soviet Far East. Novosibirsk, 1983

The book is the first systematic review on the main phosphorite and apatite deposits of Siberia and the Soviet Far East. The main peculiarities of geology, stratigraphy, litology, the character of ores, scale of deposits and evaluation of near-by territories are considered.

The book is of interest for specialists in the field of nonmetallic useful minerals.

Editorial board:

Yu.N.Zanin, B.G.Kraevsky, R.G.Matukhin, V.G.Matukhina,
M.V.Sukhoverkhova

Editors-in-chief: Yu.N.Zanin, V.G.Matukhina

© Институт геологии и геофизики
СО АН СССР, 1983 г.

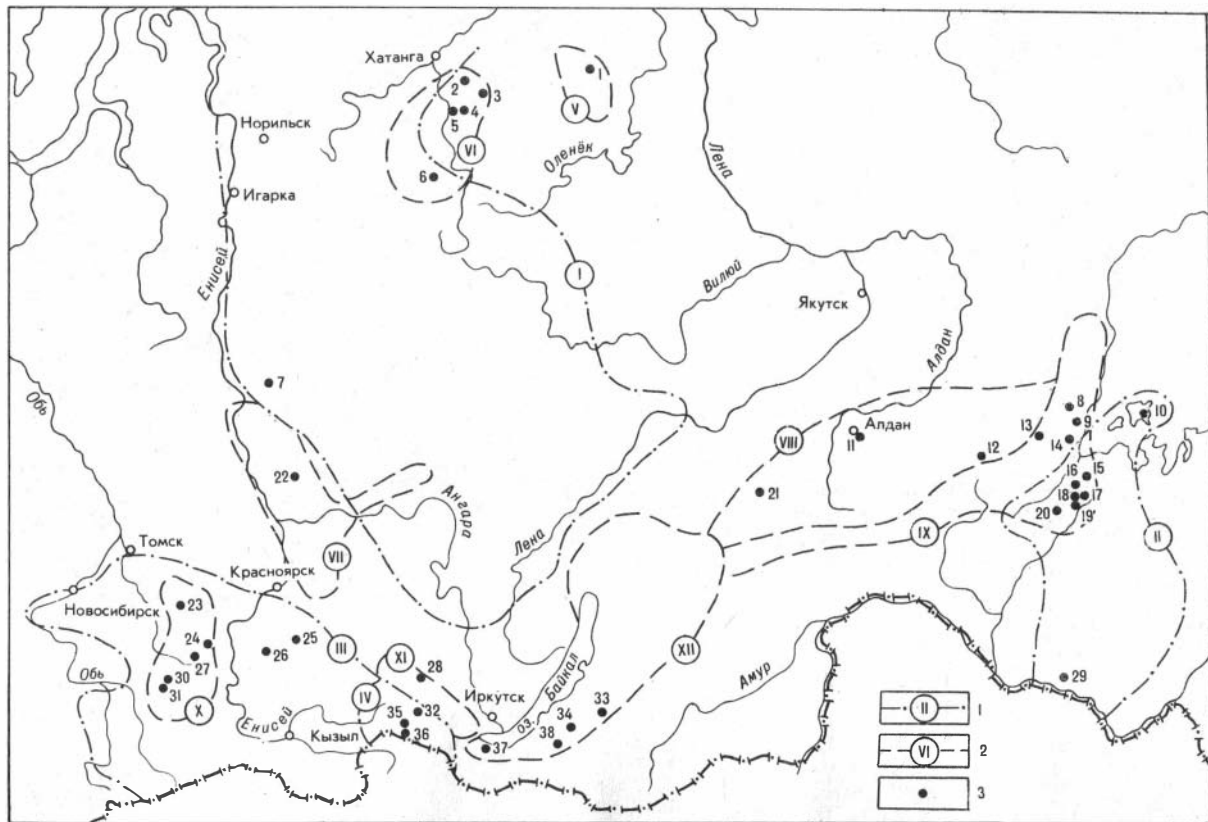
ВВЕДЕНИЕ

Сибирь и Дальний Восток занимают ведущее место в СССР по величине прогнозных запасов фосфатного сырья. Только за последние 10—15 лет здесь выявлен ряд новых апатитоносных провинций и фосфоритоносных бассейнов. Изучение фосфатных ресурсов этой территории идет весьма интенсивно, что вызывает необходимость систематического осмысления и обобщения материалов. Первым этапом такого обобщения явилась монография "Фосфоритоносные формации юга Сибири" (1972). Позднее большим коллективом сотрудников производственных и научных организаций была подготовлена сводка "Фосфориты и апатиты Сибири". В этих работах рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с геологией апатитоносных провинций и фосфоритоносных бассейнов, размещением фосфатноносных формаций, приводится их всесторонняя характеристика, дается региональный прогноз по целому ряду районов.

В настоящее время на территории Сибири и Дальнего Востока проведен комплекс прогнозных исследований, а также значительный объем поисковых работ, позволивших определить значимость перспективных площадей разного порядка, выделявшихся на первых этапах исследований, уточнились представления о степени благоприятности для поисков фосфоритов и апатитов тех или иных формаций. Это сопровождалось сокращением числа перспективных объектов и "отсеиванием" площадей.

В связи с растущей потребностью в фосфорных удобрениях исследования по фосфатной тематике приобретают конкретную направленность. Практически это означает известную переориентацию от региональных формационных исследований в сторону углубленной всесторонней оценки и изучения выявленных месторождений, наиболее перспективных проявлений и их ближайшего окружения. Между тем, в упомянутых сводках данные о конкретных объектах приводятся во многих случаях или в недостаточном объеме или "растворены" в массе общегеологической информации.

Сказанным, а также необходимостью освещения нового материала, накопившегося за пять лет, истекшие с момента подготовки к печати монографии "Фосфориты и апатиты Сибири", объясняется появление настоящей работы. Охватывая территорию уже не только Сибири, но и Дальнего Востока, она дает краткое, но достаточно



информативное описание важнейших объектов региона, характеристику фосфатных руд, возможность их использования. В конечном счете монография призвана служить своего рода справочником, который позволил бы ориентироваться в весьма значительном по объему материале.

В соответствии с принятой практикой описание фосфоритов ведется по фосфоритоносным бассейнам, апатитов – по апатитоносным провинциям. Выделяются (рис. I) Алтае-Саянский, Окино-Хубсугульский, Лено-Тунгусский, Удско-Шантарский фосфоритоносные бассейны и Шорско-Кузнецкая, Енисейско-Чадобедная, Байкальская, Маймеча-Котуйская, Алданская, Уджинская и Джугджуро-Становая провинции. Мелкие месторождения и проявления, располагающиеся вне указанных бассейнов и провинций, промышленная ценность которых невелика или не установлена, в работе не описываются.

В пределах бассейнов и провинций рассматриваются не только месторождения, но и наиболее интересные проявления. В тех слу-

Рис. I. Схема расположения фосфоритоносных бассейнов и апатитоносных провинций Сибири и Дальнего Востока

I – границы фосфоритоносных бассейнов, 2 – границы апатитоносных провинций, 3 – месторождения фосфоритов и апатитов, их номера. Фосфоритоносные бассейны: I – Лено-Тунгусский, II – Удско-Шантарский, III – Алтае-Саянский, IV – Окино-Хубсугульский. Апатитоносные провинции: V – Уджинская, VI – Маймеча-Котуйская, VII – Енисейско-Чадобедная, VIII – Алданская, IX – Джугджуро-Становая, X – Шорско-Кузнецкая, XI – Восточно-Саянская, XII – Байкальская. Месторождения фосфоритов: 7 – Гурьевское, 10 – Северо-Шантарское, 15 – Нельканское, 16 – Горелое, 18 – Ир-Нимийское, 20 – Лагаское, 23 – Талановское, 24 – Обладчанское, 25 – Сейбинское, 26 – Телекское, 27 – Тамалыкское, 29 – Средне-Илгинское, 30 – Мрасское, 31 – Белкинское, 32 – Харанурское, 35 – Боксонское, 36 – Ухагольское. Месторождения апатитов: I – Томтор, 2 – Гулинское, 3 – Далбыха-Центральная, 4 – Ыраас, 5 – Маган, 6 – Ессей, 8 – Маймаканское, 9 – Гагмское, II – Селигдарское и Тигровое, 12 – Арбарастах, 13 – Богидэ, 14 – Джанинское, 17 – Урожайное, 19 – Давакитское, 21 – Укдусское, 22 – Татарское, 28 – Белозиминское, 33 – Гурвунур, 34 – Ошурковское, 37 – Слюдянское, 38 – Арсентьевское.

чаях, когда провинция или бассейн на сегодняшний день не характеризуются месторождениями, дается описание проявлений.

Данная монография выполнена в рамках программы "Сибирь", Межведомственной комиссии в области поисков фосфоритов и калийных солей на территории Сибири и Дальнего Востока и Проекта I56 Международной программы геологической корреляции. Следует подчеркнуть при этом роль сотрудников СНИИГТГиМС в подготовке работы, включая подбор авторского коллектива и ее редактирование.

Ф О С Ф О Р И Т Ы

АЛТАЕ-САЯНСКИЙ ФОСФОРИТОНОСНЫЙ БАССЕЙН

Этот бассейн совпадает в общем с площадью одноименной складчатой области, за исключением лишь юго-восточной части Восточного Саяна, в пределах которой по геологическим и минералогическим особенностям обособляется самостоятельный фосфоритоносный бассейн Окино-Хубсугульский.

Главную массу фосфоритовых месторождений Алтае-Саянского бассейна составляют первичные пластовые руды, залежи которых приурочены к позднекембрийским-раннекембрийским формациям карбонатной группы -кремнисто-карбонатной, карбонатной, вулканогенно-кремнисто-карбонатной. Существенным дополнением к ним являются карстовые фосфориты, связанные с формацией мезозойско-кайнозойских кор выветривания.

Алтае-Саянский фосфоритоносный бассейн подразделяется на следующие фосфоритоносные районы: Горно-Шорский, Кузнецко-Алтауский, Приенисейский, Салаирский, Алтайский, Тувинский. Месторождения первичных и вторичных фосфоритов сосредоточены в первых трех из них, в остальных районах известны лишь более мелкие проявления.

Горно-Шорский район совпадает с площадью Мрасского срединного массива. В пределах Горно-Шорского района известно три месторождения и более 25 проявлений фосфоритов. Ниже описываются наиболее крупные месторождения - Белкинское и Мрасское. Кроме того, на юго-востоке района имеется небольшое Верх-Узасское месторождение вторичных карстовых фосфоритов (6 млн. т руды при содержании 21 % P_2O_5).

Белкинское месторождение находится на территории Новокузнецкого района Кемеровской области в 30 км от г.Таштагола, связанного железнодорожной линией с г.Новокузнецком.

Месторождение открыто в 1958 г. В 1958-1963 гг. здесь были проведены поисковые работы и предварительная разведка с утверждением запасов в ГКЗ. В связи с возможностью приращения запасов, необходимостью доизучения химизма руд и технологических свойств фосфоритов глубоких горизонтов в 1978-1980 гг. на основном участке месторождения проведены дополнительные разведочные работы с отбором технологической пробы.

Белкинское месторождение расположено в среднем течении реки Пызас (бассейн р. Мрас-Су) и занимает площадь 12 x 3 км. Район представляет среднегорную таежную местность с абсолютными отметками 500–800 м. Рудное поле месторождения подразделяется на участки: Белка, Нымзас, Курлан, Пызас, Онзас, в пределах которых известны как первичные пластовые фосфориты, так и гипергенные вторичные.

В структурно-тектоническом отношении Белкинское месторождение находится в юго-западной части Мрасского массива, представляющего складчато-глибовое сооружение, сложенное главным образом карбонатными, в незначительной степени эффузивно-терригенными образованиями докембрийского и кембрийского возраста. Массив представляет собой один из структурных элементов салаирской геосинклинали Алтае-Саянской области.

В геологическом строении месторождения принимают участие западносибирская свита верхнерифейско-вендского возраста, белкинская свита венда и карчитская свита нижнего кембрия. В карстовых депрессиях, заполненных продуктами мезозойско-кайнозойского выветривания, широко развиты залежи вторичных гипергенных фосфоритов.

Западносибирская свита представлена строматолитовыми доломитами с редкими прослоями и линзами онколитовых доломитов и линзами седиментационных доломитовых брекчий. Мощность ее достигает 2000 м.

Белкинская фосфоритоносная свита сложена строматолитовыми, обломочными и слоистыми доломитами, кремнями, брекчиями известково-доломитового и фосфатно-известково-доломитового состава, фосфоритами. Для отложений свиты характерна значительная фациальная изменчивость, сложный комплекс структур и текстур.

По вопросу о нижней границе белкинской свиты существуют две точки зрения. Согласно одной из них переход между западносибирской и белкинской свитами постепенный; граница может быть проведена лишь условно по появлению среди строматолитовых доломитов крупнообломочных брекчий. В соответствии с другой точкой зрения между этими отложениями существует перерыв, который отмечается отбеливанием и вторичным окремнением пород кровли западносибирской свиты, переотложенные обломки которых залегают в составе базальных брекчий белкинской свиты. Возраст белкинской

свиты и заключенных в ней фосфоритов определен как вендский на основании многочисленных находок микрофитоцитов юдомского комплекса, а также сабеллитит. Мощность свиты составляет 250–300 м.

Карчитская свита представлена светло-серыми, почти белыми кристаллическими известняками. Им присуще в отличие от пород белкинской свиты широкое развитие сутурных линий. Другой особенностью известняков является наличие большого количества органического вещества (содержание до 19 %), причудливо распределенного в породе. Оно образует сгустки, прослой и формирует специфический древовидный рисунок. Возраст карчитской свиты на основании находок археоциат и водорослей определен как нижняя часть нижнего кембрия. Вскрытая мощность карчитской свиты до 280 м.

Мезозойско-кайнозойские продукты выветривания залегают на закарстованной поверхности доломитов и известняков. Фосфориты в продуктах выветривания локализуются вблизи выходов пластовых фосфоритов или на их „головах“.

Структура месторождения сложная. Лучшее всего изучено строение участка Белка. Здесь продуктивная белкинская свита слагает синклинальную складку субмеридионального простирания. В разрезе, поперечном простиранию оси, складка имеет блюдцеобразную форму (Спандерашвили, 1965). Как установлено Р.К.Пауль (1980) на основании карт глубин залегания белкинской свиты, шарнир складки погружается на север, в связи с чем в северной части участка рудные тела находятся на глубине свыше 600 м (рис. 2).

Фосфоритоносные отложения белкинской свиты подверглись многочисленным вторичным изменениям в связи с многократным перераспределением органического вещества, кальцитизацией, вторичным окремнением и т.п. Эти процессы, накладываясь на первичные фациальные изменения фосфоритовой пачки, дают исключительно пеструю картину площадного распределения отложений.

В результате детального изучения, сопровождавшегося „снятием“ вторичных процессов, текстурным анализом и выявлением геохимической специфики отложений, Р.К.Пауль (1982) выделяет в разрезе месторождения пять пачек (снизу вверх), прослеживающихся на всех участках (рис. 3).

1. Пачка строматолитовых доломитов (верхняя часть западно-сибирской свиты). Доломиты, известковые доломиты сажиисто-черные с ярко-белыми слоевищами кальцитового состава, имеющими вид тон-

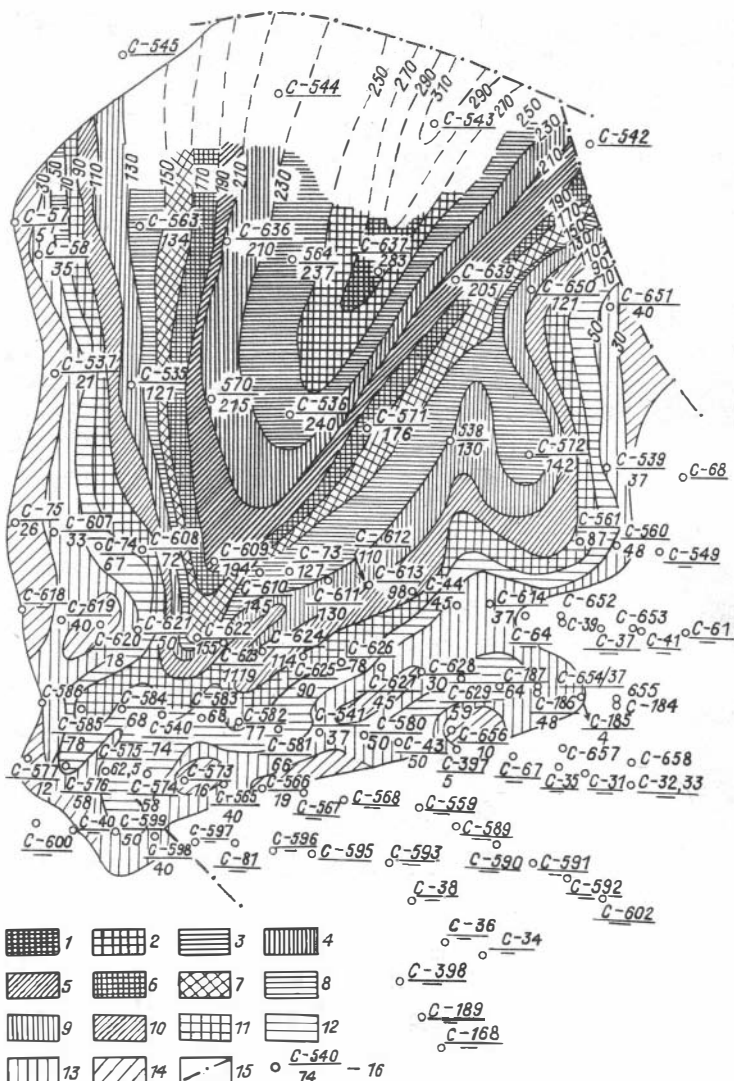


Рис. 2. Карта глубин залегания кровли белкинской свиты. Составил Р.К. Пауль с использованием материалов Шальмской ГРЭ.
 I-14 - глубина залегания: I - более 240 м, 2 - 270-250 м, 3 - 250-230 м, 4 - 230-210 м, 5 - 210-190 м, 6 - 190-170 м, 7 - 170-150 м, 8 - 150-130 м, 9 - 130-110 м, 10 - 110-90 м, 11 - 90-70 м, 12 - 70-50 м, 13 - 50-30 м, 14 - 30-0 м; 15 - тектонические нарушения; 16 - скважина, ее номер в числителе, глубина кровли белкинской свиты в знаменателе

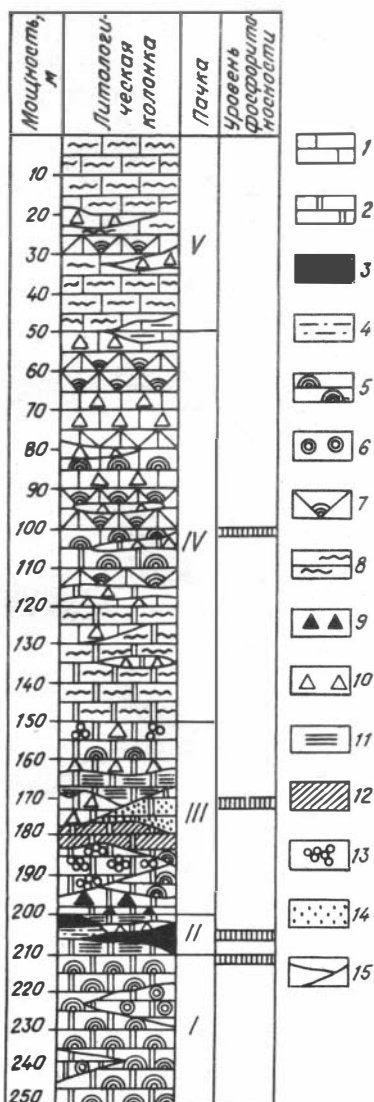


Рис. 3. Сводный литолого-стратиграфический разрез Белкинского месторождения. Составила Р.К. Пауль. I-4 - состав пород: I - известняки, 2 - известковые доломиты, 3 - кремни, 4 - сланцы; 5-14 - текстуры и структуры пород: 5 - строматолитовая, 6 - онколитовая, 7 - реликтовая строматолитовая, 8 - реликтовая водорослевая, 9 - брекчия крупнообломочная, 10 - брекчия мелкообломочная, 11 - слоистая, 12 - косослоистая, 13 - гравелитовая, 14 - псаммитовая, 15 - линзовидное переслаивание.

ких крушев. Очень редко среди них - зоны брекчий, прослой однородных массивных доломитов. Изредка встречаются прослой и линзы мощностью до 10 см онколитовых доломитов с тесно сгруппированными онколитами, образующими "икряной камень". Онколиты размером 2-4 мм имеют зональное строение и характеризуются чередованием колец серого цвета, разного по интенсивности. К пачке приурочены слой крупноглыбовой брекчии мощностью в первые метры. В целом для пачки органогенные текстуры характерны больше, чем брекчиевые. В ее составе встречаются линзочки мономинерального фосфорита. Вскрытая мощность пачки 40-50 м.

П. Кремневая пачка. Сложена массивными, чаще слоистыми доломитами с линзами и прослоями кремней, развивающихся по доло-

митам. Мощность кремневых линз — несколько метров, протяженность — десятки метров. В отдельных скважинах вскрывается до трех-четырех прослоев кремней. Кремни наследуют от доломитов горизонтальную слоистость, но иногда им присущи свои специфические текстуры (подводно-оползневые, брекчий взламывания). К этому уровню приурочены тончайшие сплошные серицит-кремнисто-карбонатные пиритизированные сланцы. Местами мощность их локально увеличивается, и сланцы образуют тела карманообразной формы. Для кремневой пачки характерны повышенные содержания Cr, Ti, V, Co, Ni, Ag и ряда других малых элементов. Мощность кремневой пачки, которая представляет маркирующий горизонт, сильно варьирует — от 10–30 м до полного выклинивания. В ее составе установлены тонкослоистые и массивные кремнисто-карбонатные фосфориты.

Ш. Пачка мелкообломочных пород. Эта пачка крайне невыразительна, очень изменчива по мощности, не имеет четких границ подошвы и кровли. Подошва ее проводится условно по появлению в ней обломочных пород, а кровля — по слою тонкослоистых однородных известняков мощностью в несколько метров, выше которых, как правило, отсутствуют обломочные карбонатные породы и исчезает пестрота разреза. Пачка сложена доломитами и доломитовыми известняками псефито-псаммитово-алевритовой структуры. В хорошо окатанных обломках часто встречаются черные мономинеральные фосфориты, а также слоистые породы фосфатно-карбонатного состава. Текстуры пород разнообразны: массивная, грубослоистая с чередованием слоев доломитового и фосфатно-карбонатного состава, кослоистая, которая характерна лишь для этой пачки; в меньшей степени наблюдаются брекчиевые разности, а также образования типа осадочных даек. Мощность пачки 30–50 м. В ее средней части отмечаются слоистые фосфориты с ритмичным чередованием фосфатных и доломитовых слоев обломочной текстуры.

IV. Брекчиевая пачка. Содержит основные залежи фосфоритов. Она построена довольно однородно и представлена чередованием массивных известковых доломитов или доломитистых известняков (со следами в разной степени сохранившихся водорослевых текстур) с брекчиями. Брекчии состоят из обломков подстилающих пород, сцементированных фосфатно-углеродисто-карбонатным цементом. Степень фосфатности брекчий различна и связана с положением их в разрезе. В нижней и верхней части пачки больше брекчиевых прослоев,

а в средней ее части – массивных пород. Мощность брекчиевой пачки около 100 м. Пачка резко обеднена микроэлементами, которые приурочены в основном к брекчиям.

У. Известняковая пачка. Сложена доломитистыми известняками с редкими прослоями нефосфатных брекчий. Для нее характерно развитие черного сажистого органического вещества, которое окрашивает пачку в более темные тона по сравнению с брекчиевой. Иногда органическое вещество выщелочено. Подошва этой пачки условно проводится по последнему прослою фосфоритов, а в кровле в ряде случаев наблюдаются известняки темно-серые, битуминозные с тонкой горизонтальной слоистостью. Такие же известняки залегают и в кровле брекчиевой пачки. Мощность известняковой пачки 40–50 м. Она постепенно переходит в известняки карчитской свиты.

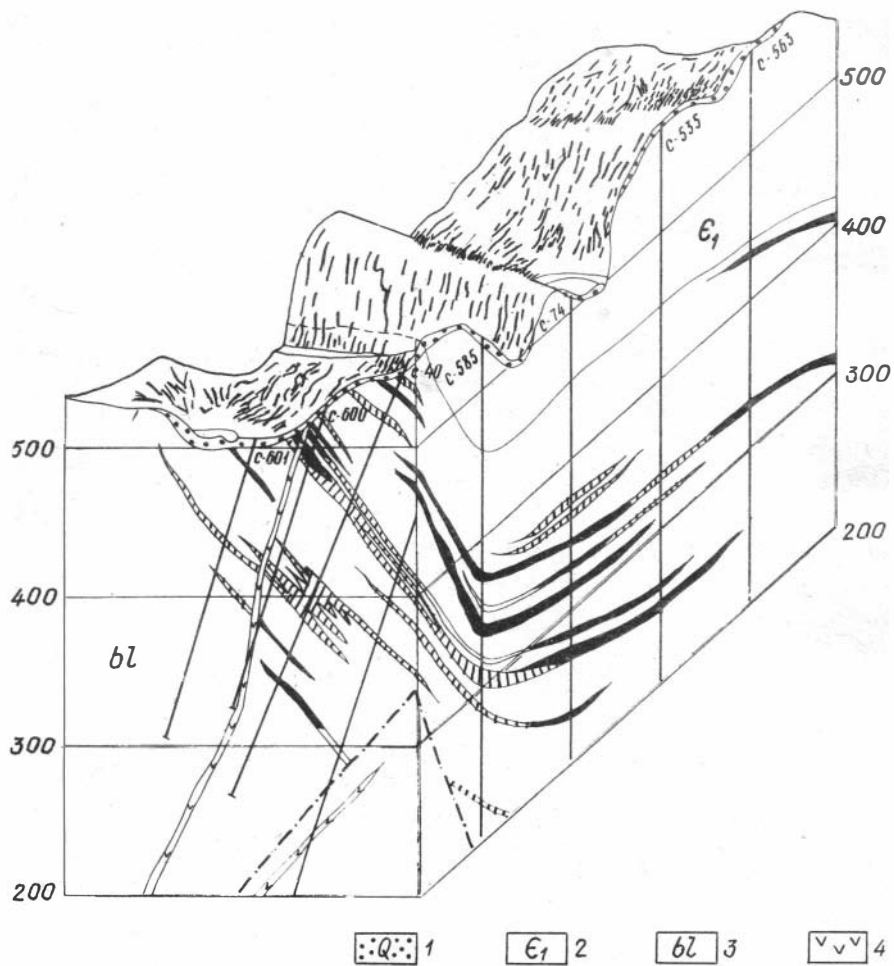
Как можно заключит
месторождении наблюдается снизу вверх следующая последовательность: строматолитовые и слоистые доломиты, кремни, сланцы, обломочные карбонатные породы, фосфориты (основные залежи). Эта последовательность близка типовой, установленной на крупных промышленных месторождениях (Еганов, Советов, 1979). Основные залежи фосфоритов находятся на 50–100 м выше горизонта кремней, в интервале между слоистыми доломитами и известняками.

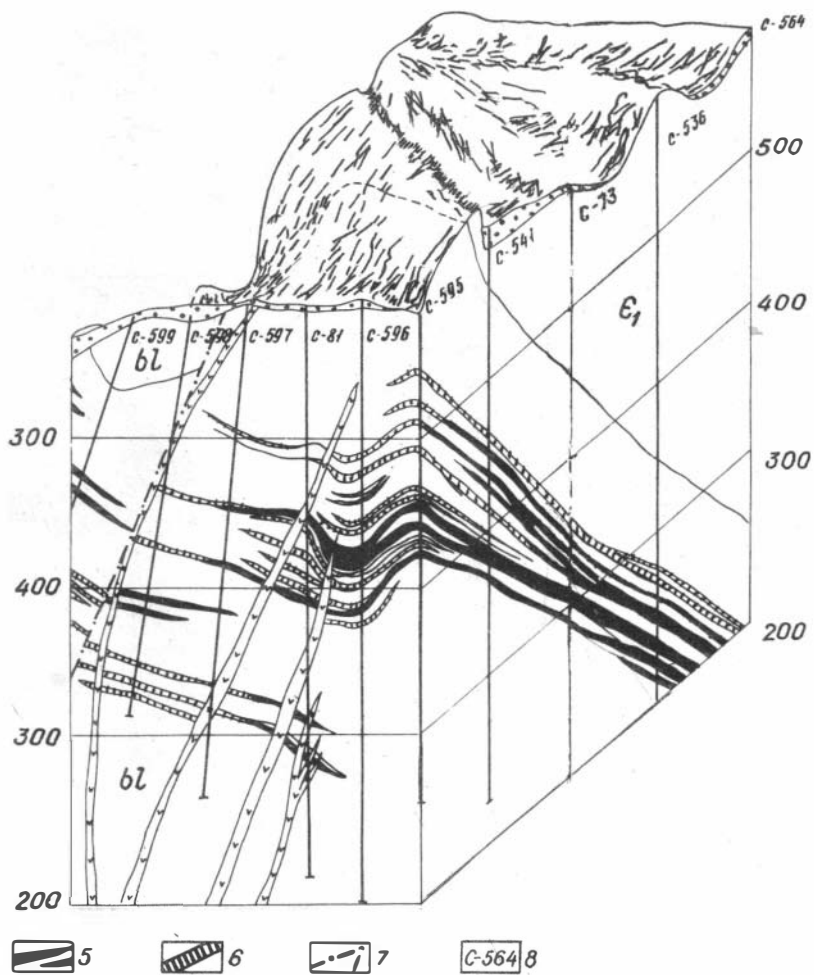
Как видно из рис. 4, залежи фосфоритовых руд представляют собой достаточно хорошо выраженные сближенные тела. Там, где они выклиниваются, наблюдается их замещение бедными рудами. Кровля собственно фосфоритоносной части разреза отстоит от кровли белкинской свиты на 70–90 м.

Разница в строении разрезов белкинской свиты на отдельных участках месторождения обусловлена их разным гипсометрическим положением за счет блоковых подвижек, в результате чего оказались эродированными те или иные пачки.

Фосфориты Белкинского месторождения большинством исследователей считаются нормально-осадочными образованиями, хотя на ранних стадиях его изучения существовали представления о их метасоматическом происхождении (Еганов, 1974). Все исследователи признают определенную роль сейсмически активных обстановок в образовании фосфоритов. Представления о конкретных условиях фосфоритообразования и источнике фосфора весьма разноречивы.

Подавляющая часть первичных фосфоритовых руд месторождения сложена брекчиями, которые представляют собой обломки стромато-





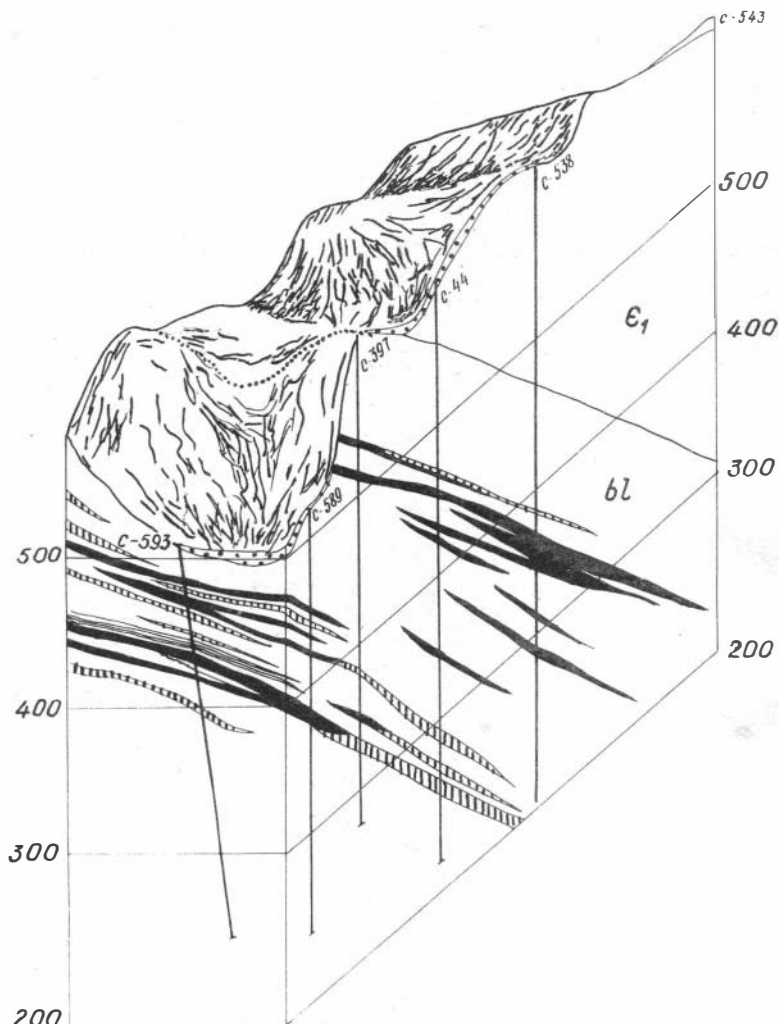
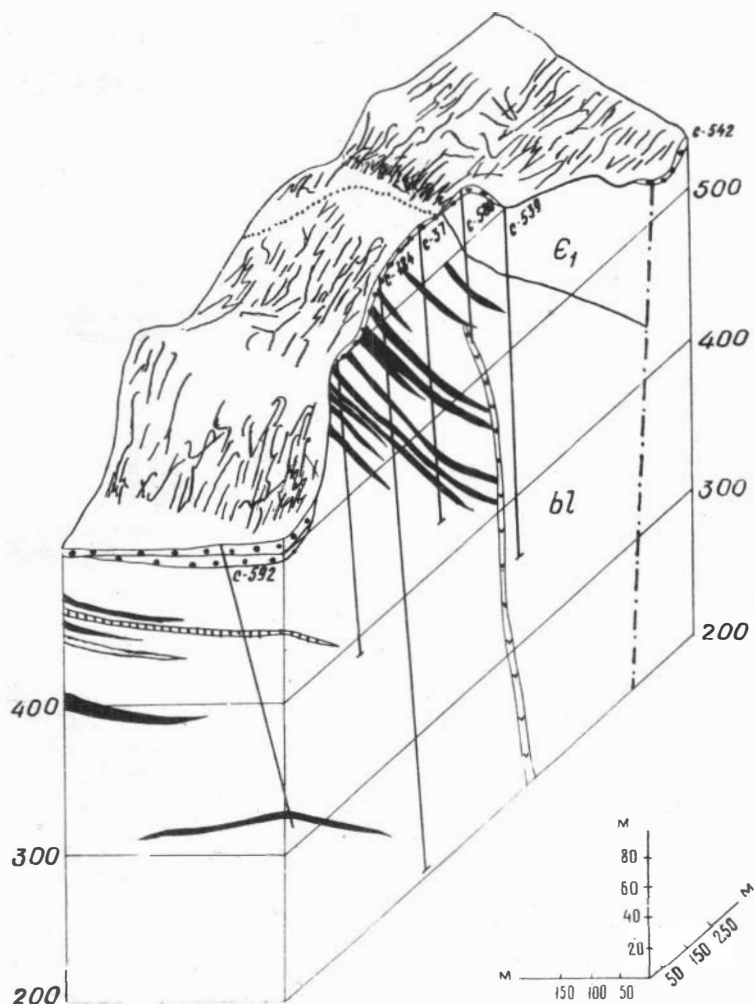


Рис.4. Блок-диаграмма участка Белка. Составила
 I - четвертичные отложения, 2 - ϵ_1 - нижний кембрий, кар
 дайковый комплекс, 5 - промышленные залежи фосфоритовых
 руд (P_2O_5 5-7%), 7 - текто-



Р.К.Пауль с использованием материалов Шальмской ГРЭ
 читская свита, 3 - √ - венд, белкинская свита, 4 -
 руд (P_2O_5 более 7%), 6 - непромышленные залежи фосфо-
 нические нарушения, 8 - номер скважины

литовых доломитов и известняков, сцементированных фосфатно-углеродисто-карбонатным цементом. По структуре такой цемент чаще всего гравийно-песчано-алевритовый (калькаренитовый), текстура в основном беспорядочная, иногда слабая флюидальная или, еще более редко, грубо неотчетливо слоистая. В цементе наблюдаются всевозможные микротельца (палочки, дужки, ооиды, шарики, напоминающие споры и т.п.), а также обрывки строматолитовых слоев, сложенные то фосфатом, то карбонатом. Иногда фосфат, наоборот, цементирует пространство, сложенное разными телцами карбонатного состава. В зависимости от преобладания карбонатной или фосфатной части резко колеблется содержание P_2O_5 , но в целом эти значения в цементе выше общего содержания в брекчиях на 2-3%. Чем меньше размер частиц, слагающих цемент, тем выше содержание P_2O_5 .

Цемент брекчий иногда включает обломки массивных и слоистых фосфоритов, отдельные зерна псефитовой и псаммитовой размерности. В брекчиевых фосфоритах присутствует фосфат (20-80%), кальцит (10-60%), доломит (10-70%), гидрослюда железа (1%), флюорит (1-2%) и органическое вещество (менее 1%). Очень редко встречаются единичные зерна и прожилки мозаичного кварца, гнезда калцедона, зерна барита, пирита, биотита, который переходит в гидрослуду, фиксируемую на рентгенограммах. Здесь же наблюдаются и гидрокислы железа. Химический состав брекчиевых фосфоритов показан в табл. I.

Помимо описанных выше брекчиевых руд, на Белкинском месторождении установлены строматолитовые, калькаренитовые и афанитовые фосфориты. В строматолитовых фосфоритах фосфатное вещество развито по определенным типам строматолитовых построек. В зависимости от структуры последних выделяются строматолитовые фосфориты столбчатые, арочные, пластовые и микропластовые. Самостоятельного практического значения перечисленные различия не имеют. Следует отметить, что строматолитовые фосфориты являются новым литогенетическим типом для первичных пластовых руд СССР. К фосфоритовым (имеются в виду первичные пластовые фосфориты) рудам, согласно кондициям, утвержденным ГКЗ, относятся фосфатно-карбонатные породы с бортовым содержанием P_2O_5 7%. При этом мощности рудных тел должны составлять не менее 2-х, а междурядные интервалы - не более 2 м.

Таблица I

Химический состав фосфоритов Белкинского месторождения, вес.%

№ по пор.	P ₂ O ₅	CaO	MgO	CO ₂	H.о.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	S _{общ.}	F	Сумма
1	29,00	50,00	4,3	12,03	1,60	0,62	0,07	0,25	0,29	...	0,05	2,85	99,64
2	25,5	51,27	3,6	15,9	2,9	...	...	...	...	...	...	2,27	100,51
3	40,21	54,99	0,30	0,56	...	0,48	Сл.	0,55	0,35	...	0,60	4,22	100,48
4	34,6	52,6	0,8	6,1	0,4	0,20	Сл.	0,20	Сл.	...	0,1	3,7	97,14
5	26,81	53,09	0,9	15,06	...	2,35	...	0,19	4,13	...	...	3,21	100,9
6	16,22	50,19	4,23	28,76	...	1,24	...	0,23	0,13	0,01	...	1,90	99,13
7	23,6	45,71	7,53	18,92	...	0,78	...	0,19	1,0	...	...	2,10	98,96
8	13,2	45,3	7,0	31,7	1,7	1,3	Сл.	0,06	0,3	...	0,3	1,2	99,85
9	17,74	35,05	3	11,30	26,63	...	...	...	...	...	...	1,58	94,66

Примечание. 1 - строматолитовый столбчатый фосфорит (участок Онзас); 2 - строматолитовый микропластовый фосфорит (участок Белка); 3-4 - массивные фосфориты: 3 - участок Нымзас, 4 - участок Белка; 5-6 - брекчиевые фосфориты: 5 - участок Нымзас, 6 - участок Белка; 7-8 - калькаренитовые фосфориты, участок Куйтагач; 9 - афанитовый слоистый фосфорит, участок Белка. Н.о. - нерастворимый остаток.

Предварительные разведочные работы на участке Белка показали, что рудные тела представляют собой компактную фосфоритную серию (рис. 4). Суммарная мощность рудных тел по скважинам меняется от 2 до 60,8 м, а количество тел также сильно варьирует от одного до пяти-шести. Рудные тела прослежены до глубины 0-422,8 м, причем руды, выходящие на дневную поверхность и залегающие выше уровня грунтовых вод, составляют около 4 % от общих запасов.

Средний химический состав фосфоритовых руд следующий: P_2O_5 - 9,63 %, MgO - 6,68, CO_2 - 33,02, CaO - 47,48, нерастворимый остаток - 2,69; прочие - 0,5 %. Прочие компоненты практически не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на состав руд и имеют следующие средние содержания: Al_2O_3 - 0,28; Fe_2O_3 - 0,10; MnO - 0,01; K_2O - сл.; Na_2O - 0,01; S - 0,08; V_2O_5 - сл.; TiO_2 - сл.

Анализ характера распределения основных химических компонентов показал, что в основу типизации первичных руд могут быть положены содержания MgO , который является вредной примесью и указывает на долю доломита в руде, и нерастворимый остаток, состоящий в основном из флюорита, углеводородного вещества и кремнезема пород. Количество флюорита и углеводородного вещества в рудах не превышают в сумме 2-3 %. Если содержание нерастворимого остатка превышает 5 %, то, как показали исследования, в его состав входит кремнезем. Исходя из этого условия, на участке Белка по химическому составу выделяется два типа руд: карбонатный и карбонатно-кремнистый, последний из которых составляет всего 0,2 % от общих запасов руды Белкинского месторождения (табл. 2).

Карбонатный тип фосфоритовых руд по петрографическому составу представляет собой карбонатные породы, сложенные в среднем на 25 % фосфатными минералами. Это позволяет применить к изучаемым рудам классификацию карбонатных пород С.Г.Вишнякова (1933), с помощью которой можно выделить разные сорта руд по наличию в них той или иной доли доломита или MgO . По содержанию MgO выделяется три разновидности карбонатных фосфоритовых руд: известковая, известково-доломитовая и доломитовая (табл. 2).

Кремнисто-карбонатные фосфоритовые руды распространены в центральной части участка Белка в виде двух залежей, одна из

которых площадью 47500 м², имеет форму вытянутой с юго-запада на северо-восток восьмерки, а вторая - площадью 8700 м² имеет изометричную форму. Эти руды залегают на глубине 193,2-400,5 м довольно локально и отделены от вышележащих карбонатных руд прослоями малофосфатных вмещающих пород. Таким образом, кремнисто-карбонатные руды могут быть геометризованы по площади участка и обрабатываться селективно. Однако очень небольшой объем их, установленный в пределах участка (1,413 млн. т руды или 0,2 % от общих запасов), исключает возможность их самостоятельного промышленного использования.

Руды Белкинского месторождения изучались сотрудниками ГИГХСа на пробах поверхностной зоны, а также на пробе ТП-4, являющейся представительной для руд глубоких горизонтов. Вещественный состав этой пробы, по данным Ю.Ф.Шмельковой и Т.Я.Буробиной, показан в табл. 3.

Фосфоритовая руда сложена кальцитом (43,5 %), доломитом (31,0 %), фосфатом (23,5 %), кварцем, гидроокислами железа, флюоритом,

Таблица 2

Типы фосфоритовых руд Белкинского месторождения

Тип	Разновидность	Соотношение запасов, %	Химический состав, вес. %			Минеральный состав, вес. %					
			P ₂ O ₅	MgO	CO ₂	Н.о.	Фос-фат	Доло-мит	Каль-цит	Кварц	Про-чие
Карбонатный	Известковая	26,8	9,80	4,30	32,31	2,25	23	20	54	...	3
	Известково-доломитовая	71,1	9,69	7,22	32,86	3,02	23	33	40	...	4
	Доломитовая	1,9	9,17	10,32	36,14	1,14	22	47	29	...	2
Кремнисто-карбонатный	-	0,8	8,80	9,96	29,79	16,86	21	45	15	17	2

Таблица 3

Химический и минеральный состав литологических разновидностей пробы ТП-4
по данным ручной рудоразработки

	Литологическая разновидность по составу	Удельный вес фракции, г/см ³	Выход, %	Химический состав, вес.%					Минеральный состав, вес.%				
				P ₂ O ₅	CO ₂	MgO	H.о.	F	фос-фат	доло-мит	каль-цит	кварц	про-чие
флюорид	Известково-доломитовый	+2,9-2,95	13,5	16,28	27,31	8,26	0,58	1,47	40,5	37,0	20,0	0,5	1,5
		+2,95-3,00	8,9	22,64	19,93	5,27	0,60	2,07	56,0	24,0	18,0	0,5	1,5
	Высококачественный	+3,00	0,2	32,22	7,16	1,25	1,73	3,14	80,5	6,0	9,5	1,5	2,0
карбонат	Известковый доломит	+2,85-2,90	29,7	9,48	35,02	3,86	0,54	0,68	23,5	45,0	30,0	0,5	1,0
		-2,90-2,80	3,8	6,25	37,73	8,20	1,59	0,62	15,0	36,0	46,0	1,5	1,0
		-2,80	9,0	2,15	41,27	7,00	5,06	0,20	5,0	32,0	58,0	4,0	1,0
	Известковистый доломит	-2,80	28,9	5,96	38,30	3,22	1,62	0,38	13,5	14,5	70,5	1,0	0,5
	Сумма			100	9,50	34,35	6,88	1,39	0,78	23,5	31,1	43,5	1,0	1,0

органическим веществом (1-2 %). Минеральные агрегаты образуют сростки, которые невозможно раскрыть при механическом извлечении.

Запасы первичных пластовых руд Белкинского месторождения составляют примерно 166 млн.т по категории C₁+C₂ при среднем содержании P₂O₅ от 8,5 до 11,3 % (по категории C₁ разведано 18,9 млн.т). Прогнозные запасы руд олениваются в 160 млн.т.

Первичные фосфориты месторождения образуют в целом низким содержанием P₂O₅, невысокостью фосфора в природном состоянии и требуют обогащения, а также последующей обработки концентратов для перевода их в удобрение.

Обогащение карбонатных руд Белкинского месторождения проводится сотрудниками Института геологии и геофизики Сибирского металлургического института и ЦПО "Запсибгеология". В 1977 году в ТИГХСе были изучены

пробы ПП-1 и ПП-2, характеризующие поверхностные руды. В результате из руд с содержанием 8,45 и 6,50 % получены концентраты 32,00-32,85 % P_2O_5 с извлечением в концентрат P_2O_5 70,8-69,0 % соответственно.

Негативной стороной обжигового процесса является большой объем "хвостов" обогащения - известкового молока. С целью предварительного обогащения руд перед обжигом была предложена фотометрическая сепарация (Пауль и др., 1981). Эксперименты показали, что 20-30 % пустых пород могут быть удалены в начале процесса, что даст значительный экономический эффект.

Существенным дополнением к ресурсам первичных руд являются фосфориты коры выветривания. Они представлены рыхлым фосфатным материалом песчано-глинистой размерности с обломками каменных фосфоритов. Вторичные фосфориты образуют изометричные в плане залежи мощностью от первых метров до 30, иногда до 80 м. Наиболее крупной является западная залежь участка Белка, которая имеет причудливую форму с площадью выхода 1500x20-300 м.

Вторичные фосфориты разделяются на рыхлые, опаловидные, брекчиевые, песчаные, натечные и пористые. Рыхлые разности составляют основную часть залежи, а прочие образования - лишь 20-30 %. Рыхлые фосфориты представляют собой смесь тонкодисперсной и песчаной массы. Первая состоит из глинистых минералов и фосфатного вещества. Песчаная часть сложена обломками фосфорита и кварца.

Химический состав вторичных фосфоритов приводится в табл.4. По результатам предварительной разведки на месторождении подсчитано 24,8 млн.т вторичных фосфоритов со средним содержанием P_2O_5 20,5 %.

В отличие от пластовых руд фосфориты коры выветривания обладают высоким содержанием лимонно-растворимой пятиокси фосфора, которое составляет 6-10 % в абсолютном значении и 27-47 % в относительном. Это определяет возможность непосредственного использования их для приготовления фосфоритной муки. Специальными исследованиями показана достаточно высокая агрохимическая эффективность фосфоритной муки из вторичных руд Белкинского месторождения на полях Западной Сибири. Наибольший эффект дает применение этих удобрений для картофеля, кукурузы и бобов (прибавка урожая составляет 25-30 %) (Метельский, Корлякова, 1965).

Химический состав вторичных фосфоритов
Белкинского месторождения, % *

Компоненты	Участки					
	Нымзас		Белка, запад- ная часть	Онзас		Курлан
P ₂ O ₅	25,12	18,7	22,54	22,21	16,14	19,95
SiO ₂	18,71	28,12	19,87	18,32	33,69	26,9
CaO	33,56	25,24	30,14	29,25	21,35	26,3
MgO	0,38	0,21	0,15	0,15	0,07	0,08
Al ₂ O ₃	10,21	13,70	11,04	11,82	11,96	12,62
Fe ₂ O ₃	4,41	5,65	5,76	5,42	6,37	5,95
MnO	0,22	0,41	0,2	0,15	0,31	0,17
TiO ₂	0,30	0,29	0,38	0,58	0,50	0,34
SO ₃	0,11	0,07	0,07	0,10	0,08	0,02
CO ₂	0,60	1,34	1,88	2,71	1,28	1,80
П.п.п.	5,20	7,39	6,92	8,49	6,6	6,87
K ₂ O+Na ₂ O	0,33	0,36	0,32	0,31	0,54	...
F	2,23	1,55	1,92	1,82	1,26	1,72
P ₂ O ₅ лимонно- растворимая	6,68	5,65	8,35	9,60	7,56	7,46

* Данные Г.И.Спандершвили, 1965.

Мрасское месторождение находится в 20 км к северо-востоку от Белкинского, в 60 км восточнее г.Таштагола, в Новокузнецком районе Кемеровской области.

Месторождение открыто в 1958 г. Ю.Ф.Сипливым. Изучено при детальных поисковых работах с поверхности шуржами и канавами. В 1981-1982 гг. проводились поисково-оценочные работы, по результатам которых перспективны месторождения повышаются.

Мрасское месторождение располагается в центральной части одноименного срединного массива. В геологическом строении рудного поля участвуют карбонатные отложения западносибирской и белкинской свит верхнерифейско-вендского возраста, а также карчитской свиты нижнего кембрия. Фосфоритовая пачка мощностью около 100 м залегает в нижней части белкинской свиты, прослежена горными выработками на 800 м. Общая предполагаемая протяженность

ее 1200 м. Нижняя часть пачки мощностью около 50 м непосредственно залегает на западносибирских доломитах и сложена сравнительно богатыми фосфоритами, содержащими в среднем 12 % P_2O_5 . Верхняя часть фосфоритовой пачки представлена бедными карбонатными рудами, содержащими 7 % P_2O_5 . Мощность верхней части около 40 м. Фосфориты замещаются по простиранию слабофосфатными известняками. Состав фосфоритов: фторапатит, кальцит, доломит, неравномерно прорастающие друг друга; часто наблюдается вкрапленность флюорита.

В соответствии с различными вариантами трактовки структуры месторождения прогнозные запасы его варьируют от 30–50 млн. т до 75, а по некоторым данным – до 100 млн. т.

Изучение технологических свойств руд не проводилось.

Кузн е д к о – А л а т а у с к и й р а й о н о х в а т ы в а е т т е р р и т о р и ю Кузнецкого Алатау, включая и его восточный склон. В пределах района известно три месторождения (Тамалыкское, Талановское, Обладжанское) и около 40 проявлений первичных и вторичных фосфоритов. Помимо перечисленных месторождений, описывается также наиболее крупное Млинское фосфоритопроявление.

Тамалыкское месторождение расположено в Усть-Абаканском районе Красноярского края, на восточном склоне Кузнецкого Алатау в бассейне истоков р.Томи, в 55 км к юго-западу от станции Усть-Бирь Ачинск-Абаканской ветки Красноярской железной дороги.

Месторождение открыто в 1961 году (Мкртычян, 1974), а поисково-оценочные работы и частично предварительная разведка проводились в 1962–1966 гг.

Рудное поле месторождения располагается на вышележащем затеженном водоразделе рек Теренсу, Багзас и Ассук, абсолютная высота которого 950–1000 м при превышениях над руслами этих рек 200–250 м. По структурно-тектоническому и географическому признакам месторождение разделяется на три участка (блока): Южный, Центральный и Северный, из которых второй изучен более детально (рис. 5).

В геологическом строении месторождения принимают участие (снизу вверх) багзасская свита верхнего протерозоя, тамалыкская и усинская свиты нижнего кембрия. Багзасская свита сложена светлыми доломитами с горизонтами водорослевых доломитов и редкими линзами слабофосфатных кремнистых сланцев и силицилитов. Мощность

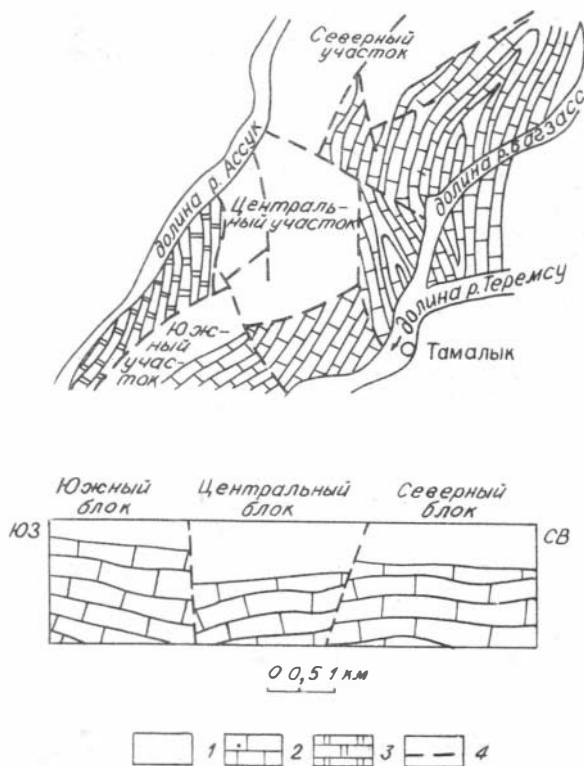


Рис. 5. Схема тектонического строения Тамалыкского месторождения.

1 - отложения тамалыкской фосфоритоносной свиты нижнего кембрия, 2 - карбонатные отложения багзасской свиты верхнего протерозоя, 3 - отложения усинской свиты нижнего кембрия, 4 - тектонические нарушения.

часто известковистыми сланцами с пиритом, прослоями силицилитов и известняков и редкими маломощными (0,5-3,0 м) линзами карбонатно-кремнистых фосфоритов (7-12 % P_2O_5). Фосфоритовая ставлена слабофосфатными доломитовыми известняками, реже доло-

ее 1200 м. Тамалыкская свита залегает на доломитах багзасской свиты, по данным Мкртычяна А.К. (1974), с несогласием и разрывом, по А.Б.Гялядингеру и др. (Разрезы ..., 1969) - согласно. В разрезе ее выделяются (рис. 6) снизу вверх четыре пачки: сландевая, мощностью 100-200 м, фосфоритовая - 85-220 м, кремнистая - 40-150 м и вулканогенная пачка мощностью до 250 м. Общая мощность свиты на месторождении составляет около 650 м.

Породы сландевой пачки представлены черными углистыми кремнисто-глинистыми,

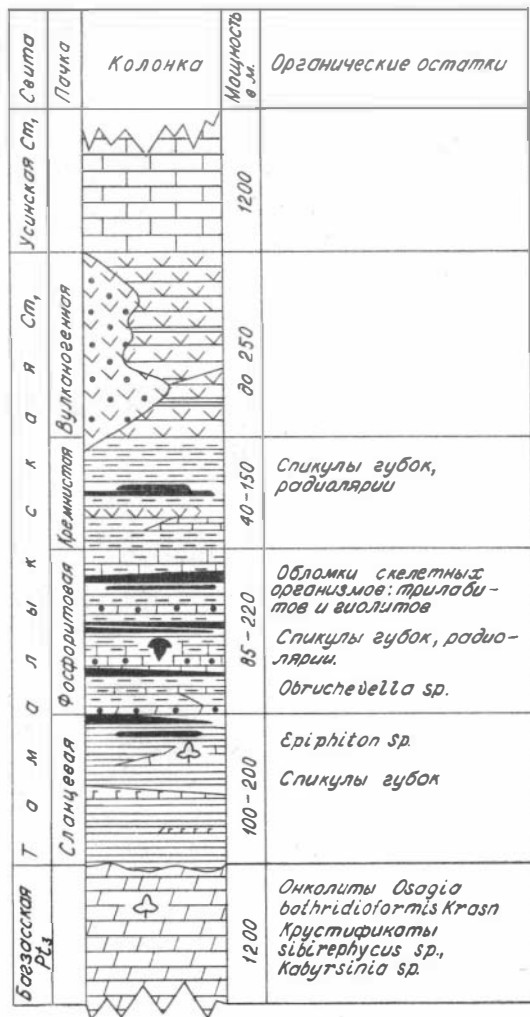
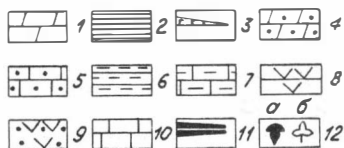


Рис. 6. Стратиграфическая колонка Тамалыкской свиты на участке месторождения.

I - доломиты; 2 - углисто-глинистые, углисто-глинисто-кремнистые сланцы; 3 - базальтовые порфириты; 4 - марганцовистые доломиты; 5 - марганцовистые известняки; 6 - кремнистые сланцы, силидилиты; 7 - фосфатные известняки; 8 - андезитовые порфириты и андезито-базальты; 9 - туфоконгломераты, лавобрекчии; 10 - известняки нефосфатные; II - линзообразные пласты фосфоритов; 12 - органические остатки: а) трилобиты, б) водоросли.



митами (0,3–0,9 % P_2O_5) углисто-кремнистыми и карбонатно-кремнистыми сланцами и силицилитами с линзообразными пластами мощностью от 2–3 до 10–12 м кремнистых, карбонатно-кремнистых, редко карбонатных фосфоритов со средним содержанием P_2O_5 10–15 % и линзами марганцовистых доломитовых известняков и известково-кремнистых сланцев с содержанием марганца от 3–5 до 8–10 %. Кремнистая пачка представлена силицилитами, углисто-кремнистыми и глинисто-кремнистыми сланцами. Вулканогенная пачка сложена андезито-базальтами, андезитовыми порфиритами и их туфами с прослоями и линзами силицилитов и углисто-кремнистых сланцев.

Отложения на участке месторождения смяты в крутые линейные складки субмеридионального простирания и участвуют в строении Теренсу-Багзасской антиклинальной структуры, ядро которой сложено доломитами багзасской свиты, а северо-западное крыло, осложненное дополнительной складчатостью, – породами тамалыкской фосфоритоносной свиты. Тамалыкское месторождение, таким образом, приурочено к крылу антиклинали и представляет совокушность линейных складок второго порядка. Складки имеют крутые углы падения от 50 до 85° и часто опрокинуты на юго-восток.

Фосфориты месторождения подразделяются на первично-осадочные пластовые и развитые на них вторичные фосфориты коры выветривания. По составу первичные фосфориты делятся на кремнистые, карбонатно-кремнистые и карбонатные. Кремнистые фосфориты, в значительной степени представляющие собой продукт начальной стадии выщелачивания первично-осадочных карбонатно-кремнистых фосфоритов, составляют 70 % запасов месторождения и распространены в зоне гипергенеза до глубины 80–100 м. Ниже преобладают карбонатно-кремнистые фосфориты и значительно реже распространены карбонатные фосфориты.

В минералогическом отношении фосфориты довольно однообразны и имеют простой состав. Сложены они фосфатным веществом (фторапатитом, иногда раскристаллизованным до апатита), кварцем, кальцитом, доломитом и углеродистым веществом, которые находятся в различных соотношениях в зависимости от типа и качества фосфоритов.

Залежи фосфоритов на месторождении прослежены по простиранию на 7 км канавами, шурфами и на глубину до 100–150 м колонковыми скважинами. В западной части Центрального участка

проведена предварительная разведка, восточная часть этого участка, а также Северный и Южный участки изучены слабо. Фосфориты здесь вскрыты одиночными скважинами, канавами и мелкими шурфами.

Запасы месторождения по оперативному подсчету до глубины 120–150 м составляют по категории C_1+C_2 83 млн. т со средним содержанием 12 % P_2O_5 . Общие перспективы месторождения оцениваются в 140–150 млн. т с тем же содержанием. Технология обогащения фосфоритов изучалась в НИИ завода "Сибэлектросталь". Для кремнистых фосфоритов на ряде проб с содержанием P_2O_5 в руде от 10 до 19 % разработана рациональная схема обогащения. Полученные флотоконцентраты содержат P_2O_5 от 25,1 до 30,6 % при извлечении 73,5–94,7 %. Карбонатно-кремнистые фосфориты плохо обогатимы. Из этих фосфоритов с содержанием P_2O_5 в исходной руде 10,6 % по той же флотационной схеме получен концентрат с содержанием P_2O_5 19,2 % при извлечении 84,5 %. Исследования в НИИУФ показали пригодность фосфоритовых концентратов для кислотной переработки на фосфорные удобрения для производства экстракционной фосфорной кислоты, для получения обезфторенного фосфата гидротермическим методом и желтого фосфора. Из-за низкого содержания пятиоксида фосфора в рудах Тамалыкское месторождение законсервировано.

Обладжанское месторождение расположено на юге Красноярского края в Боградском районе, в 18 км северо-восточнее разъезда Туманный Ачинск–Абаканской ветки Красноярской железной дороги, в пределах грядово-сопочной возвышенности, господствующие вершины которой (Бол. и Мал.Обладжан) достигают высоты 1000 м при превышениях над долиной р.Бол.Ерба на 300–350 м. Месторождение выявлено в 1962 г. поисковой партией В.Ф.Макухи.

Участок месторождения сложен карбонатными отложениями мартиухинской и обладжанской свит позднего докембрия, испытавшими сложные складчато-глыбовые деформации. Мартиухинская свита подразделяется снизу вверх на три пачки:

I. Известковистые доломиты темно-серые массивные с прослоями седиментационных доломитовых брекчий, нефосфатные. В верхней части толщи отмечается пачка мощностью 30–50 м с повышенным содержанием фосфора (0,3–0,8 % P_2O_5). В доломитах обнаружены остатки катаграфий *Vesicularites flexuosus* Reitl. Мощность 450–500 м.

2. Известковистые доломиты серые, светло-серые массивные, реже слоистые с прослоями доломитовых известняков и черных силицилитов. Породы очень слабо фосфатны (0,1-0,2 % P_2O_5). В верхней части толщи отмечаются кристификаты *Sibiraphycus Krasn.* Мощность 300 м.

3. Известковистые доломиты светло-серые массивные с мало-мощными прослоями и линзами доломитовых известняков, силицилитов, доломитовых брекчий. В доломитах отмечаются многочисленные строматолитовые текстуры. В брекчиевых разностях отмечаются локально повышенные (до 0,5 %) содержания пятиокси фосфора. Мощность 600-700 м. В водораздельной части месторождения состав пород пачки следующий (в %): SiO_2 - 0,42-3,08; CaO - 31,52-32,45; MgO - 17,98-20,36; CO_2 - 40,28-45,28. Пересчеты данных химических анализов на минеральный состав показывают наличие 85-93 % доломита, 5-15 % кальцита, примеси кварца.

На описанных породах согласно залегают отложения обладчанской свиты, слагающие ядро небольшой синклинальной складки, северо-восточное замыкание которой срезано разрывным нарушением (рис. 7). Ширина выхода свиты в плане составляет 0,8-0,9 км. Свита подразделяется на следующие пачки (снизу вверх):

1. Известняки светло-серые и серые массивные с прослоями доломитовых известняков и известковистых доломитов. В последних отмечаются кристификационные структуры, возможно, имеющие органическое происхождение. Породы окварцованы по сетчатому типу, причем в узлах замещения карбоната кварцем наблюдается флюорит в виде зерен размером от 0,03 до 2, реже 5-6 мм. Содержание P_2O_5 в породах 0,4-2,0 %. Мощность 150 м.

2. Доломитовые известняки серые массивные мелкозернистые, как правило, окварцованные. Содержание пятиокси фосфора составляет 0,2-3,2 %. Мощность 200 м.

3. Доломитовые известняки серые, обычно пятнистые массивные и полосчатые, с прослоями доломитов. Отмечаются окварцевание и включения флюорита. Содержание P_2O_5 от 0,1 до 9 %. Мощность 100 м.

Общая мощность обладчанской свиты составляет 450 м. Химический состав слагающих ее пород резко колеблется как в связи с переслаиванием карбонатных пород разного состава, так и вследствие окремнения и дедоломитизации отложений при их метаморфизме.

Содержание пятиокси-
си фосфора в поро-
дах свиты резко ме-
няется, составляя
в среднем 1,6 %. В
прослоях фосфори-
тов оно возрастает
до 7-9 %. Вместе с
тем первичные фос-
фориты месторожде-
ния практической
ценности не пред-
ставляют вследствие
низкого качества,
небольших и невы-
держанных размеров
их тел.

На месторожде-
нии выделяются фос-
фориты формации
коры выветривания
мезозойского воз-
раста, которые сла-
гают несколько за-
лежей в водораз-
дельной части воз-
вышенности, и трет-
ичного возраста,
развитые на ее се-
веро-западном скло-
не. Фосфориты вы-
полняют коррозион-
ные и коррозионно-
эрозионные депрес-
сии в карбонатных
отложениях описан-
ных свит. Вблизи
вершины Бол.Облад-

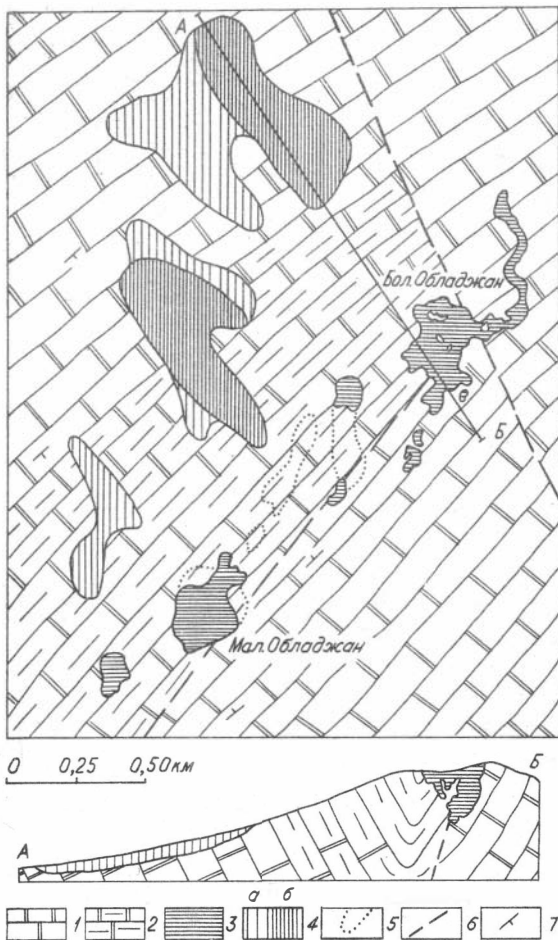


Рис. 7. Геологическая карта и разрез Обладжанского месторождения.
1 - доломитовые породы мартишкинской свиты; 2 - известняково-доломитовые фосфатонасные породы обладжанской свиты; 3 - залежи высококачественных водораздельных карстовых фосфоритов, выходящих на поверхность; 4 - склоновые залежи бедных фосфоритов (б) и фосфатных пород (а) формации коры выветривания; 5 - контуры закрытых залежей фосфоритов; 6 - тектонические нарушения; 7 - элементы залегания пород.

жана известно несколько тел фосфоритов. Наиболее крупное из них выполняет асимметричную воронку сечением 220 на 260 м и глубиной от 30 до 150 м и связанное с ней щелевидное ответвление длиной 350 м, шириной 40–60 м и глубиной 20–30 м. Около вершины Мал.Обладжана фосфоритоносный карст имеет в плане округлые очертания, крутые стенки и извилистое дно с щелевидными углублениями и остандами, выходящими на поверхность. По краям карстовой депрессии сохранилась кровля известкового доломита. Сечение карстовой формы в плане—360 на 220 м при глубине до 40 м. В северо-западной части месторождения третичные фосфориты заполняют коррозионно-эрозийные понижения. Здесь известно несколько плачеобразных залежей мощностью до 30 м.

Карстовые формы Бол.Обладжана, занимающие наиболее высокое гипсометрическое положение, выполнены высококачественными фосфоритами со средним содержанием около 30 % P_2O_5 . В залежах Мал.Обладжана содержание пятиоксида фосфора снижается до 17–18 %, а в залежах склоновых фосфоритов — до 10–12 %.

По физическому состоянию фосфориты месторождения подразделяются на рыхлые, глинистые и каменные. Окраска всех разновидностей фосфоритов бурая разной интенсивности с серым, красным или желтоватым оттенками. Рыхлые фосфориты распространены в водораздельной части месторождения, составляя в залежах Бол.Обладжана 30–40 %, а в залежах Мал.Обладжана — 90–95 %. Глинистые фосфориты слагают до 20–30 % залежей Бол.Обладжана, но преимущественно они распространены в склоновых залежах северо-западной части месторождения. Каменные фосфориты отмечаются в виде щебнистых и глыбовых включений в массе рыхлого или глиноподобного фосфорита, главным образом в залежах Бол.Обладжана, где их количество достигает до 50–60 % объема горной массы. Это наиболее высококачественные фосфориты, содержащие 32–40 % P_2O_5 . По текстурным особенностям среди каменных фосфоритов залежи Бол.Обладжана выделяются: брекчиевые, массивные, натечные почковидные и полосчатые, кавернозные и кавернозно-крупстификационные разновидности.

Химический состав фосфоритов свидетельствует об изменчивом качестве их и о существенном различии состава фосфоритов из водораздельной части и бедных склоновых фосфоритов месторождения. Относительные содержания лимонно-растворимой пятиоксида фосфора

для водораздельных фосфоритов составляют 8-9, а для склоновых 21-23 %.

В результате предварительной разведки произведен подсчет запасов месторождения. Запасы залежи Бол.Обладжана по категории C_1+C_2 составляют 4,9 млн.т со средним содержанием 29,5 % P_2O_5 , запасы Мал.Обладжана (кат. C_1+C_2) - 2,0 млн.т со средним содержанием 17,6 % P_2O_5 , а всего запасы водораздельных фосфоритов составляют 6,9 млн.т со средним содержанием 26,1 % P_2O_5 . Запасы бедных склоновых фосфоритов составляют 9,2 млн.т при среднем содержании 11,4 % P_2O_5 . Обработка месторождения возможна открытым способом.

Лабораторные испытания технологических проб водораздельных фосфоритов показали пригодность их для получения желтого фосфора, обезфторенных фосфатов и для получения фосфорной кислоты.

Богатые руды, которые могут быть использованы без обогащения, позволяют на базе Обладжанского месторождения, хотя оно и мелкое, организовать производство фосфоритной муки для местных нужд.

Талановское месторождение расположено в северной части Кузнецкого Алатау, в нижнем течении р.Талановой, левого притока р.Кии (система р.Чулым). Оно находится на территории Тисульского района Кемеровской области в 25 км от пос.Белогорска, связанного железнодорожной веткой с Транссибирской магистралью. На площади месторождения проведены поисковые работы с применением поверхностных горных выработок. Фосфоритовый пласт вскрыт также на глубине скважиной.

В структурно-тектоническом плане Талановское месторождение находится в западной части Хакасского массива салаирской геосинклинали Алтае-Саянской области, в пределах Терсинско-Кийского синклинория. Оно залегает на крыльях небольшой Талановской антиклинали, разбитой дизъюнктивами на многочисленные блоки, сложенные отложениями позднего докембрия, в составе которых выделяются снизу вверх: кабырзинская свита среднего рифея - черные и темно-серые известняки с прослоями углисто-глинистых сланцев; западносибирская свита верхнего рифея-венда - светлоокрашенные органогенные доломиты, черные и темно-серые известняки; белкинская свита вендского возраста - серые и светло-серые мелкообломочные, местами кремнистые доломиты слоистой и

пятнистой текстуры, реже мелко- и микрозернистые линзовидно-слоистые и строматолитовые доломиты; горизонт вулканогенных пород основного состава. Выше залегают отложения нижнего кембрия (усть-кундатская свита), представленные черными глинистыми и песчанистыми известняками с редкими фосфатными конкрециями. В разрезе белкинской свиты мощностью более 500 м зафиксировано три фосфатных горизонта; фосфориты имеются только в верхнем из них.

Верхний фосфоритовый горизонт (фосфоритовая пачка) мощностью 34 м подстилается и перекрывается строматолитовыми доломитами. Он сложен серыми обломочными кремненными доломитами и включает восемь линзовидных тел фосфоритов мощностью от 0,5 до 3,5 м, прослеженных по простиранию на 250 м. По простиранию тела выклиниваются и расщепляются, замещаясь фосфорит-доломитовыми обломочными породами. По структурным особенностям среди фосфоритов выделяются обломочные, оолитовые и пелитоморфные разновидности. Основная часть рудных тел сложена обломочными фосфоритами псаммитовой, алевритовой, реже псефитовой размерности. Они обладают линзовидно-слоистой текстурой за счет чередования линз и прослоев с различным содержанием обломочков фосфоритов (от 30 до 70 %), а также маломощных прослоев и линз пелитоморфных фосфоритов, фосфорит-доломитовых алевролитов и песчаников. Оолитовые фосфориты слагают линзу мощностью 0,9 м, состоящую на 75-80 % из фосфатных оолитов и их обломков. Содержание P_2O_5 по данным химического анализа бороздовых проб, от I0-I3 до 2I-24 %, в среднем 18 % на мощность 3,5 м. Состав руд - карбонатный.

В связи с малой мощностью и невыдержанностью пластов по простиранию запасы не подсчитывались. На площади месторождения на глубине 308,6-320 м при проведении других работ выявлен пласт фосфоритов мощностью 10 м при среднем содержании 11,7 % P_2O_5 . Ниже вскрыты кремнистые фосфатные доломиты с рассеянными включениями черного фосфорита.

Клиновое проявление находится в Батеневском кряже, на территории Бограпского района Хакасской Автономной Области Красноярского края. Оно располагается на правом борту р. Сухой Ербы. В 10 км западнее проходит линия железной дороги Ачинск-Абакан. Ближайшие населенные пункты - ст. Сон (10 км) и пос. Цветногорск (6 км).

Проявление выявлено при крупномасштабной геологической съемке. В 1966 г. здесь были поставлены детальные поиски, сопровож-

давшиеся проходкой канав, мелких шурфов и колонковых скважин. В 1972–1974 гг. на проявлении проводились ревизионно–поисковые работы.

В палеотектоническом отношении площадь Юлинского проявления располагается в зоне, занимающей промежуточное положение между Белоюсско–Беллыкским интрагеосинклинальным прогибом и Азыртальским интрагеоантиклинальным поднятием. Эти палеоструктуры являются подразделениями 2-го порядка в составе Хакасского устойчивого массива. Рудовмещающей структурой является узкий тектонический блок – Юлинская горст–антиклиналь, осложненная множеством тектонических нарушений. Она образована карбонатными толщами верхнего рифея–венда, а также нижнего и среднего кембрия. Залежи фосфоритов располагаются среди отложений верхнерифейско–вендской литвинской свиты. Последняя представлена чередующимися мощными известняковыми и кремнисто–карбонатными пачками. В составе фосфоритовмещающей толщи преобладают темно–серые и черные массивные известняки, доломиты присутствуют в резко подчиненном количестве. Выделено две фосфоритоносные пачки. Нижняя мощностью от 25 до 100 м сложена параллельно переслаивающимися и линзующимися фосфатизированными известняками и кремнями, среди которых отмечаются 5–10–метровые горизонты кремней и известняков. Верхняя пачка представлена фосфатизированными кремнистыми породами.

На Юлинском проявлении известны фосфориты двух типов – первичные и вторичные. Первичные фосфориты образуют пласты переменной мощности (от 0,3 до 13 м), протягивающиеся по простиранию на 300–1200 м и неравномерно распределенные в разрезе продуктивных пачек. Они приурочены к контактам известняков и кремнистых пород. Состав руд – кремнистый, карбонатно–кремнистый и карбонатный известняковый, структура слоистая, обусловленная чередованием микрослоек известняка, кремня и микрозернистого или афанитового фосфата. Содержание P_2O_5 в фосфоритах от 5 до 17 %, в среднем 5–9 %.

Вторичные фосфориты представлены рыхлыми карстовыми элювиальными разновидностями с содержанием P_2O_5 в среднем 6–17 %.

П р и е н и с е й с к и й р а й о н . В рамках этого района рассматривается северо–западная часть Восточного Саяна (Беллыкское белогорье, юго–западная окраина Дербинского антиклин-

рия, Манский прогиб и его обрамление). Территория, объединяемая в границах Приенисейского района, весьма разнородна в структурном и орографическом отношении. Здесь известно три месторождения фосфоритов, а также около 15 фосфоритопроявлений. Ниже описываются Телекское и Сейбинское месторождения, имеющие наибольшую практическую ценность. Саржаковское месторождение самостоятельного значения не имеет. Оно представлено карбонатными фосфоритами с прогнозными запасами 25,5 млн.т руды, из которых 20 млн.т имеют среднее содержание 20 % P_2O_5 , а 5,5 млн.т - 12 % P_2O_5 .

Сейбинское месторождение расположено в Курагинском районе Красноярского края, в бассейне верхнего течения р.Сисим (р.Сейба), в непосредственной близости от пересекающей северо-западную часть месторождения железной дороги Абакан-Тайшет.

Месторождение открыто в 1959 г. геолого-съёмочной партией (Б.Ф.Хромых) и разведано в 1960-1964 гг. (Г.М.Утяшев). В комплекс геолого-разведочных работ входили колонковое бурение и горные выработки.

В 1961-1962 гг. в небольшом объеме производилась опытная добыча фосфоритов на участке Караульная Горка и переработка их на Черногорской фабрике на фосфоритную муку для местных нужд. За два года было добыто 65,8 тыс.т сырой руды со средним содержанием P_2O_5 19 %.

В геологическом строении района месторождения участвуют, снизу вверх, вулканогенно-осадочные образования кувайской серии верхнего протерозоя, сланцево-карбонатные отложения овсянковской свиты верхнего рифея-венда, вулканогенно-осадочные образования осиновской свиты нижнего кембрия и вулканиты витебковской свиты среднего кембрия.

Месторождение приурочено к ядру Сисимо-Павловской синклинальной структуры, сложенной отложениями овсянковской свиты, которые прослеживаются в виде полосы с северо-запада на юго-восток до 40 км при ширине от 3-5 до 10 км.

В разрезе овсянковской свиты на участке месторождения выделяются, снизу вверх, четыре толщи: карбонатная, вулканогенно-сланцевая, кремнисто-карбонатная и сланцевая. Карбонатная толща мощностью 500-700 м сложена доломитами и известковистыми доломитами. Вулканогенно-сланцевая толща мощностью до 150 м пред-

ставлена эффузивами основного состава и их туфами, хлорит-серицитовыми, кремнистыми и углисто-глинистыми, углисто-кремнистыми сланцами. С этой толщей связано марганцевое оруденение. Кремнисто-карбонатная толща сложена темно-серыми известняками, доломитовыми известняками до известковистых доломитов с прослоями и линзами кремнистых сланцев и силицилитов. В верхней части этой толщи залегают горизонты фосфатных пород и маломощные пласты и линзы первичных фосфоритов, на "головах" которых развиты залежи вторичных фосфоритов. Мощность толщи 300-400 м. Сланцевая толща имеет мощность 150-200 м и представлена глинисто-кремнистыми, карбонатно-глинистыми сланцами и силицилитами.

Первично-осадочные фосфориты - темно-серые до черных породы развиты на участке Малые Джебарты, реже на участках Караульная Горка и Владимирском и очень редко на участке Большие Джебарты. Среди кремнисто-глинисто-карбонатных фосфатных сланцев (2-4 % P_2O_5) отмечаются маломощные (до 1-2 м) линзообразные пласты карбонатно-кремнистых фосфоритов со средним содержанием P_2O_5 10-12 %. Первичные фосфориты на месторождении промышленной ценности не представляют. Практический интерес здесь имеют вторичные остаточно-метасоматические фосфориты, связанные с древней корой выветривания. Вторичные фосфориты по физико-механическим свойствам подразделяются на каменистые брекчиевые и рыхлые песчано-глинистые. Каменистые фосфориты слагают тела (блоки) среди рыхлых. По составу среди них выделяются кремнистые и кремнисто-карбонатные брекчиевые фосфориты. Брекчиевая текстура обусловлена наличием угловатых обломков фосфатных кремней и фосфоритов в цементирующей фосфатной массе. Обломки от нескольких миллиметров до десятков сантиметров преобладают над цементом, который является вторичным фосфатом. В северной части месторождения на участках Караульная Горка и Владимирский вторичные фосфориты сконцентрированы в небольших приповерхностных залежах, близко отстоящих друг от друга. Здесь разведано по сети 100 x 50 м и 50 x x 25 м семь залежей на участке Караульная Горка и две залежи на участке Владимирском, суммарные запасы которых составляют 2 млн. т руды с содержанием P_2O_5 от 12 до 18 %, в том числе 0,9 млн. т с содержанием P_2O_5 - 18 %.

В южной части месторождения расположен наиболее крупный из разведанных участков - Большие Джебарты. Запасы его, составляющие

8,2 млн. т со средним содержанием P_2O_5 15 %, сосредоточены в пределах одной залежи, приуроченной к контакту карбонатных и сланцевых пород. Залежь разведана с поверхности канавами и шурфами по линиям через 100 и 50 м, а на глубину – буровыми скважинами по сети 100х50 м и частично 50х50 м. Длина залежи 2,5 км, ширина от 30–40 до 90 м. Залежь погружается вдоль контакта на север под углами 35–40° на глубину до 100–120 м.

Горно–технические условия разработки месторождения простые. Приповерхностный характер залежей обеспечивает возможность их отработки открытым способом.

Технологические свойства сейбинских фосфоритов испытывались в основном в направлении использования их в виде фосфоритной муки на различных почвах края. Опыты проводились Красноярским сельскохозяйственным институтом в 1963–1969 гг. Кроме экспериментов на опытных участках, сейбинские фосфориты испытывались колхозами и совхозами края. Обобщение агрохимических данных, полученных на опытных участках более чем в 50 хозяйствах края, показывает, что внесение 600 кг сейбинской фосмуки на 1 га равноценно внесению 300 кг суперфосфата. Прирост урожая при этом составил: пшеницы 3–7 ц/га, картофеля 40–100 ц/га. Установлено, что сейбинская фосмука превосходит по эффективности привозную с Егорьевского и Верхне–Камского месторождений. Это объясняется тем, что сейбинские фосфориты, кроме высокого относительного содержания лимонно–растворимой P_2O_5 (33–43 %), содержат в повышенных количествах ряд микроэлементов (марганец, молибден, цинк, медь, кобальт и др.), что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Телекское месторождение фосфоритов расположено в северо–западных районах Восточного Саяна, на территории Идринского и Краснотуранского районов Красноярского края в 70 км от железнодорожной станции Курагино.

На месторождении проведена детальная разведка, материалы которой обобщены в работе Г.М.Утяшева и Е.М.Жуковского (1968), а также в статье Р.А.Цыкина (1967). Фосфоритовые руды Телекского месторождения связаны с образованиями мезозойско–кайнозойской коры выветривания, развитой по отложениям верхнего докембрия и нижнего девона. В их составе выделяется мартухинская свита верхнего докембрия (Ярошевич, 1968), сложенная светлоокрашенными ор-

ганогенными слабофосфатными доломитами (иногда 2-3 % P_2O_5) с горизонтами и линзами кремнистых пород и известняков, и имирская свита нижнего девона, сложенная кислыми и щелочными эффузивами.

Месторождение приурочено к ядру Телекской синклинали, которая представляет собой сложную по форме брахискладку с размахом крыльев 3-4 км и протяженностью по простиранию более 10 км. Крылья структуры образованы доломитовой толщей, а ядерную часть слагают рыхлые образования коры выветривания. Они выполняют единую значительную по своим размерам неправильной формы депрессию в доломитовом ложе, которая образована отдельными соединяющимися друг с другом впадинами. Мощность коры выветривания, включающей тела гипергенных фосфоритов, до 250 м.

Образования коры выветривания перекрыты четвертичными отложениями, представленными в основном лессовидными суглинками и супесями с примесью грубообломочного материала коренных пород. Мощность их достигает 60-70 м, в среднем по месторождению 30-35 м.

Депрессия, к которой приурочена основная фосфоритовая залежь месторождения, имеет очень сложную морфологию. Общая протяженность депрессии около 9 км, ширина в плане изменяется от 100 - 200 м на флангах, до 1,5-1,7 км в центральной части. Наибольшая глубина депрессии (250 м) зафиксирована в юго-восточной части месторождения. В разрезе месторождения выделяются (снизу вверх): 1) подстилающая доломитовая толща, 2) продуктивная толща коры выветривания (залежи фосфоритов и фосфатизированных пород, участки нефосфатных образований), 3) безрудная толща, представленная рыхлыми, слабофосфатизированными или бесфосфатными песчано-глинистыми продуктами коры выветривания с участками структурного элювия по эффузивам.

Основная залежь месторождения прослежена на 6 км по простиранию. Морфология ее как в плане, так и в разрезе очень сложна в связи со сложностью рельефа субстрата. В центральной части залежь расчленяется на отдельные ветви, которые разделены выступами доломитов.

На дневной поверхности главное фосфоритовое тело почти не обнажается. Около одной трети его выходит непосредственно под "покрышку" четвертичных отложений, большая же часть фосфоритов

залегает ниже кровли коры выветривания на глубине 5–110 м, в среднем в 30–35 м, от дневной поверхности. Ширина залежи от 50 до 800 м, наибольшая глубина развития фосфоритов от поверхности более 200 м.

Характерно широкое развитие даек, структурный элювий которых повсеместно присутствует в фосфоритах и бесфосфатных образованиях коры выветривания.

Слагающие залежь фосфориты представляют в основном рыхлый фосфатный песчано-глинистый материал с различным количеством обломков вторичных фосфоритов, эффузивов, реже доломитов и других пород. Среди рыхлых разностей спорадически, без какой-либо закономерности встречаются участки каменистых фосфоритов. Внутри фосфоритовых тел довольно часто присутствуют сложные по форме и иногда значительные по размерам участки слабофосфатных или нефосфатных пород. Распределение фосфора в пределах залежи неравномерное. Среди руд с относительно постоянным содержанием P_2O_5 (15–16 %) встречаются участки как богатых (30–40 % P_2O_5), так и бедных фосфоритов (5–7 % P_2O_5), различные по форме и размерам.

Изучение фосфоритов месторождения показало, что все они являются гипергенными образованиями и по своим физико-механическим свойствам подразделяются на две большие группы: 1) каменистые монолитные и разрушенные фосфориты и 2) рыхлые глинистые, песчано-глинистые, псефито-глинистые фосфориты.

Каменистые фосфориты на месторождении имеют подчиненное значение. Они присутствуют в залежах фосфоритов в виде обломочного материала, реже слагают крупные обособленные блоки в рыхлых разностях. Среди каменистых фосфоритов выделяются брекчиевые песчанистые, кремнистые алевритовые и однородные пелитоморфные разности. Обломочный материал в брекчиевых фосфоритах представлен, помимо фосфатных обломков, изверженными породами, кварцем, кремнистыми и карбонатными породами и суглинком. Цементом является аморфный, криптозернистый или кристаллически-зернистый фосфат, насчитывающий до трех-четырех генераций. Песчанистые и алевритовые фосфориты содержат, кроме того, лимонит, лейкоксен, мусковит, циркон. Цемент фосфатный, с примесью глинистого материала, окислов железа и марганца. Однородные пелитоморфные фосфориты сложены аморфным или криптозернистым фосфатом с примесью глинистого материала, гетита, псиломелана. Они содержат сеть тре-

ция, выполненных кварцем, кристаллически-зернистым фосфатом поздних генераций и карбонатом.

Все разновидности каменистых фосфоритов характеризуются на более высоким содержанием P_2O_5 , достигающим 38–40 %.

Рыхлые фосфориты количественно резко преобладают над каменистыми и слагают подавляющую часть залежей месторождения. Они представляют собой песчано-глинистый фосфатный материал с обломками различных по составу пород и визуально почти не отличаются от вмещающих бесфосфатных образований. Окраска рыхлых фосфоритов бурая, желто-бурая различных тонов, реже пестрая с пятнами желтого, кирпично-красного, белого, черного и других цветов. Среди рыхлых фосфоритов выделяются следующие разновидности: 1) бесструктурные фосфориты пестрого состава и неопределенной природы, 2) фосфориты по эффузивам, 3) фосфориты по доломитам, 4) фосфориты по дайковым породам.

Бесструктурные рыхлые фосфориты являются основным типом промышленных руд на месторождении и слагают подавляющую часть залежей. Основная их масса, по данным микроскопических исследований, представлена материалом изменчивого гранулометрического состава с преобладанием псаммитовых (3 мм) и пелитовых фракций. Крупные классы этих руд представлены каменистыми фосфоритами, охарактеризованными выше, эффузивами, доломитами, реже кварцем, кремнистыми и дайковыми породами. Пелитовый класс состоит главным образом из минералов глин и фосфатов. Глинистое вещество представлено хлоритом, монтмориллонитом, различного типа гидрослюда и каолинитом; в качестве примесей встречаются кварц, гетит, карбонаты. Фосфаты в большинстве случаев кальциевые, очень редко, в основном в приповерхностных частях коры, встречаются алюмофосфаты (авеллит, в небольшом количестве крандаллит).

Рыхлые фосфориты по эффузивам довольно широко развиты на месторождении и представляют собой типичные продукты выветривания вулканогенных пород, инфильтрационно обогащенные фосфатом до промышленных концентраций и содержащие обломки и крупные глыбы эффузивов и каменистых фосфоритов.

Фосфориты по доломитам имеют наименьшее распространение и слагают в основном небольшие участки в нижних частях залежей. Они представляют собой рыхлый глинисто-карбонатный материал, обогащенный частично остаточным фосфатом доломитов, а в основном

фосфатом из верхних горизонтов. Отмечаются также обломки доломитов и пелитоморфных фосфоритов по доломиту. Цвет фосфоритов по доломитам светло-серый.

Фосфориты по дайковым породам развиты на месторождении весьма незначительно. Они представляют собой глинистый материал с четкими реликтами структуры первичных пород, обильно пропитанный по трещинам инфильтрационным фосфатом. Чаще всего они присутствуют среди других разновидностей фосфоритов в виде обособленных и небольших по размерам участков. Иногда они развиваются в приконтактных частях выветрелых дайковых тел, образуя своеобразный линейный тип фосфоритов.

Рыхлые фосфориты по сравнению с каменистыми характеризуются несколько меньшим содержанием P_2O_5 : от 5 до 35 %, в среднем около 14 %.

Таблица 5

Химический состав фосфоритов Телекского месторождения

Компоненты	Содержание по химическому анализу, %			Количество проб
	мини- мальное	макси- мальное	среднее	
P_2O_5	4,88	33,97	17,99	133
SiO_2	7,26	53,70	29,26	50
Fe_2O_3	0,39	12,76	4,73	133
Al_2O_3	0,02	23,27	4,79	131
TiO_2	0,01	3,44	0,60	48
CaO	7,22	49,93	27,08	132
MgO	0,06	10,90	2,09	131
Na_2O	0,02	0,74	0,17	133
K_2O	0,08	2,40	0,53	134
F	0,60	4,28	2,10	103
Cl	0,05	0,07	0,06	3
CO_2	0,58	19,37	3,32	82
Нерастворимый остаток	6,77	66,07	32,98	133

Из приведенных данных видно, что в фосфоритах содержатся в повышенных количествах вредные примеси — полуторные окислы железа и алюминия.

Телекские фосфориты содержат ряд полезных микроэлементов в несколько повышенных концентрациях, которые способствуют увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Средние содержания их по данным спектрального анализа групповых проб составляют: меди — 0,003 %, марганца — 0,117, цинка — 0,012, кобальта — 0,02, ванадия — 0,06, бария — 0,119 %. Запасы месторождения по категории В+С₁ составляют 200,2 млн. т при среднем содержании P₂O₅ 14,15 %.

По своим технологическим свойствам фосфориты Телекского месторождения относятся к труднообогатимым. Основным отрицательным фактором является высокое содержание окислов железа в получаемом концентрате, что препятствует кислотной переработке. Однако получение желтого фосфора электротермическим способом из них возможно. Кроме того, исследованиями НИИУФ установлена возможность получения из телекских руд обезфторенных фосфатов с общим содержанием P₂O₅ 29–30 % и содержанием P₂O₅, растворимой в 0,4 %-ном HCl — 27–28 %. Тем не менее рациональная схема их обогащения пока не найдена.

ОКИНО-ХУБСУГУЛЬСКИЙ ФОСФОРИТОНОСНЫЙ БАССЕЙН

Окинский район располагается в пределах Окинско-Хамардабанского складчатого сооружения на юго-востоке Восточного Саяна, представляя собой северное замыкание крупного Хубсугульского фосфоритоносного бассейна, который находится на территории МНР. Фосфоритовмещающие толщи залегают в пределах прогибов позднерифейского заложения, трактуемых в качестве структур протоорогенного типа или же как специфические геосинклинальные бассейны. Возраст основного оруденения в рассматриваемом районе (и в бассейне в целом) — венд-ранний кембрий. Тип рудовмещающих формаций, как и в Алтае-Саянском бассейне, карбонатный, кремнисто-карбонатный. Однако по сравнению с последним названные формации Окинского района несравненно продуктивней —

с ними связаны наиболее крупные в Сибири месторождения пластовых фосфоритов.

Харанурское месторождение расположено в Тункинском районе БАССР, в верхнем течении р.Урик, в 80 км к северо-востоку от пос.Монды в районе одноименного озера.

В структурном плане месторождение приурочено к южному крылу Окинского синклиория, находясь вблизи его северо-восточного периклинального замыкания. Характеризуется моноклинальным залеганием пород, нарушенным многочисленными разрывами и складками более высокого порядка. Общая протяженность месторождения достигает 20 км при ширине полосы выходов продуктивных отложений 4-6 км.

Месторождение открыто Ю.П.Бутовым в 1975 г. В 1977-1981 гг. проведены поисково-оценочные работы.

В разрезе месторождения обособляются три комплекса пород: в основании залегают терригенные, туфогенные и туфогенно-осадочные образования сархойской свиты; выше располагается фосфоритосносная, существенно карбонатная боксонская серия; завершает разрез месторождения мангатгольская свита, представленная карбонатно-глинистыми сланцами с прослоями доломитов и редко бедными брекчиевидными фосфоритами (рис. 8). Наиболее молодыми являются верхнечетвертичные ледниковые и современные аллювиальные, пролювиальные, склоновые (дефлюкционные, солифлюкционные и др.) отложения, образующие на площади месторождения сплошной чехол рыхлых пород.

Для сархойской свиты характерна пестрота литологического состава и сильная фациальная изменчивость некоторых осадочных горизонтов по латерали. Среди пород свиты выделяются следующие литологические разновидности: кварц-эпидот-кларитовые, кварц-слюда-кларитовые сланцы (метаэффузивы?), темно-серые углеродисто-кремнисто-карбонатные сланцы с прослоями и линзами сетчатых кремнистых доломитов, серовато-лиловые, зеленовато-серые, зеленые туфоалевролиты. Нижняя часть сархойской свиты представлена преимущественно вулканогенно-терригенными породами, вверх по разрезу возрастает роль карбонатных отложений. В кровле свиты залегают светло-серые массивные, мелкокристаллические доломиты с характерным сетчатым или точечным окремнением и многочисленными онколитами. Среди последних Г.А.Воронцовой (устное сообще-

Система	Отдел	Свита	Номер пачки	Литолагическая колонка	Мощность (м)	Обобщенное описание пород
Кембригская	Средний	Мангал-Белая			>300	Серые (до темно-серых), часто плащчатые, филитовидные, карбонатно-глинистые, глинистые сланцы. В низах пачки прослои бедных брекчиевидных фосфоритов и доломитов
					> 600	Светло-серые известняки, известковистые, бескремнистые доломиты
	Нижний	Табинзуртская			> 1000	Доломиты светло-серые, серые, массивные (до неясносланцевых) часто с сильным акремнением
					200	Темноцветные доломитовые брекчи и красноцветные доломиты с прослоями зеленых мергелей
	Вендский комплекс	Забитская			100-160	Доломиты светло-серые (до умеренно темных) неясносланцевые и массивные
			7		100-160	Доломиты светло-серые (до умеренно темных) неясносланцевые и массивные
			6		0-160	Темно-серые доломиты и известняки с прослоями углеродисто-сланцево-карбонатно-кремнистых сланцев (верхняя темноцветная пачка)
			5		30-65	Светло-серые пятнисто-сетчатые доломиты "блужней кравли"
			4		16-102	Фосфоританосная пачка
			3		45-210	Подфосфатные (нижние) доломиты в низах пачки сильное акремнение
2				7-30	Светло-серые и темно-серые горизонтально сланцевые доломиты с прослоями мергелей	
Сархойская				15-80	Светло-серые и темно-серые карбонатные конгломерата-брекчи	
				> 700	Андезитовые порфириды, доломиты, известняки, туфопесчаники, туфогравелиты сланцево-известковые, углеродисто-сланцево-известковые сланцы в верхах пачки светло-серые доломиты с онколитами	

Рис. 8. Схематическая стратиграфическая колонка Харанурского месторождения.

ние) определены формы, характерные для IV (юдомского) комплекса микрофитолитов. Мощность свиты превышает 700 м.

В составе вышележащей боксонской серии выделяются (снизу вверх) забитская, табинзуртинская, хужиртайская свиты. Забитская свита представлена преимущественно доломитами, спорадически в ее составе развиты известняки, углеродисто-слюдисто-карбонатные сланцы. В небольшом объеме присутствуют мергели, силицилиты, фосфориты. Набор литологических разновидностей, мощность отдельных пачек и горизонтов не остаются постоянными на разных участках месторождения. В обобщенном виде разрез свиты представляется следующим (снизу вверх):

1. На отложениях сархойской свиты залегает пачка карбонатных конгломерато-брекчий. Обломки угловатые, плохоокатанные, редко хорошей окатанности, размером от первых миллиметров до 30-40 см; они представлены преимущественно светлыми доломитами и кремнями, присутствуют гальки онколитовых доломитов, аналогичных отмеченным в кровле сархойской свиты. Цементирующим материалом является светло-серый, серый (по темно-серого) тонко-мелкозернистый доломит. Базальные конгломерато-брекчии выделены на каждом из участков месторождения и являются своеобразным маркирующим горизонтом. Мощность пачки варьирует от 10-15 м на западном фланге месторождения до 45-60 м на восточном.

2. Серые, светло-серые, темно-серые доломиты с отчетливой тонкой горизонтальной слоистостью. В основании пачки - прослой серовато-зеленых мергелей; мощность ее от первых метров до 30 м.

3. Пачка подфосфатных нижних доломитов. Породы серые, темно-серые, представлены массивными, брекчиевидными, неяснослоистыми разностями, сменяющимися друг друга по разрезу и по простиранию. В основании пачки - тонко-мелкозернистые сильно окремненные доломиты с причудливыми инкрустациями. Характерна слабая фосфатность пород (не более I-I,5 % P_2O_5). Мощность пачки меняется от 200-210 м на западе месторождения до 45-60 м на его восточном фланге.

4. Продуктивная пачка (описывается отдельно) выделяется в разрезе темными тонами окраски и пестротой литологического состава. Мощность пачки варьирует от 16 до 102 м.

5. Доломиты "ближней кровли" - светло-серые до белых, массивные, тонко-мелкозернистые, пятнисто-сетчатые. Текстура поро-

ды обусловлена неравномерным распределением углеродистого вещества. В основании пачки непосредственно на верхнем фосфоритовом пласте залегает слой темно-серого, слоистого, кое-где неясно-слоистого доломита мощностью 0,5–4 м. Мощность пачки 30–65 м.

6. Верхняя темноцветная пачка. Представлена преимущественно слоистыми известняками, известковистыми доломитами, в подчиненном количестве доломитами. В виде маломощных прослоев отмечены углеродисто-слюдисто-карбонатно-кремнистые сланцы с густой вкрапленностью пирита. Местами в составе пачки присутствуют маломощные (0,5 м) линзы бедных гравелитовых фосфоритов. Максимальная мощность ее в центральной части месторождения 160 м, к западу она заметно сокращается вплоть до полного выклинивания. На восточном фланге пачка из разреза полностью выпадает.

7. Заканчивается разрез забитской свиты пачкой светло-серых (до умеренно темных), массивных, тонко-мелкозернистых, доломитов. Кое-где отмечается неясная слоистость за счет изменения окраски слоев. При неравномерном распределении углеродистого пигмента отмечается появление пятнисто-сетчатых текстур. Мощность пачки 100–160 м.

Общая мощность свиты более 790 м.

Контакт описанных отложений с вышележащей табинзуртинской свитой на месторождении не наблюдался. На соседних участках нижняя граница табинзуртинской свиты проводится по основанию пачки темно-серых доломитовых брекчий, желтоватых и красноватых доломитов с прослоями мергелей, которая считается синхронной бокситовому горизонту Боксонского месторождения. Мощность базальной пачки 20 м. Вверх по разрезу отмечены светло-серые доломиты с сильным окремнением послынного или причудливо-каркасного характера. В доломитах табинзуртинской свиты на северо-восточном берегу оз. Хара-Нур Б.А. Долматов определил остатки трилобитов, позволяющих отнести вмещающие отложения к алданскому ярусу нижнего кембрия (Бутов, Долматов, 1977). Мощность свиты на месторождении не установлена, но она превышает 1000 м.

Хужиртайская свита отличается отсутствием кремней и представлена светло-серыми тонкозернистыми доломитами, реже известняками более темной окраски. Ю.П. Бутов в отложениях хужиртайской свиты обнаружил остатки трилобитов и брахиопод, на основании которых свита отнесена к алданскому и ленскому ярусам ниж-

него кембрия (Бутов, Долматов, 1977, 1979). Мощность отложений свиты более 600 м.

Завершает разрез месторождения мангатгольская свита средневерхнекембрийского возраста, представленная темно-серыми феллитовидными карбонатно-глинистыми сланцами. Среди пород свиты имеются маломощные прослои и линзы брекчиевидных фосфоритов. Мощность свиты более 300 м.

Верхнечетвертичные и современные отложения на месторождении представлены ледниковыми, аллювиальными, пролювиальными, делювиальными образованиями. Наиболее распространены ледниковые отложения, состав которых характеризуется пестрым набором пород различного происхождения. Каменный материал морены аналогичен породам расположенных неподалеку интрузивных массивов и породам рамы, что свидетельствует о незначительном транспорте его ледником. Мощность современных отложений изменяется от первых метров до 50–60 м, составляя в среднем 5–7 м.

Ниже характеризуется строение продуктивной части разреза. В настоящее время фосфоритоносная пачка пролежена по простиранию с помощью бурения и канавами на 20 км. Установлена значительная фациальная изменчивость таких основных параметров пачки, как мощность, литологический набор пород, размеры рудных тел, продуктивность (рис. 9). В полном объеме разрез пачки представлен в центральной части месторождения. В западном направлении отмечается ее фациальное выклинивание: породы этой части разреза характеризуются повышенной фосфатной минерализацией, но тел с промышленными параметрами выделить не удастся. На восточном фланге месторождения верхняя часть продуктивной пачки срезана кососекущим разломом.

В вертикальном разрезе продуктивной пачки обособляются четыре пласта фосфоритов и три разделяющих их безрудных интервала.

I. Первый (нижний) фосфоритовый пласт. Характеризуется относительной выдержанностью по простиранию (рис. 10), значительной мощностью (4–11,2 м, в среднем 14,0 м) и высоким содержанием P_2O_5 (8,92–19,66, в среднем 16,01 %). С первым пластом связаны основные запасы руды месторождения (75,9 % общих запасов). В его строении участвуют фосфориты различных типов: мономинеральные, карбонатные и кремнисто-карбонатные, кремнистые и карбонатно-кремнистые, характеризующиеся различными соотношениями

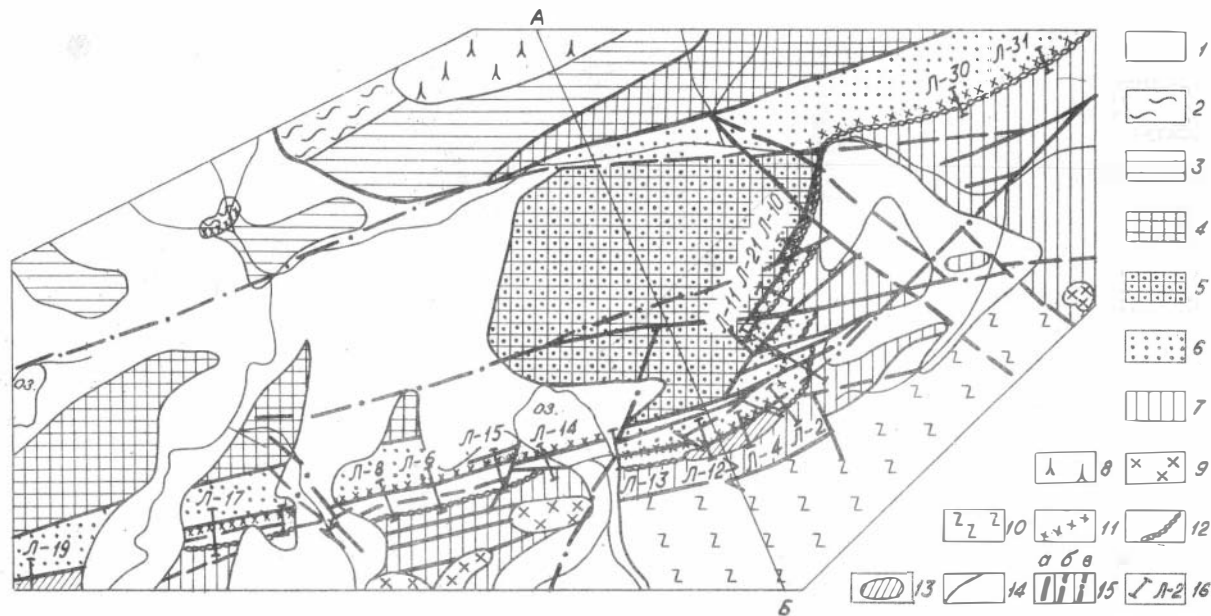


Рис. 9. Схематическая геологическая карта месторождения

1 - четвертичные отложения мощностью > 10 м. Свиты: 2 - мангатольская - глинистые сланцы, доломиты, фосфориты; 3 - хужиртайская - известняки, бескремнистые доломиты; 4 - табинзуртинская - доломиты с окремнением; 5 - забитская и табинзуртинская - нерасчлененные; 6 - забитская - доломиты, известняки, сланцы, фосфориты; 7 - сархойская - порфириды, доломиты, туфопесчаники, сланцы. Магматические комплексы: 8 - ботогольский - щелочные сиениты; 9 - боксонский - габбро, габбро-диориты; 10 - ильчирский - серпентиниты, дуниты; 11 - фосфоритоносная пачка; 12 - базальный горизонт забитской свиты; 13 - фосфатные карстовые образования; 14 - геологические контакты; 15 - разрывные нарушения: а) установленные, б) предполагаемые, в) предполагаемые под четвертичными отложениями; 16 - линии горных выработок



известняки, бескремнистые доломиты; 4 - табинзуртинская - доломиты с окремнением; 5 - забитская и табинзуртинская - нерасчлененные; 6 - забитская - доломиты, известняки, сланцы, фосфориты; 7 - сархойская - порфириды, доломиты, туфопесчаники, сланцы. Магматические комплексы: 8 - ботогольский - щелочные сиениты; 9 - боксонский - габбро, габбро-диориты; 10 - ильчирский - серпентиниты, дуниты; 11 - фосфоритоносная пачка; 12 - базальный горизонт забитской свиты; 13 - фосфатные карстовые образования; 14 - геологические контакты; 15 - разрывные нарушения: а) установленные, б) предполагаемые, в) предполагаемые под четвертичными отложениями; 16 - линии горных выработок

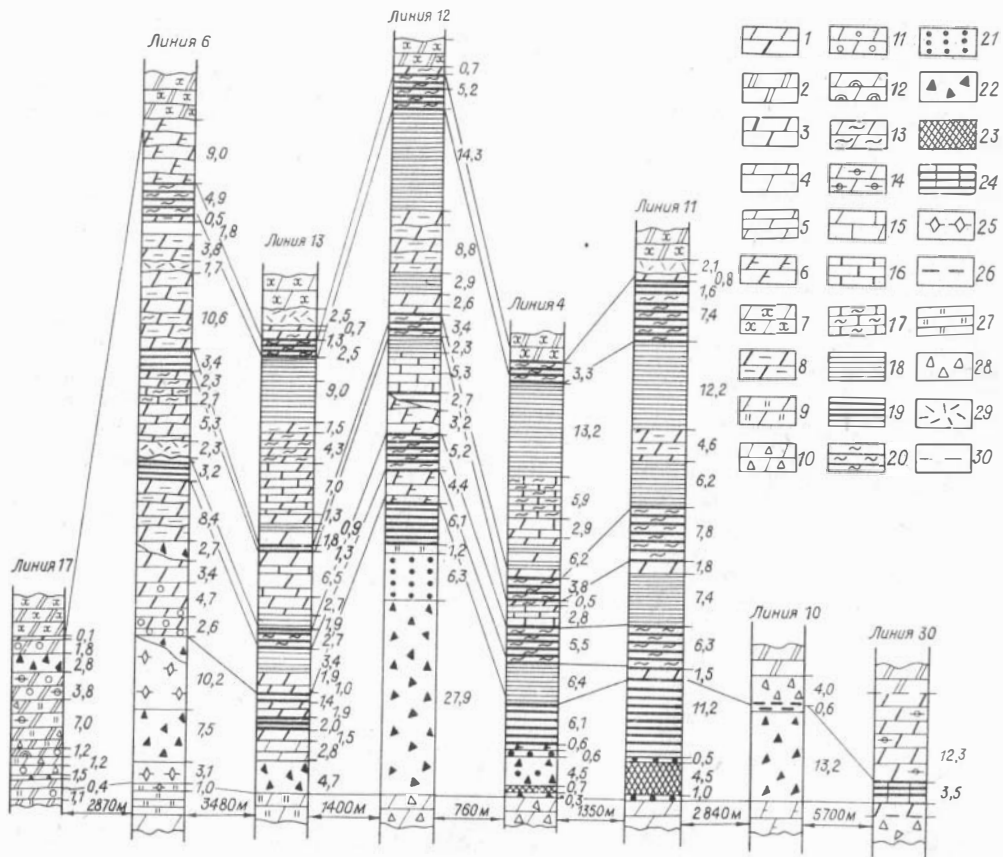


Рис. 10. Схема корреляции разрезов продуктивной лачки Харанурского месторождения.

I-3 - доломиты (разновидности по окраске): I - серые, 2 - светло-серые до белых, 3 - темно-серые до черных; 4-6 - доломиты (разновидности по текстурным признакам): 4 - массивные, 5 - слоистые, 6 - неяснослоистые; 7-15 - доломиты (прочие признаки): 7 - серые до светло-серых пятнисто-сетчатые, 8 - темно-серые сетчатые, 9 - с сильным окремнением, 10 - брекчиевидные, 11 - онколитовые, 12 - строматолитовые, 13 - с прослоями сланцев сложного состава, 14 - с выделением фосфата, 15 - известковистые; 16-17 - известняки: 16 - темно-серые слоистые, 17 - с прослоями сланцев сложного состава; 18 - сланцы сложного состава; 19-25 - фосфориты: 19 - слоистые, 20 - сланцевые, линзовидно-слоистые, 21 - сланцы слоистые, 22 - брекчиевидные, 23 - мономинеральные, массивные, 24 - первого пласта нерасчлененные, 25 - метаморфизованные; 26 - тектониты по фосфоритам; 27 - силициты; 28 - дезинтегрированные доломиты в зоне разлома; 29 - микродиорит; 30 - разрывные нарушения.

фосфатных и нефосфатных минералов (табл. 6, 7). По структурно-текстурным признакам, главным из которых является форма фосфатных выделений, различают фосфориты массивные, слоистые, брекчиевидные, зернисто-пеллетовые. Наблюдаются всевозможные постепенные переходы среди руд выделенных типов и разновидностей, что связано прежде всего с развитием вторичных процессов: карбонатизацией и окварцеванием. Наблюдается тенденция увеличения роли фосфоритов карбонатного и кремнисто-карбонатного типа в восточном направлении. Фосфат имеет черный цвет, афанитовую до микрокристаллической, иногда ступкостково-пеллетовую структуру; он интенсивно пигментирован черным углеродистым веществом. В западной части месторождения руды превращены в кремнисто-карбонат-apatитовую породу. Фосфат резко отличается по внешнему облику от рудного вещества неизмененных фосфоритов и напоминает апатит магматических и метаморфических пород. Под микроскопом он бесцветный, прозрачный, микрозернистый, характеризуется волокнистым, тонкочешуйчатым строением. По текстурно-структурным признакам выделены те же разновидности, что и в неизмененных рудах. Содержание P_2O_5 в метаморфизованных фосфоритах по различным пересечениям изменяется в пределах 13,74-17,86%, составляя в среднем 16,31%.

Таблица 6

Результаты химического анализа штучных проб фосфоритов Харанурского месторождения, %

Номер пробы №	Разновидности фосфоритов	SiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CO ₂ карб.	CO ₂ орг.	Σ общ.	H ₂ O	F	(P=O ₂)	(O=S)	Σ ₁	Σ ₂	P ₂ O ₅ лимонно-растворимая	C _{орг.}
С-9-30,2	Слоистый	47,43	6,63	13,70	3,61	3,18	0,11	5,28	...	0,37	1,66	0,33	7,38	7,49	2,43	1,75	0,79	0,33	1,21	102,14	100,60	0,68	2,04
С-9-99,25	"	1,03	35,40	49,60	2,34	0,42	0,22	0,76	...	0,03	0,11	0,11	3,10	5,00	0,20	0,21	2,54	1,07	0,10	101,07	99,90	5,24	1,36
С-46-57,8	"	10,00	18,08	37,78	7,60	0,62	0,22	0,84	0,05	0,06	0,04	0,05	18,20	5,10	0,40	0,57	0,88	0,37	0,20	100,49	99,92	0,81	1,39
С-46-59,0	"	13,40	31,07	42,65	1,09	0,20	0,11	0,84	...	0,06	0,13	0,16	2,20	4,20	0,56	0,55	2,00	0,84	0,28	100,22	99,10	4,27	1,16
С-46-64,35	"	22,83	10,08	27,82	9,94	0,90	0,14	1,14	0,04	0,09	0,11	0,10	20,80	4,10	0,33	0,86	0,58	0,24	0,16	99,86	99,46	0,31	1,12
С-9-86,75	Брекчье-видный	2,13	37,56	50,76	1,84	0,38	0,07	0,34	...	0,01	0,05	0,05	1,90	3,27	0,20	0,20	2,78	1,17	0,10	101,54	100,27	5,94	0,89
С-9-102,55	"	52,10	18,10	24,92	0,50	0,30	0,32	0,38	"	0,004	0,02	0,06	нет	2,30	0,07	0,30	1,74	0,73	0,03	101,11	100,35	3,51	0,63
С-46-105,6	Щелетовый	42,50	20,78	29,90	1,17	0,20	0,65	0,27	"	0,02	0,04	0,05	2,28	0,30	0,09	0,51	1,74	0,73	0,04	100,50	99,73	...	0,08
С-9-97,8с	Массивный	3,53	34,50	47,75	2,00	0,71	0,07	1,06	"	0,07	0,27	0,32	2,10	5,76	0,41	0,20	2,90	1,22	0,32	101,65	100,22	5,46	1,57
С-11-31-55	"	2,80	37,07	50,10	1,00	0,30	0,14	0,85	"	0,02	0,08	0,12	1,10	5,00	0,07	0,40	2,00	1,22	0,03	101,95	100,70	6,59	1,36
С-11-39-85	"	10,20	35,71	47,98	0,17	1,15	0,04	0,49	"	0,05	0,04	0,06	0,55	2,00	0,09	0,55	2,62	1,10	0,04	101,70	100,56	6,52	0,55
С-46-101,6	"	0,23	36,57	51,69	1,59	0,78	0,07	0,62	"	0,03	0,03	0,04	3,74	2,20	0,50	0,36	2,80	1,17	0,25	101,25	99,83	5,18	0,60
С-46-105,05	"	нет	38,57	52,39	1,25	0,19	1,25	0,67	"	0,03	0,05	0,04	2,44	1,00	0,93	0,26	3,00	1,01	1,26	101,77	99,44	...	0,27
С-9-51,70	Лимонно-растворимый	38,03	15,91	23,64	2,00	3,25	0,11	5,11	"	0,44	1,40	0,67	1,48	4,82	2,55	1,60	1,46	0,61	1,28	102,77	100,58	1,99	1,31
С-9-65,15	"	48,30	4,04	12,75	5,34	3,71	0,11	6,80	Сл.	0,60	1,73	1,20	9,36	3,60	1,89	1,40	0,57	0,24	1,45	102,40	100,71	0,71	0,98
С-46-63,5	"	61,40	6,08	11,59	1,34	2,75	0,14	4,67	"	0,44	1,00	0,90	2,90	4,00	1,96	1,08	0,53	0,22	0,98	100,78	99,58	0,84	1,09
С-46-83,0	Лимонно-растворимый	48,30	9,58	14,60	1,94	4,26	0,14	6,78	...	0,63	1,70	1,66	1,60	4,50	3,39	1,57	0,57	0,24	1,69	101,22	99,29	0,54	1,23
С-46-94,75	"	38,40	13,31	21,33	4,93	2,17	0,72	3,12	Сл.	0,56	0,75	0,46	6,52	4,20	2,03	1,34	1,02	0,43	1,01	100,86	99,42	1,16	1,15
С-9-83,40	Монахен-реальный	0,63	38,79	52,62	0,67	0,13	0,18	0,27	...	0,01	0,03	0,06	1,47	2,70	0,13	0,27	3,00	1,26	0,07	100,96	99,63	5,86	0,74

Примечание. Анализы выполнены в Приморской КНИИ ГАГУСа (г. Владивосток). * Первая цифра указывает на номер скважины, вторая на глубину отбора образца (м).

2. Слабо-фосфоритные кремнистые массивные породы с редкими линзовидными зернами, пеллетами, слоиками и неуправляемыми выделениями фосфата. Мощность 2,4-26,8 м.

3. Второй фосфоритовый пласт. Сложен преимущественно олигоклами, кремнисто-карбонатными карбонатно-кремнистыми рудами. Последнее представлял собой чередование прослоев фосфата со слоиками доломита и кремнистого доломита при мощности тех и других от нескольких миллиметров до 3-5 см. В центральной части месторождения в

Таблица 7

Результаты пересчета химических анализов штучных проб
фосфоритов Харанурского месторождения на минеральный
состав, %

Номер пробы	Фос- фат	Доло- мит	Каль- цит	Слюдя- стые и глини- стые минера- лы	Кварц	Пирит	Сумма
C-9-30,2	15,7	16,3	...	14,4	41,2	4,6	94,1
C-9-94,55	19,5	70,2	3,7	1,4	1,5	0,3	96,5
C-9-99,25	83,5	9,5	...	2,2	0,2	0,4	95,7
C-46-57,8	42,7	34,7	6,0	2,5	9,0	0,7	95,5
C-46-59,0	73,3	5,0	0,3	2,4	12,4	1,0	94,4
C-46-64,35	23,8	45,4	1,3	3,3	21,5	0,6	95,9
C-9-86,75	88,6	3,9	...	0,9	1,7	0,4	95,6
C-9-102,55	42,7	2,3	0,6	1,1	51,6	0,1	98,5
C-46-105,6	49,0	5,4	1,5	0,8	42,2	0,2	99,0
C-9-97,8	81,4	7,3	...	3,0	2,3	0,8	94,7
C-II-31,55	87,5	3,8	...	2,4	1,8	0,1	95,6
C-II-39,7	85,5	2,1	...	1,6	7,7	0,3	97,5
C-II-39,85	84,4	0,8	1,0	1,4	9,6	0,2	97,4
C-46-101,6	86,3	7,3	2,2	1,3	...	0,9	97,9
C-46-105,05	90,6	5,7	0,2	...	...	1,7	98,0
C-9-51,7	37,6	8,7	...	14,3	32,0	4,8	97,2
C-9-65,15	9,5	24,4	...	18,7	40,3	5,4	98,4
C-9-67,8	9,3	5,6	...	18,1	57,6	5,9	96,5
C-46-63,5	14,3	6,2	3,0	13,0	55,5	3,7	95,7
C-46-83,0	22,6	6,4	...	18,7	40,3	6,3	94,4
C-46-94,75	31,4	12,5	...	8,9	34,7	3,8	91,1
C-9-83,4	91,5	3,1	0,9	0,8	0,3	0,2	96,8

верхней части пласта появляются прослой углеродисто-слюдисто-кремнисто-карбонатных сланцев. Мощность второго пласта 1,6-14,9 м, в среднем 6,75 м. Содержание P_2O_5 8,27-19,65 %, в среднем 12,65 %. Запасы фосфоритов второго пласта составляют 12,2 % от общих запасов руды на месторождении.

4. Пачка слабофосфатных пород, представленная в западной части месторождения темно-серыми массивными (до неяснослоистых) доломитами с мелкими выделениями черного афанитового фосфата. В центральной части месторождения в составе пачки значительную роль играют пиритизированные сланцы, имеются прослои известняков, известковистых доломитов. Мощность пачки 3,3-16,0 м.

5. Третий фосфоритовый пласт. Граница между ним и пачкой 4 постепенная и отбивается только по данным химических анализов. Руды третьего пласта характеризуются сложным минеральным составом (см. табл. 6, 7) (углеродисто-слюдисто-кремнисто-карбонатные, углеродисто-слюдисто-карбонатно-кремнистые). Для руд этого типа характерна мелкая пльчатость. Фосфат присутствует в виде маломощных, смятых в мелкие складки слоев, линзочек, червеобразных, веретенообразных выделений. Мощность третьего пласта на месторождении изменяется от 1,9 до 13,9 м, составляя в среднем 4,14 м. Содержание P_2O_5 от 8,24 до 18,42 %, в среднем 12,08 %. Запасы фосфоритов третьего пласта в общем балансе месторождения составляют 7,3 %.

6. Пачка слабофосфатных пород, аналогичная пачке 4. Для нее тоже характерно увеличение в разрезе роли сланцев сложного состава в восточном направлении. Мощность пачки слабофосфатных пород 13,6-28,2 м.

7. Четвертый фосфоритовый пласт, как и третий, сложен линзовидно-слоистыми фосфоритами сложного минерального состава. Подошва пласта определяется по данным химических анализов. Это наиболее бедное рудное тело на месторождении; с ним связано 4,5 % запасов руды. Мощность пласта изменяется от 1,4 до 4,4 м, составляя в среднем 3,0 м, содержание P_2O_5 по отдельным пересечениям колеблется в пределах 7,6-27,68 %.

В центральной части месторождения скважинами вскрыты вторичные фосфориты, образующиеся в зоне карста и тесно связанные со слабофосфатными "нижними" доломитами и дезинтегрированными неизмененными рудами первого пласта. По внешнему виду это рыхлые слабосцементированные светло-серые, желтовато-серые, бурные, преимущественно кремнисто-фосфатные породы. В них постоянно отмечаются обломки слабофосфатных доломитов, кремнистых доломитов, кремней, неизмененных фосфоритов первого пласта. Содержание пятиоксида фосфора в гипергенных рудах 8,8-35,0 %, в среднем 18,51%.

Запасы их на месторождении оцениваются в 16,75 млн.т руды (3,1 млн.т P_2O_5).

На основании изучения вещественного состава руд, их структурно-текстурных особенностей, распространенности на месторождении, выделены фосфориты четырех геолого-промышленных типов.

1. Фосфориты кремнисто-доломитового типа охватывают основную массу запасов (51 % руды и 55 % пятиоксида фосфора) от общих запасов месторождения. Представлены мономинеральными, брекчиевидными, зернисто-пеллетовыми, слоистыми, карбонатно-кремнистыми, кремнисто-карбонатными рудами первого и второго пластов. Фосфориты являются двух-трехкомпонентными. Изучение технологических свойств руд этого типа проводилось в Приморской КНИЛ ГИГХСа. При обогащении их получен концентрат с содержанием P_2O_5 28,95-32,50 % при выходе 27,97-31,18 %, извлечении 61,18-65,90 % с содержанием окиси магния 1,4-2,2 %. Фосфориты этого типа аналогичны по минеральному составу, морфологии фосфатных выделений, вторичным изменениям и обогатимости рудам Хубсугульского бассейна.

2. Руды со сложным, изменчивым минеральным составом объединяют углеродисто-слюдисто-карбонатно-кремнистые, углеродисто-слюдисто-кремнисто-карбонатные, линзовидно-слоистые, сландцевые фосфориты. Локализованы они в верхней части продуктивной пачки и слагают третий и четвертый фосфоритовые пласты; кое-где участвуют также в строении второго пласта. Руды этого типа составляют 29 % всех запасов руды (24 % пятиоксида фосфора) на месторождении. Фосфориты со сложным минеральным составом относятся к труднообогатимым. Изучение их обогатимости и разработка схемы обогащения проводились в ПГО "Бурятгеология". Получен концентрат с содержанием P_2O_5 19,1-25,8 % при выходе 26,5-28,0 %, извлечении 33,7-48,2 %, содержание MgO 2,72-4,80 %.

3. Метаморфизованные фосфориты включают апатитовидные руды первого пласта западной части месторождения. В общем балансе они составляют 19 % запасов руды и 21 % пятиоксида фосфора. Руды довольно простые по минеральному составу. Технологические свойства фосфоритов этого типа не изучались. Можно предполагать, что тонкочешуйчатое строение фосфата будет способствовать избирательному истиранию при дроблении и отрицательно влиять на технологические свойства руд.

4. Фосфориты кремнисто-гидрослюдастого типа объединяют вторичные карстовые образования. Фосфориты сложены частицами пелитовой размерности, характеризуются сложным минеральным составом, Главное значение имеют кварц, фосфат, гидрослюда, кроме того, присутствуют в небольшом количестве каолинит, серпидит, доломит.

Технологические особенности руд не изучались. Карстовые фосфориты характеризуются повышенным значением лимонно-растворимого фосфата и могут быть использованы для производства фосфорной муки.

Общие запасы Харанурского месторождения в настоящее время оцениваются в 417,5 млн. т руды и 62,2 млн. т P_2O_5 .

Боксонское месторождение расположено в Окинском районе Бурятской АССР в бассейне рек Урдо-Боксон и Хоре, в 50 км от пос. Монды. Месторождение территориально совпадает с одноименным месторождением бокситов.

На Боксонском месторождении проводились поисково-оценочные работы с подсчетом запасов по категории C_2 .

Рудное поле месторождения (Фосфориты..., 1980) занимает площадь более 200 км² и вытянуто в северо-восточном направлении на 25 км. В его пределах обособляются две структуры: западная моноклиналь и мульда Хоре, которые разделяются антиклинальным поднятием. Западная моноклиналь осложнена многочисленными нарушениями, слои имеют падение на северо-запад под углами 30-60°. Мульда Хоре - это блюдцеобразная структура на юго-востоке месторождения. Большая (центральная) часть мульды скрыта под покровом моренных отложений.

Залежи фосфоритов Боксонского месторождения, как и описанных ранее других месторождений Окинского района, приурочены к забитской свите, которая подстилается отложениями саркоиской свиты и перекрывается табинзуртинской свитой. В составе забитской свиты И.Н. Семейкин и др. (1976) выделяют три седиментационных цикла. Нижний цикл начинается с конгломератов (35-50 м), которые перекрываются доломитами, в верхней части окремненными (230-410 м). В верхней части цикла залегает основная фосфоритоносная пачка. Следующий цикл начинается седиментационными доломитовыми брекчиями (3-30 м), перекрывающимися доломитами (до 175 м). Верхний цикл сложен преимущественно строматолитовыми доломитами с маломощной песчано-сланцево-алевритовой пачкой в ос-

новании. Мощность цикла 45–80 м, мощность забитской свиты 450–550 м (по некоторым данным более 950 м). Возраст фосфоритовмещающих отложений Боксонского месторождения определяется как вендский на основании соответствующих комплексов микрофитолитов. В 200–210 м стратиграфически выше фосфоритовой пачки вблизи основания табинзуртинской свиты в бокситовом пласте В.В.Жабиным были найдены остатки мелузоид, подтверждающие вендский возраст этих слоев (Жабин, Степанова, 1974), а выше, по данным В.П.Бутова и др. (1979), появляются органические остатки нижнего кембрия.

Фосфоритовая пачка мощностью 50–70 м включает пласт микрозернистых доломитовых фосфоритов, содержащих в среднем 8,3 % P_2O_5 . Мощность пласта от 4 до 27,5 м (средняя 5,5 м). В западной моноклинали и в антиклинальном перегибе пласт фосфоритов прослежен на 18 км. На площади мульды Хоре фосфоритоносные отложения скрыты под наносами и лишь в отдельных останцах вскрывается фосфоритовая пачка с двумя фосфоритовыми пластами мощностью 8,3–8,7 м, P_2O_5 – 7,1–7,5 % (Фосфориты..., 1980).

Фосфориты Боксонского месторождения состоят в основном из фосфатных зерен и доломитового цемента. В большинстве случаев фосфатные образования представляют собой онколиты, что доказываемся аналогичным строением зерен и карбонатных онколитов, а также существованием обособлений промежуточного доломит-фосфатного состава. Химический состав фосфоритов (Фосфориты..., 1980) приведен в табл. 8.

Обогатимость фосфоритовых руд изучалась на лабораторной пробе с содержанием 8,8 % P_2O_5 в обогатительной лаборатории ИГО "Бурятгеология" методами обжига и флотации. По схеме с использованием обжига результаты отрицательные. По флотационной схеме методом обратной карбонатной флотации с тремя перемывками и дополнительным обжигом флотоконцентрата получены следующие результаты: фосфатный концентрат содержит 25,67 % P_2O_5 и 11,88 % MgO с извлечением P_2O_5 77,1 %. Высокое содержание MgO и низкое содержание P_2O_5 затрудняет практическое использование концентрата.

Запасы фосфоритов Боксонского месторождения по категории C_2 до глубины 300 м составляют 450 млн.т при содержании P_2O_5 8,5 %.

Таблица 8

Химический состав микрозернистых доломитовых фосфоритов
Боксонского месторождения, %

Компоненты	П р о б ы			
	1	2	3	4
P ₂ O ₅	10,10	13,70	15,40	10,15
CaO	35,90	38,10	41,12	34,15
MgO	14,60	13,05	11,10	13,62
SiO ₂	...	...	1,64	6,53
Al ₂ O ₃	...	Сл.	Сл.	0,36
Fe ₂ O ₃	0,40	0,39	0,60	0,30
MnO	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Na ₂ O	1,95	1,58	0,08	1,54
K ₂ O	0,66	0,77	Сл.	0,70
CO ₂	35,86	30,57	27,91	32,48
SO ₃	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
F	1,10	1,41	1,58	1,08
C _{орг.}	0,07	0,09	0,07	0,10
Нерастворимый остаток	0,38	0,43	1,85	1,23
П.п.п.	35,93	30,80	28,50	32,54
Сумма (без O=F)	99,54	98,25	97,92	99,93

Ухагольское месторождение находится в юго-восточной части Восточного Саяна в высокогорных отрогах Пограничного хребта близ государственной границы с МНР, которая делит его на две части: северную и южную. Северная, советская, часть месторождения принадлежит в административном отношении Окинскому району Бурятской АССР. Ближайший населенный пункт - пос. Монды находится в 40 км.

Первоначально была выявлена южная часть месторождения, и затем в 1970 г. - работами П.В.Осокина, В.П.Арсентьева и М.М.Язмирова - северная. Силами ЦГО "Бурятгеология" здесь проведены поисково-оценочные работы.

Месторождение приурочено к узкому, вытянутому в субмеридиональном направлении Ухагольскому прогибу и протягивается в се-

веро-восточном направлении на 16–17 км. Район месторождения имеет сложное строение и представляет систему крутых изоклинальных складок субмеридионального направления, осложненных многочисленными нарушениями. В центральной части выделяется крупная опрокинутая на восток Ухагольская синклиналь, на крыльях которой располагается основная часть месторождения. В обоих крыльях залегают продуктивные пачки. На юге они переходят на территорию МНР, на севере срезаются дизъюнктивами и перекрыты покровами неогеновых базальтов. Восточнее и западнее Ухагольской структуры выделяются фрагменты еще двух синклиналей, в которых частично или полностью также вскрываются продуктивные фосфоритоносные пачки.

Наиболее распространены в районе верхнерифейско-кембрийские отложения, представленные вулканогенно-терригенным (сархойская свита R_3), карбонатным (боксонская серия R_3-E_2) и карбонатно-терригенным (мангатгольская свита E_{2-3}) комплексами осадков. Они характеризуют единый формационный ряд миегеосинклинальных отложений раннекаледонского этапа развития юго-восточной части Восточного Саяна.

Продуктивной является боксонская серия, включающая следующие свиты (снизу вверх): забитскую (R_3-V), табинзуртинскую ($V-E_1$), хужиртайскую (E_1), нургатинскую и хтенскую (E_2). Фосфоритовые залежи Ухагольского месторождения залегают в кремнисто-карбонатной забитской свите. Она соответствует крупному трансгрессивному этапу развития бассейна и имеет циклическое строение, залегая с перерывом на отложениях сархойской свиты. В разрезе забитской свиты И.Н.Семейкин (1976) выделяет четыре цикла, выраженные периодически повторяющимся трансгрессивно-регрессивным рядом осадков. Начинается и заканчивается каждый цикл обычно относительно мелководными отложениями с повышенным содержанием относительно средней части обломочных компонентов. В средних частях циклов залегают карбонатные породы, характеризующиеся относительно более глубоководными условиями осадконакопления.

Цикл первый (нижний) состоит из трех пачек (снизу вверх):

Мощность, м

I. Пачка обломочных пород: конгломерато-брекчии, брекчии, гравелиты, песчаники 25–60

Мощность, м

2. Черные кристаллические известняки, плитчатые, битуминозные, с редкими прослоями и линзами кремней 140-270

3. Карбонатные седиментационные брекчии серого цвета. Обломки сортированы, представлены в основном доломитами, а также известняками и кремнями 10-25

Общая мощность первого цикла составляет 200-300 м.

Отложения второго цикла с незначительным размывом залегают на карбонатных брекчиях. В цикле выделяется пять пачек (снизу вверх):

1. Пачка обломочных пород; обломочный материал представлен доломитами, кремнями, кварцем 5-20

2. Ритмично переслаивающиеся доломиты розового, кремневого и серого цвета. В низах пачки наблюдается примесь песчаного материала и тонкие прослой аргиллитов 15-80

3. Переслаивание серых и темно-серых кристаллических доломитов с пологоволнистой и горизонтальной слоистостью. Доломиты фосфатсодержащие, фосфатный материал в виде тонких слоев черного цвета равномерно рассеян по всей пачке 25-35

4. Известняки черные кристаллические слабобитуминозные с тонкой горизонтальной слоистостью 80-110

5. Фосфоритоносная пачка, представленная чередующимися фосфоритами, фосфатсодержащими доломитами, кремнями и алевритоглинистыми сланцами 30-65

Общая мощность отложений второго цикла 200-250 м.

Третий цикл осадков залегают на фосфоритоносной пачке без видимого перерыва:

1. Доломитовые алевриты и песчаники вишнево-розовые и желтые, пиритизированные. Песчаники часто слюдяные, косослоистые и волнистослоистые 5-10

2. Белые и светло-серые кристаллические доломиты массивные и горизонтально-слоистые, с характерной гребенчатой инкрустацией, выполненной крупнокристаллическим доломитом 80-100

3. Фосфоритоносная пачка 35-45

Общая мощность отложений третьего цикла 120-170 м.

Отложения четвертого цикла с незначительным размывом лежат на верхней фосфоритоносной пачке. В этом цикле выделяется три пачки (снизу вверх):

1. Базальная пачка, сложенная кварцевыми песчаниками, часто гравелитистыми и брекчиями с обломками доломитов и фосфоритов

..... 5-10

2. Ритмично переслаивающиеся кристаллические доломиты серого, темно-серого и черного цвета с брекчиевидной, слоистой и массивной текстурой 190-200

3. Пестроцветные, ритмично чередующиеся вишнево-розовые, серые и темно-серые доломиты с брекчиевидной, волнистой и горизонтально-слоистой текстурой. В доломитах этой пачки наблюдаются следы древнего карста.

Мощность отложений четвертого цикла 240-250 м.

Общая мощность отложений забитской свиты 860-980 м. Она с перерывом и несогласием перекрывается доломитами и пестрыми карбонатными брекчиями табинзуртинской свиты.

Возраст забитской свиты определяется как вендский (Бутов и др., 1979) или верхнерифейско-вендский (Семейкин и др., 1976). В последнем случае граница верхнего рифея и венда проводится по кровле второго цикла.

Фосфориты Ухагольского месторождения весьма разнообразны по составу и структуре. Это плитчатые слоистые породы, состоящие из чередующихся прослоев известняков, доломитов различного состава, алевролитов, песчаников, разнообразных сланцев, кремневых конкреций, насыщенных в той или иной степени фосфатными образованиями. Последние представлены слойками, линзочками, выделениями неправильной формы, зернами, обломками, редко оолитами.

Согласно выводам Б.Г.Гуревича и А.Ф.Георгиевского (1977) основная масса фосфоритов Ухагольского месторождения сформировалась в результате фосфатизации осадка при диагенезе. Об этом свидетельствуют многочисленные факты замещения доломита фосфатом и присутствие реликтовой примеси и скоплений микрокристаллического доломита в фосфатных прослоях. Фосфатизация происходила в стадию раннего диагенеза, о чем говорит присутствие в раннедиагенетических кремнистых конкрециях фосфатных зерен, линзочек и их реликтов, а также огибание фосфатными и доломитовыми прослоями этих конкреций. Интенсивность процесса фосфатизации последовательно уменьшается в ряду осадков: доломитовый - глинисто-кремнистый - кварцево-песчанистый - глинистый. Видимо,

поэтому наиболее высококачественными являются существенно доломитовые фосфориты, которые образовались по карбонатному илу, а самыми низкокачественными – сландевые. Фосфоритоносность зафиксирована на нескольких стратиграфических уровнях в разрезе забитской свиты, однако промышленные концентрации фосфата приурочены только к верхним, регрессивным частям второго и третьего седиментационных циклов. Они названы соответственно нижней (главной) и верхней фосфоритоносной пачками.

Описание пачек и рудных тел пластов приводится ниже по данным И.Н.Семейкина и др. (1976), а также Б.Г.Гуревича и А.Ф.Георгиевского (1977) и авторов соответствующего раздела работы "Фосфориты и апатиты Сибири" (1980).

Нижняя фосфоритоносная пачка изучена на северо-западном крыле Ухагольской синклинали, где она прослежена на расстоянии 5,5 км, а также вскрывается на юго-западном крыле и в нескольких изолированных тектонических блоках. Пачка имеет сложное строение и представлена чередующимися фосфоритами, фосфоритсодержащими доломитами, кремнями и алеврито-глинистыми сланцами. Она изменчива по мощности и составу, в связи с чем на площади ее распространения А.Ф.Георгиевский и Б.Г.Гуревич выделяют три литофациальные зоны, различающиеся по расположению относительно палеоподнятий времени фосфоритонакопления.

В составе пачки выделяются снизу вверх три пласта фосфоритов: известняковый, кремнисто-доломитовый и сландево-доломитовый.

Первый фосфоритовый пласт представляет собой тонкое ритмичное переслаивание монофосфатных и известняковых слоев. Фосфатное вещество черного цвета, плотной афанитовой и зернистой структуры. Мощность прослоев 1–3 мм. Участками фосфат наблюдается в виде мелких рассеянных обломков, что придает породе брекчиевидный облик. Слойки известняка имеют мощность 3–5 мм. Известняк черного цвета, кристаллический массивный. Продуктивность пласта постепенно возрастает снизу вверх от 5 до 20 %. Среднее содержание P_2O_5 по пласту составляет 12, нерастворимого остатка – 2–3 %. Мощность его меняется от 1 до 7 м. Известняковые фосфориты образовались в результате эпигенетической кальцитизации доломитовых фосфоритов.

Выше по разрезу пласт известняковых фосфоритов сменяется пластом кремнисто-доломитовых фосфоритов. Пласт слагается часто

переслаивающимися монофосфатными, фосфатно-доломитовыми и кремнистыми слоями. Фосфат представлен черной, реже буровой зернистой или афанитовой массой. Он образует слои мощностью до 3–5 мм. Фосфатно-доломитовые и доломитовые слои темно-серого цвета имеют мощность от 1–2 до 10–20 мм и более. Кремнистый материал в составе пласта обособляется в виде прослоев, линз, стяжений мощностью до 1–2 см и характеризуется незначительным содержанием P_2O_5 . В целом мощность второго пласта колеблется от 6 до 20 м. По содержанию P_2O_5 пласт неоднороден. Нижняя его часть сложена главным образом относительно высококачественными кремнисто-доломитовыми фосфоритами с содержанием P_2O_5 15–33, нерастворимого остатка – 2–21 %. Мощность этой части пласта в отдельных пересечениях 2,4–9,0 м. Верхняя часть пласта сложена относительно низкокачественными толстослоистыми микрозернисто-линзовидными кремнисто-доломитовыми фосфоритами. Содержание P_2O_5 7–16, нерастворимого остатка 2–16 %, мощность в отдельных пересечениях 1,7–3,9 м. В краевых зонах главного участка месторождения в средней части пласта залегает мощный слой линзовидно-микрозернистых фосфоритов углеродисто-кремнистого состава с 17,3–20,3 % P_2O_5 . Среднее содержание фосфорного ангидрита по второму пласту 16,3 %, нерастворимого остатка 10 %.

Второй пласт перекрывается горизонтом грубоплитчатых кремнистых слоистых фосфатсодержащих доломитов мощностью 6,0–15,5 м, на которых залегает третий фосфоритовый пласт (сланцево-доломитовый).

Третий пласт имеет в центральной зоне главного участка следующее строение (снизу): 1. Темно-серые плитчатые тонкослоистые кремнисто-доломитовые фосфориты с конкрециями кремней, относительно высококачественные (2,0–7,2 м). Содержание P_2O_5 16,5–30,5, нерастворимого остатка 8,0–25,5 %. 2. Черные слоистые микрозернисто-слойковые фосфориты углеродисто-гидрослюдисто-кремнисто-доломитового состава (7,5–10,5 м). Содержание P_2O_5 12–20, нерастворимого остатка – 9–16 %. 3. Переслаивание углеродисто-гидрослюдисто-карбонатных сланцев с фосфатсодержащими углеродистыми доломитами и фосфоритами, аналогичными слою 2 (3,0–6,3 м). Содержание P_2O_5 1,5–12,0, нерастворимого остатка 6–52 %. В краевых зонах строение пласта существенно усложняется. В среднем по пласту содержание P_2O_5 17, нерастворимого остатка 13 %.

Разрез нижней фосфоритоносной пачки завершается горизонтом алевролитов-сланцевых пород, кремненных доломитов и алевролитов. Мощность этого горизонта составляет 10-15 м. Породы характеризуются слабой фосфатностью (P_2O_5 - до 2 %).

Верхняя фосфоритоносная пачка расположена стратиграфически в 90-120 м выше по разрезу от нижней. Пачка прослеживается в основном на западном крыле Ухагольской синклинали на расстоянии 3,6 км. На восточном крыле она почти на всем протяжении среза разломами.

В пачке выделяются (снизу вверх): сланцевый горизонт, два пласта фосфоритов и горизонт доломитов. Сланцы черного цвета, углисто-глинисто-карбонатные, алевритистые, слабифосфатные (P_2O_5 до 3 %). Мощность 8-10 м. В сланцах выделяются горизонты монофосфата черного цвета, образующие бедные фосфоритовые руды с содержанием P_2O_5 от 5 до 11 %.

Обогащаясь фосфатным веществом, сланцы постепенно переходят в сланцевые фосфориты, образующие пласт мощностью 7-11 м. Содержание P_2O_5 составляет 10,5, нерастворимого остатка - 8,3 %.

Сланцевые фосфориты сменяются выше непосредственно или через прослой фосфатных доломитов (2-5 м) пластом песчаниковых фосфоритов. Последние представляют собой песчаники, содержащие зерна, обломки, линзы и прослой монофосфата разной окраски. Терригенный материал песчаников мелко- и среднезернистый, хорошо отсортирован и окатан, представлен почти нацело кварцем. Обломки и зерна фосфата в песчаниках крупные, часто более 1-5 мм. Толщина прослоев монофосфата 5-10 мм. Фосфат имеет афанитовую структуру и горизонтально-слоистую текстуру. Мощность второго пласта около 12 м, содержание P_2O_5 колеблется от 6 до 22 %. Количество нерастворимого остатка от 5 до 30 %.

Фосфориты Ухагольского месторождения разделяются на бедные, средние и богатые, а по составу нефосфатной части - на карбонатные, кремнисто-карбонатные и кремнистые. На месторождении преобладают бедные карбонатные (доломитовые) фосфориты со средним содержанием P_2O_5 16,4 %, составляющие 75 % подсчитанных запасов. Бедных песчаниковых и сланцевых фосфоритов около 20, а богатых руд не более 5 %.

Особенности химического состава основных литологических разновидностей фосфоритов и геолого-промышленных типов руд Ухагольского месторождения охарактеризованы в табл. 9. Спектраль-

Таблица 9

Характеристика основных типов фосфоритов Ухагольского месторождения *

Типы руд	Содержание окислов, %												Кoeffи- циент обога- щения	Пачка	
	P ₂ O ₅		MgO		H ₂ O		Fe ₂ O ₃		CaO		CO ₂				
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
1	16,5	30,97	9,60	1,76	5,19	8,12	0,35	0,70	41,7	50,62	23,96	0,66	1,9	Нижняя	
2	16,04	26,0	10,8	3,91	9,12	12,98	0,71	0,83	36,41	38,22	23,15	9,05	1,62		
3	23,0	30,06	6,27	2,40	13,84	13,66	0,32	0,70	38,20	41,52	12,48	4,57	1,35		
4	18,3	31,6	6,0	0,90	19,3	...	1,44	...	...	...	15,14	-	1,77
5	11,62	31,0	0,84	0,30	2,27	2,52	0,32	0,40	50,94	54,20	29,85	5,94	2,7		
6	32,9	...	5,60	...	7,28	...	1,53	...	22,66	...	...	...	...
7	15,39	27,80	10,49	1,90	8,70	...	2,84	23,35	...	1,8		Верх- няя
8	15,3	25,1	4,22	3,40	23,58	10,46	5,46	4,40	26,10	39,76	9,99	7,49	1,66		

Примечание. Геолого-промышленные типы руд (литологические разновидности): I-5 - руды бедные, карбонатные, среднеобогатимые (I-4 - кремнисто-доломитовые, 5 - известняковые); 6 - руды карбонатные, богатые (доломитовые зернистые); 7 - руды бедные карбонатные, среднеобогатимые (углисто-сланцисто-кремнисто-доломитовые или сланцевые); 8 - руды бедные кремнисто-карбонатные среднеобогатимые (кварц-доломитовые или песчаниковые). I - среднее в руде, II - в фосфатном концентрате обогащения. * Данные Се-
мейкина и др. (1976).

ным анализом в них установлены повышенные концентрации мышьяка (до 0,1 %), меди (до 0,3 %), хрома (до 1-3 %), марганца (до 3 %).

Фосфат во всех разновидностях фосфоритов представлен тремя модификациями: изотропной, микрокристаллической и мелкокристаллической (низкотемпературный апатит). Изотропный фосфат имеет средний показатель преломления 1,625-1,626, удельный вес 3,0-3,1. Кристаллическая решетка фосфата характеризуется параметрами: $a = 9,35 \text{ \AA}$, $c = 6,87 \text{ \AA}$, $c : a = 0,734$, что соответствует карбонат-фторапатиту. Монофракции фосфата имеют следующий химический состав (в %): SiO_2 - 0-2,74; TiO_2 - 0-0,07; Al_2O_3 - 0-0,89; Fe_2O_3 - 0,28-0,74; MnO - 0,01-0,16; MgO - 0,07-0,65; CaO - 50,5-53,88; Na_2O - 0,16-0,20; K_2O - 0,06-0,18; H_2O^+ - 0,48-0,89; H_2O^- - 0-0,78; P_2O_5 - 37,37-38,91; $\text{CO}_2^{\text{карб.}}$ - 1,27-3,36; $\text{CO}_2^{\text{орг.}}$ - 1,55-3,0; SO_3 - 0,01-0,44; $\text{C}_{\text{орг.}}$ - 0,45-2,0.

Фосфориты Ухагольского месторождения обнаруживают неодинаковую обогатимость. По данным предварительных технологических исследований, проведенных ПГО "Бурятгеология", из бедных карбонатных фосфоритов флотацией получены концентраты с содержанием P_2O_5 до 26,0-31,6 % с допустимыми величинами окиси магния и полуторных окислов. Сланцевые и песчаниковые фосфориты обогащаются сложнее, но также дают кондиционные концентраты (см. табл.9). Устанавливается прямая зависимость обогатимости всех типов фосфоритов от степени обособленности фосфатного вещества от нефосфатных компонентов (Семейкин и др., 1976).

На месторождении подсчитаны запасы фосфоритовых руд по категории C_2 в количестве 488 млн.т со средним содержанием P_2O_5 14,4 %. Геологические запасы руд Ухагольского месторождения оцениваются в 2,6 млрд.т.

ЛЕНО-ТУНГУССКИЙ ФОСФОРИТОНОСНЫЙ БАССЕЙН

Лено-Тунгусский фосфоритоносный бассейн выделяется по отложениям среднего ордовика южной части Сибирской платформы; северная граница его определяется бассейном реки Подкаменная Тунгуска включительно.

Степень опоискованности этих отложений к настоящему времени совершенно недостаточна; имеющиеся материалы позволяют, тем не менее, выделить здесь три района с повышенной фосфатоносностью: западный или катангский (бассейн р.Подкаменная Тунгуска); южный (междуречье Ангары и Вихоревой) и юго-восточный (Лено-Киренгское междуречье). В табл. 10 приведена корреляционная схема стратиграфического расчленения отложений среднего ордовика в пределах указанных районов в соответствии с принятой легендой листов среднемасштабной геологической карты.

Повышенно-фосфатоносными в разрезе среднеордовикских отложений являются породы от волгинского до чертовского горизонта включительно. Однако в различных районах степень фосфатоносности тех или иных частей разреза неодинакова. Так, в Ангаро-Вихоревском междуречье повышенная фосфатоносность связана со средними и верхними частями мамырской свиты кривошудского яруса, в то время как низы кривошудского яруса практически нефосфатны; в Лено-Киренгском междуречье наиболее интересны в промышленном отношении фосфориты нижней и средней частей кривошудской свиты, в том числе самых низов кривошудского яруса; в бассейне р.Подкаменная Тунгуска интересные проявления встречаются с самых низов кривошудского яруса до чертовского горизонта включительно, и самые перспективные из них приурочены именно к чертовскому горизонту. Фосфоритоносность среднеордовикских отложений южной части Сибирской платформы изучалась многими исследователями (Красильникова, Смирнов, 1955, 1962; Красильникова, 1959; Домниковский, Либрович, 1957а, б, 1959а, б; Либрович, 1957; Никольский и др., 1971; Малиновский, Юдин, 1978; Марков, 1978; Марков, Занин, 1979; Малич, Туганова, 1980; Виноградов и др., 1981 и др.).

Однако наиболее крупные поисковые работы были проведены здесь в 1976-1982 гг. ШО "Иркутскгеология" и в 1979 - 1982 гг. - ШО "Красноярскгеология".

Рассмотрение фосфатоносности Лено-Тунгусского бассейна нач-
нем с его южной части - Ангаро-Вихоревского междуречья. Наиболее интересным в этом районе является Алексеевское проявление, приуроченное к средней части мамырской свиты. Оно расположено в Братском районе, между дер.Анчериково и Кобляково. Нижняя часть мамырской свиты представлена здесь неслоистыми глинистыми

Таблица 10

Корреляционная схема стратиграфического расчленения отложений среднего ордовика
Лено-Тунгусского фосфоритоносного бассейна

Система	Отдел	Я р у с			С в и т а		
		Международная шкала	Региональ- ная шкала	Горизонт региональ- ной шкалы	Бассейн р. Подкаменная Тунгусска	Ангаро-Вихо- ревское меж- дуречье	Лено-Киренг- ское между- речье
Ордовикская	Средний	Карадок	Мангазей- ский	Баксанский	Мангазей- ская*	Братская (нижняя часть)	Макаровская (нижняя часть)
				Чертовской		?	Чертовская
			Криво- лудский	Кудринский	Усть-Стол- бовая*	Мамырская	Криво- лудская
				Киренский			
		Ландейло	Волгинский				

* В легенде Туруханской серии листов среднemasштабной геологической карты эти свиты не выделяются

песчанистыми алевролитами серого цвета со слабым голубым оттенком, с линзами аргиллитов и песчаников; наблюдаются также отдельные прослои последних, содержащие редкий фосфатный детрит.

Продуктивным горизонтом является средняя пачка мамырской свиты мощностью около 10 м. Пачка сложена красно-бурными алевролитами с прослоями и линзами аргиллитов и песчаников.

Именно эти прослои, содержащие фосфатные обломки или целые раковины лингул, представляют собой фосфорит, являющийся объектом изучения.

Наряду с обломками брахиопод, встречаются фосфатизированные конодонты; а также конкреции фосфорита — от микроконкреции до более крупных, однако преобладающую роль играют раковины лингул. Количество фосфатизированных прослоев колеблется от 1–2 до 5, мощность достигает 0,2 м, иногда до 0,6 м. Содержание P_2O_5 в отдельных прослоях достигает 10 % и более, однако средневзвешенное содержание по отдельным фосфоритоносным уровням (всего их в процессе поисково-оценочных работ выпелено пять) колеблется лишь от 0,9 до 3,4 %, что является весьма низким (Фосфориты..., 1980). Предварительные результаты флотации руды, содержащей 4 % P_2O_5 , показали возможность получения концентрата, содержащего 25–26 % P_2O_5 при извлечении 80 %. Однако, малые мощности фосфатоносных пропластков и низкое содержание P_2O_5 не позволяют в настоящее время рассматривать это проявление как перспективное, несмотря на довольно значительные (38,2 млн. т P_2O_5) прогнозные запасы. Верхняя пачка мамырской свиты сложена в пределах Алексеевского проявления, как и всего района, песчаниками серого и розового цветов, разномерными (от мелкозернистых до гравелитистых) с пропластками аргиллитов и алевролитов красно-бурого, реже зеленовато-серого цветов мощностью до 0,5 м. В песчаниках встречаются редкие включения фосфатных лингул и конкреции, содержание P_2O_5 в последних не превышает первых процентов.

Отложения чертовского горизонта в Ангаро-Вихоревском междуречье не выделяются. По мнению некоторых исследователей, чертовский возраст имеет нижняя часть братской свиты, перекрывающей мамырскую свиту, но какие-либо фосфатопоявления в составе этой свиты отсутствуют.

Фосфатоносность юго-восточной части Сибирской платформы рассмотрим по данным В.П.Виноградова с соавторами (1981). Наи-

более интересным фосфоритопроявлением этого района является Молчановское, расположенное в Лено-Киригском междуречье, в 10-15 км севернее трассы БАМа, в районе ст. Небель. Оно связано с отложениями криволудской свиты, подразделяемой здесь на две подсвиты. Нижняя подсвита, являющаяся продуктивной, сложена зеленоцветными песчаниками, алевро-песчаниками, алевролитами, содержащими два пласта фосфоритов в нижней и верхней частях подсвиты и прослойки фосфоритов и оолитовых железных руд - в средней части подсвиты. Верхняя подсвита криволудской свиты сложена преимущественно песчаниками, мощность ее 35-40 м.

Нижний пласт фосфоритов залегает непосредственно в основании криволудской свиты, мощность его колеблется от 0,3 до 2,5 м (средняя 1,5 м), содержание P_2O_5 от 7,5 до 16,13 % (при среднем 13,38 %). Верхний пласт залегает в 40 м выше нижней гравийной свиты, мощность его достигает 4,5 м при содержании P_2O_5 14,11-14,89%. Пласт имеет линзовидную форму, однако, поведение его на площади изучено недостаточно, последнее справедливо и для нижнего пласта.

Оба пласта имеют идентичный петрографический состав: гравий и мелкая галька фосфоритов в них перемежаются с кварцевыми зернами песчаной размерности, образующими регенерационно-кварцевый цемент, в небольшом количестве встречаются фосфатные обломки раковин. Фосфоритовые галька и гравий представляют собой окатанные обломки фосфатного песчаника, кластическая часть в котором представлена кварцем, цемент - гидрослюдой и коллофаном, реже встречаются глинисто-коллофановые окатыши без терригенной примеси. Содержание гравийных и галечных фосфоритовых зерен в породе составляет около 60 %. Химический состав фосфоритов приведен в табл. II. Обогащенный концентрат фосфатного вещества характеризуется сравнительно высоким содержанием P_2O_5 (27,5 %) и низким содержанием таких вредных примесей, как MnO (0,55 %) и CO_2 (2,16 %), хотя суммарное содержание окислов железа в нем (3,31 %) все же несколько выше, чем допускается при производстве суперфосфата.

Отложения чертовского горизонта на площади Молчановского фосфоритопроявления отсутствуют. В направлении на северо-запад, где они не эродированы, слагающие этот горизонт породы, особенно их базальные слои, постоянно содержат фосфатные зерна и должны рассматриваться в качестве перспективного урвня.

Таблица II

Химический состав фосфоритов Молчановского проявления по групповым пробам (4202, 4205, 4207) и обогащенной фракции фосфатного вещества (4793)

Компоненты	Содержание, %			
	4202	4205	4207	4793
SiO ₂	53,16	47,40	50,73	1,70
TiO ₂	0,27	0,29	0,40	0,06
Al ₂ O ₃	3,80	4,31	5,01	4,73
Fe ₂ O ₃	2,29	2,29	2,83	2,81
FeO	0,57	0,57	0,65	0,50
CaO	19,07	20,74	19,15	37,28
MgO	0,40	0,40	0,99	...
MnO	...	...	...	0,55
Na ₂ O	0,25	0,31	0,31	0,41
K ₂ O	0,85	0,83	0,95	0,88
P ₂ O ₅	14,33	16,56	14,35	27,5
CO ₂	1,13*	0,78*	0,78*	2,16
H ₂ O ⁻	0,32*	0,42*	0,46*	1,70
H ₂ O ⁺	1,79
П.п.п.	1,91	2,33	2,55	...
SO ₃	...	...	...	...
F	...	...	...	1,75
Сумма	97,5	98,03	97,92	99,81

Примечание. Данные В.П.Виноградова и др. (1981). * В сумму не входит.

В западной части платформы районом повышенной фосфатности среднеордовикских сложенных является бассейн р.Подкаменная Тунгуска. Именно здесь было выявлено первое на Сибирской платформе Гурьевское месторождение (проявление) фосфоритов, которое явилось объектом разведочных работ. В последние годы ПГО "Красноярскгеология" здесь были проведены поисковые работы, при которых выявлен или более детально, чем ранее, оценен

ряд фосфатопроявлений. Все существенные фосфоритопроявления связаны здесь с отложениями усть-столобовой свиты, возраст которой охватывает кривошудский ярус и нижнюю часть чертовского горизонта мангазейского яруса. Не исключено, что верхняя часть усть-столобовой свиты имеет местами еще кривошудский возраст.

Для отложений свиты характерна существенная изменчивость мощности (от 40 до 120 м) и состава, который в целом может быть определен как карбонатно-терригенный.

В разрезе ордовикских отложений района выделяются три фосфатоносных уровня в волгинском, киренско-кудринском (здесь не разделяемом) и чертовском горизонтах, из которых более интересными являются первый и третий. При этом образование фосфоритов приурочено главным образом к начальным стадиям трансгрессивных циклов. Повышенные концентрации фосфатного материала большей частью приурочены к наиболее грубозернистым породам – конгломератам, гравелитам, песчаникам, седиментация которых проходила в активных гидродинамических условиях.

Фосфориты волгинского горизонта представлены преимущественно ракушняковым и зернисто-ракушняковым типами с невыдержанным содержанием фосфатного материала. Они встречаются главным образом в виде линзовидных прослоев фосфатсодержащих алевролитов и песчаников, реже гравелитов мощностью от 0,1 до 1,2 м при содержании P_2O_5 в пределах 3–15 %.

Один из наиболее представительных разрезов этого горизонта изучен на правом берегу р. Подкаменная Тунгуска в 26 км ниже пос. Кузьмовки в 6,5–7 км ниже ручья Белого. Здесь в интервале 0,5–2,45 м выше подошвы усть-столобовой свиты залегает пачка фосфатоносных песчаников, химический состав которых приведен в таблице 12.

Терригенный нефосфатный материал песчаников представлен почти исключительно кварцем, зерна которого обычно плохо окатаны. Структура песчаников в пределах пласта существенно варьирует. В самой нижней части пласта мощностью 0,10 м порода плохо отсортирована, крупноалевритовые и мелкопесчаные зерна соседствуют со средне- и крупнопесчаными. Фосфатный материал представлен почти исключительно обломками раковин. Несколько выше песчаный материал почти полностью среднезернистый, алевритовые зерна в породе отсутствуют (обр. 10065). Еще выше песчаный материал уже

Таблица 12

Химический состав песчаных ракушняковых фосфоритов нижней части криволуцкого яруса, проявление на правом берегу р. Подкаменная Тунгуска в 7 км ниже ручья Белого (26 км ниже пос. Кузьмовка)

Компо- ненты	Номера образцов и высота отбора от подошвы слоя						
	10065	10060	10067	10068	10069	10070	10071
	0,25 м	0,65 м	1,00 м	1,30 м	1,55 м	1,75 м	1,85- 1,95 м
Содержание, %							
SiO ₂	67,00	64,00	61,00	67,00	72,00	72,00	59,00
Al ₂ O ₃	4,40	5,20	2,40	1,45	0,90	1,35	2,30
TiO ₂	0,20	0,24	0,16	0,28	0,02	0,22	0,35
Fe ₂ O ₃ *	5,30	9,50	5,40	5,80	3,50	2,10	9,40
CaO	11,00	10,00	16,40	13,70	11,80	12,20	14,70
MgO	0,75	0,40	0,10	0,40	0,20	...	0,20
MnO	0,15	0,15	0,20	0,40	0,20	0,12	0,25
Na ₂ O	0,13	0,15	0,19	0,15	0,15	0,15	0,19
K ₂ O	0,11	0,16	0,10	0,11	0,11	0,10	0,15
P ₂ O ₅	5,71	7,44	9,48	6,43	6,55	10,25	11,24
CO ₂ **	2,66	0,53	5,32	3,19	3,19	0,53	2,66
П.п.п.	5,78	3,68	4,88	6,06	5,50	2,10	2,54
Сумма	100,53	100,92	100,31	101,78	100,93	100,59	100,32

* Железо общее.

** В сумму не входит.

крупнозернистый (обр. 10066, 10067), и порода более богата фосфором, чем нижележащие слои (см. табл. 12). Вверх по разрезу крупнозернистый материал сменяется средне-крупнозернистым и содержание P₂O₅ падает (обр. 10068, 10069), чтобы вновь подняться к кровле пачки. Среднее содержание пятиокси фосфора на полную мощность пачки (1,95 м) составляет 8,3 %. Обращает на себя внимание повышенное содержание окисного железа - в среднем 5,86 % при колебании от 2,10 до 9,50 %. Несмотря на довольно высокое содержание пятиокси фосфора в приведенном разрезе, в целом фос-

фориты нижней части криволудцкого яруса в связи с невыдержанностью их мощности и повышенным содержанием пятиоксида железа представляют в настоящее время второстепенный интерес. Прогнозные запасы по ним не подсчитывались. К этому фосфатоносному уровню относится и Гурьевское месторождение, расположенное существенно западнее рассмотренного выше разреза. Продуктивный горизонт Гурьевского месторождения имеет среднюю мощность 1,32 м при содержании P_2O_5 , равном 6,44 %. На месторождении была проведена детальная разведка. Подсчитанные запасы руды на месторождении, отвечающие приведенному выше содержанию P_2O_5 , составили 4,3 млн. т P_2O_5 по категории А+В+С₁, 0,6 млн. т – по категории С₂ и прогнозные – 27,8 млн. т. Из руды месторождения был получен концентрат, содержащий 22,5 % P_2O_5 и 4,1 % Fe_2O_3 при 90 % извлечения. Пленки окислов железа на минералах не дают возможности получить концентрат более высокого качества и препятствуют переработке его на растворимые удобрения, в связи с чем подсчитанные запасы с баланса списаны.

Фосфориты средней части объединенного киренско-кудринского горизонта весьма не выдержаны на площади, маломощны, не образуют сколько-нибудь устойчивых пластов и здесь не рассматриваются. Наибольшие перспективы фосфатоносности района связаны с верхним фосфоритоносным уровнем, возраст которого относят к низам чертовского горизонта. Возраст этот принимается условно; в 1980 г. на участке Перевалочная база в одной из скважин в 16 м стратиграфически ниже продуктивного горизонта был найден остаток наутилоидеи, определенный О.К. Боголеповой как *Sactoceras artassense* Val., что определяет вмещающие породы как самый нижний, волгинский, горизонт криволудцкого яруса. Отложения, вмещающие фосфориты, возможно, следует относить к объединенному киренско-кудринскому горизонту. В настоящей работе они относятся к чертовскому горизонту в соответствии с принятой при производственных работах практикой. Отложения чертовского горизонта сложены весьма пестрым набором пород – от аргиллитов и алевролитов до гравелитов и конгломератов. Мощность отложений горизонта, включаемых в состав усть-столбовой свиты, не превышает 6–8 м. Фосфориты приурочены главным образом к нижней части горизонта, практически к его основанию, где они образуют пласт мощностью от 0,2 до 4 м и содержанием P_2O_5 от 5 до 20 %. Именно с этим пластом,

прослеженным на площади около 3000 км², связано большинство фосфоритопоявлений района, в том числе участка Перевалочная база* и Апрелькинско-Кузьмовского, которые будут кратко охарактеризованы ниже.

Участок Перевалочная база расположен в 38 км выше устья р. Вельмо. Фосфоритовый пласт вскрыт здесь расчистками, обнажается при низком уровне воды в р. Подкаменная Тунгуска близ устья руч. Белого** и прослежен профилем буровых скважин вдоль долины реки на 1500 м. Фосфориты представляют собой разномелкозернистую кварцево-фосфатную песчано-гравелистую породу с включением мелкой гальки. Гранулометрический анализ одной из проб показал высокое (42 %) содержание фракции > 1 мм. Фосфатный материал заключен главным образом в фосфоритных зернах. В исследованных шлифах эти зерна имеют размер в основном 0,06–1,8 мм, но иногда до 3 мм и крупнее. Фосфатное вещество коллоидное или слабо-раскристаллизованное. Зерна окатаны сравнительно хорошо, обычно удлиненные, иногда правильной эллипсоидной формы. Среди фосфатных зерен выделяются фосфатно-глинистые и фосфатно-песчаные (фосфатно-кварцевые). Первые сложены тонкозернистым, не различимым под микроскопом материалом с редкими мелкими зернами кварца. Вторые – содержат зерна кварца, заключенные в фосфатный цемент. Количество зерен кварца может быть от небольшого до преобладающего, размер их колеблется в основном в пределах 0,1–0,3 мм. В небольшом количестве (2–3 %) содержится фосфатный цеолит.

Преобладающий размер кварцевых зерен, заполняющих пространство в породе между фосфоритными, составляет 0,3–1,5 мм. Степень окатанности кварцевых зерен невелика, но все же выше, чем у зерен кварца, включенных в состав фосфоритных зерен. Наблюдаются регенерационные обрастания зерен кварца

Пласт фосфорита пиритизирован, однако вблизи поверхности пирит окислен, и здесь развиты лишь бурные гидроокислы железа. Местами в основании пласта наблюдаются крупные уплощенные конкре-

* Ранее это проявление ошибочно относилось к низам криво-лудского яруса (Марков, 1978; Марков, Занин, 1979 и др.).

** Непосредственно у устья руч. Белого пласт эродирован.

дии пирита. Содержание P_2O_5 по всей мощности пласта по бороздочной пробе составило 19,32 % при содержании Fe_2O_3 - 1,96 %, Al_2O_3 - 2,29 %, SiO_2 - 45,39 %, CaO - 26,65 %, MgO - 0,75 %, MnO - 0,43 %, п.п.п. - 1,50 %. Пласт опробовался штучными пробами по обнажению с интервалом 10-12 см. Результаты химических анализов проб (9 шт.) приведены в табл. 13. Как видно, фосфориты характеризуются низким содержанием вредных примесей, в первую очередь, железа. В табл. 14 приведен химический состав концентратов фосфоритов участка Перевалочная база, полученных выделением тяжелой фракции фосфоритов в бромформе. Содержание P_2O_5 в концентрате составляет 30,5-32,1 %. По содержанию пятиоксида фосфора и вредных примесей концентрат пригоден для производства суперфосфата, двойного суперфосфата и других концентрированных удобрений, фосфорной кислоты, а также элементарного фосфора.

Проведенное в Красноярском институте цветных металлов под руководством В.И.Брагиной флотационное обогащение фосфоритов участка Перевалочная база позволило получить концентрат с весьма высоким содержанием P_2O_5 - 32,2 % при извлечении P_2O_5 - 72,5 % и принципиальной возможности извлечения P_2O_5 в фильтрах до 99-100 %. Флотационный концентрат с содержанием P_2O_5 до 30 % был получен в Институте геологии и геофизики СО АН СССР под руководством Т.С.Ксупова; несколько более низкий концентрат (26,6 %), но с высоким извлечением - 84,2 % был получен при флотации фосфорита жирно-кислотным собирателем, в сочетании с подавителями сопутствующих фосфору минералов - жидким стеклом и содой.

Среднее содержание P_2O_5 в фосфоритах участка с учетом данных буровых скважин ниже, чем в рассмотренном выше разрезе и опускается до 10,71 %, но поскольку балластный материал в них представлен почти исключительно кварцем, это не может сказаться существенно на результатах обогащения руд.

Пласт фосфоритов на участке Перевалочная база по площади не оконтурен. По нему сделано лишь одно линейное пересечение по линии скважин, пройденных вдоль долины р.Полкаменная Тунгуска, т.е. вкрест простирания локальных тектонических структур района. Можно ожидать, что в направлении простирания этих структур протяженность его окажется значительно большей. Значение данного проявления, определяется, однако, не только реальными запасами фосфоритов в пределах проявления: оно значительно шире. Здесь

впервые для западной части Сибирской платформы показана принципиальная возможность образования в ордовикских отложениях залежей фосфоритов, промышленных по мощности и содержанию пятиоксида фосфора, хорошо обогащенных и дающих весьма качественный концентрат. По совокупности этих параметров фосфориты участка Перевалочная база существенно превосходят желваковые фосфориты Восточно-Европейской платформы и Казахстана.

На Апелкинско-Кузьмовской площади рудный пласт в составе чертовского горизонта имеет мощность 0,7-2,2 м, при содержании пятиоксида фосфора до 19%. В структурном плане пласт контролируется склонами положительных структур - Лиственичным валом и Кузьмовской антиклиналью. Принятые запасы фосфоритов Апелкинско-Кузьмовской площади составляют 60 млн. тонн P_2O_5 при средней мощности пласта 1,1 м

Таблица 13

Химический состав песчано-гравелистых фосфоритов участка Перевалочная база, %

Компонент	Пробы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	52,10	47,01	39,28	49,93	54,01	53,00	42,35	61,10	54,95
Al_2O_3	1,58	1,51	2,45	1,66	1,25	1,58	1,73	1,25	1,68
Fe_2O_3 *	10,96	1,99	1,58	1,00	1,58	1,90	1,25	1,62	1,21
TiO_2	0,21	0,20	0,25	0,18	0,19	0,17	0,23	0,11	0,19
MnO	0,14	0,22	0,13	0,25	0,28	0,25	0,25	0,35	0,06
MgO	0,19	0,50	0,15	0,15	0,24	0,21	1,66	0,14	0,22
P_2O_5	12,02	22,39	17,38	19,05	17,38	16,22	23,99	15,85	16,78
П.п.п.	7,17	2,37	2,27	1,89	1,92	1,83	2,12	2,05	2,05

Примечание. Данные Б.П.Маркова, Ю.Н.Занина (1979). * Железо общее.

Таблица 14

Химический состав концентрата зернистого фосфорита участка Перевалочная база, %

Компоненты	Фракции, мм		
	0,5	0,25-0,5	0,1-0,25
SiO ₂	17,15	16,00	12,00
TiO ₂	0,16	0,30	0,33
Al ₂ O ₃	2,10	2,10	2,10
Fe ₂ O ₃	1,23	1,23	0,91
FeO	0,37	0,37	0,37
CaO	41,58	42,57	44,81
MgO	Не обн.	Не обн.	Не обн.
P ₂ O ₅	30,50	31,20	32,10
K ₂ O	0,64	0,69	0,71
Na ₂ O	0,73	0,79	0,76
F	2,70	3,00	2,80
CO ₂	1,69	1,69	1,48
H ₂ O ⁺	1,04	1,25	1,16
H ₂ O ⁻	0,46	0,30	0,42
Сумма I	100,35	101,49	99,95
o = F	1,13	1,26	1,18
Сумма II	99,22	100,23	98,77

Примечание. Аналитик П.А.Сердюкова. Данные Е.П.Маркова, Ю.Н.Занина (1979).

материал распределен в виде разрозненных зерен и обломков фосфатных раковин. Прослой с высоким содержанием фосфатного материала не превышают 0,2-0,5 м. В западной части площади фосфатный материал сконцентрирован в прослоях фосфоритовых гравелитов и конгломератов мощностью 0,1-1,3 м с содержанием P₂O₅ от 1 до 20 %.

Локализация фосфоритовых пластов происходит на склонах конседиментационных структур второго порядка.

Важнейшей особенностью фосфоритов чертовского горизонта бассейна р.Подкаменная Тунгуска являются высокие технологиче-

и содержания P₂O₅ - 7 %. При этом могут быть выделены участки с существенно лучшими параметрами. Близость литологического и химического состава фосфоритов Апрелкинско-Кузьмовского участка с фосфоритами Перевалочной базы позволяет предполагать их высокие технологические свойства. Проявление безусловно заслуживает постановки на нем более цегальных работ.

В результате поисковых работ в районе устанавливается увеличение мощности продуктивного горизонта в восточном направлении с одновременным разубоживанием фосфоритовых слоев. Так, в восточной части площади в бассейне рек Бучар, Дергул, Дягдагли в гравийно-песчаных отложениях продуктивного горизонта фосфатный ма-

ские свойства, выгодно отличающие их от фосфоритов нижней части кривошудского яруса (к послечным относятся и фосфориты Гурьевского месторождения). В первую очередь это хорошая обогатимость и **высокое качество** концентрата. Кроме того, как показали опыты, проведенные в Институте химизации сельского хозяйства ВАСХНИЛ, фосфоритная мука, полученная из фосфоритов чертовского горизонта р. Полкаменная Тунгуска методом сверхтонкого измельчения, как удобрение приравнивается к суперфосфату.

Перспективы фосфоритности района далеко не исчерпываются двумя рассмотренными участками, и здесь можно ожидать выявления новых интересных проявлений.

УДСКО-ШАНТАРСКИЙ ФОСФОРИТОНОСНЫЙ БАССЕЙН

М а л о - Х и н г а н с к и й р а й о н пересекается Транссибирской магистралью, характеризуется развитым сельским хозяйством и горно-добывающей промышленностью. В его пределах известно Средне-Илгинское месторождение фосфоритов и ряд перспективных проявлений (Бурунбавское, Тигровая Падь и др.) бедных карбонатных фосфоритовых руд и фосфатно-карбонатных пород, которые могут найти применение на почвах Дальнего Востока в качестве комплексного фосфорно-карбонатного удобрения. Пахотные земли Хабаровского края и Амурской области характеризуются повышенной кислотностью, и для их окультуривания требуется внесение до 10-20 т карбонатной муки на 1 га. Использование вместо карбонатной муки фосфатно-карбонатной с содержанием P_2O_5 на уровне 5 % достигается не только известкование почв, но и минимальная или средняя обеспеченность их подвижными фосфатами. Многолетние агрохимические испытания фосфатно-карбонатной муки, проведенные в ДальНИИСХ, показали, что она обеспечивает длительное и устойчивое повышение урожайности возделываемых культур.

Средне-Илгинское месторождение расположено в Архаринском районе Амурской области, в 15-18 км к северо-востоку от ст. Архара. Проявление находится на правом склоне долины р. Средняя Илга с абсолютными отметками 170-320 м и относительными превышениями над уровнем долины реки до 100-120 м.

Выявлено оно сотрупами ДВИМСа при анализе материалов предшествующих геолого-разведочных работ на известь. В 1980 г. фосфоритоносный горизонт прослежен четырьмя канавами, пройденными через 30-300 м на расстоянии 1,0 км. В настоящее время месторождение изучается Хабаровской ГРЭ ПГО "Дальгеология".

Фосфоритоносные отложения обнажаются в провесе кровли раннепалеозойского гранитоидного массива. Протяженность их выходов составляет около 10 км при ширине 0,5-1,5 км (рис. II). Карбонатная часть разреза объединяется в мельгинскую свиту (верхний рифей), представленную в нижней части известняками, а в верхней - доломитовыми известняками и доломитами. Общая мощность ее около 1,5 км.

Фосфоритоносный горизонт (40-70 м) приурочен к верхней доломитовой части разреза. Нижняя его половина сложена слабофосфатистыми доломитами с резко подчиненными маломощными пластами (до 0,5 м) доломитовых фосфоритов, в верхней его части преобладают фосфориты с подчиненными пропластками слабофосфатных доломитов.

Разрез горизонта, изученный в северной части проявления, следующий (снизу вверх):

	Мощность, м
1. Фосфатно-доломитовые породы розово-серые массивные с прослоями доломитовых фосфоритов (до 0,4 м). Содержание P_2O_5 0,71-7,23 %, среднее 4,10 %	2,2
2. Слабофосфатные доломиты серые с редкими включениями кремней. Содержание P_2O_5 0,15-3,65 %, среднее 0,93 %	4,5
3. Фосфатно-доломитовые породы розово-серые массивные с редкими тонкими прослоями полосчатых фосфоритов, часто кремнистых. Содержание P_2O_5 0,4-10,81 %, среднее 2,7 %	22,9
4. Фосфориты доломитовые тонко-штриховато-полосчатые коричнево-бурые. Содержание P_2O_5 0,4-14,27 %, среднее 6,98 %	2,6
5. Фосфатно-доломитовые породы коричнево-серые с редкими линзовидными включениями штриховато-полосчатого фосфата. Содержание P_2O_5 1,05-4,58 %, среднее 1,09 %	5,5
6. Ритмично переслаивающиеся полосчатые доломитовые фосфориты (0,5-3,2 м) и массивные фосфатистые доломиты (0,4-0,7 м). Содержание P_2O_5 0,62-25,36 %, среднее 8,86 %	24,5

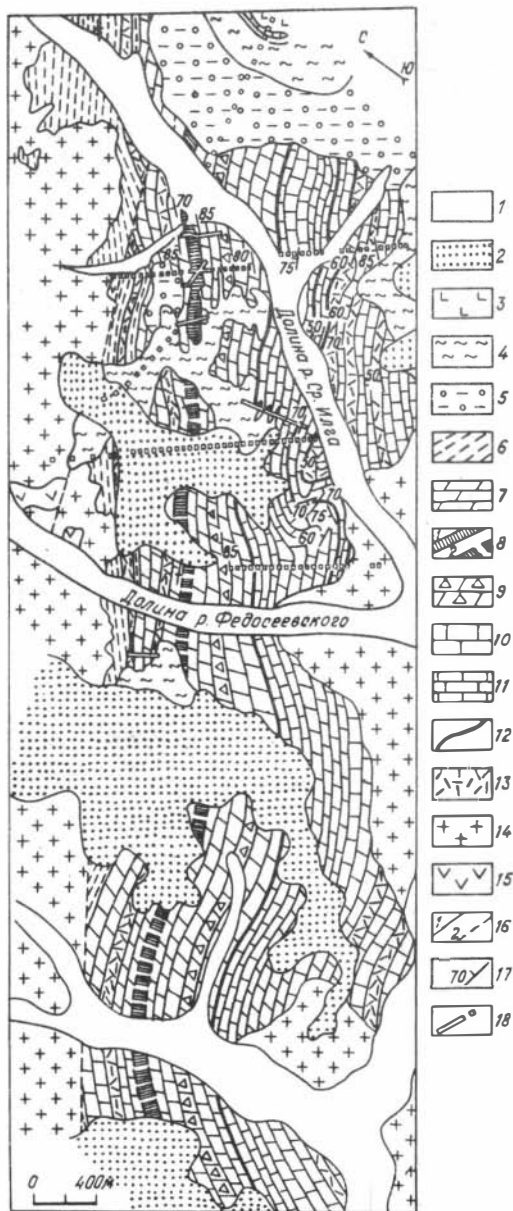


Рис. II. Схема геологического строения Средне-Илгинского месторождения фосфоритов. Составил В.А.нагорный. I - четвертичные образования, аллювий; неоген-четвертичные образования; 2 - белогорская свита, пески, галечники, суглинки, супеси; 3 - базальты; 4 - неогеновые отложения, сазанковская свита, перемешанные продукты кор выветривания (каолинизированные пески, суглинки, глины, дресвяники, маршаллиты, железистые гравелиты и конгломераты); 5 - верхнемеловые отложения, дагайская свита, глины, суглинки, конгломераты, валунники; 6 - нижнекембрийские отложения, чергиленская свита (?), глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, углеродистые известняки; верхнерифейские отложения, мельгинская свита: 7 - доломиты, доломитовые известняки, 8 - фосфоритонесный горизонт: I) прослеженный, 2) предполагаемый, 9 - слабофосфатистые брекчии доломитового состава, 10 - известняки, II - углеродистые известняки, 12 - пласты кремнистых пород, 13 - палеоэффузивы кислого, среднего и основного состава и их туфы; нижнепалеозойские интрузии: 14 - граниты, гранодиориты, 15 - диориты; 16 - разрывные нарушения: I) достоверные, 2) предполагаемые; 17 - элементы залегания пластов; 18 - горные выработки.

7. Фосфатно-доломитовые породы массивные тонкозернистые с прослоями штриховато-полосчатого фосфата. Содержание P_2O_5 0,06–7,7 %, среднее 2,03 % 4,4

Фосфориты горизонта в микро- и макрообъемах линзовидно-слоистые, реже параллельно-слоистые, часто с расцепляющимися включениями фосфата по простиранию, при этом вдоль напластования наблюдаются прямолинейные, иногда параллельные ограничения включений, а в поперечных срезах сложные кулисообразные, извилистые, рогульчатые и ветвистые.

По составу нефосфатных примесей выделяются доломитовые, кремнисто-доломитовые и железисто-кремнистые фосфориты. Но два последних типа практического значения не имеют из-за их ограниченного распространения. Доломит в фосфоритах представлен двумя разновидностями: тонкозернистой в основной массе и среднезернистой в участках разрыва сплошности фосфатных включений.

В настоящее время проявление изучено очень слабо. Но по характеру рудоносности в изученной части можно предполагать развитие фосфоритоносного горизонта в длину на 3 км и на глубину до 300 м. Прогнозные ресурсы руды со средним содержанием P_2O_5 5,9 % составляют 120 млн. т.

Обогатимость фосфоритовых руд изучалась в ДВИМСе на лабораторной пробе, содержащей 12 % P_2O_5 . По флотационной схеме методом обратной (карбонатной) флотации с 2–3 перечистками получены фосфоритные концентраты с содержанием P_2O_5 21,49–23,51 %, извлечение P_2O_5 составило 78,1–82,4 %, что характеризует руды проявления как труднообогатимые.

В результате агроиспытаний фосфатно-карбонатной муки (первый год изучения) из усредненной пробы со средним содержанием P_2O_5 около 6 % в ДальНИМСХе установлено ее положительное влияние на улучшение агрохимических свойств кислых почв (рН солевой возрос с 4–6 до 6,0, а содержание подвижных фосфатов с 1,5 до 6,5 мг/100 г почвы).

Исследования позволяют заключить, что илгинские руды могут служить сырьем для производства комплексного фосфорно-карбонатного удобрения, применение которого позволяет значительно ускорить первичное окультуривание (известкование и фосфоритование) кислых малопродуктивных почв.

У д с к о - Ш а н т а р с к и й р а й о н . В районе выявлено пять месторождений фосфоритов, из которых четыре (Лагапское, Нимийское, Горелое и Нельканское) расположены на правобережье р.Уда и одно (Северо-Шантарское) - на острове Большой Шантар (Арсеньев, Ручкина, 1974; Школьник, Антипенко, 1976). Административно эти территории входят в состав Тугуро-Чумицанского района Хабаровского края. Расстояние от ст.Ижак Байкало-Амурской магистрали до Лагапского месторождения составит 350 км, до Горелого - 410 км, до Нимийского - 400 км.

Фосфоритоносность района установлена в начале 60-х годов при производстве среднемасштабной геологической съемки. К настоящему времени в материковой части бассейна проведены крупномасштабное геологическое картирование и аэрогаммаспектрометрическая крупномасштабная съемка, значительная часть территории покрыта общими крупномасштабными поисками, на перспективных объектах завершены детальные поисковые и поисково-оценочные работы. По состоянию на ноябрь 1982 г. общие прогнозные ресурсы фосфоритовых руд района (включая запасы по категории C_2) в пересчете на P_2O_5 оцениваются в 100 млн.т, а ресурсы отдельных месторождений и наиболее перспективных проявлений - в 3-30 млн.т.

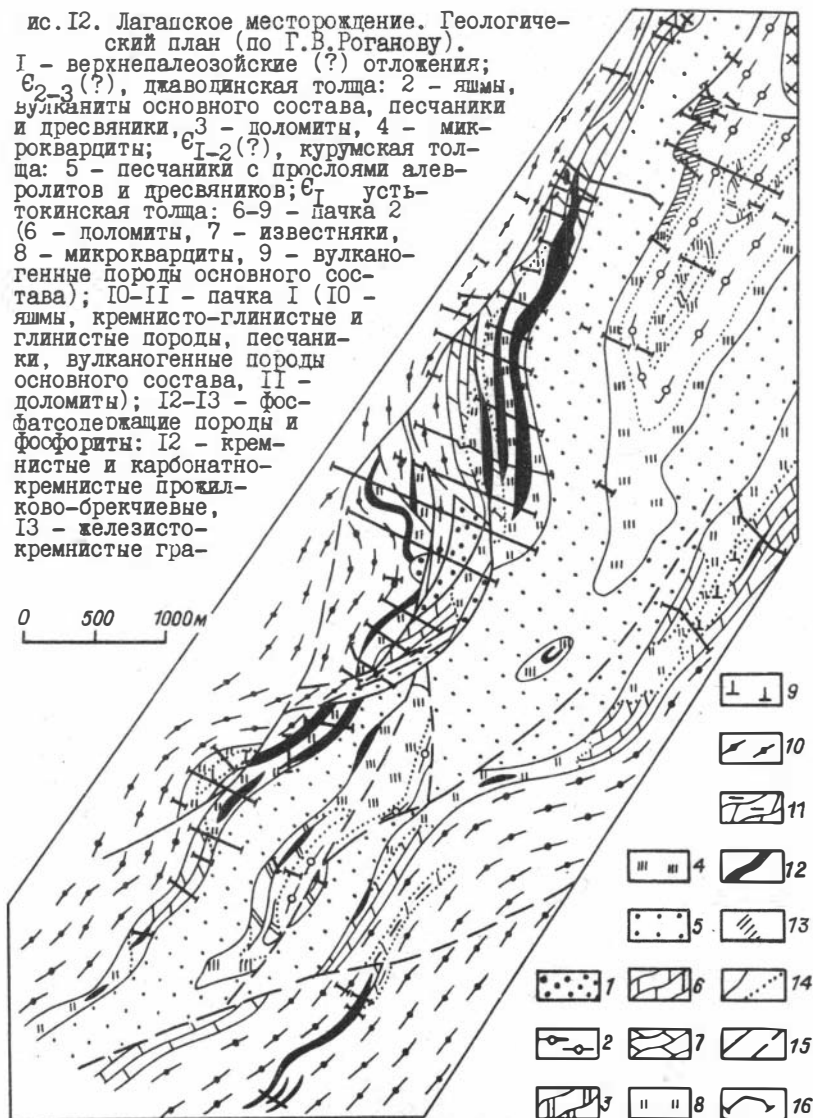
Лагапское месторождение - одно из наиболее детально изученных месторождений Удско-Шантарского бассейна, расположено на склонах хребта, разграничивающего бассейны рек Лагап и Эльга (Тонумская), в 70 км юго-западнее пос.Удское. Абсолютные высоты водоразделов достигают 1000-1500 м, относительные превышения над днищами долин - 400-500 м. Первые находки фосфоритов сделаны в 1970 г. при проведении крупномасштабной геологической съемки. В 1980 г. завершены поисково-оценочные работы. Рудные тела вскрыты канавами через 100-300 м. На участке Верхний пройдена штольня протяженностью около 600 м.

Месторождение приурочено к Ир-Нимийскому горст-антиклинорию, сложенному вулканогенными и осадочными образованиями кембрия. По материалам исследований, выполненных сотрудниками ДВИМСа в 1981 г., в пределах рудного поля фосфоритоносные отложения образуют синклиналь северо-восточного простирания (рис. 12) и представлены тремя контрастными по составу толщами, нижняя (усть-токинская) и верхняя (джаводинская) из которых сложены преимущественно кремнистыми, вулканогенными (основного состава)

ис. 12. Лагапское месторождение. Геологический план (по Г. В. Роганову).

I - верхнепалеозойские (?) отложения; E_{2-3} (?), дваволянская толща: 2 - яшмы, вулканиты основного состава, песчаники и дресвяники, 3 - доломиты, 4 - микрокварциты; E_{1-2} (?), курумская толща: 5 - песчаники с прослоями алевролитов и дресвяников; E_1 усть-токинская толща: 6-9 - пачка 2 (6 - доломиты, 7 - известняки, 8 - микрокварциты, 9 - вулканогенные породы основного состава); IO-II - пачка I (IO - яшмы, кремнисто-глинистые и глинистые породы, песчаники, вулканогенные породы основного состава, II - доломиты); I2-I3 - фосфатсодержащие породы и фосфориты: I2 - кремнистые и карбонатно-кремнистые прожилково-брекчиевые, I3 - железисто-кремнистые гра-

0 500 1000 м



велито-брекчиевые; I4 - границы: а - между стратиграфическими подразделениями, б - между литологическими подразделениями; I5 - разломы: а - установленные, б - предполагаемые; I6 - каналы.

и карбонатными породами, а средняя (курумская) – песчаниками с прослоями дресвяников и алевролитов (рис. 13). В обломочных фосфоритах кремнисто-карбонатной пачки, обособляющейся в верхах нижней толщи, найдены остатки археоциат и онколиты, позволяющие относить вмещающие их отложения к нижнему кембрию. Средняя толща условно датируется нижним-средним кембрием, верхняя сопоставляется с близкими по составу образованиями среднего-верхнего кембрия Нимийского месторождения.

Фосфориты залегают среди микрокварцитов (кварцевые породы с микрогранобластовой структурой) или карбонатных пород, образующих три фосфоритоносных горизонта. Два наиболее продуктивных горизонта принадлежат вулканогенно-осадочной толще нижнего кембрия. Первый горизонт, приуроченный к средней части разреза, обнажается на участке Третий на юго-восточном крыле синклинали. Здесь среди микрокварцитов установлены три пластообразные залежи кремнистых и карбонатно-кремнистых прожилково-брекчиевых и песчаниковых фосфоритов протяженностью от 0,4 до 1,65 км при мощности от 7,0 до 54,0 м и среднем содержании P_2O_5 10,58 %. Запасы фосфоритовых руд по категории C_2 до глубины 300 м оценены в 59,9 млн.т (6,3 млн.т P_2O_5). Второй горизонт, приуроченный к верхней части разреза нижекембрийской толщи, обнажен в виде выдержанных полос северо-восточного простирания на обоих крыльях синклинальной структуры. Наиболее крупные залежи фосфоритов зафиксированы на северо-западном крыле синклинали (участки Верхний и Пятый), где они тяготеют к подошве и кровле кремнисто-карбонатного горизонта. Здесь выделено около четырех десятков пластообразных и линзообразных, иногда расщепляющихся тел мощностью от 1-3 до 60 м и протяженностью от первых сотен метров до 2,2 км, представленных прожилково-брекчиевыми, реже сплошными афанитовыми рудами. Запасы фосфоритов по категории C_2 до глубины 300 м при средних содержаниях P_2O_5 8,6-9 % оценены в 135 млн.т (12 млн. тонн P_2O_5). Третий фосфоритоносный горизонт приурочен к основанию вулканогенно-осадочной толщи среднего-верхнего (?) кембрия, обнажающейся в ядре синклинальной структуры. На участке Левый выявлено II залежей гравелито-брекчиевых фосфоритов мощностью от 2 м до нескольких десятков метров и протяженностью до 700 м, содержащих от 7 до 20 % P_2O_5 . Запасы фосфоритовых руд по категории C_2 – 37 млн.т (около 3 млн.т P_2O_5). Общие запасы фосфори-

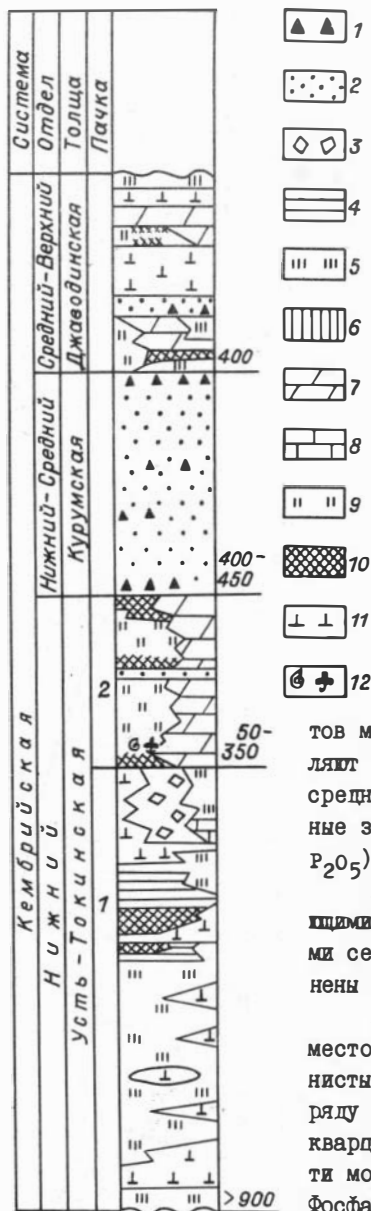


Рис. 13. Литолого-стратиграфическая колонка кембрийских отложений Лагепского месторождения. Составил Г.В.Роганов.

I - дресвяники; 2 - песчаники с редкими прослоями алевролитов; 3 - подводно-оползневые отложения: песчаники с прослоями алевролитов, кремнисто-глинистых сланцев, туфов основного состава и глыбами микрокварцитов, доломитов и фосфоритов; 4 - глинистые сланцы; 5 - ямы и кремнисто-глинистые породы; 6 - горизонты ям и кремнисто-глинистых пород с прослоями марганцевых руд; 7 - доломиты; 8 - известняки; 9 - микрокварциты; 10 - фосфатсодержащие породы и фосфориты; 11 - вулканогенные породы основного состава; 12 - остатки археоциат и онколитов.

тов месторождения по категории C_2 составляют 231,8 млн.т (21,24 млн.т P_2O_5) при среднем содержании P_2O_5 9,16%; прогнозные запасы (P_3) - 35 млн.т (3 млн.т P_2O_5).

Рудные залежи имеют общее с вмещающими кремнистыми и карбонатными породами северо-восточное простирание и наклонены под углами 60-70, иногда 80-90°.

Наиболее широко распространенные на месторождении прожилково-брекчиевые кремнистые и карбонатно-кремнистые руды наряду с обломками нерудных пород (микрокварциты, доломиты) содержат обломки почти мономинеральных афанитовых фосфоритов. Фосфатное вещество частично находится так-

же в прожилках и в цементе. Содержание P_2O_5 колеблется от 5 до 25 %, отношение Fe_2O_3/P_2O_5 — от 1,8 до 7,8; MgO/P_2O_5 — от 1,5 до 5,6. Происхождение прожилково-брекчиевых руд, по-видимому, следует связывать с эпигенетическим преобразованием первичных фосфатно-карбонатных осадков под влиянием насыщенных кремнеземом восходящих гидротермальных растворов вулканического происхождения. Эти растворы, проникая в фосфоритоносную толщу, производили выщелачивание карбонатных пород, формирование гидротермального карста, механическое и химическое переотложение фосфата и замещение (частичное или полное) карбонатов кварцем. Декриптометрией микрокварцитов установлено, что температуры гидротерм колебались в интервалах $220-280^{\circ}$ и $360-400^{\circ}$.

Седиментационные брекчиевые и гравелито-брекчиевые руды широко распространены только в третьем фосфоритоносном горизонте. Они сложены обломками микрокварцитов, яшм, карбонатных пород, туффигов, песчаников и афанитовых фосфоритов. В цементе и в виде прослоев в обломках яшм присутствует гематит. Содержание P_2O_5 колеблется от 5 до 16 %, Al_2O_3 — от 0,65 до 3,8 %, Fe_2O_3 — от 0,76 до 25,3 %, MgO — от 0,26 до 1,54 %. Песчаниковые и массивные афанитовые руды распространены ограниченно и самостоятельного значения не имеют.

Технологическое изучение 14 проб, отобранных из фосфоритов второго и третьего горизонтов, показало, что наиболее легко обогатимыми являются кремнистые брекчиевые и прожилково-брекчиевые фосфориты. Природные свойства руд допускают применение широкой гаммы технологических методов (суспензионных, пенной сепарации, флотации) с получением концентратов, содержащих до 35–36 % P_2O_5 при извлечении от 85 до 96 %. Присутствие в концентрате вредных примесей (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , CO_2 , MgO) колеблется от долей до 1%. Концентраты пригодны для производства всех видов растворимых удобрений, желтого фосфора, термофосфатов и фосфоритной муки. УНИХИМом установлена высокая эффективность эксплуатационной переработки концентратов. Коэффициент разложения сырья 96,6–100 %, коэффициент извлечения фосфата из сырья в кислоту 92,6–97,4 %. По расходным коэффициентам фосфоритовое сырье Лагапского месторождения близко к апатитовому.

Месторождение Горелое расположено на правом берегу р. Ир в 50 км к югу от пос. Удское. Абсолютные отметки поверхности 700–

1350 м, относительные превышения 250–400 м. Открыто в 1963 г. при производстве среднемасштабной геологической съемки. В 1982 г. завершены поисково-оценочные работы со вскрытием фосфоритоносных горизонтов канавами.

По особенностям геологического строения рассматриваемое месторождение сходно с Лагапским. Основная часть прогнозируемых запасов фосфоритовых руд сосредоточена в четырех горизонтах микрокварцитов вулканогенно-кремнисто-карбонатной (джаводинской?) толщи. В горизонте ХУШ, вскрытом семью канавами, выделяется пять залежей фосфоритов предполагаемой протяженностью от I до 4,7 км при мощности от 3,8 до 10,2 м и среднем содержании P_2O_5 от 4,9 до 11,29 %. В трех других горизонтах (ХУШа, ХIХ и ХIХа) выявлено по одной залежи фосфоритов предполагаемой протяженностью от 1,6 до 7,2 км при средней мощности от 5,1 до 10,6 м и среднем содержании P_2O_5 от 9,29 до 12,37 %. Суммарные прогнозные запасы фосфоритовых руд (категория P_T) по этим четырем горизонтам оцениваются в 150 млн. т (16 млн. т P_2O_5). По составу и структурно-текстурным особенностям фосфориты месторождения Горелое подобны прожилково-брекчиевым фосфоритам участка Верхний Лагапского месторождения.

Ир-Нимийское месторождение расположено в междуречье Ними и Ира в 55 км к югу от пос. Удское. Для района месторождения характерен среднегорный рельеф с абсолютными высотами водоразделов 900–1100 м и относительными превышениями последних над тальвегами долин в 400–600 м.

Фосфориты выявлены в 1963 г. при производстве среднемасштабной геологической съемки. В конце 60-х – начале 70-х годов на месторождении проведены детальные поисковые работы, а в 1981 г. – поисково-оценочные. Рудные тела вскрыты канавами через 350–1650 м. В долине р. Верх. Джаводи они пролежены на глубину 50 м скважиной колонкового бурения.

В пределах рудного поля месторождения обнаружены отложения среднего-верхнего и верхнего кембрия, которые подразделяются на джаводинскую (вулканогенно-кремнисто-карбонатную) и ирскую (вулканогенно-кремнистую) толщи (рис. 14, 15). Фосфориты приурочены к джаводинской толще, в низах разреза которой собраны остатки беззамковых брахиопод и трилобитов, представленных средне- и верхнекембрийскими формами, а в верхах – остатки брахиопод, ха-

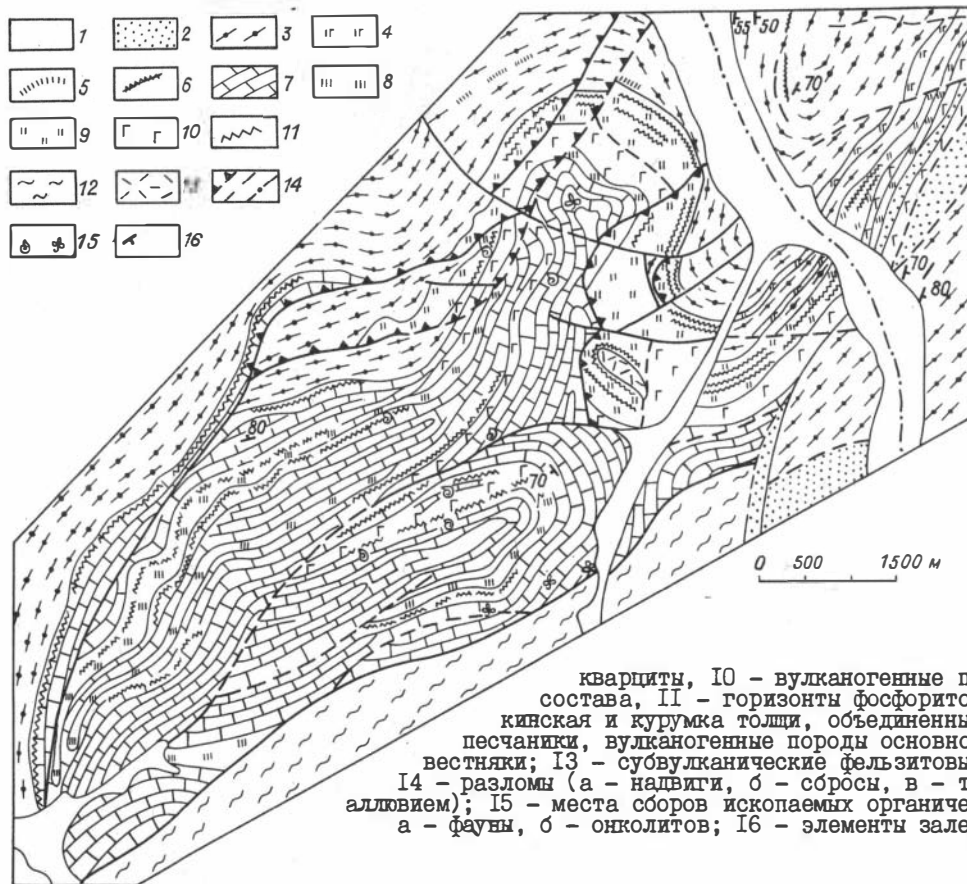


Рис. 14. Ир-Нимийское месторождение. Геологический план (по Г.В.Роганову и Л.П.Соболеву).

I - аллювиальные отложения; 2 - песчаники с прослоями алевролитов; 3 - ирская толща; 4 - пестроцветные яшмы и кремнисто-глинистые породы; 5 - вулканогенные породы основного состава; 6 - горизонты кремнистых пород с прослоями марганцевых руд; 7 - известняки; 8 - яшмы; 9 - микро-

кварциты; 10 - вулканогенные породы основного состава; 11 - горизонты фосфоритов; 12 - усть-токинская и курумка толщи, объединенные; 13 - яшмы, песчаники, вулканогенные породы основного состава, известняки; 14 - разломы (а - надвиги, б - сбросы, в - то же, перекрытые аллювием); 15 - места сборов ископаемых органических остатков: а - фауны, б - онколитов; 16 - элементы залегания слоев

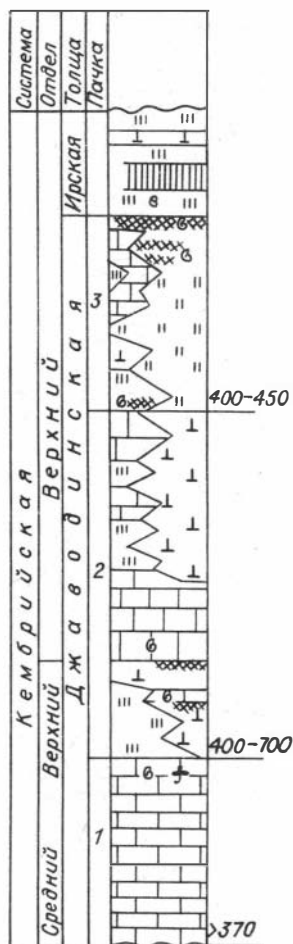


Рис. 15. Литолого-стратиграфическая колонка кембрийских отложений Ир-Нимийского месторождения. Составили Г.В.Роганов и Л.П.Соболев. Усл. обозн. см. на рис. 14

рактерных для верхнего кембрия. Кембрийские отложения собраны в антиклинальную и синклиналиную складки северо-восточного простирания, осложненные сбросами и надвигами.

Фосфориты отмечаются в средней и верхней частях разреза джавудинской толщи (см. рис. 15). Наиболее крупные их залежи приурочены к верхней кремнисто-карбонатной пачке, которая в северо-восточной части рудного поля представлена микрокварцитами с редкими прослоями яшм, кремнистых туффилов и вулканитов основного состава, а в северо-западной — яшмами, кремнекlastическими брекчиями, известняками и доломитами.

Наиболее детально изучен участок Ними (северо-восточный фланг месторождения), где на отрезке протяженностью около 9,3 км главная фосфоритоносная пачка вскрыта в 13 пересечениях магистральными канавами, изучена поисковыми маршрутами, магниторазведкой и шуровой гамма-съёмкой. В разрезе пачки здесь обособляются интервалы, представленные массивными микрокварцитами, образовавшимися, по-видимому, в результате метасоматического преобразования известняков или доломитов, и микрокварцитами с реликтовой седиментационной обломочной структурой, возникшими путем метасоматического окварцевания грубообломочных карбонатных пород, содержащих обломки пестроокрашенных яшм. Обломочные породы тяготеют к верхам разреза пачки и фиксируют перерывы в осадконакоплении. Они вмещают залежи окварцованных фосфоритных дресвяников, гра-

велитов и брекчий, пласты пестроокрашенных кремнистых туффитов, кремнисто-глинистых пород и туффов основного состава с включениями фосфатных обломков, а также редкие маломощные тела кремнистых линзовидно-полосчатых и ракушняксовых фосфоритов. Среди массивных микрокварцитов обособляются залежи кремнистых прожилково-брекчиевых фосфоритов, подобных фосфоритам участка Верхний Лагапского месторождения. По каждому из пересечений в разрезе пачки опробованием выделяется от 3 до II залежей фосфатоносных пород мощностью от 2 до нескольких десятков метров с содержанием P_2O_5 от 5 до 12 %, трудно поддающихся корреляции из-за проявлений блоковой тектоники и невыдержанности состава фосфоритоносных отложений по простиранию. Наиболее уверенно фосфоритоносные интервалы коррелируются на правом берегу р.Верх.Джаводи. Здесь выделены две пластообразные залежи фосфоритов протяженностью I450 и I350 м, средние мощности которых при бортовом содержании P_2O_5 5 % составляют соответственно 60,8 и 29,8 м, а содержание P_2O_5 - 5,96 и 7,32 %. Прогнозные ресурсы руды по этим залежам до глубины 200 м (категория P_2) оценены в 72 млн.т (4,6 млн.т P_2O_5). Общие прогнозные ресурсы фосфоритовых руд участка Ними (категория P_1+P_2) до глубины 200 м (уровень рек Ними и Верх.Джаводи) при бортовом содержании P_2O_5 5 % - 200 млн.т (около I4 млн.т P_2O_5).

За пределами участка Ними в бассейне руч.Джелукак и в верховьях р.Джаводи в разрезе главной фосфоритоносной пачки выделены и опробованы в 4-I2 пересечениях три пласта кремнистых и карбонатно-кремнистых брекчиевых фосфоритов, два из которых приурочены к подошве и кровле яшмового горизонта, залегающего в основании пачки, и один - к кровле пачки. Предполагаемая протяженность пластов колеблется от 5,5 до 8,5 км, средняя мощность - от 4,5 до 10 м, среднее содержание P_2O_5 - от 8,89 до 15,16 %. Прогнозные ресурсы руды (категория P_1) до глубины 300 м при бортовом содержании P_2O_5 5 % оценены в I35 млн.т (I4 млн.т P_2O_5). Общие прогнозные ресурсы фосфоритов месторождения составляют около 380 млн.т (30 млн.т P_2O_5).

Изучение обогатимости кремнистых фосфоритовых руд Ир-Нимийского месторождения показало, что по гравитационно-флотационной схеме обогащения из них может быть получен концентрат с содержанием P_2O_5 до 3I-32 % при извлечении 8I,8 %. Из карбонат-

но-кремнистых руд по селективной схеме обогащения получен концентрат с 26,9 % P_2O_5 при извлечении 60 %.

Нельканское месторождение расположено в верховьях р. Нелькан в 45 км к юго-востоку от пос. Удское. Абсолютные отметки поверхности достигают 900 м, относительные превышения – 250–300 м. Выявлено при среднемасштабной геологической съемке в 1974 г.

Фосфоритоносные образования, условно датированные верхним кембрием, обнажаются на трех участках в эрозийных окнах среди отложений верхней перми и верхней иры. В их разрезе выделяются две толщи, одна из которых, представленная микрокварцитами, вулканитами основного состава, яшмами и фосфоритами, сопоставляется с джавадинской толщей Ир-Нимийского месторождения; другая, сложенная пестродветными яшмами с прослоями известняков и вулканитов, – с ирской толщей того же месторождения. По р. Левый Нелькан фосфоритоносные отложения находятся, по-видимому, в опрокинутах залегании и падают на юго-восток под углами 60–70°. В бассейне р. Правый Нелькан они смяты в антиклинальные и синклинальные складки.

Прогнозируемые запасы фосфоритовых руд сосредоточены в четырех горизонтах микрокварцитов. Наиболее детально (шестью канавами и скважиной глубиной 210 м) изучен горизонт, обнажающийся в среднем течении р. Левый Нелькан. В его разрезе установлена залежь прожилково-брекчиевых кремнистых фосфоритов протяженностью 1700 м при средней мощности 60,3 м и среднем содержании P_2O_5 8,71 %. Запасы руды по категории C_2 до глубины 300 м оценены в 86,1 млн. т (7,5 млн. т P_2O_5). В трех других горизонтах, обнажающихся на правом берегу р. Правый Нелькан, прогнозные запасы фосфоритов (категория P_2) составляют около 62 млн. т (5 млн. тонн P_2O_5). По составу и структурно-текстурным особенностям фосфориты Нельканского месторождения сходны с фосфоритами участка Верхний Лагапского месторождения.

Северо-Шантарское месторождение расположено в северной части о-ва Бол.Шантар. Характеризуется низкогорным расчлененным рельефом с превышениями водоразделов над уровнем моря не более 300 м. Открыто в 1968–1969 гг. при проведении специализированных поисковых работ на фосфориты.

В карбонатно-вулканогенно-кремнистой толще, условно сопоставляемой с джавадинской толщей Ир-Нимийского месторождения, вы-

явлено девять горизонтов микрокварцитов, вмещающих более 10 залежей брекчиевых и прожилково-брекчиевых кремнистых и карбонатно-кремнистых фосфоритов мощностью от 2 до 20 м со средним содержанием P_2O_5 от 5 до 9,2 %, вскрытых и опробованных в единичных пересечениях. Предполагаемая протяженность залежей меняется от 300 до 1000 м. Прогнозные запасы руды (категории P_1+P_2) при глубине подсчета 75–300 м оцениваются в 50 млн.т (около 3,6 млн.т P_2O_5).

А П А Т И Т Ы

МАЙМЕЧА-КОТУЙСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Маймеча-Котуйская провинция располагается на севере Красноярского края в пределах Таймырского и Эвенкийского автономных округов к югу от п.Хатанга. Месторождения апатита связаны с триасовыми интрузиями ультраосновных щелочных пород и карбонатитов (Фосфориты..., 1980). На одном из месторождений - Браас - проводится предварительная разведка, остальные оденены на стадии поисковых работ с применением бурения. Изучением этих месторождений занимались многие исследователи (Данилин, Богадица, 1979; Данилин, Гордиенко, 1976; Занян, Жирова, 1972; Егоров, 1964, 1974; Апатитовые месторождения..., 1983).

Месторождение Далбыха-Центральная находится на правом берегу р.Маймечи в 190 км к югу от п.Хатанга.

Рудное поле месторождения слагают кембрийские доломиты, известняки и мергели, прорванные многочисленными дайками сложного состава (от ультраосновного до щелочного), трубками кимберлитов и штокообразными телами ультраосновных щелочных пород. Последние группируются в две зоны, состоящие в общей сложности из 12 малых интрузий размером от 0,2 x 0,2 до 0,9 x 0,5 км и одной крупной 1,6 x 2,5 км. Апатит встречается почти во всех телах, но только в указанной крупной интрузии (собственно массив Далбыха), расположенной на пересечении зон, скопления его могут иметь промышленное значение.

Геологическое строение интрузии, с которой связано апатитовое месторождение Далбыха-Центральная, концентрически зональное. Центральная часть ее сложена якупирангитами, мельтейгитами и ийолитами, периферическая (1,7 км²) - карбонатитами (рис.16). На контакте между ними прослеживаются реакционные породы - "сланцы", состоящие из флогопита, кальцита, а также редкометалльных минералов (пироклора, малакона).

В контактовой зоне интрузии на расстоянии до 50-300 м доломиты и известняки амфиболлизированы, мраморизованы, местами скарнированы, падение слоев их вблизи контактов с магматическими породами 70-80° от интрузии, а на удалении 0,5-1 км - 3-5°. Форма интрузивного тела штокообразная с крутонаклонными (70-80°)

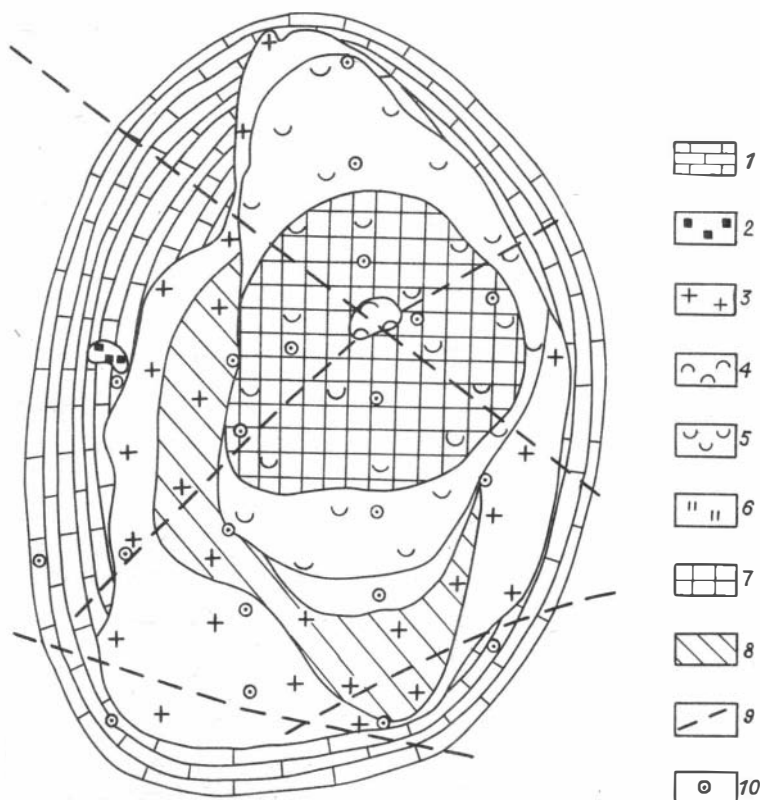


Рис. 16. Схема геологического строения месторождения Далбыха-Центральная.

1 - доломиты, известняки кембрия, мраморизованные; 2 - франколитовые руды; 3 - карбонаты; 4 - якупирангиты; 5 - мельтейгиты и ийолиты; 6 - слюдиты; 7 - апатит-силикатные руды (Центральная зона); 8 - апатит-карбонатные руды (Периферическая зона); 9 - разломы; 10 - скважины.

к центру контактами. По данным кернового опробования 22-х скважин глубиной 100-200 м на месторождении выделены две основные рудные зоны: Центральная и Периферическая. Оконтуривание их производилось по бортовому содержанию $P_2O_5 > 3\%$ в целом по скважине.

Центральная зона имеет размеры в плане $1,0 \times 1,1 \text{ км}^2$, форма ее в плане изометричная, а действительная, вероятно, несколько конусообразная. Зона вскрыта шестью скважинами, содержание P_2O_5 по которым колеблется в пределах 3,20–6,5 % и в среднем составляет 4,5 %.

Периферическая зона, имеющая дугообразную форму, прослежена тремя скважинами на 2,5 км, ширина ее 100–300 м (в среднем 210 м), среднее содержание P_2O_5 – 4,1 %.

Основные типы руд на месторождении следующие: а) апатит-силикатные, б) апатит-карбонатные, в) апатит-магнетитовые.

Апатит-силикатные руды существенно преобладают в пределах Центральной зоны. Они представляют собой ийолиты, мельтейгиты, якупирангиты, обогащенные апатитом. Последний присутствует в виде гнезд, вкрапленности, прожилков, часто в ассоциации с кальцитом, диопсидом, пироксеном и магнетитом. Встречаются зональные прожилки мощностью до 15 см, у которых периферические части сложены пироксеном, а центральные – апатитом и кальцитом.

Содержание P_2O_5 по отдельным пробам апатит-силикатных руд колеблется в пределах 3,20–15,40 % (коэффициент вариации 54 %). Средние содержания других компонентов: $Fe_2O_3 + FeO$ – 12,8 %; SiO_2 – 26,98 %; $Na_2O + K_2O$ – 3,89 %; F – 0,55 %.

Апатит-карбонатные руды, слагающие Периферическую зону, представляют собой карбонатиты, содержащие гнезда, вкрапленность, "розетки" желтоватого и бесцветного апатита. Как и в других ультраосновных щелочных массивах, карбонатиты месторождения Дабьуха-Центральная многостадийные. Выделяются (в последовательности внедрения) следующие разновидности этих пород: 1) флогопит-пироксен-кальцитовые, 2) флогопит (тетраферрифлогопит)-кальцитовые, 3) форстерит-кальцитовые, 4) флогопит-амфибол-кальцитовые. Более высокие содержания апатита характерны для карбонатитов первых трех стадий (P_2O_5 в среднем 4,20–4,40 %); в амфиболовых разностях среднее содержание пятиоксида фосфора – 3,24 %.

Апатит-магнетитовые руды вскрыты скважинами в Центральной зоне на глубине более 100 м в виде отдельных жил мощностью до 5 м либо маломощных ветвящихся прожилков. Распространение их небольшое (3 % рудного керна). Среднее содержание P_2O_5 в апатит-магнетитовых рудах 10,2 % (от 7,8 до 20 %), $Fe_2O_3 + FeO$ – 29,3 %.

Прогнозные ресурсы апатитовых руд месторождения Далбыха-Центральная до глубины 400 м оцениваются в 1,5 млрд.т, в том числе апатит-силикатных с содержанием P_2O_5 4,5-5 % 1 млрд.т (40-50 млн.т P_2O_5), апатит-карбонатных (4-4,5 % P_2O_5) - 0,5 млрд.т (20-25 млн.т P_2O_5). Месторождение рекомендуется для постановки предварительной разведки.

Месторождение Маган располагается в 220 км южнее п.Хатанга и в 600 км восточнее г.Норильска на водоразделе рек Котуй и Котуйкан. Район холмистый, с максимальными отметками 650 м и относительными превышениями 200-250 м.

Месторождение связано с одноименным массивом площадью 42 км², выявленным в 1954 г. В.Е.Савидкием. В 1958-1961 гг. сотрудниками НИИГА в пределах массива выявлено месторождение флогопита и обнаружены выходы апатитоносных пород. Поисковые работы на апатит проведены в 1971-1977 гг. Красноярским геологическим управлением. В пределах массива проведено бурение колонковых скважин глубиной до 300 м.

Массив представляет собой плутон центрального типа, около 80 % которого сложено ийолитами, в центральной части прорванными карбонатитами. На севере массива обнажаются небольшие тела щелочных и нефелиновых сиенитов, а на юго-востоке отмечаются реликтовые останцы перидотитов и пироксенифов.

Вмещающими массив породами являются кварцевые песчаники и доломиты мукунской и билляхской серий верхнего протерозоя, выведенные на поверхность в результате блоково-купольного поднятия, сформированного при становлении массива. Большую роль при формировании массива сыграли радиальные разломы, по которым происходили вертикальные перемещения крупных блоков вмещающих пород. Наличие кольцевых разломов подчеркивается зонально-концентрическим расположением маломощных линзовидных тел щелочных и нефелиновых сиенитов, полукольцевой зоной апатитсодержащих ийолитов, а также общей зональностью массива.

На контакте ийолитов с кварцевыми песчаниками сформирована контактово-метасоматическая зона эгиринитов, фенитов, твейтозитов шириной 100-750 м и протяженностью 21,5 км, с которыми связана апатитоносность массива. Эгиринит-фениты состоят из пироксена (эгирин-диопсид), калиевого полевого шпата и апатита. К эгиринитам отнесены меланократовые разности, содержащие менее 20 %

полевого шпата. Промежуточными по составу являются твейтозиты (20–50 % полевого шпата). Эгириниты, твейтозиты и фениты, содержащие более 10 % апатита, выделены как эгирин-apatитовые руды. В связи с неравномерностью распределения апатита в породах внутреннее строение апатитоносной зоны неоднородно. В ней встречаются блоки "безрудных" эгиринит-фенитов, а также жилы и дайки нефелиновых сиенитов, долеритов и ийолитов. Общая площадь рудоносной зоны около 4 км², падение контактов крутое (75–80°) как в сторону массива, так и под вмещающие породы.

При поисковых работах в пределах месторождения выделено несколько рудных зон эгирин-apatитовых руд (см. рис. 17). Их конфигурация обусловлена ступенчато-блоковым строением месторождения, в процессе формирования которого в контакте с ийолитами обнажились породы различного состава и стратиграфических уровней. Северная и западная рудные зоны характеризуются содержаниями P₂O₅ соответственно 6,4 % и 7,0 %. Прогнозные запасы пятиоксида фосфора по этим двум зонам до глубины 400 м составляют 105 млн.т, по остальным трем рудным зонам (исключая южную) – 135 млн.т со средним содержанием P₂O₅ 4,8 %.

Апатитоносными в пределах массива являются также ийолиты, образующие в северной его части полукольцевую зону, параллельную контурам массива. Протяженность зоны около 5,5 км, ширина 0,5–0,7 км. Распределение апатита в апатитосодержащих ийолитах неравномерное и колеблется в пределах 0,5–7 % P₂O₅, составляя в среднем 3 %.

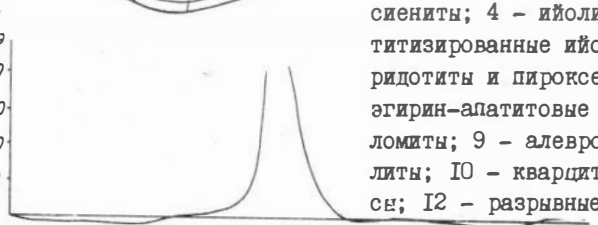
Исследования обогатимости эгирин-apatитовых руд проводились первоначально ГИХСом, а в дальнейшем Красноярским институтом цветных металлов (КИЦМ), и были направлены на комплексное использование этих руд. В результате технологических испытаний пяти проб с содержаниями P₂O₅ от 5,6 до 15,94 % обычными методами обогащения (магнитной сепарацией и флотацией) были получены апатитовые концентраты с содержанием P₂O₅ 34,0–39,9 % (Fe = 0,38–0,19 %, MgO = 0,49 %) при извлечении 82,6–94,3 %, а также эгириновые концентраты с содержанием эгирина 91–96 % при извлечении 68–86 % и полевошпатовые с содержанием полевого шпата 96 % при извлечении 91 %. Апатитовые концентраты удовлетворяют требованиям ГОСТ 5–1188–72, ТУ 6–12–63–75 и могут быть использованы как в химической промышленности, так и для производства удо-



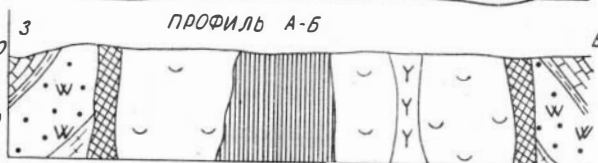
Рис. 17. Схематическая геологическая карта месторождения Маган.

I - доломитовые карбонаты; 2 - форстерит-флогопит-доломит-магнетитовые породы и руды; 3 - щелочные и нефелиновые сиениты; 4 - ийолиты; 5 - апатитизированные ийолиты; 6 - перидотиты и пироксениты; 7 - эгирин-апатитовые руды; 8 - доломиты; 9 - алевролиты, аргиллиты; 10 - кварциты; 11 - гнейсы; 12 - разрывные нарушения.

ΔZ
млз
400
300
200
100



700
500
250
0
-250
-500
-750



бренней. Полевошпатовый концентрат отвечает ГОСТу I345I-68 (марки ПС-3 и КПС-3). Пироксеновые концентраты могут быть использованы в качестве добавки в производство глазури для керамики, стройматериалов, пенокералита и др.

В центральной части массива Маган вскрываются существенно магнетитовые руды, связанные с карбонатитовым этапом и слагающие две изолированные залежи, разделенные штоком доломитовых карбонатитов. Суммарная площадь залежей 0,9 км², среднее содержание валового железа в рудах 33 %, прогнозные запасы магнетитовых руд до глубины 500 м оцениваются в 1500 млн.т. При технологических испытаниях в КИЦМе из этих руд, содержащих 34,8 % железа, получены магнетитовый концентрат с содержанием железа 60,3-67,5% при извлечении 92-94 % и флогопитовый концентрат с содержанием слюды 90 % при извлечении 96,9 %.

Месторождение Браас располагается в 35 км восточнее месторождения Маган на склоне холмообразной возвышенности и связано с одноименным массивом.

Массив выявлен в 1961 г. Н.А.Тимашковым и В.В.Брагиним, обнаружившими в его юго-восточной части тела фанколитовых и магнетит-апатитовых руд. Изучение апатитоносности массива проводилось Красноярским геологическим управлением с 1971 г., а с 1980 г. на месторождении проводится предварительная разведка.

Месторождение состоит из двух частей, различающихся особенностями геологического строения: крайняя северо-западная часть (1,2 км²) сложена ийолитами, магнетит-нефелин-пироксеновыми породами и апатит-магнетитовыми рудами, центральная и юго-восточная части представляют собой горстообразный блок архейских гнейсов, выведенный на дневную поверхность в процессе становления интрузии и инъецированный жилами и прожилками кальцит-амфибол-флогопит-магнетит-апатитового состава, а также апатитовыми карбонатитами и магнетит-апатитовыми рудами. Породами, вмещающими массив, являются кварцевые песчаники верхнего протозоя.

Северо-западный интрузивный блок представляет собой единое тело эллипсоидальной формы (1,8 x 0,6-1 км), вытянутое в плане в северо-восточном направлении. Ийолиты флогопитизированы, замещены породами рудного комплекса. Слабоизмененные их разности сохранились лишь в виде реликтовых участков. На контакте их с

кварцевыми песчаниками сформирована маломощная зона эгиринитов, твезитов, фенитов, в пределах которой выделяются маломощные апатитоносные тела. Размеры отдельных тел, обогащенных апатитом, не более 1-20 x 50-100 м. Прогнозные запасы этих руд до глубины 400 м оцениваются в 4-5 млн. т P_2O_5 .

В северо-западном блоке отмечаются выходы штокверка жил апатит-магнетитового состава суммарной площадью около 0,5 км². Мощность отдельных жил от нескольких сантиметров до 12-13 м. Характерно отсутствие карбонатов в составе руд, крупнозернистое строение, резкие контакты с флогопитизированными и нефелинизированными шюльцитами. Средние содержания P_2O_5 , по данным бурения (до 400 м), составляют 5,5-6,0 %.

Становление центральной и юго-восточной частей месторождения сопровождалось формированием купольно-блоковой структуры, охватившей прилегающую к массиву толщу вмещающих пород. В ее пределах отмечаются многочисленные более мелкие блоковые участки пород по зонам разрывных нарушений и развитие интенсивной трещиноватости внутри дислоцированных блоков.

Апатитоносными в центральной и юго-восточной частях месторождения являются гнейсы, инфильтрованные многочисленными жилами и прожилками, образующими рудный штокверк. Суммарный объем апатит-магнетитовых прожилков в общей массе штокверка составляет 5-6 %, а апатитоносных карбонатитов - в среднем около 20 %. Основная масса руд месторождения (около 75 %) представлена жилами и прожилками, в которых наряду с апатитом и магнетитом в различных сочетаниях присутствуют тетраферрифлогопит, амфибол, доломит, кальцит и форстерит. Средние содержания пятиоксида фосфора в первичных рудах составляют 5,0-5,6 %.

Масштабы и интенсивность гипергенных процессов в различных частях месторождения неодинаковы. Наименее развиты коры выветривания в северо-западном блоке (рис. 18) и в центральной части месторождения - рудный блок III (мощность 10-15 м); более интенсивны они на юго-востоке (рудные блоки I, II), где мощность коры выветривания увеличивается до 80-140 м. Установлена преобладающая роль линейного типа кор, формировавшихся на фоне развития площадного корообразования. Если исключить зону гипергенного изменения пород, в пределах которой происходит обогащение пятиоксида фосфора, на месторождении в целом значительных вариаций

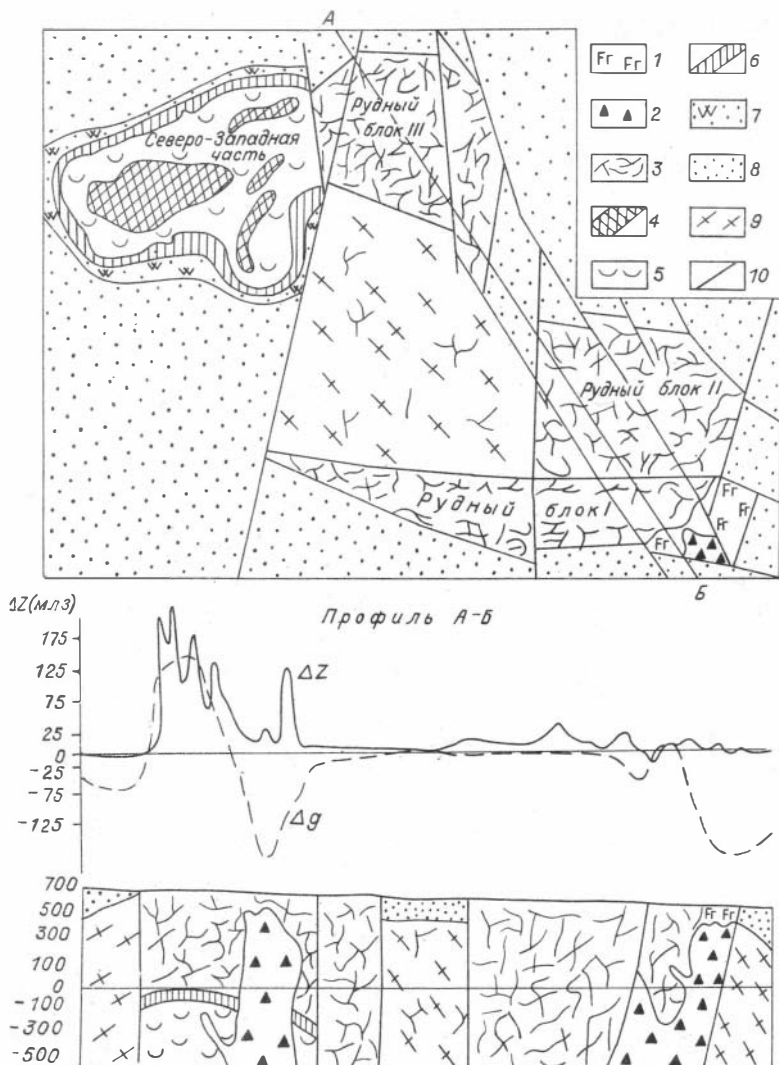


Рис. 18. Схематическая геологическая карта месторождения Браас.

1 - франколитовые руды; 2 - доломитовые карбонаты; 3 - штокверк кальцит-магнетит-апатитовых, кальцит-тетраферри-флопотит-амфибол-магнетит-апатитовых прожилков и жил в гнейсах (рудная толща); 4 - штокверк апатит-магнетитовых жил в ильменитах; 5 - ильциты; 6 - эгириниты, фениты, твейтозиты; 7 - кварциты; 8 - верхнепротерзойские кварцевые песчаники; 9 - гнейсы; 10 - разрывные нарушения.

изменения содержания P_2O_5 с глубиной не устанавливается. Бурением определен вертикальный интервал распространения оруденелых гнейсов, который составляет не менее 400–500 м.

На месторождении выделяется две группы геолого-технологических типов фосфатных руд: первичные – карбонат-апатит-магнетитовые и в меньшей степени апатит-магнетитовые, залегающие ниже коры выветривания, и вторичные – магнетит-апатит-франколитовые и франколитовые, характерные для верхних горизонтов месторождения в зоне гипергенеза. Технологические лабораторные испытания фосфатных руд месторождения показали их худшую, по сравнению с рудами Магана, обогатимость, что является следствием сложного состава и мелкозернистого строения руд. Из карбонат-апатит-магнетитовых руд месторождения в Красноярском институте цветных металлов получен апатитовый (содержание P_2O_5 37,5 %, Fe – 0,37 %, извлечение 63,8 %) и магнетитовый (Fe – 66,4 %, P_2O_5 – 0,47 %, извлечение 70,1 %) концентраты. В магнетит-апатит-франколитовых рудах сложность обогащения, присущая для первичных руд, усугубляется присутствием вторичного фосфата – франколита. Из руд этого типа получен апатитовый концентрат с содержанием P_2O_5 34,36%, Fe – 1,54 % и извлечением 63,3 % и магнетитовый – с содержанием Fe – 68,69 %, P_2O_5 – 0,2 % и извлечением железа 58,3 %. Лучшей обогатимостью отличаются апатит-магнетитовые руды рудного блока Ш и северо-западного блока, из которых получен апатитовый концентрат с содержанием P_2O_5 40,21 % (Fe – 0,27 %, MgO – 0,77 %) при извлечении 72 % и магнетитовый концентрат с содержанием Fe – 69,24 %, P_2O_5 – 0,15 % и извлечением 80,2 %.

Прогнозные ресурсы месторождения оцениваются в 150 млн.т P_2O_5 в том числе по первичным рудам 100 млн.т с содержанием пятиоксида фосфора 5,7 %, по вторичным – около 50 млн.т (II,0 % P_2O_5).

Месторождение Ессей располагается в 30 км к северу от озера Ессей.

Массив ультраосновных щелочных пород, с которым связано месторождение, был выявлен в 1958 г. А.В.Воронковым в результате наземной проверки аэрогамма-аномалии, зафиксированной Д.В. Левиным, Б.А.Александровым и др. В 1964 г.Г.И. Поршнев по данным магнитной съемки и единичным кавалам выделил в массиве Ессей кольцевую рудоносную зону, а последующие поисково-съёмочные ра-

боты ПГО "Красноярскгеология" с применением бурения подтвердили наличие крупных залежей апатитовых и магнетитовых руд.

Массив Ессей имеет несколько конусообразную (сужающуюся книзу) овальную в плане форму. Площадь выхода его около 10 км². Центральная часть массива (1,2 км²) сложена доломитовыми карбонатами, периферическая - кальцитовыми карбонатами и породами рудной серии. В северной части обнажаются ийолиты, мельтейгиты и оливиниты.

Вмещающие породы представлены ордовикскими известняками, образующими блоково-куполовидную структуру с крутыми углами падения непосредственно у контакта с массивом и постепенно выглаживающимися до 10-15° в 2-3 км от него.

Широко распространена в массиве Ессей кора выветривания мощностью до 150 м. Она перекрывается водно-ледниковыми четвертичными отложениями (5-30 м). В результате поисковых работ (с бурением до глубины 400 м) на месторождении выявлен ряд рудных тел, сложенных первичными и вторичными железо-фосфатными и фосфатными рудами. Тела первичных руд группируются в неполнокольцевую зону, прерывающуюся в восточной части массива (рис. 19). Размер отдельных тел в плане от 50 x 150 м до 1200 x 100-300 м; общая протяженность зоны около 6 км; ширина варьирует в пределах от 50 до 600 м. Коэффициенты рудоносности по скважинам (подсчитанные по бортовому содержанию P₂O₅ 3 % с исключением пустых прослоев мощностью более 10 м) в пределах зоны изменяются от 0,1 до 1,0 и по наиболее крупным телам составляют 0,74-0,87.

Положение неполнокольцевой зоны, вероятнее всего, контролируется системой конических разломов, осложненных радиальными нарушениями. Падение рудных тел в связи с этим преимущественно под углами 50-70° к центру массива; глубина распространения оруденения не менее 400 м.

Первичные руды состоят в основном из четырех главных минералов: апатита, магнетита, кальцита и форстерита, количественное соотношение которых варьирует в широких пределах. Второстепенные и акцессорные: флогопит, пироксены, амфиболы, пирротин, пирит, бадделейт, циркон и др. В зависимости от преобладания того или иного минерала выделено четыре типа первичных руд: 1) апатит-карбонат-магнетитовые (АКМ-руды); 2) апатит-форстерит-карбонат-магнетитовые (АФМ-руды); 3) апатитовые карбонаты (АК-руды); 4) форстерит-карбонат-магнетитовые (М-руды).

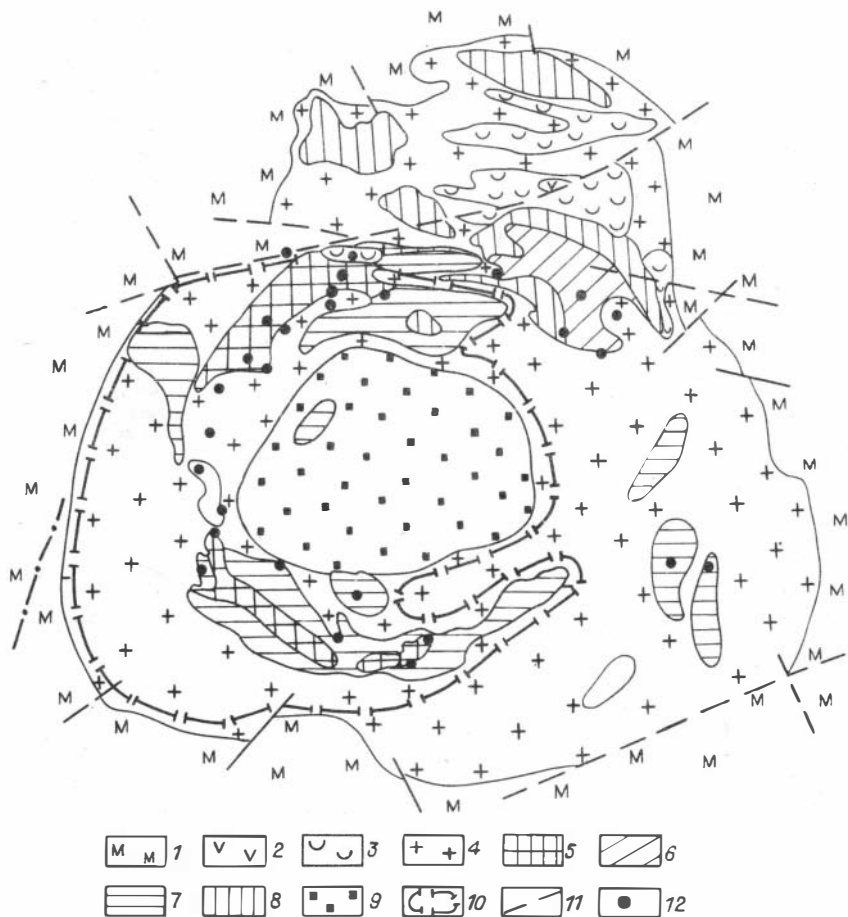


Рис. 19. Схема геологического строения месторождения Эсей (по А.А.Мальшеву и В.В.Стеблеву).

I - ордовикские мраморы; 2 - оливиниты; 3 - ийолиты, мельтейгиты; 4 - карбонатиты; 5-8 - первичные руды: 5 - апатит-карбонат-магнетитовые, 6 - апатит-форстерит-карбонат-магнетитовые, 7 - апатитовые карбонатиты, 8 - форстерит-карбонат-магнетитовые; 9 - алкмофосфатные руды; 10 - границы распространения франколитовых руд; 11 - разломы; 12 - скважины.

Переходы между ними (как и с безрудными карбонатами) нечеткие, постепенные. Первые три типа руд существенно преобладают в южной, западной и северо-западной частях неполнокольцевой зоны, причем как в самой зоне, так и вне ее. Среднее содержание P_2O_5 и $Fe_{вал.}$ в процентах по отдельным типам руд приводится в табл. 15.

Таблица 15

Средние содержания полезных компонентов и прогнозные ресурсы P_2O_5 по категории P_I месторождения Ессей

Типы руд	Среднее содержание P_2O_5 , %	Содержание $Fe_{вал.}$, %	Коэффициент рудоносности	Запасы P_2O_5 , млн. т
АКМ	8-9	20-25	0,87	26
АК	4,4	4-10	0,76	10
АФМ	6,0	42,0	0,74	26
Франколитовые	16,8	28,3	1,00	26
Алumoфосфатные	8,6	38,0	0,90	14
Итого:				102

Вторичные руды (кора выветривания) развиты почти на всей площади массива, но преимущественно распространены в центральной части, включая неполнокольцевую зону.

Выделяются два основных типа руд: 1) франколитовые; 2) алumoфосфатные.

Франколитовые руды образуют шесть залежей площадью от 0,04 до 1,8 км² и мощностью от 20 до 150 м. Залегают они горизонтально в виде покровных образований преимущественно над кальцитовыми карбонатами и первичными рудами. Алumoфосфатные руды выявлены в центральной части массива над доломитовыми карбонатами и первичными рудами. Размеры залежей их в плане 900 x 1200 м, мощность от 20 до 120 м. Минеральный состав франколитовых руд следующий: франколит - 30-80 %, гидрокислы железа - 5-70 %, опал - 5-80 %, магнетит - 1-10 %, апатит - 1-10 %. Алumoфосфатные руды состоят из крандалита, вавеллита, флоренсита, гемати-

та, кварца и др. Среднее содержание P_2O_5 - 8,6 %, Al_2O_3 - 10,0 , $Fe_{вал.}$ - 38 %.

По данным лабораторных технологических испытаний (на пробах весом 200-300 кг с применением обжига) в Красноярском институте цветных металлов из первичных кальцит-апатит-магнетитовых руд получены апатитовые концентраты с содержанием P_2O_5 - 37,7 %, железа - 0,74 при извлечении 74 %. Из вторичных руд по магнито-флотационной схеме получен апатитовый концентрат с содержанием 38,6 % P_2O_5 и 3,91 % железа при извлечении 66 %.

Ресурсы месторождения Ессей до глубины 400 м оцениваются в 100 млн.т P_2O_5 , в том числе первичных руд - 60 млн.т и вторичных - 40 млн.т (табл. 15).

На основании результатов поисково-оценочных работ месторождение рекомендуется для постановки предварительной разведки.

Гулинское месторождение располагается в 140 км к юго-востоку от п.Хатанга. Месторождение связано с наиболее крупным в районе Гулинским интрузивным массивом (470 км²), большая часть которого сложена ультраосновными породами. Последние в центральной части плутона прорываются двумя карбонатитовыми штоками - Южным и Северным, находящимися на расстоянии 4 км друг от друга. Как в самих карбонатитах, так и в ореоле их встречаются многочисленные скопления апатита, представленные: а) франколитовыми породами; б) апатитовыми карбонатитами; в) апатитоносными флогопитовыми метасоматитами и г) апатитсодержащими титаномagnetитовыми пироксенитами. Залежи этих руд в связи с небольшими размерами, разобченностью и слабой изученностью пока не могут представлять практического интереса, поэтому понятие "Гулинское месторождение" является условным. В расположении апатитовых и франколитовых залежей (исключая титаномagnetитовые пироксениты) намечается некоторая субмеридиональная направленность. Л.С.Егоров предполагает, что это связано с наличием в центральной части Гулинского плутона регионального разлома, контролирующего размещение как самих карбонатитовых штоков, так и апатитового, флогопитового, магнетитового и другого оруденения.

Наиболее богатыми по содержанию фосфора на Гулинском месторождении являются франколитовые породы. Они представлены двумя относительно крупными (300 x 200 и 400 x 50 м) и примерно десятком мелких (до 70 x 50 м) залежей, залегающих среди карбо-

натов и представляющих собой кору выветривания последних. Общая площадь распространения франколитовых залежей 0,17 км², содержащие P₂O₅ 24–28 %.

Апатитовые карбонатиты развиты преимущественно в северной части Южного карбонатитового штока. Они представлены кальцитовыми (с флогопитом и магнетитом) разностями с содержанием P₂O₅ 3–5 %. Размеры отдельных тел апатитовых карбонатитов, вероятно, до 300 x 400 м в плане; общая площадь распространения не установлена.

Апатитоносные флогопитовые метасоматиты встречаются среди метасоматических реакционных пород сложного состава, окаймляющих карбонатиты Южного штока. Общие размеры зоны флогопитоносных метасоматитов 3,5 x 0,3–0,8 км (2 км²). Содержание апатита в отдельных участках достигает 50–70 %, но в целом оруденение носит крайне неравномерный, гнездовый характер (в среднем по зоне содержание P₂O₅ составляет ориентировочно 2–3 %).

Титаномагнетитовые пироксениты, содержащие до 10–12 % апатита, выявлены в 1981–1982 гг. к юго-западу от Южного карбонатитового штока. Они образуют тела штокверкового и жильного типа.

На плохо обнаженной площади единичными скважинами между карбонатитовыми штоками в 1982 г. установлены также апатит-магнетитовые (с форстеритом и кальцитом) руды, размеры тел которых не выяснены.

Прогнозные запасы франколитовых руд Гулинского месторождения по категории Р₃ оцениваются в 50 млн. т со средним содержанием P₂O₅ 24–28%. Для других типов руд сколько-нибудь достоверных подсчетов не имеется, необходима постановка детальных поисковых работ.

Проявление Одихинча располагается в 110 км южнее п.Хатанга, на правом берегу р.Котуй, и занимает господствующую в районе высоту с отметкой 654,0. Относительные превышения до 500 м. Проявление выявлено в 1946 г. Г.Г.Моором и Ф.А.Старшиновым. В дальнейшем работы проводились в 1950, 1964 гг. с целью поисков и разведки месторождений флогопита и редких металлов. В 1973–1975 гг. проведены поиски апатитовых руд.

Массив площадью 56 км² представляет собой многоэтапную интрузию центрального типа, прорывающую карбонатные отложения среднего кембрия. Локализация массива сопровождалась формирова-

нием купольной структуры, воздымаем слоев вмещающих пород до 45–70°, в результате чего в непосредственном контакте с породами массива обнажены карбонатные отложения верхнего протерозоя.

Массив сложен оливинитами, перидотитами, мелилитовыми породами, мельтейгитами и ийолитами. Ийолиты, наиболее распространенные породы массива, слагают его центральную, западную и южную части. Другие породы встречаются в виде реликтовых участков в ийолитах (оливиниты, перидотиты) и слагают небольшие тела и блоки-останцы (мелилитовые породы).

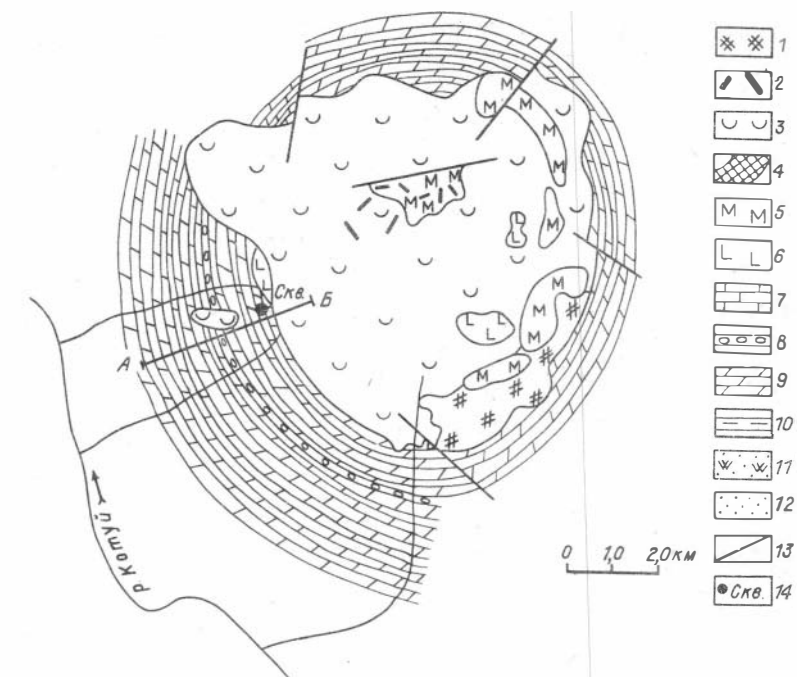
Широко проявлены процессы метасоматоза, вследствие чего в юго-восточной части массива сформировались диопсидовые и диопсид-флогопитовые породы, к которым приурочены пегматоидные диопсид-флогопитовые жилы. Мощность жил до 5 м, протяженность около 150 м.

Серия флогопитоносных пегматоидных жил отмечается и в центральной ("дирковой") части массива. Симметрично-зональные жилы флогопитоносных пегматоидных пород представлены тремя типами: 1) с мелилитовой или нефелин-мелилитовой осевой зоной, 2) с гранат-нефелиновой и пироксен-гранат-мелилитовой осевой зоной, 3) с апатит-цеолит-кальцитовой осевой зоной. Всего выявлено 59 жил, среди которых наиболее крупные (около 10 жил) характеризуются следующими размерами: протяженность 30–45 м, мощность 2–25 м.

Пегматоидные флогопитоносные жилы содержат апатит в количестве до 30–40 %, однако промышленного значения он не имеет в связи с ограниченными масштабами оруденения.

Апатитоносными в пределах массива являются также мелкозернистые ийолиты, слагающие тела мощностью до 100 м, протяженностью 300–500 м и тяготеющие к зонам разрывных нарушений. Оруденение этого типа подобно маганскому (апатитсодержащие ийолиты) и характеризуется низким содержанием P_2O_5 , не превышающим 3 %, поэтому не может рассматриваться как промышленное.

Несмотря на отсутствие промышленных скоплений апатитовых руд на поверхности, перспективы их обнаружения существуют. Они связаны с возможностью нахождения апатитовых руд в фенитовой зоне на глубинах более 300–400 м под карбонатными отложениями верхнего протерозоя на контакте ийолитов с кварцевыми песчаниками мунской серии в западном и южном секторах массива (рис. 20). Бу-



Профиль А-Б

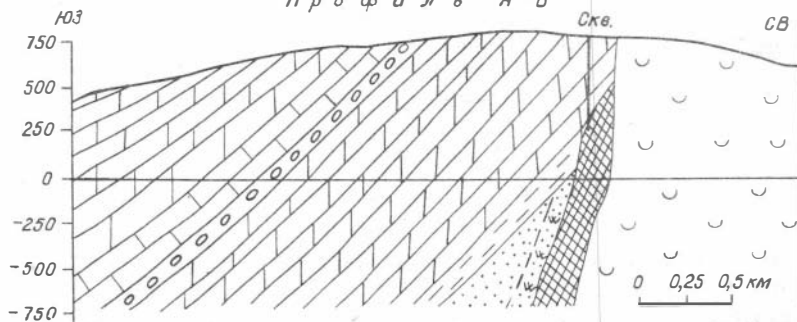


Рис. 20. Схематическая геологическая карта массива Олихинча. I - флогопит-диопсидовые породы; 2 - жилы пегматоидные флогопит-апатит-пироксеновых, флогопит-нефелин-апатит-кальцит-пироксеновых пород; 3 - ийолиты, мельтейгиты; 4 - эгириниты, фениты, твейтозиты; 5 - меллилитовые породы; 6 - перидотиты и пироксениты (реликтовые останцы в ийолитах); 7 - известняки основания нижнего кембрия; 8 - конгломераты с карбонатной галькой; 9 - верхнепротерозойские доломиты; 10 - алевролиты, аргиллиты; 11 - кварциты; 12 - кварцевые песчаники; 13 - разрывные нарушения; 14 - скважина колонкового бурения.

рением одной из скважин установлено, что фенитизация пород сопровождается повышением содержания апатита до 10%. Ожидаемый на глубине геолого-промышленный тип руд - эгирин-apatитовый.

БАЙКАЛЬСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Байкальская провинция расположена в пределах Якутской АССР, Иркутской и Читинской областей, Бурятской АССР. Приурочена она к системе байкалит, развитой в зоне юго-восточного складчатого обрамления Сибирской платформы и вытянутой вдоль Байкальского линеамента более чем на 800 км. Восточная граница ее проходит по долинам рек Чара и Витим, западному склону Яблонового хребта, южная - по государственной границе СССР и МНР; западная - по долине р.Иркут, побережью оз.Байкал, западному склону Патомского нагорья. Провинция в целом представляет собой крупное геантиклинальное поднятие, разбитое многочисленными шовными прогибами и характеризующееся широким развитием апатитоносных и потенциально-apatитоносных магматических и метаморфических формаций. Наиболее перспективными на апатит являются комплексы габбро-сиенитовой (или щелочно-габброидной) формации, с которой связаны Ошурковское и Телегинское месторождение и ряд апатитопоявлений (Большеиркиликское, р.Бамбуйки и др.). Менее крупные по масштабу месторождения и проявления апатита известны в массивах анортозитовой формации (Арсентьевское месторождение, Туколамское, Витимканское и другие проявления). Апатитоносность метаморфических комплексов связана с образованиями мраморно-гнейсовой формации (Слюдянское месторождение).

Байкальская провинция - одна из немногих провинций Советского Союза, характеризующаяся промышленными апатитовыми месторождениями, однако, изучена она на фосфатное сырье еще очень слабо. Особенно плохо изучены ее южные районы и территория, прилегающая к зоне БАМа. В то же время здесь имеются благоприятные предпосылки для обнаружения крупных концентраций фосфатных руд.

Ниже рассматриваются наиболее изученные месторождения провинции - Ошурковское, Телегинское, Арсентьевское, Гурвунар, Слюдянское, Сыннырское.

Ошурковское месторождение находится в Бурятской АССР на территории Улан-Удэнского сельского аймака. Расположено на левом берегу р.Селенги, в 15 км ниже г.Улан-Удэ. Район месторождения хорошо освоен экономически.

В 2 км от месторождения по правому берегу р.Селенги проходит Транссибирская железнодорожная магистраль. Ближайшими железнодорожными станциями являются г.Улан-Удэ (20 км) и разъезд Люстовой, расположенный в 9 км от месторождения.

Район месторождения характеризуется среднегорными формами рельефа, абсолютные отметки на месторождении достигают 700 м, относительные превышения над долиной р.Селенги – 100–200 м.

Ошурковское месторождение выявлено в 1962 г. Оно детально разведано до горизонта +490 м с подсчетом запасов по категории C_1 , обоснованным данными опробования магистральных канав и шурфов по профилям через 400 м и сетью скважин 400 x 400 м, и категории B_2 , основой которой являются пройденные через 200 м магистральные канавы и скважины с сетью 200 x 200 м. В центре массива по сети 100 x 100 м разбурен экспериментальный квадрат до горизонта +590 м. Бурение проконтролировано пятью глубокими (до 15 м) шурфами.

Геологическое строение месторождения освещено в ряде публикаций (Андреев, 1968; Гордиенко, 1971; Костромина, 1971; Шабашев, 1971; Яценко, 1980 и мн.др.).

Ошурковское месторождение связано со штокообразной интрузией сиенито-диоритов (эссекситов?) бираминского комплекса нижнепалеозойского возраста, локализованной в Селенгино-Витимской зоне повышенной магматической проницаемости, в пределах юго-восточного крыла Хамар-Дабанского антиклинория.

Вмещающие массив породы представлены верхнепротерозойскими мигматитами, биотитовыми, амфибол-биотитовыми гнейсами итандинской свиты, претерпевшими на контакте с ним перекристаллизацию, обогащены щелочами и апатитом. На юге сиенито-диориты, слагающие апатитоносную интрузию, прорваны граносиенитами, сиенитами, гранитами нижнепалеозойского баргузинского комплекса, на востоке они перекрываются аллювиальными отложениями р.Селенги (рис.21).

Массив площадью 12 км² сформирован в две основные фазы и характеризуется концентрически-зональным строением. В центральной части его преобладают средне-крупнозернистые мелано- и мезо-

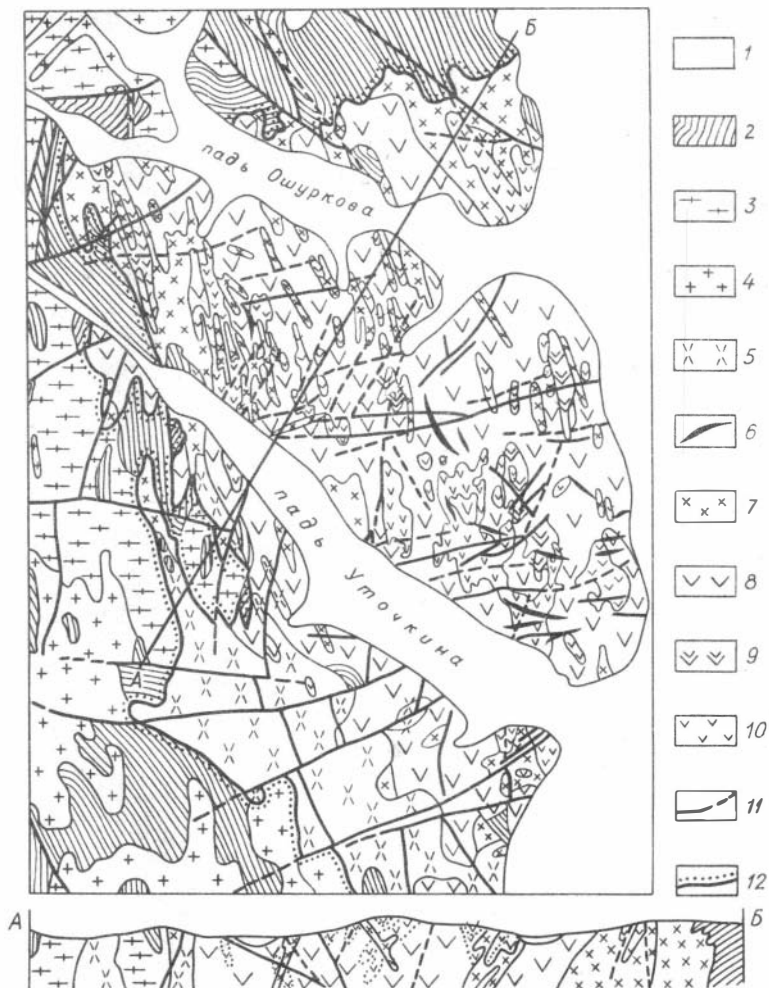


Рис.21. Схематическая геологическая карта Ошурковского массива (по Н.С.Андрюхину и др., 1969)

I - современные отложения; 2 - гнейсы, мигматиты и конгломераты итандинской свиты (PR₂); 3-8. Бирамьинский (икатский?) интрузивный комплекс. Первая фаза: 3 - среднезернистые эссекситы (сиенито-диориты), 4 - мелкозернистые эссекситы (сиенито-диориты), 5 - крупнозернистые эссекситы (сиенито-диориты). Вторая фаза: 6 - дайки вогезитов, камптонитов. Третья фаза: 7 - сиенитизированные эссекситы, 8 - сиениты, граносиениты; 9-10. Баргузинский интрузивный комплекс: 9 - граниты гнейсовидные, метасоматически измененные, 10 - граниты мелко-среднезернистые биотитовые; 11 - тектонические нарушения; 12 - контур массива

кратовые сиенито-диориты (эссекситы?) I фазы, в периферической – лейкократовые сиенито-диориты и щелочные сиениты II фазы.

Широко представлены дайки лампрофиров, сиенитов, гранитов, пегматитов, аплитов, кварцевые жилы.

Апатитовая минерализация в пределах массива развита повсеместно, но промышленные концентрации P_2O_5 (более 3,5 %) отмечены в его центральной части, на площади около 5 км² (рис. 22). Апатит присутствует преимущественно в виде вкрапленности, реже образует линзо- и жилкообразные практически мономинеральные залежи. Мощность их от I до 10 м, протяженность – от метра до первых десятков метров. Состав апатитоносных пород пестрый.

В зависимости от соотношения фемических и салических компонентов выделяются мелано-мезо- и лейкократовые их разности. Наиболее широко распространены мезократовые сиенито-диориты. Объем их достигает 50 %. Апатитоносные породы характеризуются различной зернистостью. Преобладают среднезернистые разности (60–65 %). В виде линзовидных дайкообразных и неправильных тел среди них обособляются мелко- и крупнозернистые, реже пегматоидные сиенито-диориты. Минеральный состав пород в общем простой. Основными породообразующими минералами являются плагиоклаз (олигоклаз-андезин), амфибол, биотит, пироксен (авгит), апатит, калиевый полевой шпат, гематит-ильменит, сфен. Однако содержания их варьируют в широких пределах, в результате чего выделено большое количество минеральных разновидностей руд: биотит-пироксеновая, роговообманково-биотит-пироксеновая, пироксен-биотит-роговообманковая, биотит-роговообманковая, биотитовая, роговообманковая, пироксеновая и другие. Большинство из них связано постепенными переходами и характеризуется частой перемежаемостью в разрезе. К самостоятельной разновидности относятся руды зоны дезинтеграции, характеризующиеся повышенным содержанием кальцита, серицита, глинистых минералов и гидроокислов железа. Мощность зоны дезинтеграции от 5 до 15 м. В пределах массива выявлены зоны гидротермально измененных уралитизированных, хлоритизированных, эпидотизированных, карбонатизированных, цеолитизированных, сфенизированных сиенито-диоритов. Мощность их от первых метров до первых десятков метров, протяженность до 500 и более метров. В гидротермальных зонах нередко наблюдается концентрация апатита до 50–60 %, вплоть до мономинеральных обособ-

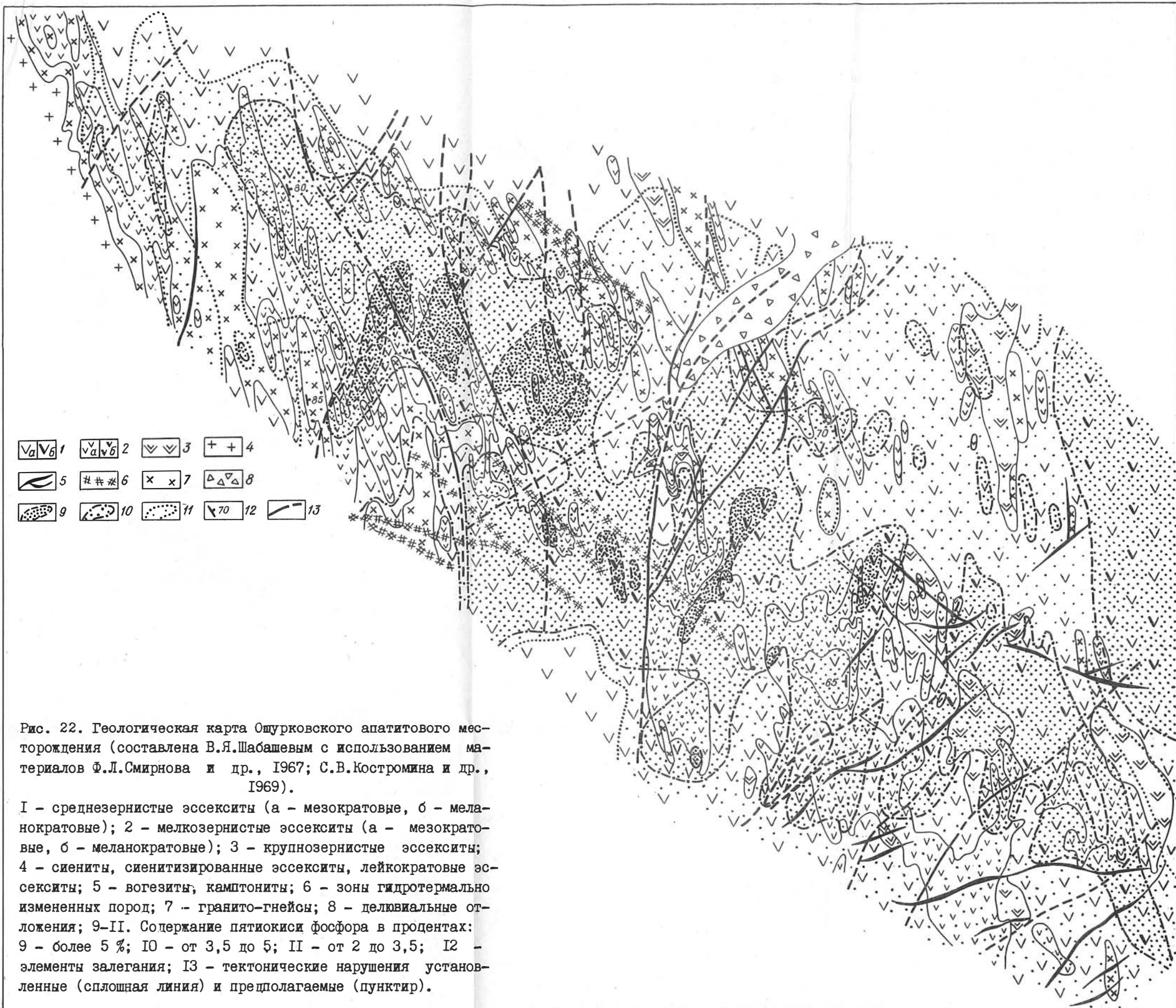


Рис. 22. Геологическая карта Ошурковского апатитового месторождения (составлена В.Я.Шабашевым с использованием материалов Ф.Л.Смирнова и др., 1967; С.В.Костромина и др., 1969).

I - среднезернистые эссекситы (а - мезократовые, б - меланократовые); 2 - мелкозернистые эссекситы (а - мезократовые, б - меланократовые); 3 - крупнозернистые эссекситы; 4 - сиениты, сиенитизированные эссекситы, лейкократовые эссекситы; 5 - вогезиты, камптониты; 6 - зоны гидротермально измененных пород; 7 - гранито-гнейсы; 8 - делювиальные отложения; 9-III. Содержание пятиоксида фосфора в процентах: 9 - более 5%; 10 - от 3,5 до 5; 11 - от 2 до 3,5; 12 - элементы залегания; 13 - тектонические нарушения установленные (сплошная линия) и предполагаемые (пунктир).

лений. Мощность таких обогащенных участков от нескольких сантиметров до первых десятков метров. Химический состав руд непостоянен: SiO_2 - 31,04-45,42 %; TiO_2 - 1,40-5,54 %; Al_2O_3 - 10,05-15,08 %; Fe_2O_3 - 2,38-8,69 %; FeO - 2,97-10,09 %; MnO - сл. - 0,11 %; MgO - 5,84-9,60 %; CaO - 9,38-21,08 %; Na_2O - 1,30-4,0%; K_2O - 0,70-4,50 %; BaO - 0,41-1,60 %; CO_2 - 0,29-1,45 %; SO_3 - 0,56-0,83 %. Содержание P_2O_5 в рудах Ошурковского месторождения варьирует в пределах от 2,5 до 5 %, составляя в среднем по месторождению 3,87 %. Характер сруденения относительно равномерный (рис. 23). Петрографического контроля в распределении фосфора не установлено. Наблюдается обогащение апатитом меланократовых разностей сиенито-диоритов, на долю которых приходится около 30 % объема руд. Являющиеся некондиционными лейкократовые сиенито-диориты характеризуются содержанием P_2O_5 от 0 до 3,0 % и составляют 7,5 % всех порц месторождения. Около 1,5 % приходится на долю безрудных кварцевых и пегматитовых жил, даек и гибридных пород.

Месторождение изучено до глубины 600 м от поверхности. С глубиной строение месторождения меняется незначительно. Отмечено небольшое увеличение доли лейкократовых разностей пород. Характер апатитового оруденения практически также не меняется.

Технология руд Ошурковского месторождения изучалась по 15 пробам весом от 65 кг до 410 т и по 12 пробам весом до 20 кг. Учитывая близкие показатели обогатимости различных разновидностей руд и невозможность селективной отработки их вследствие частой перемежаемости, можно их отнести к единому промышленному типу.

Практически все минералы ошурковских руд, кроме полевого шпата, являются носителями вредных примесей: кальцит содержит 44 % CO_2 , биотит - 11-14 % MgO и 16-20 % Fe_2O_3 , роговая обманка - 11-12 % MgO и 14-17 % Fe_2O_3 , хлорит до 25 % MgO и 10 % Fe_2O_3 , гематито-ильменит до 50-60 % Fe_2O_3 . Несмотря на это, руды месторождения легко обогащаются с получением кондиционного апатитового концентрата, содержащего 35-36 % P_2O_5 , при извлечении 81-87 %. Хвосты обогащения могут быть использованы при производстве силикатного кирпича. На технологический процесс отрицательно влияют переизмельчение и присутствие карбоната.

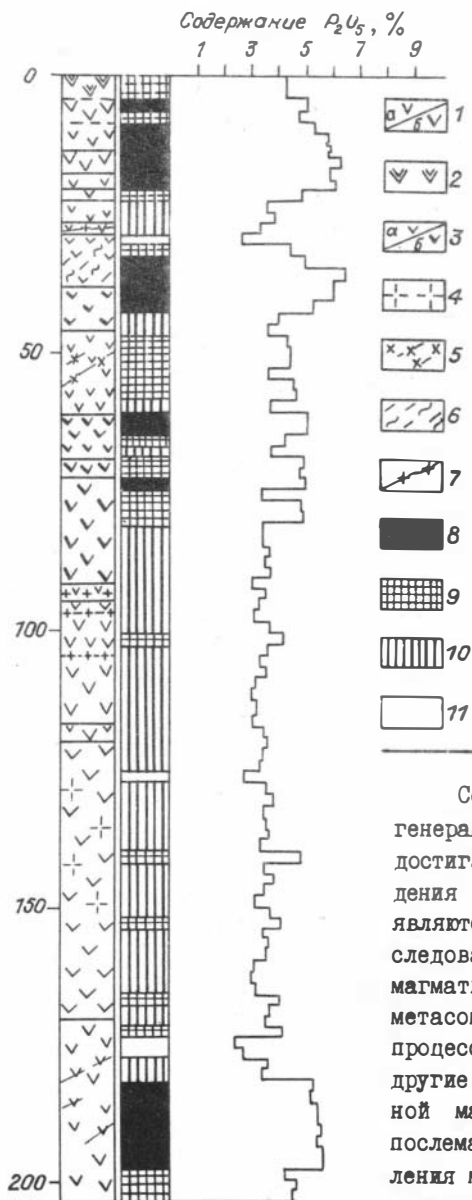


Рис. 23. Диаграмма распределения P_2O_5 по одной из скважин Ошурковского месторождения.

I - среднезернистые эссекситы (сиенито-диориты) (а - мезократовые, б - меланократовые); 2 - крупнозернистые эссекситы (сиенито-диориты); 3 - мелкозернистые эссекситы (сиенито-диориты) (а - мезократовые, б - меланократовые); 4 - сиенитизированные эссекситы; 5 - хлоритизированные эссекситы; 6 - зоны дробления; 7 - прожилки аплитов и пегматитов; 8-II. Содержание пятиоксида фосфора в процентах: 8 - более 5; 9 - от 4 до 5; 10 - от 3 до 4; II - менее 3.

Содержание фтора в различных генерациях апатита месторождения достигает 3,45%. Генезис месторождения и вопрос источника фосфора являются дискуссионными. Одни исследователи считают его типично магматическим, признавая влияние метасоматических и гидротермальных процессов на распределение апатита, другие связывают образование основной массы полезного компонента с послемагматическим этапом становления массива, отдавая ведущую роль концентратора оруденения процессу

метасоматического замещения первично габброидных пород под воздействием более молодых гранитоидов.

Месторождение может разрабатываться открытым способом. Вскрышные породы на нем представлены элювиально-делювиальными отложениями, мощность их колеблется от 0,5 до 3,0 м. Ожидаемый приток воды в карьер до горизонта +490 м составит 360 м³/ч. Водоснабжение полностью обеспечивается за счет р.Селенги.

На базе месторождения введена в строй опытная фабрика, начато строительство горно-обогатительного комбината производительностью 38 млн.т руды в год. Разведанные апатитовые руды месторождения составили: по категориям А+В+С_I - 1018,895 млн.т, по категории С₂ - 42,294 млн.т, забалансовые - 2009,783 млн.т. Запасы Р₂О₅ при этом соответственно составляют: 39,474, 1,337; 79,522 млн.т.

В настоящее время завершена предварительная разведка глубоких горизонтов Ошурковского месторождения. Выявленные при этом запасы апатитовых руд категорий С_I и С₂ оцениваются в 1562 млн.т. Проводится детальная разведка глубоких горизонтов.

Слюдянское месторождение расположено в Слюдянском районе Иркутской области, на южном берегу оз.Байкал. В непосредственной близости (в 7 км) от месторождения находится ж.д. станция Слюдянка.

Район характеризуется сложно расчлененным гористым рельефом, обилием лесов и водотоков. Абсолютные отметки отдельных вершин достигают 1500-1700 м, относительные превышения 1000-1200 м.

Геологически район изучен детально. Находки апатитовых руд в районе Слюдянки были известны еще в начале XIX века. Первые рекогносцировочные работы на апатит проведены в 1929 году. С 1949 по 1957 гг. велись специализированные полевые и детальные геолого-разведочные работы на фосфатные руды, пройдено большое количество поверхностных горных выработок, 10 скважин глубиной до 196 м, пять штолен с рассечками.

Результаты изучения геологического строения и апатитоносности месторождения приведены в ряде работ (Арсеньев, 1968; Сахарова, 1955, 1956; Юдин, Арсеньев, 1970 и мн.др.).

Слюдянское апатитовое месторождение локализовано в пределах Западно-Хамар-Дабанского антиклинария. Приурочено к толще

гнейсов, кристаллических сланцев и мраморов слюдянской серии, возраст которой, согласно представлениям различных исследователей, датируется как архейский или нижнепротерозойский. Толща мощностью до 4000–5000 м интенсивно метаморфизована в условиях амфиболитовой фации, смята в сложную систему складок и прорвана интрузиями габбро-диабазов, габбро-сиенитов, мондонитов, аляскитовых гранитов, жилами пегматитов и пластовыми телами разновозрастных базальтов. Широко проявлена в пределах рудного поля разрывная тектоника. Слюдянская серия расчленена на три свиты – нижнюю, среднюю и верхнюю. Наиболее значительные концентрации фосфора связаны с породами верхней свиты. В составе ее выделено восемь апатитоносных горизонтов, сложенных кварцитами, кварц-диопсидовыми и кварц-карбонатно-диопсидовыми породами. Апатитоносные горизонты характеризуются резкой фациальной изменчивостью. Протяженность их достигает 1500–5000 м, мощность меняется от 10 до 130 м. Вмещающие породы представлены мраморами и связаны с апатитоносными породами постепенными переходами. В пределах апатитоносных горизонтов обогащенные апатитом залежи обособляются в виде разрозненных тел линзообразной формы. Мощность отдельных рудных залежей колеблется от 1,6 до 36 м, протяженность по простиранию достигает 20–400 м, по падению – 100–150 м. Наиболее крупные из известных апатитовых залежей имеют мощность 12,7 и 16,4 м, длина их соответственно составляет 322,0 м и 362,0 м. Содержание P_2O_5 по отдельным залежам варьирует от 3,0 до 12 %. Каждая самостоятельная рудная залежь состоит из часто чередующихся невыдержанных прослоев кварцитов, кварц-диопсидовых и кварц-карбонатно-диопсидовых пород. Большинство рудных тел имеет крутое падение (рис. 24).

В рудных залежах преобладают: кварц, диопсид, карбонат (кальцит и доломит), апатит, содержания которых меняются в широких пределах (от 5,0 до 70–80 %). В подчиненном количестве присутствуют тремолит, полевой шпат, флогопит, скаполит, реже графит, флюорит, тальк, хлорит, сфен, роговая обманка. Значительные количественные вариации минерального состава обуславливают выделение большого числа разновидностей руд: апатит-кварцевая, апатит-диопсидовая, апатит-кварц-диопсидовая, апатит-карбонатная и другие. Наиболее высокие концентрации фосфора связаны с апатит-диопсид-кварцевой и апатит-кварц-диопсидовой раз-

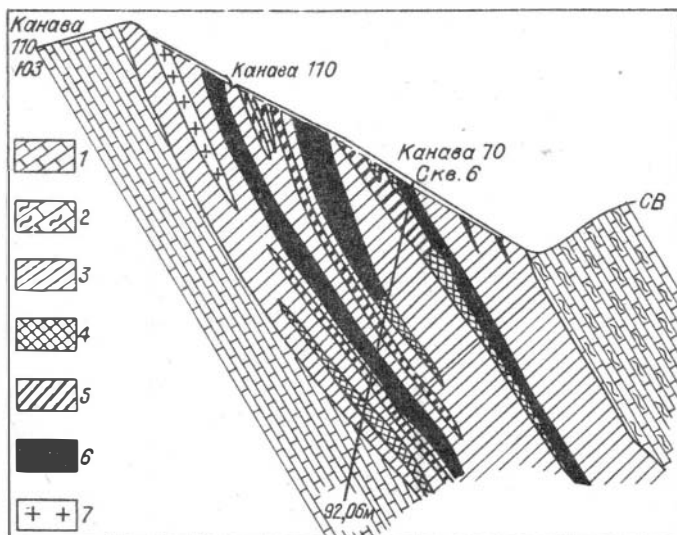


Рис. 24. Геологический разрез I апатитоносного горизонта участка Сюточкина падь (по Б.И.Сушкевичу, 1957). I - мраморы; 2 - мраморы с прослоями кварцитов; 3 - кварциты и карбонат-кварцевые породы; 4-6. Рудные зоны с содержанием P_2O_5 в процентах: 4 - от 3 до 4 ; 5 - от 4 до 5; 6 - более 5; 7 - пегматиты.

новидностями. По текстурно-структурным особенностям среди апатитовых руд Слюдянского месторождения выделяются: мелко- и среднезернистые, полосчатые и вкрапленные. Появление полосчатых текстур обусловлено переслаиванием тонких (2-30 см) мономинеральных прослоев и линзочек кварцевого, диопсидового апатитового или смешанного состава. Вкрапленные руды характеризуются наличием мелких гнездообразных скоплений апатита, большей мощностью пластов и повышенным содержанием кальцита. Химический состав апатитовых руд в зависимости от содержания основных минералов варьирует в пределах: SiO_2 - 46,0-72,44 %; TiO_2 - не обн.; Al_2O_3 - 0,06-1,76 %; Fe_2O_3 - 0,01-1,12 %; FeO - сл.-0,30%; MnO - сл.; MgO - 0,19-8,20 %; CaO - 5,3-29,3 %; P_2O_5 - 2,18-17,41 %; Na_2O - 0,11-0,15%; K_2O - 0,04-0,58 %; CO_2 - 1,65-14,4 %; SO_3 - 0,16-0,25 %; F - 0,17-1,34 %.

Рис. 25. Геологическая карта Селигдарского месторождения апатита. Составили Г.А.Тунгусов, В.М.Белоусов и др. (с дополнениями Е.К.Герасимова, М.В.Суховерховой).

I - четвертичные отложения нерасчлененные Q; 2 - венд. Юдомская свита V_{jd} Доломиты, песчанистые доломиты, песчаники, конгломераты; 3- протерозой нижний, средний PR₁₋₂: а) - апатит-карбонатные, б) апатит-кварц-карбонатные; 4 - архей AR_{va}. Верхнеалданская свита. Двупроксенные, гиперстен-биотитовые, амфиболовые, диопсидовые кристаллические сланцы и гнейсы, кальцифиры; 5 - мел K₁. Ортофиры, глаукопорфиры, роговообманковые порфиры, биотитовые порфиры, сферолитовые порфиры; 6 - нижний протерозой PR₁. Дайки диабазов; 7 - архей AR. Верхнеалданская свита; 8 - метасоматически измененные породы. Окварцевание, хлоритизация, аталькование; 9 - разрывные нарушения: а) предполагаемые, б) установленные; 10 - геологические границы; II - границы разновозрастных пород одного и того же возраста (для пород рудного тела); 12 - скважина колонкового бурения и ее номер.



В пределах рудного поля развиты, кроме того, апатит-флогопит-карбонатные жилы. Апатит в них встречается в виде крупных правильных кристаллов и представляет больше минералогический, чем практический интерес.

Апатит из руд Слюдянского месторождения по составу отвечает фторапатиту, содержащему некоторое количество гидроксила. Типоморфными особенностями его является наличие повышенных содержаний SO_3 и отсутствие редких земель. Образование стратифицированных рудных залежей связывается с процессом регионального метаморфизма первичных осадочных фосфатоносных пород. При формировании апатит-флогопит-карбонатных жил ведущую роль играли процессы метасоматоза.

Апатитовое оруденение Слюдянского месторождения значительно распространено по площади, слагая полосу шириной 10–12 км и протяженностью более 30 км. Характер оруденения, однако, весьма неравномерный. Выделено и довольно детально изучено четыре перспективных на апатит участка: Сыточкина падь, Похабиха, Улунтуй и Бурутуй. Наиболее значительные концентрации фосфора отмечаются на участках Сыточкина падь и Похабиха. Запасы апатитовых руд соответственно составляют 2367,8 и 1492 тыс.т при средних содержаниях P_2O_5 – 5,81–4,5 %. Общие запасы апатитовых руд месторождения со средним содержанием P_2O_5 – 5,47 % исчисляются в 5056 тыс.т. В результате технологических исследований обогатимости трех лабораторных проб по флотационной схеме из руд с содержанием P_2O_5 – 4,0 , 6,48 и 7,32 % получен апатитовый концентрат с содержанием фосфорного ангидрида 29,5–32,0 % при извлечении 81,6–90,0 %.

Руды месторождения комплексные, наряду с апатитом при обогащении их могут быть получены кварцевый и кальцитовый концентраты. Вследствие небольших запасов P_2O_5 Слюдянское месторождение в настоящее время не может быть отнесено в разряд промышленных, но возможен прирост запасов за счет изучения апатитоносных пород слюдянской серии.

Телегинское месторождение расположено на восточном побережье Байкала в бассейне одноименного ручья. В административном отношении оно находится на территории Баргузинского района Бурятской АССР. От республиканского центра – г.Улан-Удэ месторождение находится в 217 км. В 145 км к югу от него проходит Транс-

сибирская железнодорожная магистраль. Рельеф среднегорный, сильно расчлененный. Абсолютные отметки колеблются в пределах 760–860 м, относительные превышения вершин над долинами от 400 до 600 м.

Повышенные содержания фосфора в Телегинском массиве были установлены в 1958–1959 гг. в металлотрических пробах.

Данные по геологическому строению и апатитоносности Телегинского массива приводятся в ряде работ (Апатитоносные диориты..., 1972; Кузнецов, 1980; Осокин и др., 1980).

Телегинское месторождение локализуется в пределах Байкальской глыбы архея в северо-западном крыле Катковской антиклинали и связано с массивом диоритов и габбро-диоритов. Наиболее широко распространены мезократовые среднезернистые их разновидности. В подчиненном количестве присутствуют пироксениты, горнблендиты и габбро, обособляющиеся среди диоритов в виде линзообразных тел мощностью до 20–50 м и протяженностью 200–300 м. По данным одних исследователей породы массива относятся к дифференциатам II-ой фазы нижнепротерозойского муйского интрузивного комплекса (габбро-плагиогранитная формация). Другие, учитывая большое сходство строения, состава и химизма их с образованиями Ошурковского месторождения, рассматривают Телегинское месторождение в составе икатского (согласно последним данным нижнепалеозойского бирямынского) комплекса габбро-сиенитовой или щелочно-габброидной формации. Вмещающие его породы представлены гнейсами, кристаллическими сланцами, мраморами, амфиболитами максимихинской, крестовой и катковской свит архейского возраста.

Площадь развития апатитоносных пород около 7 км². Они прорваны дайками микродиоритов и более молодыми гранитоидами, жильными гранитами и пегматитами. Породы массива насыщены ксенолитами вмещающих метаморфических образований и перекрыты маломощным чехлом современных рыхлых отложений.

Апатит в виде бедной вкрапленности отмечается во всех породах, слагающих массив. Содержание его в диоритах колеблется от I до 15 %, составляя в среднем 5–6 %. Более высокие концентрации апатита связаны с меланократовыми разновидностями диоритов. Повышенные содержания P₂O₅ (до 1,5–5,9 %) отмечаются, кроме того, в пироксенитах и горнблендитах, в зонах контакта диоритов с гранитами и в пределах тектонически ослабленных зон. Для последних

характерно развитие наряду с вкрапленными рудами мономинеральных прожилковидных и линзообразных апатитовых обособлений.

Мощность обогащенных апатитом зон 15–20 м, протяженность до 500 м. Содержание P_2O_5 в них достигает 4–7 %. Минеральный состав руд Телегинского массива довольно однообразный; они сложены клинопироксеном, роговой обманкой, биотитом, гематит–ильменитом, содержания которых варьируют в широких пределах. В качестве второстепенных и вторичных минералов отмечаются сфен, ортит, хлорит, зеленая роговая обманка, серицит, эпидот, карбонат, рутил.

Химический состав руд характеризуется непостоянством. Содержание окислов в них по данным анализа 90 проб варьирует в пределах: SiO_2 – 33,7–54,2 %; TiO_2 – 0,39–3,7 %; Al_2O_3 – 6,24–22,15 %; Fe_2O_3 – 1,87–13,73 %; FeO – 1,17–9,41 %; MnO – 0,04–0,25 %; MgO – 2,19–13,54 %; CaO – 6,07–23,83 %; Na_2O – 0,10–6,07 %; K_2O – 0,03–3,20 %; P_2O_5 – 0,13–7,88 %. Среднее содержание P_2O_5 – 2,02 %. Руды Телегинского массива в большинстве вкрапленные. Выделяется несколько генераций апатита с содержанием фтора в пределах 1,94–3,78 %.

Месторождение имеет сложный позднемагматически–пневматолитово–гидротермальный генезис.

Прогнозные запасы P_2O_5 в пределах южной, наиболее обогащенной апатитом половине массива до глубины 400 м могут быть оценены в 25–30 млн. т.

Арсентьевское месторождение находится на территории Бурятской АССР, в центральной части хребта Моностой, на левобережье р. Селенги, в 18 км восточнее г. Гусиноозерска.

Рельеф горный с максимальными высотами до 1172 м и относительно небольшими превышениями водоразделов над долинами 500–600 м.

Месторождение выявлено в 1957 году при проведении геологосъемочных работ. Непосредственно на месторождении выполнены поисковые работы и пройдено 10 скважин глубиной до 150–200 м.

Сведения о геологическом строении и рудоносности массива приводятся во многих работах (Богатилов, 1966; Осокин, 1980; Смирнов, Перельгина, 1959; Осокин и др., 1980; Шабашев, 1977 и др.).

Арсентьевское месторождение связано с одноименным массивом основных пород нижнепалеозойского Джидинского (по другим данным Моностойского) интрузивного комплекса, занимающего площадь око-

ло 20 км². Различные исследователи рассматривают его в составе анортозитовой и габбро-сиенитовой формаций. Локализован он в зоне крупного разрывного нарушения в пределах Моностойского антиклинория, сложенного докембрийскими биотитовыми, биотит-амфиболовыми и биотит-плаггиоклазовыми орто- и парагнейсами, мигматитами, кристаллическими сланцами, амфиболитами и гранито-гнейсами. Массив имеет лополитообразную форму и характеризуется концентрически-зональным строением. Центральная часть его сложена анортозитами и габбро-анортозитами, по периферии развита кольцевая зона габброидов. В составе последних выделяются биотитовые, биотит-роговообманковые, биотит-пироксеновые и оливиновые разновидности. В небольшом объеме среди габброидов присутствуют габбро-перидотиты, рудные пироксениты и перидотиты. Породы основного состава окаймляются палеозойскими сиенитами, кварцевыми сиенитами, сиенито-диоритами и мондонитами, условно относимыми к образованиям П-III фазы Джибинского интрузивного комплекса. На контакте габбро с сиенитами развиты гибридные породы типа габбро-сиенитов. В пределах массива широко представлены образования жильной фации палеозойского (лампрофиры, пегматиты, аплиты, мелкозернистые граниты) и триасово-юрского (сиениты) возраста. Габброидные породы массива заметно изменены - амфиболлизированы, биотитизированы, хлоритизированы, частично в процессе аутометасоматоза, частично под действием прорывающих их интрузивных тел.

Апатитовое оруденение Арсентьевского массива связано с породами внешней кольцевой зоны, занимающей площадь около 5 км². Апатит встречается в тесной ассоциации с титаномагнетитом. Выделяется три типа апатитовых руд: сливные, густовкрапленные и вкрапленные. Последние распространены наиболее широко. Рудные залежи имеют линзообразную форму. Мощность их до 25,5-90,0 м, протяженность от 144 до 354 м. Пространственно они приурочены к участкам развития пироксенового и рудного габбро, габбро-перидотитов, рудных пироксенитов и перидотитов. Наиболее обогащены апатитом меланократовые разновидности габбро и рудные ультрабазиты. Повышенные концентрации фосфора связаны главным образом с вкрапленными и густовкрапленными рудами.

Руды Арсентьевского месторождения сложены основным плаггиоклазом, титан-авгитом, оливином, титаномагнетитом, апатитом, иног-

да в них в значительном количестве присутствует шпинель. Широко распространены вторичные минералы – зеленый амфибол, керсутит, биотит, хлорит, сфен, реже серпентин, тальк, карбонат, каолинит, гематит, цеолит, скаполит.

В рудах месторождения выделено три генерации апатита, характеризующиеся близким химическим составом, оптическими параметрами и геохимическими особенностями. По составу это гидроксил-фторапатит. Основная масса апатита имеет позднемагматический генезис.

Руды месторождения бедные. Среднее содержание фосфорного ангидрида в них 2,48 %. Запасы P_2O_5 оцениваются в 2,9 млн. т. Месторождение изучено слабо. Имеются перспективы прироста запасов.

Месторождение Гурвунур находится в восточной части Бурятской АССР в районе Еравнинских озер, отвечая одноименному железорудному месторождению (Замашников и др., 1981). Вблизи месторождения проходит шоссе Улан-Удэ-Чита. Расстояние до ближайшей железнодорожной станции Могзон Транссибирской магистрали около 170 км. Рельеф района горный. Абсолютные отметки достигают 1250 м, относительные превышения 100–150 м.

Месторождение изучалось в 1961–1969 гг. В его пределах пробурено 25 скважин глубиной 130–160 м.

Месторождение локализовано в пределах толщи нижнего кембрия, сложенной серицитом-кремнистыми и хлорит-карбонатными сланцами, доломитовыми известняками, фельзитами, плагиопорфиритами и их туфами. Породы, слагающие его, прорываются штокообразными телами диоритов, гранодиоритов, граносиенитов палеозойского возраста. Часто они окварцованы, серицитизированы и обогащены магнетитом.

Разломом северо-западного простирания месторождение разделено на два участка – Гурвунур и Северный Гурвунур, характеризующихся различным строением и составом руд.

На участке Гурвунур апатитовое оруденение приурочено к экзоконтактной зоне тела диоритов и в основной своей массе связано с магнетитовыми рудами, слагающими линзо- и пластообразные залежи мощностью от 4 до 42 м. Протяженность их достигает 750–1600 м, глубина выклинивания – 100–200 м. Руды сложены пироксеном, магнетитом, кварцем, амфиболом, биотитом, гематитом, кальцитом, эпидотом и апатитом. Преобладают кварц-магнетитовые (око-

ло 75 %) руды. В виде пропластков в них обособляются апатит-пироксен-магнетитовые и, реже, гематит-магнетитовые.

Средний химический состав исходной руды: SiO_2 - 25,1 %; TiO_2 - 0,46 %; Al_2O_3 - 4,4 %; $\text{Fe}_{\text{вал.}}$ - 35,6 %; MgO - 2,0 %; CaO - 7,3 %; MnO - 0,58 %; P_2O_5 - 2,02 %; $\text{S}_{\text{вал.}}$ - 0,35 %; п.п.п. - 3,5 %.

Апатит является попутным полевым компонентом, присутствует в виде бедной вкрапленности. Наиболее высокие содержания его отмечены в пироксен-магнетитовых рудах, где среднее содержание P_2O_5 составляет 2,6 %. Отдельные, обогащенные апатитом линзы имеют мощность до 6-8 м, протяженность до 100 м и характеризуются средним содержанием P_2O_5 - 5,84 %, при максимальном - 9,1%. Повышенные концентрации апатита отмечены также в связи с зонами дробления и брекчирования эффузивов.

Сотрудниками Уралмеханобра из руд участка Гурвунур по магнитно-флотационной схеме получен железный концентрат с содержанием железа 62,5 % при извлечении 91,5 %, выходе 52,46 % и апатитовый концентрат с содержанием P_2O_5 25 % при извлечении 60,3 %.

На участке Северный Гурвунур выявлено слепое рудное тело размером 650 x 1100 м. Глубина залегания его нижней кромки по геофизическим данным 960 м. Руды, слагающие рудное тело, массивные и брекчиевидные, по составу апатит-карбонат-магнетитовые, участками с гематитом. Апатит образует вкрапленность зерен размером от 0,5 до 1 мм и неправильные их скопления, размером до 5-8 см. Среднее содержание его в пределах рудного интервала до 10 %.

Гурвунурское месторождение большинством исследователей рассматривается в числе стратиформных вулканогенно-осадочных метаморфизованных; по другим представлениям оно имеет контактово- и гидротермально-метасоматический генезис (Замашков и др., 1981; Осокин, 1980).

Запасы апатитовых руд месторождения составляют: по категории C_I - 29,5, прогнозные - 50 млн. т.

Апатитопоявления Сыннурского массива щелочных пород расположены на территории Бурятской АССР, севернее оз. Байкал, в междуречье Лево́й Ма́мы и Большо́й Чу́и. Расстояние до ближайшего крупного населенного пункта - г. Нижнеангарска - 150 км, до г. Бодайбо - 162 км. В 62 км юго-восточнее его проходит трасса БАМа

(ст. Уоян). Реки в районе не судоходны. Рельеф прилегающей территории гористый. Абсолютные отметки высот в пределах 1000–1877 м, относительные превышения достигают 500–900 м. По геологии массива имеются многочисленные публикации (Андреев, 1981; Архангельская, 1968; Геологическое строение..., 1969 и др.).

Сыннырский щелочной плутон локализуется в пределах Байкало–Витимского сводового поднятия в связи с крупным региональным разломом северо–восточного простирания. Большинство исследователей он относится к формации щелочных и нефелиновых сиенитов калиевой линии. Вмещающие его породы представлены осадочными и осадочно–вулканогенными отложениями позднего протерозоя и кембрия, в составе которых присутствуют известняки, доломиты, песчаники, кварциты, сланцы, основные метаэффузивы. Площадь массива 564 км². Возраст предположительно девонский. В плане массив имеет изометричную форму и характеризуется концентрически–зональным строением. В периферической части плутона обнажаются мезо– и лейкократовые нефелиновые сиениты и псевдолейцититы, обособляющиеся в виде неправильного трубообразного тела шириной от 3–5 до 11–12 км, и характеризующие раннюю стадию становления массива. В центральной части его развит комплекс трахитоидных пуласкистов–гедрумитов, относящийся большинством исследователей к образованиям II–й фазы. Породы центральной части, по сравнению с периферической, являются более лейкократовыми.

Среди нефелиновых сиенитов периферической зоны широко развиты ксенолиты вмещающих пород, превращенные в основной своей массе в скарны, роговики, фениты и гибридные, близкие по составу шонконитам, породы. В пределах массива встречаются небольшие по размерам тела гранитов, дайки нефелиновых, щелочных и псевдолейцитовых сиенитов, камптонитов, мончикитов, фергуситов и других пород. Вокруг массива развит ореол фенитов. В Сыннырском массиве известно более 100 точек проявления апатитовой минерализации. Все они располагаются в периферической зоне массива и связаны с сынныритами, переработанными ксенолитами вмещающих пород и различными по составу метасоматитами. Большинство из них представлено небольшими по размерам участками (5–10 м²) с бедным вкрапленным и прожилково–вкрапленным оруденением. Содержание апатита в рудах не превышает 5–10 %. Наиболее значительные концентрации фосфора связаны с зонами полевошпатизации, ослюдене-

ния и карбонатизации фенитов, нефелиновых сиенитов и пуласки-
тов. Апатит в их пределах обособляется в виде скоплений непра-
вильной формы, прожилков и линз. Содержание его достигает 80-
95 %. Наиболее крупные скопления апатита выявлены на участке
Высотном, где массив вскрыт эрозией до его полого падающей по-
дшвы. Участок расположен в северо-восточной части Сыннырского
плутона, в бассейне левого верхнего притока р.Талы. Выявлен в
1962 г. в результате шликерного опробования. Сложен он биотит-
пироксеновыми и псевдолейцитовыми нефелиновыми сиенитами, среди
которых прослежены пластобразные тела апатитоносных шонкинитов,
являющихся, очевидно, продуктами магматического замещения ксе-
нолитов основного состава. Выявлено восемь тел шонкинитов, обо-
гащенных апатитом, мощностью от 0,2-0,5 до 2,3 м протяженностью
до 500-800 м. Связанные с ними рудные залежи характеризуются зо-
нальным строением. В всячем боку их прослеживается зона мономи-
неральных апатитовых руд, ниже по разрезу последовательно сме-
няя друг друга прослежены зоны: пироксен-apatитовая, апатит-пи-
роксен-биотитовая, апатит-полевошпат-пироксен-биотитовая с вкрап-
ленным характером оруденения. Повышенные концентрации фосфора
отмечены и во вмещающих нефелиновых сиенитах. Апатитовое оруде-
нение в них имеет вкрапленный и прожилково-вкрапленный харак-
тер. По масштабам развития оно не представляет, однако, практи-
ческого интереса. Минеральный состав апатитоносных шонкинитов,
являющихся, очевидно, продуктами метасоматического замещения
ксенолитов основного состава, варьирует в широких пределах: апа-
тит - 15-90 %, пироксен - 1-30 %, биотит - 1-65 %, полевошпат -
1-20 %. В небольших количествах в них присутствуют нефелин, цир-
кон, сфен, кальцит, вльменит, магнетит. Химический состав апа-
титоносных пород характеризуется следующими значениями: SiO_2 -
26,55-39,19 %; TiO_2 - 1,13-2,44 %; Al_2O_3 - 3,53-8,20 %; Fe_2O_3 -
0,97-2,63 %; FeO - 2,62-5,21 %; MnO - 0,11-0,17 %; MgO - 6,88-
10,89 %; CaO - 7,71-23,39 %; Na_2O - 0,53-0,97 %; K_2O - 2,90-
5,64 %; P_2O_5 - 8,46-18,95 %; SO_3 - 0,08-0,14 %; п.п.п. - 0,71-
1,92 %.

Прогнозные запасы апатитовых руд на участке Высотном со
средним содержанием P_2O_5 - 10,9 %, до глубины 300 м, составляют
2 млн.т. Апатит из руд Сыннырского массива по составу соответ-
ствует гидроксил-фторапатиту, характеризуюясь повышенными содер-
жаниями стронция (до 3,6 %) и редких земель (до 3,15 %).

Апатитовые руды Сыннырского массива, по данным большинства исследователей, имеют метасоматический генезис и характеризуются тесной пространственной связью с тектоническими нарушениями.

Небольшие масштабы апатитового оруденения, резкие колебания в распределении полезного компонента и сравнительно низкие средние содержания пятиоксида фосфора в рудах в целом характеризуют перспективы апатитности массива отрицательно. В то же время на более глубоких горизонтах отмечено увеличение содержания P_2O_5 , переход от ультракалийевых пород к относительно натриевым, увеличение плотности пород и содержаний в них темноватных компонентов, что дает основание предполагать, что на более глубоких горизонтах массива могут присутствовать промышленные скопления апатитовых руд. Кроме того, в пределах Сыннырского массива сконцентрированы крупные запасы ультракалийевых и нефелиновых пород, являющихся сырьем для производства калийных удобрений и глинозема.

АЛДАНСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Алданская апатитоносная провинция располагается на юго-востоке Сибирской платформы и по площади совпадает с Алданским щитом. На севере границей провинции являются выходы платформенного чехла, на востоке — Улканский разлом, на юге — Становой шов, а на западе — зона Жуинских разломов. В Алданской провинции выявлен ряд месторождений и многочисленные проявления апатита, связанные с породами осадочного, метаморфического и магматического комплексов, а также с продуктами коры выветривания.

В строении Алданской провинции участвуют глубоко метаморфизованные отложения архея и слабометаморфизованные образования протерозоя. Последние слагают изолированные выходы и локализируются преимущественно в грабенах. Фосфатоносные породы здесь распространены в достаточно широком стратиграфическом диапазоне — от нижнего архея до верхнего палеозоя. В ряду формаций нижнеархейского комплекса апатитоносные отложения установлены в сландево-кварцитовой формации.

Комплекс карбонатсодержащих формаций верхнего архея в отличие от подстилающих отложений нижнеархейского уровня является более перспективным на обнаружение промышленных скоплений апатита. Формации этого уровня не имеют сплошного площадного развития, а локализуются в относительно опущенных зонах и тектонических блоках. В ряду формаций верхнего архея апатитоносной является карбонатно-сланцево-гнейсовая.

В разрезе раннепротерозойских формаций апатитоносной является метакарбонатная формация. Эта формация на территории Алданской провинции весьма ограниченно распространена и локализована в тектонических структурах типа грабена. Однако возможность ее в ряду апатитоносных формаций исследуемой территории весьма значительна. С метакарбонатной формацией связано одно из крупнейших в Сибири Селигдарское месторождение апатита, а также ряд апатитопоявлений.

На территории Алданской провинции повышенные концентрации апатита установлены и в магматических формациях: клинопироксенит-габбровой и ультраосновной щелочной с карбонатитами.

Клинопироксенит-габбровая формация развита преимущественно в Чаро-Слекминском блоке и с ней связано Уккусское месторождение апатита и ряд рудопроявлений.

С формацией ультраосновных щелочных пород и карбонатитов в восточной части Алданской провинции связано месторождение Арбарастах. С этой же формацией в пределах Алданской провинции ассоциирует ряд проявлений апатита.

Селигдарское месторождение расположено в Алданском районе Якутской АССР, в верховьях р.Селигдара, правого притока р.Алдана. Находится в 30 км от г.Алдана, в 240 км от станции Беркажит трассы БАМа.

Месторождение контролируется узлом пересечения двух зон долгоживущих разломов: Ухтинского северо-западного (32° - 330°) и Томмотского северо-восточного (40° - 65°) направлений. Обе зоны сопровождаются сериями оперяющих нарушений различной направленности.

На площади месторождения проведены поисково-оценочные крупномасштабные работы, детальные поиски и предварительная разведка, включившие поисковые маршруты в комплексе с геофизическими исследованиями, проходку пунктирных каналов и бурение

мелких скважин по профилям через 200 м в центральной части месторождения и на его флангах, проходку магистральной канавы длиной 500 м в центральной части месторождения и шурфов сечением $2,0 \text{ м}^2$, глубиной 20 м; выполнено бурение глубоких колонковых скважин по сети $200 \times 200 \text{ м}$ по горизонта $+370 \text{ м}$, трех структурных скважин на глубину 800–1600 м. Контакты рудного тела на глубине закартированы фланговыми и законтурными скважинами глубиной 300–500 м.

Возраст апатитового оруднения определяется в 1700–1900 млн. лет (Тугаринов и др., 1977). Залегают рудное тело среди докембрийских кристаллических пород, представленных гнейсами верхнеалданской и федоровской свит венгурской серии. Северная часть рудного тела имеет непосредственный выход на дневную поверхность, южная – перекрыта субгоризонтально залегающими карбонатными отложениями юдомской свиты венда и пластовыми интрузиями сиенит–порфиров мезозойского возраста, суммарная мощность которых не превышает 150 м (рис.25, см. вклейку стр.115).

Архейские породы, метаморфизованные в условиях амфиболитовой и гранулитовой фаций, представлены кристаллическими сланцами и гнейсами мощностью около 1000 м. Протерозойские образования, слагающие основное рудное тело месторождения, представлены апатитоносными карбонатными и сульфатно–карбонатными отложениями. Эти отложения локализованы в небольшом блоке размером $2,5 \text{ км}^2$ в поле развития архейского комплекса. По отношению к вмещающим кристаллическим сланцам и гнейсам архея степень метаморфизма протерозойских пород весьма низкая (фация зеленых сланцев). Мощность их оценивается предположительно в 3000–3400 м. На размытой пенеппенизированной поверхности архейских и протерозойских пород залегают апатитосодержащие карбонатно–терригенные отложения (?), сложенные крупнощебневыми и глыбовыми апатитоносными осадочными брекчиями, песчаниками, гравелитами, аргиллитами, криптокристаллическими доломитами мощностью более 100 м (рис. 26).

Они перекрываются терригенно–карбонатными отложениями венда (юдомская свита), мощность которых не превышает 80 м.

Мезозойский магматический комплекс сложен гипабиссальными интрузиями в форме пластовых тел и даек.

На протерозойских карбонатных и сульфатно-карбонатных породах локализуются продукты протерозойской коры выветривания площадного и трещинно-линейного морфологических типов.

В пределах Селигдарского месторождения апатитоносными являются карбонатные и сульфатно-карбонатные (раннепротерозойские) отложения, карбонатно-терригенные породы (?) и продукты протерозойской коры выветривания.

Основное рудное тело имеет в плане форму овала с параметрами: длина около 2 км, ширина 1 км. На флангах это тело окружено ореолом линзовидных тел - сателлитов протяженностью первые сотни метров, мощностью от десятков до сотни метров. Наиболее крупные из них соединяются на глубине с основным рудным телом.

Контакт основного рудного тела с вмещающими метаморфическими породами архаический. В зоне контакта породы на флангах месторождения в интервале от первых десятков метров до первых сотен метров трещиноваты, катаклазированы, серпентинизированы, оталькованы.

По минеральному составу руды Селигдарского месторождения относятся к апатит-карбонатным. Они представлены апатит-доломитовыми, апатит-мартит-кварц-доломитовыми, апатит-силикат-карбонатными, апатит-кальцитовыми и другими разновидностями с резкими количественными вариациями минерального состава. По структурно-текстурным признакам это неравномерно-зернистые породы массивной, струйчатой, прерывисто-струйчатой, пятнистой и брекчиевой текстуры. Окраска руд пестрая - от светлой серо-розовой до темно-красной, реже встречаются зеленовато-бурые и бурые цвета.

На месторождении наблюдается грубая зональность, центральное глубинное ядро сложено апатит-доломитовыми рудами с крайне небольшой примесью других минералов. Руды ниже горизонта +370 м на 95 % представлены этой разновидностью, в верхней же части они составляют 38 % объема, в среднем по месторождению - около 50 %. Апатит-кварц-доломитовые руды образуют оторочку ядра апатит-доломитовых руд и слагают основную массу верхних горизонтов центральной части месторождения (выше горизонта +370 м). Апатит-мартит-кварц-доломитовые руды приурочены к фланговым частям месторождения в виде сплошной периферийной оторочки мощностью 200-300 м и слагают также часть жильных тел за пределами месторождения. Они составляют около 20 % объема верхней части месторождения.

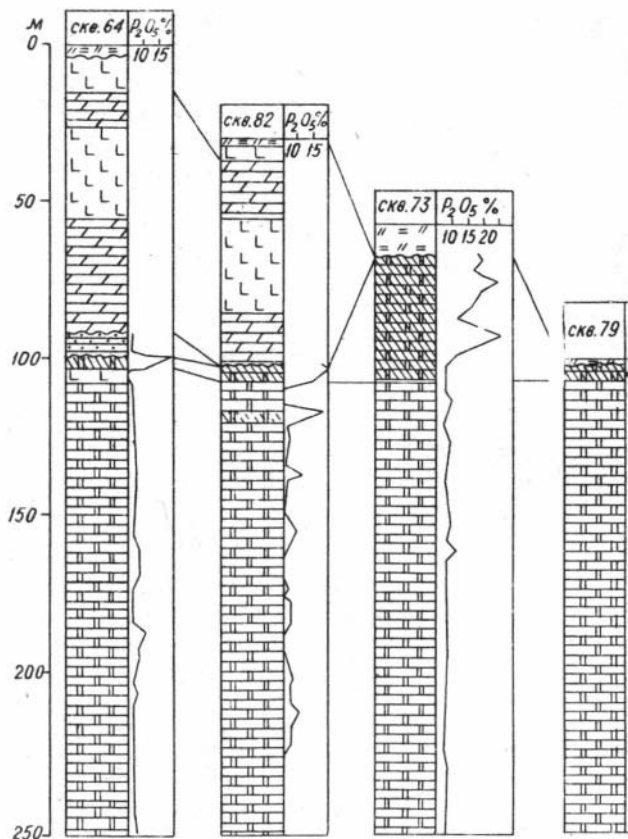
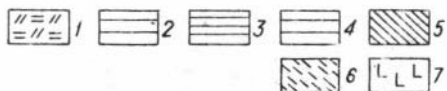
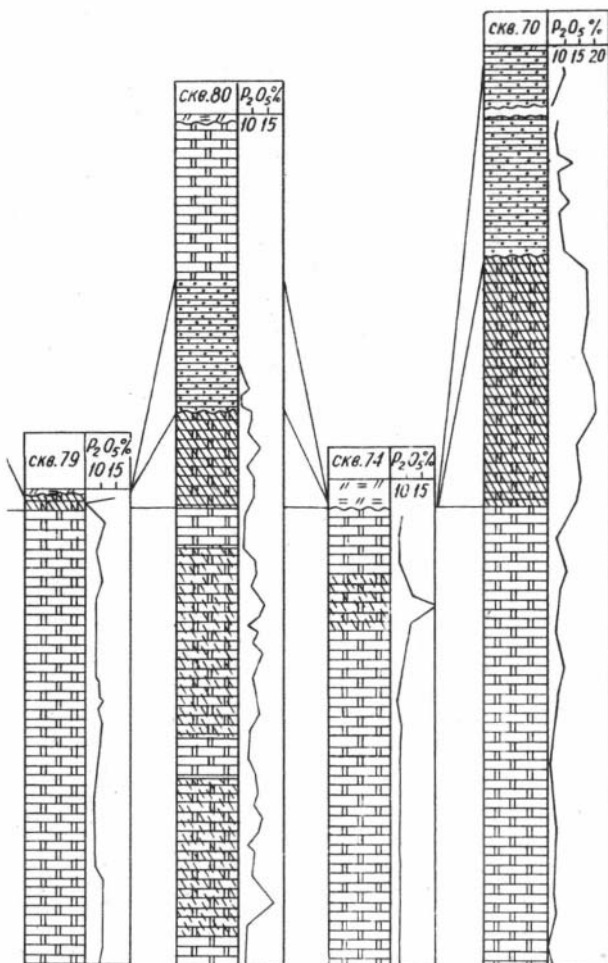


Рис. 26. Схема сопоставления раз
 I - четвертичные отложения; 2 - венч.
 террозой. Карбонатно-терригенная толща.
 бовые осадочные брекчии; 4 - апатит-кар
 тит-карбонатные, апатит-кварц-карбонат
 площадная кора выветривания. Кварц-желе
 ды; 6 - то же - линейная кора выветрива
 Пластовые интрузии



резов Селигдарского месторождения.
Юдомская свита. Доломиты, песчаники; 3 - про-
Доломиты, мергели, алевролиты, песчаники, глы-
бонатная толща. Апатит карбонатные, апатит-мар-
ные, карбонатные породы; 5 - протерозойская
зисто-apatитовые, иногда гидрослюдистые поро-
ния; 7 - мезозойский магматический комплекс.
сиенит-порфиоров.

дения. Апатит-силикат-карбонатные руды располагаются в непосредственном контакте апатит-карбонатных руд с вмещающими породами, а также слагают большую часть жильных тел вокруг месторождения. Их минеральный состав: апатит + кальцит + магнетит (мартит) в ассоциации с флогопитом, шпинелью, тальком, паргаситом и актинолитом, а также с форстеритом, нацело замещенным хлорит-серпентиновым агрегатом. Апатит-силикат-карбонатные руды занимают не более 5 % от объема верхней части месторождения.

Сульфатсодержащие апатит-карбонатные руды распространены на глубинах 300 м и более. В верхней части месторождения их нет. Ангидрит и гипс присутствуют в виде прожилков и вкрапленности во всех разновидностях руд. В целом сульфатсодержащие руды составляют около 15-18 % от объема месторождения в пределах подсчетных контуров.

Брекчированные апатит-карбонатные руды выполняют зоны тектонических нарушений в пределах рудного тела. Они сложены обломками различных руд, реже безрудными метасоматитами. Цемент - микрозернистая масса доломит-кварц-гематитового состава. По статистическим параметрам брекчированные руды однородны, но ввиду малой распространенности и невозможности геометризации, они как самостоятельная технологическая разновидность не выделяются.

Апатит-кальцитовые руды имеют небольшую мощность (от первых метров до 10-20 м) и в объеме рудных образований месторождения составляют 5-6 %. Наблюдается пространственная приуроченность апатит-кальцитовых руд к мезозойским дайкам щелочного состава. Не исключено, что образование их шло за счет дедоломитизации апатит-доломитовых руд по контактам с этими дайками.

Внутри рудного тела, кроме пород рудного комплекса, имеются тела "пустых" пород, содержащих P_2O_5 менее 3 %. Это останцы измененных вмещающих гнейсов, тела гематит-хлорит-кварц-полевошпатовых метасоматитов.

В южной части рудного тела, перекрытой породами платформенного чехла, вскрываются продукты протерозойской коры выветривания мощностью не более 30 м, обычно 5-10 м. Цвет этих пород сургучный, текстура пятнистая, структура псаммито- и псефито-подобная. Продукты выветривания представлены литифицированными образованиями брекчиевидного, бобового и натечного облика. Состав продуктов выветривания: апатит (50-80 %), мартит (10-15 %),

кварц (до 10 %), карбонат (20 %). Связующая масса - кремнисто-железистого состава с гидрослюдами, гидратированным хлоритом и т.д. Изменения в зоне гипергенеза привели к частичному или полному выщелачиванию карбонатного материала и обогащению продуктов выветривания апатитом и мартитом, широкому развитию гидроокислов железа, гидратации хлорита (Герасимов и др., 1978).

Апатитоносными являются также нижние горизонты карбонатно-терригенной толщи, сложенные крупноглыбовыми осадочными брекчиями. Брекчии состоят из слабоокатанных и неокатанных глыб и щебня апатит-карбонатного, кварц-apatит-карбонатного, мартит-apatит-карбонатного состава и обломков продуктов коры выветривания железисто-кварц-apatитового состава. Среднее содержание P_2O_5 в этих породах составляет 5,7 % (Герасимов и др., 1976).

Руды месторождения в участках непосредственного выхода на дневную поверхность представлены рыхлым дезинтегрированным материалом: грубообломочным (валуны, глыбы) и средне-мелкообломочным (щебень, дресва, песок). Кроме этого, вдоль ослабленных зон наблюдаются выщелоченные апатит-карбонатные руды, представляющие собой дезинтегрированные продукты молодой современной (?) коры выветривания. Распространенность их в объеме рудного тела месторождения составляет соответственно 0,5 и 2,5 %.

Главными минералами рудных образований месторождения (в порядке убывания) являются: доломит, апатит, кальцит, кварц, гематит (мартит). В составе руд присутствуют также флогопит, хлорит, серпентин, эпидот, тальк, актинолит, гипс, ангидрит, пирит.

Апатит встречается в виде одиночных кристаллов и линзовидных скоплений и гнезд. В подавляющем большинстве он образует субидiomорфные призматические кристаллы размером 1-20 мм в длину, 0,5-10,0 мм в поперечном сечении. Кристаллы апатита обильно засорены включениями минералов - гематита, доломита, хлорита, реже кварца. В целом количество включений составляет до 5-10 % объема кристаллов, что обуславливает плохую вскрываемость апатита и пониженное содержание P_2O_5 в концентрате. Эта механическая примесь минералов, в основном гематита, и придает апатиту Селигдарского месторождения типоморфную окраску в вишневых тонах от светло-розовой и лиловой до коричневой и сургучной. По кристаллооптическим показателям апатит в основной массе относится к гидроксил-фторапатиту. Плотность его от 3,130 до 3,164 г/см³.

В селигдарском апатите содержание P_2O_5 колеблется от 37,48 до 42,15 % (среднее - 39,12 %).

Генезис месторождения дискутируется. Существуют представления об осадочно-метаморфизованном, метаморфогенном, гидротермально-метасоматическом, карбонатитовом происхождении руд (Герасимов и др., 1980; Парфенов, Елин, 1976; Смирнов, Новгороцов, 1975; Егин и др., 1975).

Технологические исследования апатитовых руд месторождения проводились по двум принципиально различным схемам. Первая последовательная схема карбонат-apatитовой флотации изучена в ЦД ЦГО "Запсибгеология", в ДВИМСе и ИРГИРЕДМЕТе. По этой схеме были получены апатитовые концентраты с содержанием P_2O_5 33-38 % при извлечении от 65 до 80 %. Попутно по этой схеме можно получать гематитовый концентрат, кварцевый и карбонатный продукты.

По второй схеме, разработанной в ГИГХСе и ИМРе, в прямой флотации вместо крахмала, в качестве депрессора использовалась сульфит-спиртовая барда (ССБ) с использованием в качестве собирателя синтезированного в ИМРе нового флотореагента "таллактама" (ИМР-25) в смеси с известным реагентом-собирателем ИМ-50. По этой схеме из руд месторождения среднего состава получен апатитовый концентрат с содержанием P_2O_5 35-38 % при его извлечении от 75 до 62 %.

Исследованиями переработки апатитового концентрата руд Селигдарского месторождения занимается НИИУФ. Этими работами показана возможность получения из апатитового концентрата кондиционного аммофоса в соответствии с ГОСТ 18918-73 (марка Б) по серноокислотной схеме, а также сложных удобрений - нитрофоски и нитроаммофоски - соответственно по азотно- и азотно-серноокислотной схеме.

Технологические исследования по обогащению руд Селигдарского месторождения и переработке на удобрения апатитового концентрата будут завершены в 1984-1985 гг.

По результатам предварительной разведки ЦКЗ Минхимпрома в 1980 году были утверждены временные кондиции по Селигдарскому месторождению со следующими параметрами: бортовое содержание P_2O_5 в руде 3 %, минимальное промышленное содержание P_2O_5 по блоку 5,7 %, минимальная мощность рудных интервалов и максимальная мощность безрудных пород и некондиционных руд, включаемых в

подсчет, - 10 м, минимальный коэффициент рудоносности по блоку 0,4, максимальное содержание MgO как вредного компонента по блоку 14,5 %, глубина отработки месторождения 500 м от поверхности (до горизонта +370 м), отработку проектируется вести карьером с генеральными углами откоса его бортов 36° .

По параметрам утвержденных временных кондиций в контуре проектного карьера на 01.01.81 г. произведен оперативный подсчет балансовых запасов категории C_I , которые приняты ЦКЗ Мингео СССР и поставлены на государственный баланс апатитовые руды - 1616 млн.т; P_2O_5 - 108,5 млн.т при среднем содержании P_2O_5 в руде 6,72 % и коэффициенте рудоносности 0,69. Прогнозные запасы категории P_I по Селигдарскому месторождению до глубины 1600 м без учета категории C_I оцениваются в 95 млн.т P_2O_5 . Строительство первой очереди Селигдарского ГОКа намечено на 1988-1989 гг.

Месторождение Тигровое расположено в 1 км к северо-западу от границы основного рудного тела Селигдарского месторождения апатита. Впервые апатитовая минерализация отмечена здесь В.В.Карелиным в 1968 г. В 1976-1978 гг. на месторождении произведены поисково-оценочные работы.

В тектоническом отношении месторождение Тигровое, как и Селигдарское, приурочено к узлу пересечений Юхтинского и Томмотского глубинных разломов. Юхтинская зона является для Тигрового ведущей рудоконтролирующей структурой.

В плане месторождение представляет собой серию крупных кулисообразно залегающих рудных тел, осложненных множеством мелких. Простираение крупных тел северо-западное с крутым падением на северо-восток, мелких - субширотное с падением на север. Мощность рудных тел от 10 до 100 м, протяженность - от 100 до 500 м. В южной части месторождения отмечается рудное тело изометричной формы (200 x 300 м), разбуренное до глубины 400-500 м.

Руды апатит-карбонатного состава представлены неравномерно-зернистыми породами от мелко- до гигантозернистой структуры, массивной, прерывисто-полосчатой, пятнистой и реже пегматоидной текстуры. Околорудные изменения проявляются, как и на Селигдаре, в виде флогопитизации, оталькования, тремолитизации, обычно с наложенной более поздней хлоритовой минерализацией.

Среди руд выделяются следующие минералогические разновидности: апатит-мартит-силикатные (41,8 % общего объема руд), апа-

Таблица 16

Классификация основных природных разновидностей руд Тигрового месторождения апатита

Геолого-минералогические типы и разновидности		Химический состав, вес. %						
		Разновидность и распространённость, %	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MgO	CO ₂	CaO	H ₂ O
Апатит-мартит-карбонатный, 100	Апатит-мартит-силикатная,	41,8	12,13	8,97	8,76	7,26	23,00	30,34
	Апатит-доломитовая,	38,0	4,66	2,55	17,52	31,27	25,45	4,17
	Апатит-кальцитовая,	20,2	5,46	2,85	3,03	30,74	44,18	8,92
Руда среднего состава			7,94	5,29	10,93	21,12	28,21	14,68

тит-доломитовые (38,0 %), апатит-кальцитовые (20,2 %). Их химический состав см. в табл. 16.

Апатит-доломитовые руды слагают преимущественно центральные части крупных тел. Минеральный состав их весьма прост: главные минералы - апатит (10-20 %), доломит (50-80 %), мартит (5-7 %): второстепенные - кальцит, флогопит, тальк, тремолит, кварц, ангидрит, гематит; вторичные - хлорит, серпентин, гипс.

Апатит-мартит-силикатные руды слагают альбандовые части крупных тел, оторачивая апатит-доломитовые, и являются, по сути дела, продуктом биметасоматоза между последними и вмещающими силикатными породами архея. Изредка встречаются мелкие тела, сложенные наделом апатит-мартит-силикатными рудами. Минеральный состав их очень пестрый, с резкими колебаниями содержания отдельных минералов: главные - апатит (10-90 %), мартит (5-30 %), форстерит, полностью замещенный серпентином, (10-90 %), кальцит (5-50 %), флогопит (5-20 %); второстепенные - ангидрит, диопсид, тремолит, тальк; акцессорные - шпинель, паргасит, скаполит, сфен, монацит; вторичные - хлорит, серпентин, лейкоксен.

Апатит-кальцитовые руды образуют маломощные (2-20 м) секущие жилы. Наблюдается, как и на Селигдаре, приуроченность их к ме-

зозойским дайкам. Минеральный состав их однообразен: апатит (10–15 %), кальцит (80–90 %), мартит (до 5 %).

Кроме вышеописанных разновидностей руд, встречаются отдельные образования апатит–тремолитовых, апатит–талковых и апатит–кварцевых руд.

В связи с тем, что мощность отдельных разновидностей по разрезу скважин редко составляет 5–10 м, геометривать тела разных руд для селективной отработки не представляется возможным. Поэтому наиболее представительной для технологических исследований по Тигровому месторождению является руда среднего состава, схожая с апатит–мартит–кварц–доломитовой геолого–технологической разновидностью руд Селигдара по химическому составу.

Тигровое месторождение апатита опойсковано сетью скважин колонкового бурения 400 x 400 + 200. Среднее содержание P_2O_5 до глубины 400 м при бортовом содержании 3 % составляет 6,56 %, коэффициент рудоносности 0,52. Запасы по категории C_2 определены в 14,3 млн. т P_2O_5 . Месторождение подготовлено для проведения предварительной разведки.

Генезис Тигрового месторождения так же, как и Селигдарского, дискуссионен.

Уклусское месторождение обнаружено в 1976 году в процессе геолого–съемочных работ. Расположено на правом берегу р.Хани в устье р.Кс–Квель. Находится непосредственно на трассе БАМа, в 0,5 км от полотна железной дороги. На месторождении проведены детальные поиски.

Месторождение приурочено к массиву ультраосновных пород амуннактинского комплекса, который локализован в поле развития кристаллических сланцев и гнейсов борсалинской серии верхнего архея, а также гранито–гнейсов и кварц–полевошпатовых метасоматитов. Размещение массива контролируется зоной субмеридионального глубинного разлома. Пространственная приуроченность массивов амуннактинского комплекса к метаморфитам борсалинской серии наблюдается повсеместно на территории Чаро–Олекминского блока. Породы борсалинской серии и амуннактинского комплекса в процессе ультраметаморфизма претерпели интенсивные преобразования, приводящие к формированию биотитовых гранито–гнейсов. Высокая проницаемость пород Уклусского месторождения, расположенного в зоне глубинного разлома, способствовала интенсивному про-

явлению здесь также кремнещелочного метасоматизма с образованием микроклиновых и кварц-полевошпатовых метасоматитов.

Апатитоносный массив Укдусска имеет в плане грушевидную форму (рис. 27), вытянутую в северо-западном направлении. В современном срезе площадь массива составляет более 2 км² при ширине 800 м и длине 2,2 км. К юго-востоку ширина массива резко уменьшается до 150 м, а массив приобретает форму дайкообразного тела. В рельефе вскрывается до глубины 600 м.

Массив сложен в основном апатитоносными метапироксенитами, в той или иной степени биотитизированными, амфиболитизированными и калишпатизированными.

В пределах месторождения широко развиты микроклиниты и близкие им по составу породы, которые наблюдаются преимущественно вдоль контактов и по ослабленным зонам. Жилы и жиллообразные тела микроклинитов мощностью до 40–75 м с внешней стороны окаймляют тело метапироксенитов. Многочисленные жилы и прожилки, а также зоны микроклинитизации наблюдаются и в самом Укдусском массиве. Простирание прожилков и жил микроклинитов субмеридиональное, по-видимому, согласное с общим направлением структур в этом районе.

Апатитоносные породы характеризуются наличием различных количеств апатита – от I–II до 20 % и более. Оруденение вкрапленного и прожилково-вкрапленного типа. Повышенные концентрации его обычно приурочены к трещиноватым тектонически ослабленным зонам. В центральной части месторождения богатое оруденение приурочено к полосе 50–70 м брекчированных метапироксенитов. Породы темно-серого, зеленовато-серого цвета, среднезернистой до крупнозернистой структуры. Отдельные кристаллы пироксена достигают размера до 2 см и более. Текстура массивная, иногда гнейсовидная, очковая. Структура порфиробластовая, гетеробластовая, панициобластовая и пойкилобластовая. Состав: пироксен – от 60 до 90 %, апатит – 3–20 %, амфибол – I–II %, биотит – I–II %, сфен – единичные зерна, ортит – единичные зерна, рудный минерал – единичные зерна.

По цвету различают несколько типов апатита. Наиболее распространенным является светло-зеленый, голубовато-зеленый апатит со стеклянным блеском. Реже белый, ярко-голубой, зеленый.

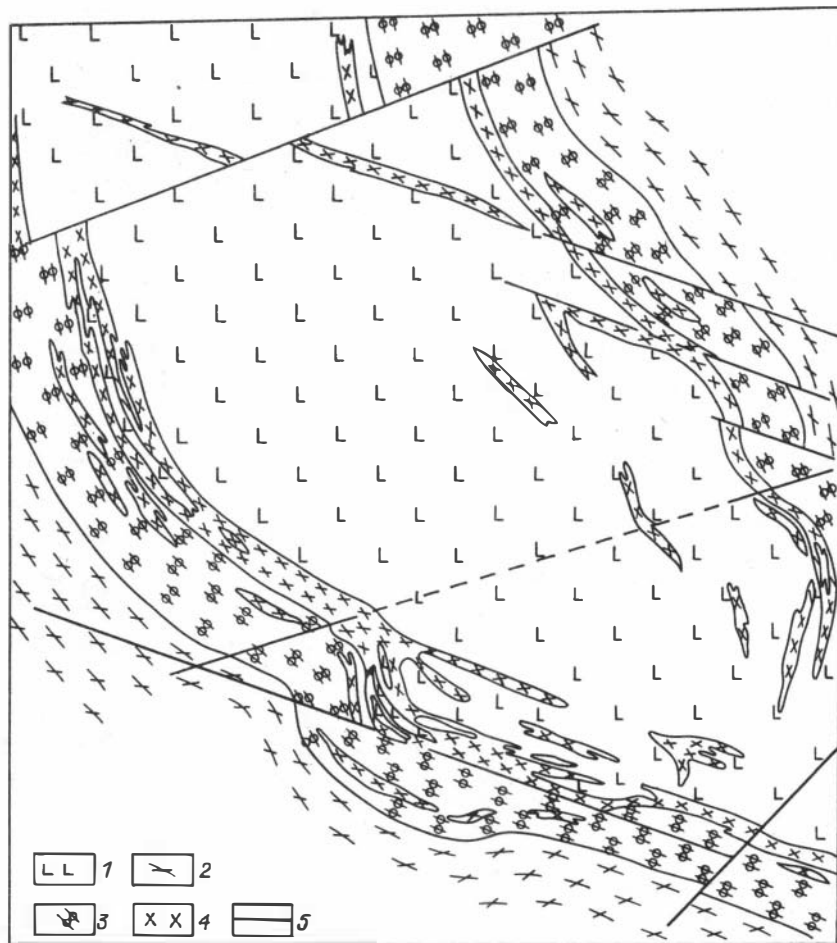


Рис. 27. Схематическая геологическая карта Уклуского месторождения.

1 - апатитосодержащие метапроксениты; 2 - ультраметаморфогенные образования (гранито-гнейсы биотитовые и биотит-амфиболовые); 3 - зона гранитизации (гранито-гнейсы с реликтами апатитосодержащих метапроксенитов); 4 - метасоматиты (микрелиновые, кварц-полевошпатовые); 5 - разрывные нарушения.

Представлен изометричными, в том числе округлыми зернами, а также неправильно-удлиненными. Размер зерен колеблется от 0,1–0,2 до 0,5–1,5 мм. Образует мономинеральные кучногломеробластовые скопления, в которых он имеет почти изометричную полигональную форму мозаичной панидиобластовой структуры. Зерна апатита в таких агрегатах обычно тесно примыкают друг к другу. Иногда совместно с ним наблюдается мелкозернистый пироксен и амфибол. В других случаях апатит в зернах удлиненной формы рассекает пироксен и амфибол. Иногда встречается в тонких жилках или образует радиально-лучистые скопления. Апатит (по составу – фторapatит), образует несколько генераций. Среднее содержание P_2O_5 по месторождению составляет 4,1 % при коэффициенте рудоносности 0,73.

Прогнозные запасы по блоку, длина которого 2,0 км, ширина 600 м и глубина 250 м, составляют 40 млн. т P_2O_5 .

Проведенными технологическими исследованиями ЗСТУ установлено, что руды относятся к легкообогатимым. Флотацией из руды, содержащей 4,74 и 3,11 % P_2O_5 , получен концентрат апатита с содержанием P_2O_5 38,16 и 31,22 %. Извлечение P_2O_5 в концентрат составило 92,6 и 91,2 %. На месторождении проводится предварительная разведка.

Проявление Нирянджа расположено в Алданском районе Якутской АССР в вершине реки Нирянджа, правого притока р.Томмот, в 58 км от г.Алдана.

На площади месторождения проведены специализированные поисковые крупномасштабные работы, включившие поисковые маршруты в комплексе с геофизическими исследованиями, проходку канав, бурение мелких колонковых скважин глубиной до 50 м.

В структурном отношении месторождение находится в пределах Хардогасского синклиория и контролируется зоной нарушения северо-западного простирания. В районе развиты гранито-гнейсы, сланцы любкакайского горизонта федоровской свиты архея и кварц-apatитовые интенсивно ожелезненные продукты выветривания протерозойского возраста. Кварц-apatитовые породы имеют сложную конфигурацию и прослежены с поверхности на площади 1,6 км².

Кварц-apatитовые образования характеризуются пятнистой, брекчиевидной, кавернозной текстурами, широко представлены напочвенные формы. Породы окрашены гидроокислами железа в бурные и

вишневого цвета. Они сложены апатитом (20–90 %), кварцем (10–35 %), гидроокислами железа (10–40 %), иногда вторичным фосфатом. В виде примеси присутствуют мартит, гидрослюда, каолинит. Апатит распространен в виде призм или раздробленных зерен неправильной формы. Размер зерен колеблется от 1 мм до 25 см. Крупные кристаллы часто несут следы коррозии.

Средний химический состав апатитовых руд проявления по двум анализам (в %): SiO_2 – 65,58; TiO_2 – 0,31; Al_2O_3 – 4,01; Fe_2O_3 – 4,74; FeO – 0,22; MnO – 0,13; MgO – 0,92; CaO – 11,09; K_2O – 1,18; Na_2O – 0,21; H_2O – не опр.; P_2O_5 – 6,08; F – 0,69; п.п.п. – 1,27; CO_2 – 0,28; BaO – 5,0.

Общие прогнозные запасы P_2O_5 по проявлению на глубину 100 м оцениваются в 2 млн. т.

Представления о генезисе проявления различны (осадочно-метаморфическое гипергенно преобразованное, гидротермально-метасоматическое и др.).

В связи с увеличением коэффициента рудоносности с глубиной целесообразно проведение на проявлении буровых работ.

Проявление Нимгерканское расположено в Алданском районе Якутской АССР, на водоразделе рек Левый и Правый Нимгеркан (бассейны притоков Воляного, Рогатого, Банного и Камлуна). Находится на расстоянии 54 км на юго-восток от г. Алдана.

На площади проявления проведены специализированные поисково-оценочные крупномасштабные работы, включившие поисковые маршруты в комплексе с геофизическими исследованиями (магнито-электроразведку), проходку канав, бурение мелких колонковых скважин.

Основным структурным контролем в размещении апатитоносных тел являются разрывные нарушения диагональной и ортогональной систем и особенно узлы их пересечений.

Апатит-карбонатные породы по цвету, структурно-текстурным особенностям, составу апатита и характеру его распределения представляют собой полную аналогию апатит-карбонатным породам Селигдарского месторождения.

На Нимгерканском проявлении апатит-карбонатные породы претерпели интенсивные гидротермально-метасоматические преобразования, которые выразились в окварцевании, баритизации, хлоритизации и т.д. (Парфенов, Мигляев, 1980).

На проявлении широко развиты продукты древнего выветривания, представленные интенсивно ожелезненными карбонат-кварц-апатитовыми и кварц-апатитовыми породами. Они установлены до глубины более 120 м. Наблюдаются постепенные переходы от свежих не затронутых выветриванием апатит-карбонатных пород через выщелоченные и ожелезненные апатит-кварц-карбонатные разности к продуктам выветривания кварц-апатитового состава с гидроокислами железа. Содержание P_2O_5 в апатитоносных продуктах выветривания резко возрастает и достигает 30 % (Герасимов и др., 1978).

Наложенные гидротермально-метасоматические и гипергенные процессы на породы апатит-карбонатного состава сформировали следующие апатитсодержащие минералогические разновидности: апатит-кварц-карбонатная, апатит-гематит-кварцевая, апатит-хлорит-кварцевая, апатит-барит-кварцевая, апатит-кварц-полевошпатовая, апатит-флогопит-карбонатная и т.д. Химический состав основных разновидностей руд приведен в табл. 17. Апатит представлен зернами неправильной и призматической формы размером от 0,5-1,0 до 10 см. Цвет бурый, сургучный, реже светло-зеленый. Распределение апатита неравномерное. Апатитсодержащие тела имеют жилоподобную форму. Простираение рудных тел северо-западное и северо-восточное. Мощность колеблется от 25-30 до 50 м; протяженность их до 600-1100 м.

Основные запасы апатитовых руд сконцентрированы в четырех рудных узлах. Рудный узел № 1 - расположен на правом склоне долины р. Лев. Нимгеркан, юго-восточнее г. Последней, № 2 - в истоках руч. Воляного, № 3 - на водоразделе верхних течений руч. Воляного и Рогатого, № 4 - на водоразделе руч. Воляного и Владимировского. Прогнозные запасы P_2O_5 подсчитаны в количестве 1 млн. 104 тыс. тонн.

О происхождении Нимгерканского проявления существуют те же точки зрения, что и Селигдарского месторождения. В связи со слабой изученностью перспективы Нимгерканского апатитопроявления не вполне ясны.

Проявление "Осенний Лист" находится в Алданском районе Якутской АССР и входит в состав южной части Центрально-Алданского горно-промышленного района. Оно расположено на правом склоне долины руч. Дорожного, впадающего в р. Бол. Нимныр, и удалено от ближайшей автомагистрали на 65 км. Апатитопроявление является составной частью Хардогасского рудного района.

Результаты химических анализов основных разновидностей апатитовых руд Нимгерманского проявления, вес. %

Минеральные разновидности руд	Компоненты											Σ					
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	NaO	H ₂ O	P ₂ O ₅		F	П.п.п.	CO ₂	BaO	
Апатит-бергит-кварцевый	61,70	0,19	11,23	3,52	0,79	0,09	1,21	7,17	2,59	0,24	0,47	6,20	0,05	1,51	...	3,00	99,99
	62,0	0,20	10,75	1,40	1,22	0,06	0,34	4,75	2,44	0,68	0,15	4,08	1,81	1,60	...	8,14	99,65
Апатит-диопти-бергит-кварц-карбонатный	20,2	0,12	2,75	0,72	0,9	0,27	17,17	19,10	0,94	0,2	0,17	2,52	0,92	3,87	25,85	4,53	100,23
	25,60	0,14	3,58	1,63	1,02	0,22	15,20	17,38	2,32	0,19	0,17	2,30	1,46	4,84	19,80	3,32	99,57
Апатит-тема-тит-кварцевый	70,72	0,32	5,32	7,19	0,19	0,13	1,03	0,78	1,54	0,11	...	2,86	0,01	1,47	0,1	0,1	100,87
Апатит-кварц-карбонатный	10,49	0,07	0,5	1,51	0,37	0,42	18,52	26,74	0,27	0,71	...	2,15	...	-	36,53	0,13	100,41

Примечание. Анализы выполнены в ЦИЛ ИГО "Якутскгеология" под руководством А.Г. Дмитриевой.

Проявление выявлено в 1963 г. В 1981 г. проводились детальные поиски в комплексе с геофизическими исследованиями (магниторазведка, электроразведка, шпуровая гамма-съемка).

Проявление расположено в центральной части Ингрского блока Алдьянского щита, выделяемого Ю.К. Дзевановским (1958), Н.Г. Судовиковым и др. (1962), Е.П. Мироняком (1972) под названием Ингрского литоплинта и локализовано в северо-восточном крыле Хардогасского синклинория. Оно приурочено к синклинальной складке II порядка, сложенной породами Федоровской свиты верхнего архея. Ширина складки 9-15 км, протяженность 35-50 км. Наклон крыльев симметричный под углом 40-75°. Здесь наблюдается довольно резкое погружение шарнира складки (до 40°).

Проявление расположено в зоне Нимнырского разлома северо-западного простирания, мощность которого колеблется от 1-2 до 100 м, протяженность до 3 км. Тектоническая зона обладает рядом специфических особенностей: 1) близогласным залеганием по отношению к вмещающим породам, 2) резким колебанием мощности и относительной гетерогенностью вещественного

состава тектонитов, 4) неоднородностью метасоматической проработки тектонитов и вмещающих пород, 5) отсутствием четких границ, отделяющих ее от вмещающих пород, 6) унаследованным характером развития. Абсолютный возраст апатитов - 1850 ± 15 млн. лет (Тугаринов и др., 1977).

В пределах проявления развиты диопсидовые, амфиболовые и реже гиперстеновые гнейсы леглиерского горизонта федоровской свиты.

Апатитовая минерализация связана с хлорит-эпидот-кварцевыми, реже с хлорит-эпидот-карбонат-кварцевыми метасоматитами, приуроченными к зоне брекчирования в аплитовидных гранитах и диопсидовых, амфиболовых, редко гиперстеновых гнейсах леглиерского горизонта. Простирается зона в северо-западном направлении $320-340^\circ$ на 1,5 км. Падение ее крутое. Ширина зоны колеблется от нескольких десятков метров до 120-130 м.

Рудные тела контролируются участками катаклаза, брекчирования, а также зонами интенсивной мелкой трещиноватости в поле развития пород леглиерского горизонта.

Форма и размеры рудных тел разнообразны. В целом это сложные жильные тела апатит-карбонатного состава размером 30-40 м в поперечнике и 100-200 м протяженностью. По данным бороздowego опробования мощность отдельных рудных интервалов колеблется от 0,3 до 3 м. Содержание P_2O_5 достигает 7,72 %, составляя в среднем 2,90 %. Границы рудных тел слабо выражены и определяются только по данным бороздowego опробования и радиометрическими измерениями. Рудные тела могут резко выклиниваться или расщепляться на серии более мелких жил.

Состав рудных тел следующий: кварц - 30-80 %, эпидот - 10-30 %, апатит - 5-30 %, хлорит - 5-30 %, пирит - 5-15 %, сфен - 5-15 %, карбонат - 50-80%, второстепенные - актинолит, гематит, рутил, серпентин, гидрослюда. Апатит сравнительно равномерно распределен в породе. Он представлен флоропатитом. Цвет сургучный, зеленый, голубой. Форма удлиненно-призматическая, встречаются также зерна неправильной формы. Размер кристаллов от 0,3-0,6 до 1,5-2,5 мм.

Приуроченность основных рудоносных зон к синклинали структуре, где наиболее высокие концентрации находятся в тесной ассоциации с первичными карбонатными породами федоровской свиты, позволяет надеяться на возрастание запасов с глубиной.

Проявление "Осенний Лист" рассматривается как перспективное на обнаружение промышленных концентраций апатита.

Проявление Дорожное административно входит в состав Алданского района Якутской АССР и удалено от ближайшей автомагистрали на 64 км. Оно расположено в левом борту ручья Дорожного, впадающего в р.Бол.Нимныр. Входит в состав Хардогасского рудного района. Оно было открыто в 1963 г. С 1975 по 1981 гг. территория, включающая это апатитопроявление, доизучалась в крупном масштабе в комплексе с геофизическими исследованиями.

Находится в центральной части Ингрского блока Алданского щита и локализуется в северо-восточном крыле Хардогасского синклинория. Приурочено к северо-восточному крылу синклинальной складки II порядка, сложенной породами федоровской свиты верхнего архея. Ширина складки 9-15 км, протяженность 35-50 км. Наклон крыльев симметричный под углом 40-75°. Абсолютный возраст апатитов - 1850±15 млн. лет (Тугаринов и др., 1977).

В пределах рудопроявления развиты диопсидовые, амфиболовые и реже гиперстеновые гнейсы леглиерского горизонта федоровской свиты (см. раздел "Осенний Лист"). Здесь же встречаются апатит-содержащие карбонатные породы (мраморы) и "сиенитоподобные" кварц-альбит-каляшлатовые породы. Мощность карбонатных пород от 2,5-3,0 до 30 м, протяженность от первых сотен метров до километра.

Карбонатные породы пятнистые розовато-красные крупнокристаллические и состоят из доломита (60-90 %), апатита (5-20 %), кварца (5-20 %), кальцита (5-15 %). Из второстепенных можно отметить гематит (5-10 %), сфен (0-2 %), бетафит (1 %), циркон (1 %). Доломит почти всегда насыщен дисперсным гематитом. Он корродируется кварцем. Кристаллы доломита изометричные, ромбоэдрические размером 0,16-0,20, реже 0,3-1,0 мм. Апатит буровато-коричневый в виде призматических кристаллов размером до 10 см с бипирамидальными окончаниями. Апатит представлен фторапатитом. Характер распределения его **вкрапленный**.

Апатит-гематит-карбонатные руды Дорожного проявления слагают центральную часть Нимнырской рудоносной зоны и ближе к периферии сменяются рудами апатит-кларит-эпидот-кварцевого состава.

Сравнительный анализ руд проявления Дорожного с рудами месторождения Селигдар позволяет установить аналогию вещественного

состава. Прогнозные запасы проявления Дорожного составляют 60-80 млн. т P_2O_5 .

Апатитопоявление Дорожное следует рассматривать как перспективное, ввиду принадлежности его руд к промышленному типу.

Месторождение Арбарастах расположено в бассейне р.Идм.

Массив площадью 42 км² имеет концентрически-зональное строение с чередованием полос различного состава. Центральное ядро массива размером 4,5 км в поперечнике сложено пироксенитами, площадь распространения которых составляет 20 км². В пределах ядра и вокруг него развиты рудоносные конические дайки щелочных пород и карбонатитов. В центре контура развития пироксенитов локализовано серповидное в плане тело апатит-магнетит-форстеритовых пород площадью 0,3 км², а также ряд других более мелких дугообразных тел. Выделяется три группы пород: магнетит-форстеритовые, апатит-магнетит-хондритовые, кальцит-apatитовые с магнетитом, хондритом и слюдой (Фосфориты..., 1980).

Апатит присутствует в магнетит-форстеритовых (3-5%), апатит-магнетит-форстеритовых (30-65%) и апатит-магнетит-хондритовых (20-70%) породах. Наиболее крупные тела имеют мощность до нескольких сотен метров при длине I-I,5 км.

Апатит представлен гидроксил-фторапатитом, образует зернистые массы или тонкопризматические кристаллы. Распределение апатита неравномерное. Отдельные зоны обогащены до 50%.

Карбонатиты занимают около 25% площади массива. Образуют систему конически-дугообразных шил мощностью до 200 м, протяженностью до 5 км, падающих круто к центру массива под углами 60-85°. Шилы выдержаны по составу, контакты четкие. Карбонатиты сложены кальцитом (45-95%), апатитом (I-10%), магнетитом (I-30%), флогопитом (5-20%). Акцессорные - хондрит, диопсид, форстерит, пироклор, бадалейт, дизаналит, циркон, сульфиды.

Породы арбарастахского комплекса содержат P_2O_5 (в %): магнетит-apatит-форстеритовые - 12, апатит-форстерит-магнетитовые - 6, хондрит-магнетит-apatитовые - 20, флогопит-apatит-форстеритовые - 9. Среднее содержание 10%. В штокверковых зонах в слюдяно-пироксеновых породах содержится 5-10% апатита (2-4% P_2O_5), а в слюдяных шилах - от 10 до 25% (4-10% P_2O_5).

Прогнозные запасы Арбарастахского месторождения на площади 12,5 км² до глубины 100 м составляют 20,9 млн. т P_2O_5 .

УДЖИНСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Уджинская апатитоносная провинция расположена в северо-западной части Якутской АССР в бассейне р.Уджа в пределах Уджинского антиклинального поднятия. Последнее относится к числу редких сводовых структур Сибирской платформы, возникших на месте рифейского авлакогена и характеризующихся широким проявлением щелочного магматизма. Поднятие протягивается в северном направлении более чем на 100 км. Здесь развиты осадочные и вулканогенно-осадочные породы рифейского возраста, перекрытые на большей части территории чехлом пермских, юрских и четвертичных отложений. С запада Уджинская сводовая структура ограничена глубинным Чымаара-Джалиндинским разломом, с востока - р.Уджой. На южном продолжении находятся Далдынское и Куойское поднятия, на северном - Яков-Маспакинское погребенное поднятие.

В пределах провинции выявлены крупные массивы ультраосновных щелочных пород - Томтор и Богдо, карбонатитовое тело Чымаара и ряд мелких штоко- и дайкообразных тел того же состава на водоразделе рек Уджа-Чымаара, в долине р.Чымаара и других районах. Кроме того, получены данные о наличии довольно крупных, погребенных под осадочным чехлом массивов ультраосновных щелочных пород как в пределах сводовой части Уджинского поднятия, так и на северной его оконечности. В породах массива Томтор и карбонатитовом теле Чымаара установлено апатитовое оруденение.

Месторождение Томтор расположено в центральной части Уджинского поднятия, на левобережье р.Уджа. Ближайшие небольшие населенные пункты - пос.Уджа и Саскылах находятся соответственно в 37 и 140 км от месторождения. Расстояние до побережья Северного Ледовитого океана 240-250 км.

Рельеф в районе месторождения слабо расчлененный, холмистый. Максимальные абсолютные отметки не превышают 259,0 м.

Апатитовое оруденение в пределах массива Томтор выявлено в 1960-1962 гг. Как месторождение массив пока рассматривается условно, поскольку объем проведенных в его пределах поисковых работ недостаточен для обоснованной оценки перспектив.

В 1978-1979 гг. в контуре массива пробурено 70 скважин глубиной от 50 до 200 м. Данные по геологическому строению массива приведены в работах Г.И.Поршнева и Л.Л.Степанова (1980), Э.Н.Эрлиха и Л.Л.Степанова (1980), Э.Н.Эрлиха и др. (1981).

Массив Томтор относится к числу крупнейших вулканогенно-плутонических тел центрального типа. Площадь его около 450 км². По вопросу формационной принадлежности массива имеется несколько точек зрения. Одни исследователи включают его в состав формации агпайтовых нефелиновых сиенитов, другие относят к формации ультраосновных щелочных пород и карбонатитов, третьи считают полиформационным образованием, сочетающим признаки этих двух формаций.

Массив характеризуется сложным концентрически-зональным строением и крутыми, близкими к вертикальным, контактами. В формировании его выделяется две основные фазы. Центральная часть массива площадью около 80 км² сложена карбонатитами, пироксенитами, якупирангитами, мельтейгитами, пойкилитовыми нефелиновыми сиенитами. Карбонатиты слагают ядро интрузии, образования пироксенит-ийолитового ряда обрамляют их с севера в виде полукольца шириной до 1-2 км, сменяясь пойкилитовыми нефелиновыми сиенитами периферической зоны (рис. 28). К зоне контакта нефелиновых сиенитов и пород пироксенит-ийолитового ряда приурочена крупная магнетитовая залежь (месторождение Онгкучах). В южной половине центральной части массива широко распространены ксенолиты рифейских осадочных и вулканогенно-осадочных пород кровли, породы типа фоскоритов, апатит-карбонатные брекчии. К числу широко распространенных образований относятся дайки лимбургитов, авгитов, пикритов и трубки взрыва.

Породы центрального комплекса характеризуются резко выраженной положительной аномалией силы тяжести и концентрически-зональным магнитным полем.

Восточная часть массива площадью около 130 км² сложена более молодыми (абсолютный возраст 418-340 млн. лет) нефелиновыми и нефелинсодержащими сиенитами, прорванными дайками ийолитов, мельтейгитов, оливиновых меланефелинитов. Породы данного комплекса характеризуются отрицательной аномалией силы тяжести и близким к нейтральному магнитным полем. По геофизическим характеристикам наличие аналогичных по составу образований предполагается и в западной части массива, перекрытой мощным чехлом платформенных отложений. На массиве развита кора выветривания, мощность которой меняется от 40 до 150 м. Наиболее интенсивному выветриванию подверглись карбонатиты.

Большая часть площади массива перекрыта породами платформенного чехла мощностью 10–140 м, представленными кварцевыми и глауконитовыми песчаниками и доломитами, мраморизованными на контакте с нефелиновыми сиенитами. Мощность зоны мраморов до 500 м. Тектоническими нарушениями массив разбит на блоки, вертикальные амплитуды смещения которых относительно друг друга достигают 100 м, горизонтальные – 500 м.

Апатит является характерным минералом данного интрузивного комплекса. Присутствует во всех разновидностях пород, но наиболее значительные концентрации его связаны с образованиями центральной части массива. Выделяется три типа апатитовых руд, представляющих практический интерес: апатит-силикатные, апатит-карбонатные и апатит-франколитовые.

Апатит-силикатные руды связаны с участками развития измененных пород пироксенит-иолитового ряда вблизи контакта их с карбонатитами и магнетитовым телом Онгучах. Руды сложены пироксеном, нефелином, магнетитом, флогопитом, карбонатом и апатитом, характеризуюсь значительными вариациями содержаний минералов. Количество основного полезного компонента – апатита колеблется от 10 до 25 %. Присутствует он в виде вкрапленности, реже образует скопления. Протяженность отдельных рудных тел до 3–4 км, мощность до 100–250 м.

Химический состав руд данного типа (средний по трем анализам): SiO_2 – 7,03 %, TiO_2 – 0,44 %, Al_2O_3 – 2,60 %, Fe_2O_3 – 3,3%, FeO – 4,43 %, MgO – 6,8 %, CaO – 35,45 %, Na_2O – 0,41 %, K_2O – 0,69 %, P_2O_5 – 7,36 %, H_2O – 1,03 %, п.п.п. – 28,26 %. К апатит-силикатным рудам отнесены также фоскориты (apatит-магнетит-пироксен-монтichelлитовые породы), слагающие трубообразные и шилообразные тела в юго-западной части карбонатитового ядра. Размеры их варьируют в пределах от 75 x 250 до 250 x 375 м.

Прогнозные запасы P_2O_5 апатит-силикатных руд до глубины 500 м оцениваются в 400 млн. т.

Апатит-карбонатные руды связаны с карбонатитами центральной части массива. В основной своей массе это вкрапленные руды, характеризующиеся невысокими содержаниями P_2O_5 (в среднем 4,1 %). Кальцит является преобладающим породообразующим минералом, апатит располагается в промежутках между его зернами. Химический состав вкрапленных апатит-карбонатных руд (по данным двух анали-

зов, в %): SiO_2 - 4,0; TiO_2 - 0,50; Al_2O_3 - 1,30; Fe_2O_3 - 2,31; FeO - 0,57; MgO - 2,57; CaO - 48,62; Na_2O - 0,19; K_2O - 0,01; P_2O_5 - 3,67; H_2O - 0,85; п.п.п. - 34,99. Наряду с вкрапленными встречаются брекчиевидные руды, содержащие до 15-40 % апатита (среднее содержание P_2O_5 14,6 %). Брекчиевидные руды развиты вдоль юго-восточного контакта карбонатитового тела и образуют дугообразное тело протяженностью около 10 км при мощности до 250 м. Обломки апатитоносных брекчий представлены карбонатами, реже измененными вмещающими породами, нефелиновыми и щелочными сиенитами, цемент - апатитом.

Прогнозные запасы P_2O_5 брекчиевидной разновидности руд до глубины 100 м оцениваются в 80 млн. т.

Апатит-франколитовые руды развиты в зоне выветривания и нередко связаны постепенными переходами с апатит-силикатными и апатит-карбонатными рудами. Распределены они в разрезе неравномерно, слагая линзообразные тела мощностью от 1-5 до 50 и более метров. Нередко обособляются в виде жил и прожилков, прослеживающихся до глубины 150-200 м. Руды данного типа характеризуются довольно сложным минеральным составом. Наряду с остаточными первичными минералами - кальцитом, апатитом, флогопитом, магнетитом - в них широко представлены новообразованные - франколит, доломит (?), гидрофлогопит, вермикулит, каолинит, гидроокислы железа. Выделяются три участка развития апатит-франколитовых руд: северный, приуроченный к зоне контакта карбонатитов и пироксенитов; центральный, связанный с карбонатами, и южный, локализованный в связи с зоной апатитоносных брекчий южной периферии карбонатитового тела. Площадь первого участка - 11 км² при мощности коры выветривания более 150 м и среднем содержании P_2O_5 13,0 %. На центральном участке, занимающем площадь 16 км², мощность коры выветривания около 50 м, содержание P_2O_5 - 14,4%. Площадь южного участка 2,5 км², кора выветривания здесь имеет мощность 50 м, среднее содержание P_2O_5 в руде - 17,8 %.

Апатит-франколитовые руды, по данным анализа лабораторной технологической пробы, характеризуются следующим составом (%): SiO_2 - 9,04; TiO_2 - 1,03; Al_2O_3 - 4,84; Fe_2O_3 - 15,92; FeO - 7,89; MgO - 4,20; CaO - 32,48; Na_2O - 1,07; K_2O - не обн.; CO_2 - 7,91; P_2O_5 - 20,1; H_2O - 0,3; F - 1,80; SrO - 1,0.

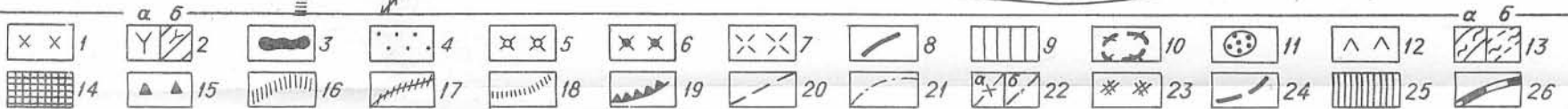
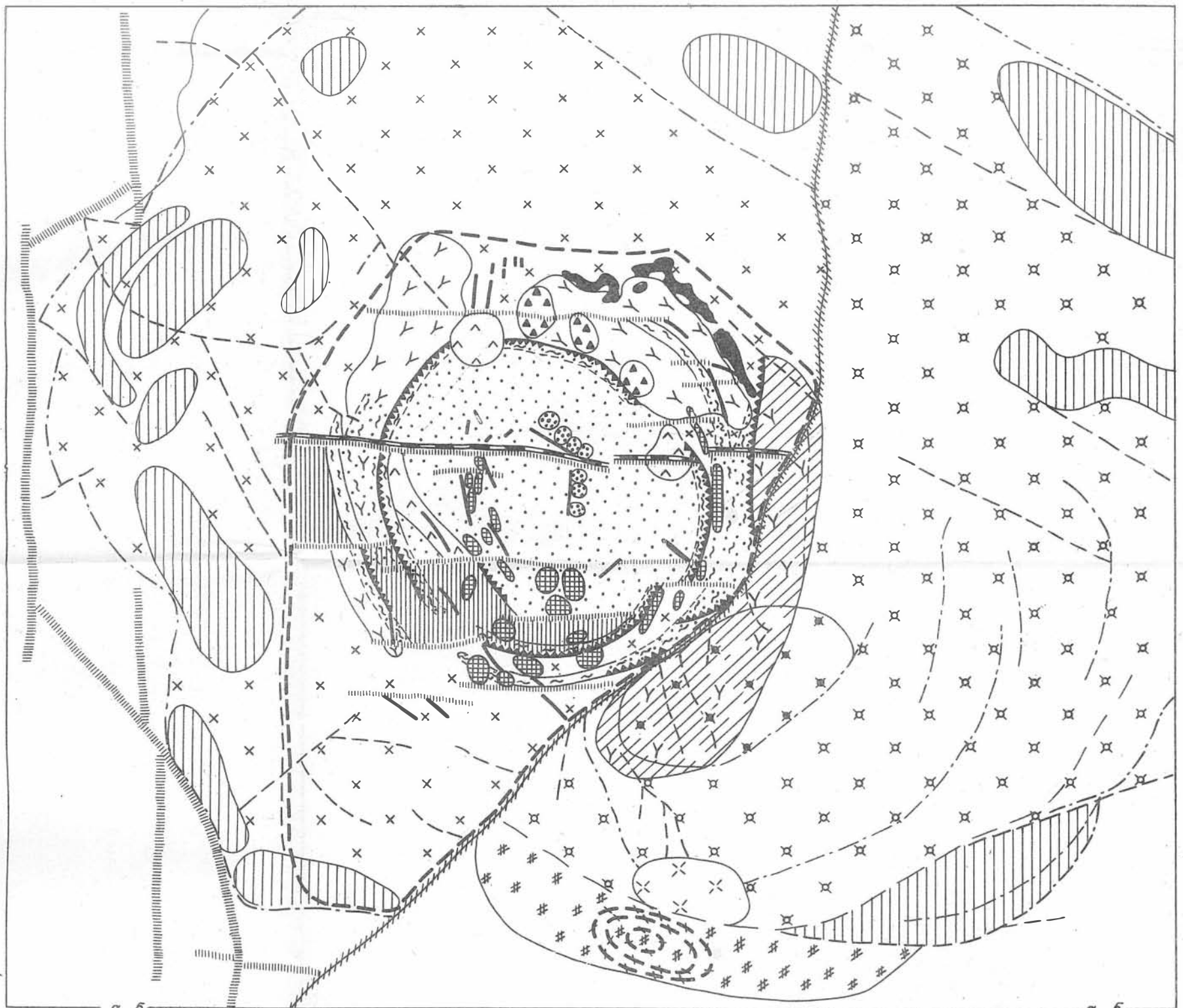


Рис.28. Схематическая геологическая карта массива Томтор (по Э.Н.Эрлиху)

I-4. Комплекс "древних" верхнепротерозойских интрузивных пород и руд: I - пойкилитовые нефелиновые сиениты; 2 - пироксениты, флогопитизированные пироксениты, тонкополосчатые мельтейгиты, якупирангиты, ийолиты (а) залегающие непосредственно под покровом рыхлых осадочных отложений, (б) перекрытые "молодыми" нефелиновыми сиенитами; 3 - флогопит-магнетитовые породы с кальцитом, апатитом, пироксеном (магнетитовое месторождение Онгкучах); 4 - кальцитовые карбонатиты; 5-15. Комплекс "молодых", среднепалеозойских интрузивных пород и руд: 5 - нефелиновые сиениты трахитоидные, агапитового типа с отдельными пегматоидными телами и жилами эгиринитов; 6 - щелочные нефелинсодержащие; 7 - поле преимущественного развития пегматоидных нефелиновых сиенитов; 8 - дайки измененных альнеитов, гялофлогопитов, пикритовых порфиритов, апомеллитовых пород; 9 - зоны умеренных по амплитуде положительных магнитных аномалий, предположительно совпадающих с площадями развития пород типа ийолитов; 10 - дайки меланонефелинитов; 11 - сидеритовые карбонатиты в виде цилиндрических тел и трубчатых везикул; 12 - туфы и эффузивы ультраосновного-щелочного состава; 13 - зоны развития силлов и жил карбонатитов и апатитолитовых брекчий в туфах, эффузивах и интрузивных породах: а) геологически установленные, б) предполагаемые; 14 - зоны интенсивных магнитных аномалий, предположительно связанные с участками развития вторичного магнетита; 15 - изометричные в плане интенсивные магнитные аномалии, связанные со штокверками магнетит-апатитовых пород и фосфоритов; 16-20. Дизъюнктивные нарушения: 16 - зона Чымаара-Джильдинского разлома и крупнейшие зоны его оперения; 17 - онгкучахский разлом; 18 - зоны оперения онгкучахского разлома; 19 - разломы ограничения предполагаемой кальдеры опускания в центральной части массива Томтор; 20 - сбросы и сбросо-сдвиги, формирующиеся в связи с комплексом молодых агапитовых нефелиновых сиенитов и щелочных нефелинсодержащих сиенитов; 21 - оси дуговых гряд рельефа, формирующиеся на "молодых" нефелиновых и нефелинсодержащих сиенитах; 22 - внешний контур массива Томтор а) геологически откартированный, б) предполагаемый по геофизическим данным; 23 - зона мраморизации в экзоконтакте массива; 24 - контур положительной аномалии силы тяжести, связанный с интрузивными породами центральной части массива; 25 - ксеногенные блоки рифейских отложений и площади развития интрузивных пород насыщенных ксеногенным материалом осадочных пород рифейского комплекса; 26 - ось диссимметрии центральной части массива Томтор

Прогнозные запасы P_2O_5 руд данного типа составляют 600 млн. тонн. В целом прогнозные запасы P_2O_5 в массиве оцениваются в 2,5 млрд. т.

Генезис фосфатных руд массива сложный и во многом дискуссионный. Отмечено несколько генераций апатита, характеризующих магматическую, метасоматическую и гидротермальную стадию становления интрузивного комплекса. С формированием коры выветривания связано образование франколита. В то же время имеются данные, как будто свидетельствующие в пользу гидротермального генезиса шлообразных существенно франколитовых тел. Апатит из руд различного типа сходен по химизму и относится к гидроксил-фторапатитовой и фторапатитовой разновидностям. Для него характерны высокие содержания стронция, редких земель. Апатит в рудах всех типов встречается в ассоциации с магнетитом.

По своим технологическим свойствам апатитовые руды массива Томтор относятся к числу труднообогатимых, что обусловлено наличием в них карбонатных и глинистых минералов. Проведены опыты по обогащению одной лабораторной пробы богатых (среднее содержание P_2O_5 20,1 %) выветрелых апатит-франколитовых руд, в результате которых получен апатитовый концентрат с содержанием P_2O_5 28,8–31,6 % при извлечении 52,9–66,9 %.

Перспективы Уджинской провинции в целом оцениваются высоко в связи с наличием еще ряда массивов, несущих апатитовое оруденение (Чымаара), и потенциально апатитоносных интрузий (Богдо, Чьемпе и др.). Этот район требует постановки целенаправленных работ на фосфатное сырье.

ДЖУГДЖУРО–СТАНОВАЯ ПРОВИНЦИЯ

Джугджуро–Становая апатитоносная провинция выделяется в границах архейской Становой протогеосинклиальной системы, которая окаймляет с юга крупный Северо–Азиатский кратон и является, по существу, его раздробленной и активизированной окраиной. В строении фундамента Становой складчатой системы принимают участие три структурно–вещественных комплекса, слагающие обособленные блоки и клинья, – нижнеархейский, верхнеархейский и ниж-

непротерозойский. Нижнеархейские блоки сложены кристаллическими сланцами и гнейсами, метаморфизованными в гранулитовой фации в условиях особо высоких давлений (10–11 кбар), аляскитовыми гранитами, чарнокитами, анортозитами, основными и ультраосновными породами. Верхнеархейские блоки сложены гнейсами и кристаллическими сланцами, метаморфизованными в амфиболитовой фации при умеренных давлениях, ультраметагенными гранитами и гранодиоритами. Нижнепротерозойские образования сохранились лишь в узких тектонических клиньях вдоль разломов. Месторождения и проявления апатита связаны как с магматическими, так и с метаморфическими формациями архея. Выделяется шесть рудных районов – Геранский, Баладекский, Хави–Каларский, Чогарский, Брянтинский, Ингздинский, каждый из которых приурочен к одному из блоков Становой складчатой системы. Наиболее крупные проявления апатита установлены в Геранском и Баладекском рудных районах.

Геранский район. Месторождения и проявления апатита находятся на севере Хабаровского края в районе хр. Джугджур. Они размещены на площади Геранского анортозитового массива, являющегося фрагментом крупного архейского Джугджурского плутона, расположенного на границе Алданского щита, Батомгской и Становой складчатых систем в пределах нижнеархейского выступа фундамента последней. Массив анортозитов залегает среди нижнеархейских пород, метаморфизованных в гранулитовой фации, имеет с ними тектонические контакты. Вмещающие породы ближайшего окружения залегают субсогласно с конфигурацией границ массива.

Строение Геранского массива зональное. Центральная фация его сложена анортозитами, анхимомономинеральными анортозитами, габбро–анортозитами с редкими шлирами габбро–норитов. В краевых фациях широко распространены габброиды, черелущиеся с анортозитами, реже с пироксенитами. Здесь установлены признаки первичномагматической расслоенности. Анортозитовая ассоциация является многофазным образованием: некоторые разности норитов, рудного меланогаббро и пироксенитов залегают в виде жил и штоков и содержат ксенолиты анортозитов. В западной и северной частях массива на контакте с нижнепротерозойскими гранитоидами ульянского комплекса имеют место явления гранитизации и сиенитизации. Южная часть массива находится в пределах региональной зоны расслаивания и смятия. Магматические породы здесь претерпели

низкотемпературный и гидротермальный динамометаморфизм в условиях фации зеленых сланцев.

В пределах Геранского массива выявлены и с поверхности изучены 5 крупных рудных объектов. Прогнозные ресурсы каждого из них превышают 50 млн. т P_2O_5 , что соответствует рангу крупного месторождения. Выделяются два генетических типа месторождений – раннемагматические и позднемагматические. В первом типе различают собственно магматические месторождения (Богидэ) и метаморфизованные (Маймаканское). Среди позднемагматических выделяют подтип рудных меланогаббро и пироксенитов (Джанинское месторождение). Эти месторождения различаются между собой и по условиям залегания, морфологии рудных тел, вещественному составу руд, а следовательно, и по практической значимости.

Месторождение Богидэ находится на западной оконечности хребта Джугджур в верховьях реки Уян в пределах Аяно-Майского района Хабаровского края в 320 км к востоку от станции Зейск Байкало-Амурской магистрали. Месторождение расположено на юго-западной окраине архейского анортозитового массива в пределах его краевой фации, которая имеет здесь следующее строение. В основании разреза стратифицированных габброидов залегает горизонт светло-серых норитовых анортозитов мощностью от 20 до 150 м. Он перекрыт слоем анортозитов (20 м) с рассеянной вкрапленностью апатита, ильменита и титаномagnetита. Эти породы покрывает рудный горизонт мощностью 30–170 м, на котором лежат анортозиты и габбро-анортозиты с рассеянной вкрапленностью рудных минералов (рис. 29).

Пластообразная рудная залежь прослежена по простиранию редкой сетью канав на расстоянии свыше 10 км. Наземной магниторазведкой вкрапленные руды оконтуриваются изолинией 5000 гамм. Сплошным рудам соответствуют аномалии напряженностью 20 000–30 000 гамм (см. рис. 29).

Рудная залежь имеет сложное строение. В ее разрезе выделяется пять серий пород, построенных по сходному плану, рассматриваемых как ритмы: пятнистая апатитовая руда – вкрапленная апатитовая руда – анортозит с рудной вкрапленностью. Истинная мощность ритмов варьирует от 10 до 60 м; вверх по разрезу она увеличивается, а плотность оруденения одновременно снижается, поэтому сплошные руды наиболее распространены в основании рудной

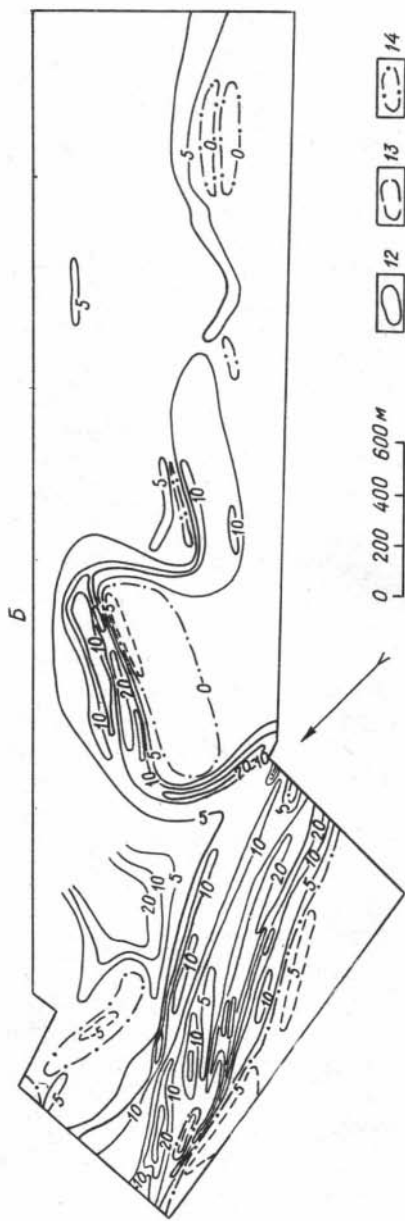
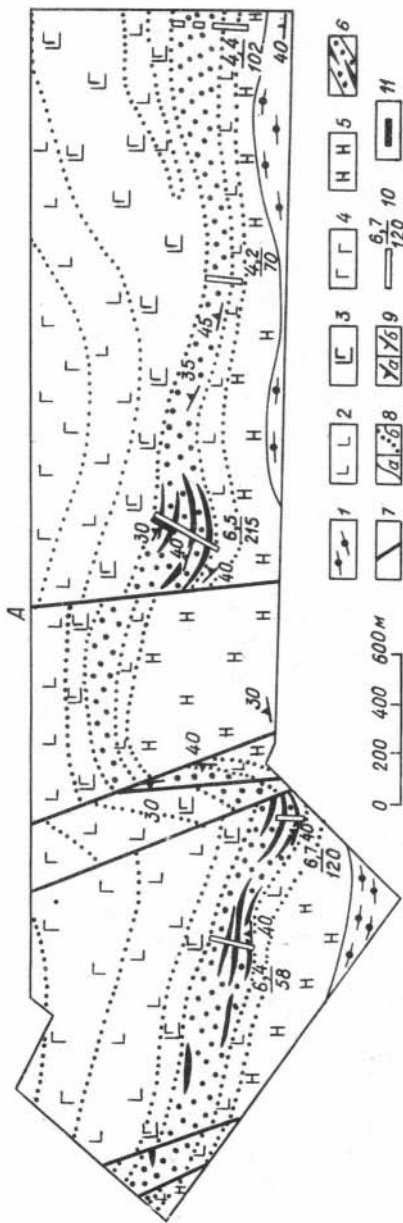


Рис. 29. Схема геологического строения (А) и изолиний западной части месторождения Богидэ (Б). А. I - гнейсы и кристаллические сланцы; 2 - анортозиты; 3 - габбро-анортозиты; 4 - габбро и габбро-нориты; 5 - нориты и норитовые анортозиты; 6 - вкрапленные и пятнистые апатитовые руды с линзами сплошных руд; 7 - тектонические нарушения; 8 - геологические границы: а - разновозрастных образований, б - фациальных разностей одновозрастных пород; 9 - элементы залегания: а - первичной полосчатости, б - гнейсовидности; 10 - линии магистральных каналов и содержание P_{2O_5} (числитель) на апробированную мощность (знаменатель); II - место взятия технологической пробы. Б. I2 - изолинии положительных значений магнитного поля (10^3 гамма); I3 - изолинии отрицательных значений магнитного поля; I4 - изолинии нулевых значений магнитного поля.

залегает, тогда как ее верхняя часть слоена делится вкрапленными рудами. Залегать полого падает к северо-востоку под углом 40-45°. Эрозийным срезом она вскрыта на 150 м.

На месторождении выделяются два основных типа руд - апатитовые сплошные и вкрапленные. Первый количественно преобладает. Содержание апатита варьирует от 5-10 до 30-35%. Петрогенная основа руд сложена лабрадором, железистым оливином, ферроалитом, магнетальным гилеритом.

Апатит короткопризматический, округло-длиннопризматический, редко игольчатый с хорошо развитыми гранями призмы и угнетенными концевыми гранями пирамиды. Триангли зерен ровные, четкие. Размер их колеблется от 0,05 до 3 мм. Иногда по трем углам зерен развиты тонкие прожилковидные выделения магнетита.

Содержание фосфорного ангидрида варьирует от 3-4% во вкрапленных рудах до 15% в сплошных, составив в среднем по месторождению 5,75%.

Прогнозные ресурсы P_{2O_5} до глубины 400 м оцениваются в 94 млн. т. Руды относятся к категории легкообогатимых. По комбинированной магнитно-флотационной схеме на лабораторных пробах из руд, содержащих около 6% P_{2O_5} в технологической лаборатории ДВМСа получены апатитовые концентраты, содержащие 40,3% P_{2O_5} при извлечении 90,4%.

Маймаканское месторождение находится на северном склоне хребта Джугдур в верховьях реки Маймакан в пределах Аяно-Майского района Хадаровского

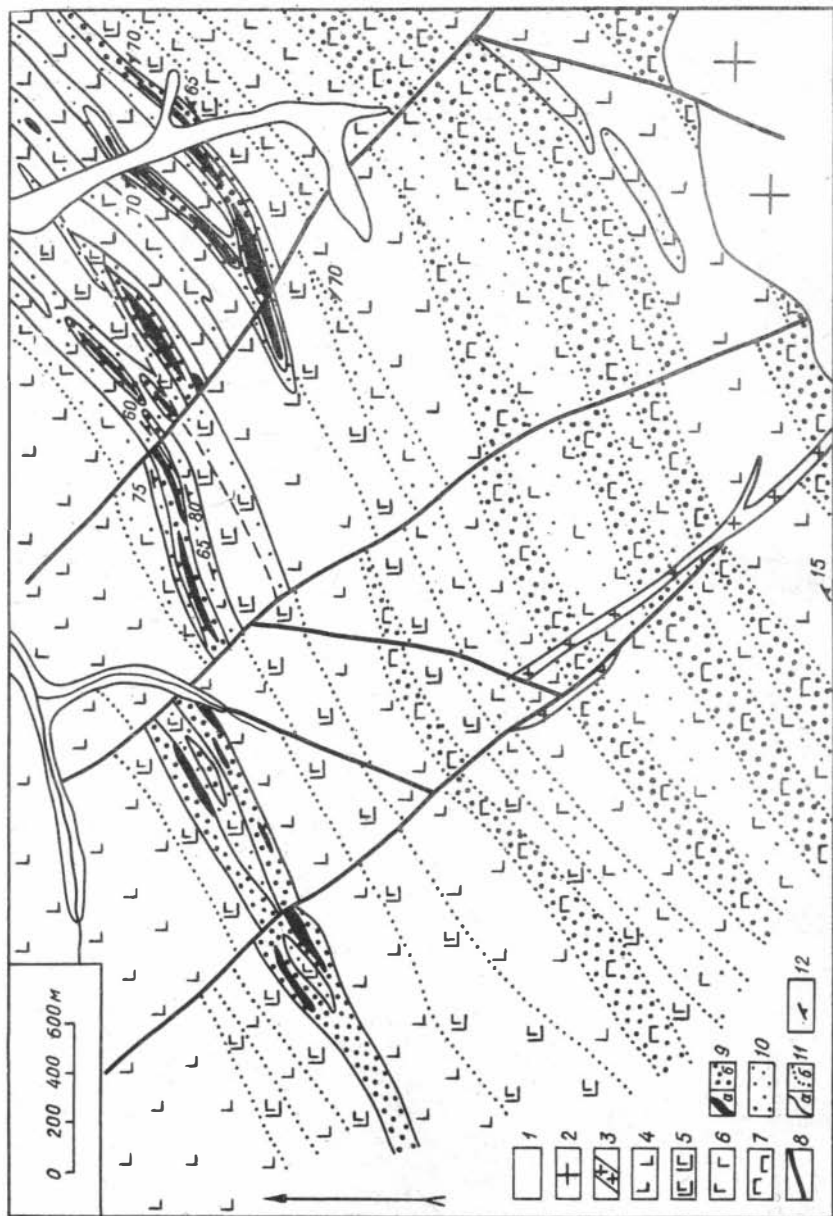


Рис. 30. Схема геологического строения Маймаканского месторождения.

I - четвертичные отложения; 2 - меловые гранитоиды; 3 - жилы гранодиорит-порфиров и диоритовых порфиров; 4-7. Породы архейской анортозитовой ассоциации: 4 - анортозиты, 5 - габбро-анортозиты, 6 - габбро, 7 - прроксениты; 8 - тектонические нарушения; 9 - апатитовые руды сплошные и вкрапленные; 10 - рассеянная вкрапленность рудных минералов; II - геологические границы разновозрастных и фациальных разновидностей пород; I2 - элементы залегания.

края, в 90 км к северу от побережья Охотского моря, в 85 км к востоку от месторождения Богидз.

Маймаканское месторождение расположено на юго-восточной окраине Геранского массива на границе его центральной и краевой фаций. С юга рудное поле ограничено интрузией гранитоидов, с запада и востока - покровами меловых эффузивов. Рудовмещающая пачка пород сложена чередующимися между собой пластообразными телами прроксенитов, меланогаббро, габбро-норитов, габбро-анортозитов и анортозитов (рис. 30). Вверх по разрезу количество лейкократовых пород возрастает. Все породы содержат рассеянную вкрапленность апатита, ильменита и магнетита. В верхней части разреза находятся несколько рудных линз и пластов, видимая мощность которых варьирует от 100 до 300 м. Породы анортозитовой ассоциации прорваны дайками гранодиорит-порфиров и диоритовых порфиров, местами рассланцованы, диафорированы и перемещены по разломам северо-западного простирания. В отдельных участках они подверглись перекристаллизации в связи с калишпатизацией, при этом плагиоклаз частично заместился мезо- и микропертитом, темноцветные минералы - биотитом.

Тела вкрапленных и большей части сплошных руд залегают согласно с габбро и габбро-анортозитами. Строение их в целом сходно с описанным для месторождения Богидз, но ритмичность выражена менее отчетливо. Отдельные тела сплошных руд залегают более круто, почти вертикально. По текстурным признакам выделяется четыре разновидности руд: вкрапленная, пятнистая, атакситовая и сплошная.

Апатит представлен как коротко столбчатыми и призматическими кристаллами, так и изометричными зернами размером 0,1-2,0 мм. Содержа-

ние его варьирует от 5–10 до 60–70 %. Минералы петрогенной основы руд представлены андезином, часто антипертитовым, реликтовым лабрадором, иногда микропертитом, биотитом, оливином, ромбическим и моноклинным пироксеном, шпинелью, а также хлоритом, актинолитом, эпидотом и серпидитом.

Среднее содержание P_2O_5 в рудах составляет 6,0 % при колебаниях от 2–3 до 26,8 %. Прогнозные ресурсы фосфорного ангидрида, подсчитанные для залежей, показанных на геологической схеме, составляют 57 млн. т. Есть перспективы прироста запасов за счет рудных тел, расположенных на флангах рудного поля.

Руды относятся к категории легкообогатимых. В ДВИМСе по двум технологическим пробам, отобранным из руд с содержанием 4,6 и 9,4 % P_2O_5 , получены апатитовые концентраты, содержащие соответственно 40,1 и 40,0 % P_2O_5 при извлечении 96,2 и 97,2 %.

Джанинское месторождение находится на южном склоне хребта Джугдур в верховьях реки Джаны в пределах Тугуро-Чумиканского района Хабаровского края в 110 км к северу от поселка Чумикан и в 45 км от месторождений Богидэ и Маймаканского.

Месторождение находится на южной окраине Геранского массива в тектоническом блоке площадью около 5 км², сложенном породами анортозитовой ассоциации – анхимономинеральными анортозитами с полосовидными шширами габбро–анортозитов и габбро–норитов, полого падающими к югу (рис. 31). Анортозиты прорваны большим количеством даек меловых гранит–порфиров, гранодиорит–порфиров, диоритовых порфиров. Сложная сеть разломов обусловлена структурной позицией месторождения.

Рудные тела представлены тремя штоками рудных меланогаббро и пироксенитов. Наиболее крупный из них прослежен по простирающим канавам на 2 км. Ширина выхода на поверхность колеблется от 400 до 700 м. Западный контакт штока круто погружается под анортозиты под углом около 70°. Еще два штока расположены к северу от первого. Протяженность их соответственно 500 и 600 м, ширина выхода 80 и 120 м. В магнитном поле рудные пироксениты фиксируются положительными аномалиями интенсивностью до 12 000 гамм. Контурам рудных тел соответствует изолиния 2000 гамм.

Руды представляют собой оливиновое меланогаббро, пироксениты и перидотиты с интенсивной вкрапленностью апатита. Апатит присутствует в виде тонкопризматических, игольчатых и рисовид-

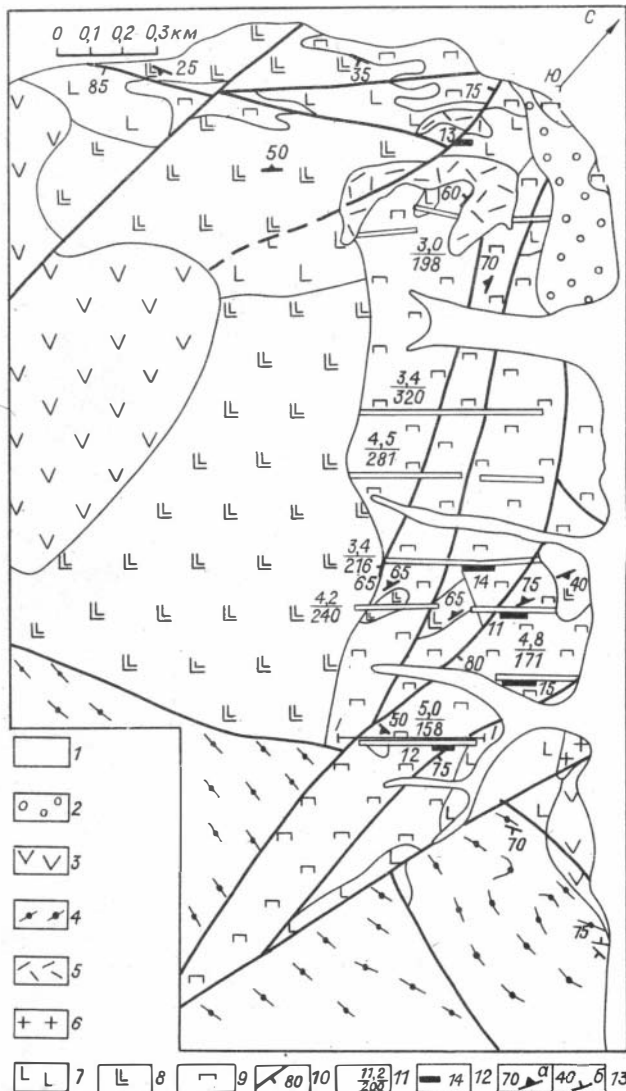


Рис.31. Схема геологического строения Дзанинского месторождения. 1 - современные, аллювиальные отложения; 2 - верхне- и среднетвертичные отложения; 3 - мезозойские вулканогенные образования; 4 - нижнеархейские гнейсы и кристаллические сланцы; 5 - поздне меловые субинтрузивные липариты; 6 - поздне меловые лейкократовые граниты; 7 - анортозиты и габбро-анортозиты; 8 - анхимономинеральные анортозиты; 9 - рудные габбропироксениты; 10 - тектонические нарушения и направление падения плоскостей сместителя; 11 - линии магистральных каналов и содержание P_2O_5 (числитель) на опробованную мощность (знаменатель); 12 - места отбора технологических проб и их номера; 13 - элементы залегания; а - первичной полосчатости, б - гнейсовидности.

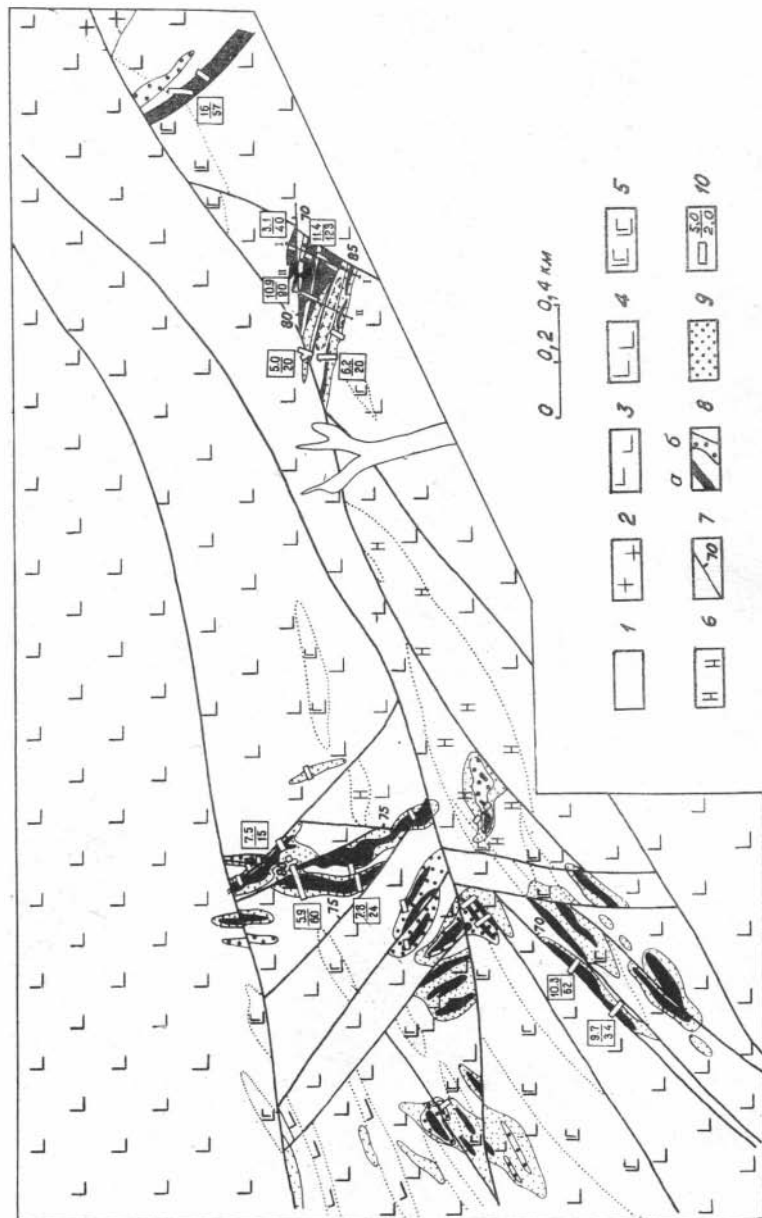


Рис. 32. Схема геологического строения Гагмского месторождения.

1 - современные аллювиальные отложения; 2 - раннемеловые гранодиориты; 3-6 - архейский анортозитовый комплекс: 3 - лабрадориты, 4 - андезиты, 5 - габбро-анортозиты, 6 - нориты и габбро-нориты; 7 - тектонические нарушения и направление падения плоскостей смещения; 8 - апатитовые руды: а - сплошные, б - пятнистые и вкрапленные; 9 - рассеянная вкрапленность апатита; 10 - линии магистральных каналов и содержание P_2O_5 (числитель) на апробировавшую мощность (знаменатель).

ной формы кристаллов, размером 0,1-0,5 мм, с хорошо развитыми призмами и округлыми концевыми ограничениями.

Описываемые руды характеризуются низким содержанием P_2O_5 - в среднем 4 % при колебаниях от 2,5 до 8,5 %. На схеме приведены средневзвешенные содержания P_2O_5 на опробованную мощность по ряду канавных пересечений. С севера на юг концентрация фосфорного ангидрида возрастает.

Прогнозные ресурсы P_2O_5 по месторождению оцениваются в 78 млн. т.

Руды относятся к категории весьма легкообогатимых. В ДВИМСе по четырем лабораторным технологическим пробам, отобраным из руд, содержащих от 2,5 до 4,8 % P_2O_5 , по магнитно-флотационной схеме получены высококачественные апатитовые концентраты, содержащие 39,8-40,7 % P_2O_5 при извлечении 93,0-95,6 %.

Гагмское месторождение находится в осевой части хребта Джугджур на границе Тугуро-Чумиканского и Аяно-Майского районов Хабаровского края в 20 км от Дзанинского и в 25 км от Маймаканского месторождения.

Гагмское месторождение локализовано в образованиях центральной фации Геранского анортозитового массива вблизи области ее сочленения с краевой фацией. Вмещающие породы представлены лабрадоритами с редкими линзо- и полосовидными шширами габбро-анортозитов, габбро, габбро-норитов и норитов мощностью от I до 40 м, полого падающими на северо-запад под углом 25-40°. Широко распространены гигантозернистые габброиды и габбро-пегматиты

Месторождение представлено тремя зонами - Западной, Центральной и Восточной, расположенными на расстоянии 0,5-1 км друг от друга, каждая из которых сложена группой близких рудных тел (рис. 32). В зоне Западной

выделяется пять крупных рудных жил мощностью от 10 до 70 м при протяженности от 200 до 950 м и четыре рудных столба размером от 120 x 300 м до 350 x 400 м. Падение их крутое, близкое вертикальному. В рудной зоне Центральной откартирован рудный столб размером 123 x 500 м и два жлообразных тела. Вниз по падению они соединяются. Современным эрозионным срезом рудные тела вскрыты на глубину 200 м. Зона Восточная представлена двумя рудными телами, максимальная мощность которых 57 и 35 м, протяженность – 500 и 280 м. Руды этой зоны расположены вблизи массива гранитоидов и интенсивно метаморфизованы.

По текстурным признакам выделяется четыре разновидности руд: сплошная, атакситовая, пятнистая и вкрапленная. Верхние части рудных тел сложены пятнистыми рудами; более глубоко вскрытые эрозионным срезом – сплошными и атакситовыми разновидностями руд. Вкрапленные руды находятся на периферии рудных тел и слагают над- и околорудные ореолы рассеяния.

Апатит представлен идиоморфными зернами серого и зеленовато-серого цвета размером от 1–2 мм до 1–2 см, в среднем 4–7 мм в сплошных рудах и 1–2 мм во вкрапленных.

Руды Гагмского месторождения характеризуются наиболее высоким содержанием фосфорного ангидрида – в среднем 8,7 %, при колебаниях от 1–2 до 31,6 %. Среднее содержание его по отдельным рудным телам варьирует от 3,1 до 16 %. С увеличением глубины эрозионного среза на 180 м содержание P_2O_5 увеличивается вдвое.

Прогнозные ресурсы P_2O_5 до глубины 400 м оцениваются в 40 млн. т. Есть резервы увеличения их за счет рудных тел на флангах рудного поля.

Руды относятся к категории легкообогатимых. По четырем лабораторным технологическим пробам, исследовавшимся в ДВИМСе, ИРГИРДМЕТе и на заводе Сибэлектросталь, при крупности дробления минус 0,25 мм из руд, содержащих 6,3–19,1 % P_2O_5 , устойчиво получают апатитовые концентраты, содержащие 39,5–40,0 % фосфорного ангидрида при извлечении 88,5–99,6 %.

Б а л а д е к с к и й р а й о н находится на севере Хабаровского края в Западном Прихотье в бассейне правых притоков реки Удн.

Апатитоносными являются образования архейского Баладекского габбро-анортозитового массива, слагающего одноименный выступ фундамента Амуро-Охотской складчатой системы. Он разделяет образования Удско-Шантарской эвгеосинклинальной зоны и Шевлинского перикратонного прогиба.

Баладекский массив разбит на два крупных и серию мелких блоков. Он представляет собой фрагмент юго-восточного крыла крупного анортозитового плутона. Строение его зональное. Северо-западная часть массива сложена среднезернистыми андезинитами с реликтами крупно- и гигантозернистых лабрадоритов. С севера они перекрыты четвертичными отложениями, к юго-востоку постепенно сменяются габбро-анортозитами. Далее следует зона шириной 0,5-1,2 км, сложенная чередующимися слоями габбро-анортозитов, габбро-норитов и их пегматоидных и рудных разностей. Несмотря на небольшую мощность, эта зона, рассматриваемая как рудный горизонт, по редким коренным выходам, рудным развалам и геофизическим данным, прослежена на 70 км. К юго-востоку от нее картируется полоса габбро и габбро-норитов с шлировыми телами анортозитов и пироксенитов, за которыми следуют зоны пироксенитов, а затем перидотитов и серпентинитов. В описываемых породах установлены признаки расслоенности. Замеры первичной полосчатости свидетельствуют о пологом падении пород на северо-запад под углами 30-60°.

Породы Баладекского массива претерпели метаморфизм в условиях высоких давлений (эклогитизацию), гранитизацию в связи со становлением субщелочных гранитоидов Тохикинского комплекса и низкотемпературный динамометаморфизм в условиях зеленосланцевой фации.

В пределах рудного горизонта выделены и с поверхности описаны два рудных объекта, которые по прогнозным ресурсам P_2O_5 соответствуют рангу крупных месторождений. Работы стадии детальных поисков на них не завершены.

Давакитское месторождение находится в верховьях реки Тохикикан, правого притока реки Уды. Оно расположено на территории Тугуро-Чумиканского района Хабаровского края в 200 км к востоку от станции Февральск Байкало-Амурской железнодорожной магистрали.

На правом борту ручья Гербикан-Макит выходят породы рудного горизонта, представленные грубо переслаивающимися между со-

бой линзо- и слоеобразными телами габбро-анортозитов, анортозитов, габбро. Ширина их выхода превышает 500 м. В северо-западном направлении они сменяются анортозитами и анхимономинеральными анортозитами (рис. 33).

Месторождение Давакит сложено тремя пластообразными залежами вкрапленных руд, залегающих согласно с вмещающими породами в верхней части рудного горизонта на контакте с анортозитами, и серией секущих жиллообразных тел сплошных руд, падающих почти вертикально или круто наклоненных на северо-запад.

Вкрапленные руды являются раннемагматическими метаморфизованными. Сплошные руды, по-видимому, представляют собой метаморфогенные образования.

Видимая мощность основной залежи вкрапленных руд составляет 250 м, протяженность - до 3 км. Строение ее сложное. Слои анортозита, габбро-анортозита и редко габбро с рассеянной вкрапленностью апатита чередуются с участками пятнистых и сплошных руд. Вверх по разрезу количество меланократовых пород уменьшается, плотность апатитовой минерализации до середины залежи возрастает, а затем уменьшается.

Содержание апатита 5-20 % (в среднем 10-15 %). Он образует короткостолбчатые и "рисовидные" кристаллы. Минералы петрогенной основы представлены андезином, высокоглиноземистым гиперстеном, авгитом, гранатом, кварцем. В рудах, претерпевших динамометаморфизм в зонах разломов, темноцветные минералы замещены актинолитом, тремолитом, хлоритом; по плагиоклазу развиваются серицит и гидрослюда.

Содержание фосфорного ангидрида в рудах варьирует от нескольких до 14 %, составляя в среднем 6,5 %.

Прогнозные ресурсы P_2O_5 оцениваются в 31 млн.т. Технологические исследования не проводились.

Урожайное месторождение находится в 40 км к северо-востоку от месторождения Давакит, в 230 км к востоку от станции Февральск Байкало-Амурской железной дороги.

В основании рудного горизонта залегают пластообразная залежь рудных габбро, лейкогаббро и анортозитов, видимая мощность которой изменяется по простиранию от нескольких десятков метров до 400 м, составляя в среднем 285 м. В междуречье Лагап-Галам залежь прослежена на 3 км канавами, в пойме реки Галам

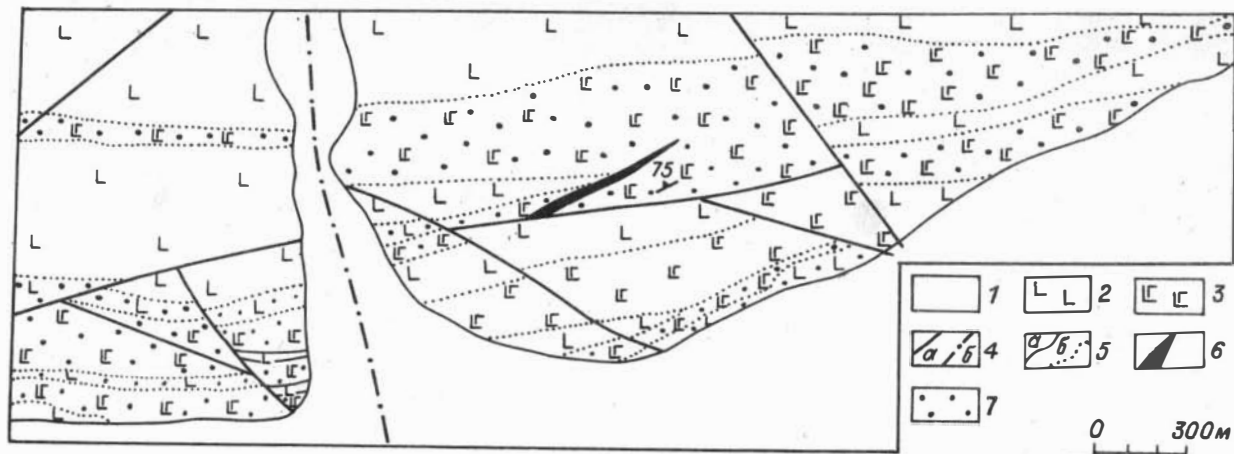


Рис. 33. Схема геологического строения Давакитского месторождения.

I - аллювиальные четвертичные отложения; 2 - анортозиты; 3 - габбро-анортозиты с прослоями габбро и анортозитов; 4 - разломы (а - установленные, б - предполагаемые); 5 - геологические границы (а - разновозрастных образований, б - фациальных разновидностей пород); 6 - тела сплошных руд; 7 - вкрапленные апатитовые руды.

на 3 км магниторазведкой, далее руды обнажаются в коренных выходах вдоль левого борта реки Галам. По простиранию до выклинивания они не прослежены.

Руды относятся к раннемагматическим метаморфизованным. Не исключено вторичное обогащение за счет наложения метаморфогенно-оруденения на первичное магматогенное.

Рудная залежь представляет собой габбро-анортозиты и габбро-нориты, в различной степени насыщенные апатитом. Распределение рудных минералов по мощности залежи относительно равномерное. Наиболее распространенным является вкрапленный тип руд. По вещественному составу руды сходны с описанными на Давангитском месторождении, но содержание апатита в них несколько ниже.

Среднее содержание P_2O_5 в рудах 5,9 %. Прогнозные ресурсы P_2O_5 до глубины 400 м оцениваются в 81 млн.т.

Технологические свойства руд изучались на 14 пробах малого веса (1-5 кг) в лаборатории ДВИМСа. В качестве типовой выбрана схема обогащения руд Джанинского месторождения. По результатам анализа выделено два технологических сорта руд. По девяти пробам неизмененных руд, содержащих 1,6-5,4 % P_2O_5 , получены апатитовые концентраты, в которых содержание фосфорного ангидрида составляет 37,1-41,5 %. По пяти пробам из диафорированных руд по выбранной схеме получены концентраты, содержащие 29-35 % P_2O_5 .

ЕНИСЕЙСКО-ЧАДОБЕЦКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Провинция расположена в пределах Красноярского края, к северу от линии широтного течения р.Ангара. Апатитоносность провинции связана с рядом магматических формаций (Фосфориты..., 1980) - ультраосновных щелочных пород с карбонатитами, агпатовых нефелиновых сиенитов, дунит-пироксенит-габбровой, анортозитовой и габбро-диорит-диабазовой. Здесь выявлено пока одно месторождение апатита - Татарское (Забродин, Малышев, 1975, 1977; Лягушкин, Жирова, 1981 и др.).

Татарское месторождение апатита расположено в центральной части Енисейского края в верховьях рек Татарки и Большой Пен-

ченги, в 155 км от пос. Мотыгина, находящегося, в свою очередь, в 140 км восточнее ближайшей железнодорожной станции г. Лесосибирска.

Месторождение располагается в западном крыле Верхнетатарской антиклинальной зоны, являющейся структурным элементом Центрального антиклинория Енисейского кряжа. Карбонатиты и сопутствующие им щелочные силикатные метасоматиты прослежены в полосе протяжением свыше 15 км при ширине до 1,5 км. Эта зона получила название Пенченгинской. Комплекс карбонатных и щелочно-силикатных метасоматитов локализуется среди древних метаморфических толщ, слагающих крылья Верхнетатарской антиклинали. Пространственная позиция Пенченгинской зоны определяется связью ее с мощной долгоживущей зоной Татарского разлома глубинного заложения. Она, вероятно, приурочена к субмеридиональному ответвлению глубинного разлома, а непосредственно в локализации тел метасоматических пород определяющую роль играют дизъюнктивные и пликативные дислокации 2-го и 3-го порядков. Непосредственной связи метасоматитов с интрузивным магматизмом не установлено.

В геологическом строении района участвуют метаморфизованные карбонатно-терригенные образования пенченгинской свиты среднего протерозоя, смятые в брахиформные и линейные складки и разбитые системой разломов. Породы пенченгинской свиты представлены преимущественно кварц-сланцевыми сланцами с прослоями мраморов и кварцитов. Они прорываются кососекущими и пластовыми телами метагабброидов индиглинского комплекса среднего протерозоя (1600–1650 млн. лет), а также позднерифейскими (850–750 млн. лет) гранитоидами Татарского батолита, слагающими ядро антиклинали (рис. 34). Метасоматические породы проявлены среди сланцев, метагабброидов и на их контакте и представляют собой продукты глубокого метасоматического преобразования вмещающих пород. При этом кварц-сланцевые сланцы замещаются альбитами, альбит-амфиболовыми и микроклин-альбит-амфиболовыми породами, содержащими некоторое количество кальцита, кварца, иногда эгирина, небольшое количество пирротина, флогопита и аксессуарных – апатита, дикрона, сфена, ильменорутила и пироклора. Метагабброиды (ортоамфиболиты) замещаются слюдитом и альбит-флогопитовыми породами. По кальцитовым мраморам развиваются карбонатные метасоматиты (кальцитовые карбонатиты), состоящие из кальцита (50–90 %), ще-

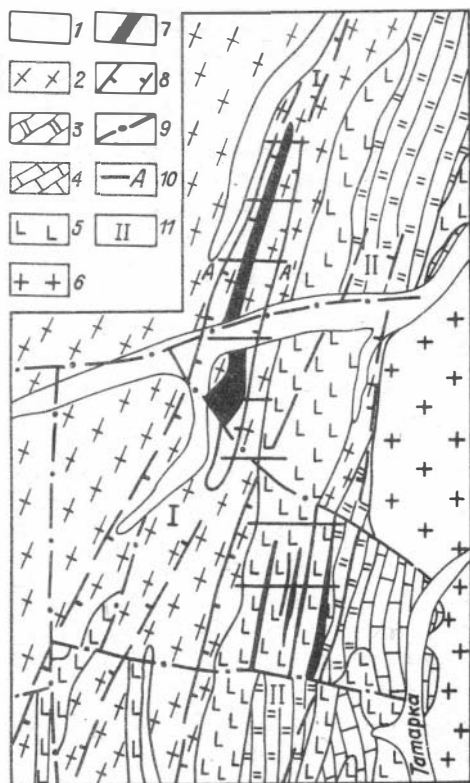


Рис. 34. Схема геологического строения северного фланга Пензенгинской зоны метасоматитов.

I - аллювий; 2-4. Пензенгинская свита: 2 - кварц-сланцы с прослоями мраморов, 3 - кварциты, 4 - кальцитовые мраморы; 5 - метагабброиды и ортоамфиболиты индиглинского комплекса; 6 - граниты Татарского массива; 7 - рудные тела: карбонаты и щелочные силикатные метасоматиты; 8 - контуры зоны развития метасоматитов: сплошная линия - установленные, прерывистая - предполагаемые; 9 - разрывные нарушения; 10 - линии поисковых профилей; II - номера рудных зон.

лочного амфибола, иногда эгирина, флогопита и акцессорных апатита, сфена, ильменорутила, пиррохлора и пирротина. В промышленных концентрациях апатит содержится лишь в доломитовых карбонатах и амфибол-флогопитовых метасоматитах, развивающихся в контакте кварц-сланцев с доломитовыми карбонатами.

В пределах рассматриваемой зоны наблюдается переслаивание щелочных силикатных метасоматитов и карбонатов; прослой и линзы слабоизмененных исходных пород встречаются во всех типах метасоматитов по всей мощности зоны, но в особенности в крайних ее частях. Метасоматиты обычно залегают согласно складчатой структуре вмещающих пород, что, вероятно, связано с возникновением согласных разрывов и межслоевых нарушений в метаморфиче-

ской толще. Абсолютный возраст метасоматитов определен в ИМГРЭ по флюопиту калий-аргоновым методом и составляет 650–660 млн. лет. Наиболее широко карбонатиты развиты на северном фланге Пенчентинской зоны, на площади собственно Татарского месторождения.

Месторождение выявлено работами ПГО "Красноярскгеология" в 1972–1974 гг. при проведении крупномасштабной геологической съемки. Детальными поисками на месторождении выявлены две рудные зоны: северо-западная-I и юго-восточная-II (см.рис. 34). Рудные тела вскрыты горными выработками (шурфы и канавы) и скважинами колонкового бурения. Всего на месторождении пробурено 15 поисковых скважин по линиям профилей по сети 600 x 100 метров. Максимальная глубина бурения 300 м. На площади месторождения проведен комплекс геофизических работ, а также детальные лито-геохимические поиски.

В пределах рудной зоны I бурением вскрыто рудное тело суб-меридионального простирания, протяженностью 2,7 км, разделенное разломом на два блока. В северном блоке пластообразное крутопадающее тело метасоматитов мощностью 60–80 м не обнаруживает признаков выклинивания до глубины 300 м (рис. 35). Южный блок приурочен к флексуобразному изгибу и имеет на поверхности дугообразно-изогнутые очертания. Мощность рудного тела здесь увеличивается до 200 м, оно выполаживается и ограничивается разломами в южном и западном контактах. Внешний контур рудной залежи довольно простой, в общем согласный слоистой толще вмещающих сланцев, но внутреннее строение ее осложнено переслаиванием карбонатитов и щелочных силикатных метасоматитов с прослоями и линзами слабоизмененных исходных пород. Вдоль контакта рудного тела с вмещающими породами развиты линейные коры выветривания мощностью 50–60 м, а в южном блоке – до 100–150 м. С севера рудная залежь не оконтурена, а на юге резко ограничивается поперечным разломом (см. рис. 34).

Рудная зона II представлена маломощными толщами карбонатитов и щелочных силикатных метасоматитов, локализующихся среди метагабброидов и кварц-сланцев. Морфология ее изучена недостаточно, так как большинство скважин не вышли из коры выветривания, интенсивно развитой в восточном контакте зоны. По данным аэрогаммаспектрометрической съемки, зона II протягивается на северо-восток и юго-запад на 10–12 км и имеет ширину 1,2 км.

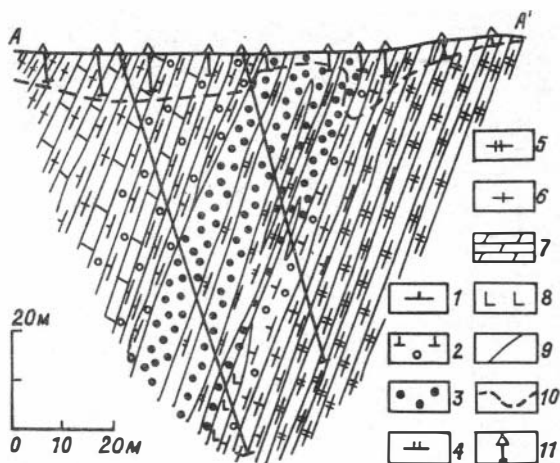


Рис. 35. Схематический разрез по линии А-А (к рис. 34).

I-2. Метасоматические породы: I - микроклин-альбит-амфиболовые метасоматиты, 2 - щелочные силикатные метасоматиты и кальцитовые карбонатиты; 3-4. Рудные метасоматиты: 3 - доломитовые карбонатиты, 4 - амфибол-флогопитовые метасоматиты; 5-8 - вмещающие метаморфизованные породы: 5 - кварц-биотит-мусковитовые сланцы, 6 - кварц-биотитовые сланцы, 7 - то же с прослоями мраморов, 8 - метагабброиды; геологические границы; 10 - граница коры выветривания; II - скважины.

спорадически встречается магнетит. Содержание апатита в карбонатитах составляет 10-15 %, достигая в отдельных участках 30-50 % объема породы. Амфибол-флогопитовые метасоматиты и слюдиты образуют внешнюю зону рудных тел и содержат 10-20 % апатита в виде вкрашенности, тонкопрожилковых и гнездообразных скоплений.

Коры выветривания карбонатитов состоят преимущественно из гетитовой охры с примесью слюдито-глинистого материала и окелезненного амфибола. В корях амфибол-флогопитовых метасоматитов преобладает слюдито-глинистая составляющая. Апатит в зоне ги-

Основной объем рудных тел составляют среднезернистые доломитовые карбонатиты. Породы обычно рассланцованы и в результате ориентированного расположения вкраплений темноцветных минералов и апатита приобретают трахитоидное строение. В их составе, наряду с железистым доломитом (50-70 %), постоянно содержится флогопит и щелочной амфибол арфведсонит-эккерманитового ряда (15-25 %), пирротин в виде вкрашенности и мелких линзовидных обособлений (2-5 %), в аксессуарах пиррохлор, иногда колумбит, ильменорутил;

Таблица I8

пергенеза устойчив, лишь незначительная часть его растворяется и переотлагается в виде тонких прожилков, корочек и натеков франколита.

Химический состав основных разновидностей апатитовых руд и апатита Татарского месторождения охарактеризован в табл. I8.

Апатит Татарского месторождения представлен фторгидроксильной разновидностью: его показатели преломления: $n_o = 1,637$, $n_p = 1,633$; удельная масса $3,18-3,20 \text{ г/см}^3$. Апатит в рудах образует вкрапленность округлых или слегка уплощенных зерен размером $0,3-3 \text{ мм}$, обычно $0,5-1 \text{ мм}$ и зернистые агрегаты.

Среднее содержание P_2O_5 в коренных рудах месторождения $4,6 \%$, в корах выветривания $10-16 \%$. Прогнозные запасы опоясанных рудных тел составляют $14,5 \text{ млн. тонн}$ пятиоксида фосфора. Перспективные ресурсы связаны с доизучением Пенчентинской зоны и могут быть оценены в $50 \text{ млн. т } P_2O_5$.

Химический состав апатитовых руд и апатита Татарского месторождения, %

Компоненты	I	2	3	4
P_2O_5	4,60	6,45	11,69	40,73
SiO_2	0,50	30,43	20,38	0,38
TiO_2	0,16	0,25	0,16	0,02
Al_2O_3	2,45	5,10	3,57	0,34
Fe_2O_3 ^{Зобщ.}	9,50	10,50	30,60	0,31
FeO^*	8,34	7,90	0,47	-
CaO	23,08	12,90	16,36	53,25
MgO	15,00	15,00	4,94	0,18
MnO	0,35	0,20	2,95	0,05
Na_2O	1,09	3,83	2,40	0,52
K_2O	2,20	4,50	0,75	0,08
$StrO$	0,72	0,70	0,22	1,35
CO_2	29,00	8,10	1,41	...
H_2O	0,10	0,14	2,95	0,19
F	0,85	1,50	1,07	3,00
S ^{общ.}	0,50	0,50	0,20	0,10
Сумма	100,10	100,10	99,65	101,43
-O= F,S	0,60	0,88	0,55	1,27
Всего	99,50	99,22	99,10	99,20

Примечание. I - доломитовые карбонатиты (технологическая проба), 2 - амфибол-флогопитовые метасоматиты с прослоями доломитовых карбонатитов (технологическая проба), 3 - руды коры выветривания карбонатитов и метасоматитов (среднее из 6 анализов), 4 - апатит (среднее из 11 анализов); * - компонент в сумму не входит. Определения выполнены в физико-химической лаборатории ГИГХС, аналитик Н.А.Гариева.

Лабораторными технологическими испытаниями (ГИГХС, ИМГРЭ) по схеме, включающей электромагнитную сепарацию и флотацию, из коренных руд месторождения получен апатитовый концентрат с содержанием 37–40 % P_2O_5 при извлечении 65–80 %.

ШОРСКО-КУЗНЕЦКАЯ ПРОВИНЦИЯ

Группа слабоизученных апатитовых проявлений, относимых к Шорско-Кузнецкой провинции, располагается в южной части Красноярского края в субмеридиональной зоне протяженностью до 100 км в пределах Усть-Абаканского и Аскизского районов Красноярского края (Каролиновское, Намштакское, Нинелихское, Шорско-Тейское, Маганакское, Кискач и др.).

Каролиновское рудопоявление (в 40 км к юго-западу от ж.д.станции Усть-Бирь) выявлено в 1964 г. А.К.Мкртычяном. Представлено апатитоносными пироксенитами, относящимися к габбро-мондонит-сиенитовой магматической формации нижнепалеозойского возраста. Размеры апатитоносного пироксенитового тела 500x200 м, среднее содержание P_2O_5 (по данным бороздowego опробования канав) – 4,5 %. Предварительными лабораторными испытаниями установлено, что апатитовые пироксениты относятся к хорошо обогащенным рудам. В том же районе отмечается более десятка апатитовых проявлений жильного типа, приуроченных к Теренсинской тектонической зоне. Они представлены маломощными (до 3,5 м) жилами апатита либо полевошпат-пироксен-apatитсодержащих (до 50 % апатита) пород.

Намштакское рудопоявление (в 1 км к югу от ж.д.станции Портал Абакан-Новокузнецкой ветки) связано с массивом пироксенитов, габбро-пироксенитов и горнблендитов площадью около 6 км². Апатит присутствует преимущественно в виде мелкой вкрапленности, реже небольших гнезд; содержание его от 2 до 10 %, реже до 25 %. Среднее содержание P_2O_5 по 46 штучным пробам 2,6 %. Остальные отмеченные выше рудопоявления также связаны с ультрабазитами габбро-мондонит-сиенитовой магматической формацией. Все они (включая Каролиновское и Намштакское) по своим особенностям наиболее близки к Ошурковскому месторождению в Бурятии.

Прогнозные ресурсы по категории P_3 вышеуказанной зоны, включающей Каролиновское, Намштакское и другие апатитовые проявления, могут составить 30 млн. т P_2O_5 при среднем содержании пятиоксида фосфора в рудах 4–5 %. Целесообразна постановка в районе детальных поисковых работ.

ВОСТОЧНО-САЯНСКАЯ ПРОВИНЦИЯ

В пределах Восточно-Саянской провинции имеется несколько массивов ультраосновных щелочных пород и карбонатитов, среди которых наиболее крупным является Белозиминский. С ним связано одноименное месторождение апатита, охарактеризованное ниже по данным И.И.Егорова и В.Г.Кузнецова (1974).

Белозиминское месторождение расположено в предгорьях Восточного Саяна. В структурном отношении оно локализуется в области пересечения глубинного разлома, ориентированного на северо-запад, с более мелкими разломами северо-восточного и субширотного направления. Массив представляет собой падающее на юго-запад тело трубообразной формы асимметричного зонально-кольцевого строения; в современном эрозионном срезе выход его на поверхность овалообразный.

Массив сложен примерно в равных количествах карбонатитами (в основном кальцитовыми и анкеритовыми) и силикатными породами: пироксенитами, ийолитами, мельтейгитами, жилообразными телами нефелиновых сиенитов, пикритовых порфиритов. На месторождении развита мощная кора выветривания.

Апатит в коренных породах связан главным образом с карбонатитами, среднее содержание P_2O_5 в которых составляет 4,2 %. На некоторых участках содержание P_2O_5 выше и составляет (в среднем) 8–10 %. В пределах таких обогащенных апатитом зон встречаются (главным образом в центральной части массива в интервале 100–350 м) крупные тела апатит-магнетитового состава, содержащие 20–60 % магнетита и 10–50 % апатита. До глубины 150–200 м запасы карбонатитов со средним содержанием $P_2O_5 = 4,2 \%$, составляют более 600 млн. т.

В случае выявления промышленных запасов апатит-магнетитовых руд и метасоматически измененных карбонатитов, также обогащенных апатитом, запасы апатита коренных руд могут быть значительно увеличены.

В настоящее время наиболее экономически ценные запасы фосфатов связаны не с коренными рудами месторождения, а с их корами выветривания. Апатитсодержащая кора выветривания имеет протяженность около 4 км и мощность 20-90 м. В нижней части коры выветривания расположена зона так называемых необоженных сыпучек, выше нее - горизонт обоженных сыпучек, и в самом верху залегает зона охр. Содержание P_2O_5 в указанных зонах составляет соответственно 4,5-5,5; 7,8 и 13,7 %. Общие запасы руд коры выветривания оцениваются в 250 млн. т при среднем содержании P_2O_5 10,4 %. Примерно половина всех запасов связана с зоной охр, колебания в содержании P_2O_5 в пределах которой 9 - 25 %. Абсолютно преобладающим фосфатным минералом здесь, как и в других зонах, является рассеянный остаточный апатит выветривающихся карбонатитов, но в небольшом количестве присутствует гипергенный франколит.

При обогащении первичных руд получены высококачественные концентраты (38 % P_2O_5) при сравнительно невысоком извлечении (55 %). Значительно лучше обогащаются руды коры выветривания, из которых выделяется апатитовый концентрат столь же хорошего качества, как и из коренных руд (36-39 % P_2O_5) при значительно более высоком извлечении (70-75 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Потребности Сибири и Дальнего Востока в фосфорных удобрениях (в млн. т P_2O_5) Сибирским отделением ВАСХНИЛ определяются следующим образом:

	1985 г.
Западная Сибирь	1,2
Восточная Сибирь	0,8
Дальний Восток	0,4
Всего:	2,4

Как видно из изложенного в настоящей работе материала, в Сибири и Дальнем Востоке имеются весьма крупные запасы фосфатного сырья различных генетических типов. Месторождения апатита связаны с массивами как основных пород, так и ультраосновных, щелочных и карбонатитов, а также с метаморфизованными осадочными породами. Месторождения и проявления фосфоритов развиты среди осадочных образований Сибирской платформы и примыкающих к ней с юга и востока складчатых областей: наиболее крупные месторождения приурочены именно к последним. Более мелкие проявления фосфоритов, не рассматриваемые в данной работе, приурочены к отложениям наложенных на палеозойские породы платформы мезозойских впадин. Наконец, широко развиты фосфатносные коры выветривания, распространенные в широком географическом диапазоне от южных районов Сибири до северных заполярных. В ряде случаев с процессами выветривания связаны самостоятельные месторождения гипергенных фосфоритов. До недавнего времени собственная промышленность фосфатного сырья в регионе отсутствовала.

В настоящее время ведется опытно-промышленная добыча и получение апатитового концентрата на первенце фосфатной промышленности Сибири - Забайкальском апатитовом заводе, работающем на базе Ошурковского месторождения апатита. Намечается разработка в ближайшем будущем сравнительно небольших по масштабам месторождений, обладающих удовлетворительным качеством сырья (Облакачан, Белка). Планируется освоение ряда крупных месторождений (Селигдар и др.).

Что же касается крупнейших месторождений, в частности Маймеча-Котуйской провинции, то освоение их требует крупных капиталовложений, и практически целесообразность экслюатации их мо-

жет быть установлена только после самых тщательных технико-экономических расчетов.

Дальнейшие усилия геолого-разведочных и научно-исследовательских работ по фосфатному сырью должны быть направлены на решение вопросов, связанных со всесторонней подготовкой рудной базы (поиски, разведка, технологические исследования) горно-химических предприятий, намечаемых на основе крупных и весьма крупных месторождений (Маймеча-Котуйская, Алданская, Джугджуро-Становая апатитоносные провинции, Окинский фосфоритоносный район), и скорейшей подготовкой и расширением сырьевой базы (поиски, разведка, технологические исследования) фосфатного сырья на небольших и средних объектах, находящихся в благоприятных географо-экономических условиях (Алтае-Саянский фосфоритоносный бассейн). Следует усилить работы по изучению ордовикских фосфоритов Сибирской платформы, где в последние годы обнаружены интересные их проявления.

В то же время нельзя забывать о местных удобрениях. Назрела потребность использовать местные фосфорсодержащие породы, в частности фосфатные торфа, в качестве фосфатных удобрений. При содержании фосфора 0,2 % и выше торф считается виванитовым и может быть использован в качестве фосфорного удобрения, что было показано в работах многих исследователей.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев Г.В. Генетические особенности Ошурковского апатитового месторождения. – В кн.: Апатиты. М.: Наука, 1968, с.300–304.

Андреев Г.В., Гордиенко И.В. Вопросы генезиса диоритов и связанных с ними полезных ископаемых. – В кн.: Материалы IV Всесоюзного петрографического совещания. Баку: Изд-во АН АзССР, 1969, с. 171–173.

Андреев Г.В. Петрология формации калиевых, нефелиновых и щелочных сиенитов. Новосибирск: Наука, 1981. 85 с.

Апатитовые месторождения Маймеча–Котуйской провинции и их геолого-экономическая оценка./ В.П.Богалица, В.И.Брагина, А.А. Герт и др. Новосибирск: Наука, 1983. 84 с.

Апатитоносные диориты Юго-Западного Забайкалья./ Г.В.Андреев, И.В.Гордиенко, А.Н.Кузнецов, А.И.Кравченко. Улан-Удэ: Бурят. кн.изд-во, 1972. 159 с.

Арсеньев А.А. Апатитовые месторождения и рудопоявления Восточной Сибири. – В кн.: Апатиты. М.: Наука, 1968, с.359–370.

Арсеньев А.А., Ручкина Ю.Р. Закономерности образования и размещения фосфоритоносных отложений хребта Дзагды (Хабаровский край). – В кн.: Генезис и закономерности размещения фосфоритов. М.: Наука, 1974, с. 13–43.

Архангельская В.В. Апатитоносность Сыннирского щелочного массива. – В кн.: Апатиты. М.: Наука, 1968, с. 133–141.

Архангельская В.В. О строении Сыннирского массива щелочных пород. – Сов.геол., 1965, № 9, с. 74–87.

Богатиков О.А. Петрология и металлогения габбро-сиенитовых комплексов Алтае-Саянской области. М.: Наука, 1966. 240 с.

Бутов Ю.П., Долматов Б.А. Находки кембрийской фауны в юго-восточной части Восточного Саяна. – Геол. и геофиз., 1977, № 10, с. 128–132.

Бутов Ю.П., Долматов Б.А., Воронцова Г.А. К стратиграфии верхнего докембрия-кембрия Восточного Саяна. – Сов.геол., 1979, № 6, с. 44–56.

Виноградов В.П., Пермяков С.А., Шамес П.И. Зернистые фосфориты среднего ордовика Лено-Киренгского междуречья. – Геол. и геофиз., 1981, № 8, с. 136–138.

Вишняков С.Г. Карбонатные породы и полевое исследование их пригодности для известкования почв. – В кн.: Карбонатные породы Ленинградской области, Северного края и Карельской АССР. Вып. I. Л., ОНТИ, 1933.

Геологическое строение и апатитоносность Сыннырского щелочного массива./ С.И.Зак, А.С.Пак, В.Н.Горстка и др. Л.: Наука, 1969. 147 с.

Герасимов Е.К., Журавель Р.Ф., Матухин Р.Г., Суховерхова М.В. О составе терригенных пород Селигдарского апатитового месторождения (Центрально-Алданский район). – Тр. СНИИГТГиМС, вып. 218, 1976, с. 116–119.

Герасимов Е.К., Матухин Р.Г., Суховерхова М.В. Апатитоносная формация протерозойской коры выветривания Алданского щита. – Сов.геол., 1978, № 4, с. 112–119.

Герасимов Е.К., Гилинская Л.Г., Козлов В.Ф. и др. Особенности вещественного состава апатит-карбонатной толщи Селигдарского месторождения. – В кн.: Литология и генезис фосфатоносных отложений СССР. М.: Наука, 1980, с. 29–43.

Гордиенко И.В. К вопросу о генезисе апатитоносных пород и апатитового оруденения на Ошурковском месторождении. – В кн.: Материалы по минералогии, геохимии и петрографии Забайкалья. Вып. 3. Улан-Удэ, 1971, с. 21–27.

Гуревич Б.Г., Георгиевский А.Ф. О генезисе фосфоритов Ухальского и некоторых других месторождений Хубсугульского фосфоритоносного бассейна. – В кн.: Промышленность горно-химического сырья. М.; 1977, с. 3–6. (Тр./ГИГХС, вып. 3).

Данилин Е.Л., Богадида В.П. Маймеча-Котуйская провинция – новый апатитоносный район СССР. – Разведка и охрана недр, 1979, № 4, с. 12–16.

Данилин Е.Л., Гордиенко Н.И. Апатитовое месторождение Ырас на севере Сибирской платформы. – В кн.: Апатитоносность севера Сибири. Л.: НИИГА, 1976, с. 95–108.

Дзевановский Ю.К. Архейские метаморфические комплексы Алданского щита. – В кн.: Труды Межведомственного стратиграфического совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1958, с. 37–42.

Доминиковский В.Н., Либрович В.Л. Типы мелководных фосфоритовых отложений среднего ордовика Иркутского амфитеатра. – Разведка и охрана недр, 1957, № 8, с. 6–10.

Доминиковский В.Н., Либрович В.Л. К геохимической характеристике фосфоритов ордовика Иркутского амфитеатра. - Докл. АН СССР, 1957б, т. II7, № 4, с. 658-660.

Доминиковский В.Н., Либрович В.Л. Формации ордовика Иркутского амфитеатра и их фосфоритонасность. - Сов.геол., 1959а, № 4, с. 126-132.

Доминиковский В.Н., Либрович В.Л. О закономерностях распределения ордовикских фосфоритов в южной части Сибирской платформы. - В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. П. М.: Изд-во АН СССР, 1959б, с. 209-220.

Еганов Э.А. Проблемы образования и размещения пластовых фосфоритов. Новосибирск: Наука, 1974. 170 с.

Еганов Э.А., Советов Ю.К. Каратау - модель региона фосфоритонакопления. Новосибирск: Наука, 1979. 190 с.

Егин В.И., Кичигин Л.Н., Крук Н.И. Апатитовое оруденение Центрального Алдана. - В кн.: Фосфаты Якутии. Якутск, 1975, с. 75-80.

Егоров Л.С. Глубинные разломы и закономерности размещения интрузивных тел в Маймеча-Котуйской провинции щелочных ультраосновных пород. - В кн.: Глубинные разломы. М.: Недра, 1964, с. 166-178.

Егоров Л.С. Маймеча-Котуйская флогопит-магнетит-apatитовая (карбонатитовая) провинция и перспективы освоения ее ресурсов. - В кн.: Проблемы геологии полярных областей Земли. Л.: НИИГА, 1974, с. 95-102.

Егоров И.И., Кузнецов В.Г. Белозиминское месторождение апатита. - Разведка и охрана недр, 1974, № 7, с. 10-13.

Жабин В.В., Степанова М.В. Нижняя граница юдомия (венда) в районе Боксонского месторождения Восточного Саяна. - В кн.: Материалы по стратиграфии и палеонтологии Сибири. Новосибирск: СНИИГТИМС, 1974, с. 30-33.

Забродин В.Ю., Малышев А.А. Новый комплекс щелочных-основных пород и карбонатитов в Енисейском крыже. - Докл. АН СССР, 1975, т. 223, № 5, с. 1223-1226.

Забродин В.Ю., Малышев А.А. Новая формация основных-щелочных пород и карбонатитов в Енисейском крыже. - Бюлл. МОИП, отд. геол., 1977, т. 52(2), с. 22-31.

Замашников М.Е., Матюхин Н.Е., Нефедьев М.А. и др. Железородные месторождения Бурятской АССР. – В кн.: Железородные месторождения Сибири. Новосибирск: Наука, 1981, с. 59–75.

Занин Ю.Н., Жирова Л.Т. К вопросу об условиях образования фосфатных брекчий Маймеча–Котуйской провинции ультраосновных–щелочных пород. – Докл.АН СССР, 1972, т. 205, № 3, с. 622–695.

Костромина Л.И. Апатитовая минерализация и генезис Ошурковского месторождения. – В кн.: Проблемы агрохимического сырья Сибири. Новосибирск, 1971, с. 93–101.

Красильникова Н.А. Фосфориты Катангского бассейна. – В кн.: Геология месторождений горно–химического сырья. М.: Госхимиздат, 1959, с. 79–106.

Красильникова Н.А., Смирнов А.И. Об ордовикских фосфоритах Сибирской платформы. М., 1955 (Тр./ГИГХС, вып. 2).

Красильникова Н.А., Смирнов А.И. Перспективность поисков фосфоритов в древнепалеозойских отложениях Сибирской платформы. – В кн.: Геология месторождений фосфоритов. М.: Госгортехиздат, 1962, с. 215–265.

Кузнецов А.Н. Минералогия и геохимия апатитоносных диоритов (Юго–Западное Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1980. 103 с.

Либрович В.Л. Литология ордовикских фосфоритоносных отложений Иркутского амфитеатра. Автореф.канд.дис... Л., 1957, 20 с.

Лягушкин А.П., Жирова Л.Т. Перспективы поисков комплексных линейно–трещинных карбонатитов. – В кн.: Проблемы прогнозирования, поисков и разведки месторождений нерудных полезных ископаемых (тез.докл.). Казань, 1981, с. 53–55.

Малиновский Ю.М., Юдин Н.И. Фосфатность среднеордовикских отложений юга Сибирской платформы. – В кн.: Металлогения осадочных и осадочно–метаморфических толщ. М.: Наука, 1978, с. 24–39.

Малич Н.С., Туганова Е.В. Принципы и методы минерогенического анализа платформ. М.: Недра, 1980. 287 с.

Марков Е.П. О перспективах фосфоритности среднего ордовика Тунгусской синеклизы. – Литология и полезные ископаемые, 1978, № 1, с. 166–169.

Марков Е.П., Занин Ю.Н. Зернистые фосфориты ордовика бассейна Подкаменной Тунгуски. – Геол. и геофиз., 1979, № 3, с. 100–104.

Метельский В.В., Корлякова О.И. Опыт агрономического использования карстовых фосфоритов Белкинского месторождения в Кемеровской области. – В кн.: Фосфориты Западной Сибири. М.: Недра, 1965, с. 119–121.

Миронюк Е.П. Стратиграфия. Протерозой. – В кн.: Геология СССР, т. 42. Южная Якутия. М.: Недра, 1972, с. 107–154.

Мкртчян А.К. Литология и геохимия фосфоритоносных отложений Тамалыкского месторождения в Кузнецком Алатау. – В кн.: Проблемы агроруд в Сибири. Новосибирск: СНИИГТыМС, 1974, с. 37–59.

Никольский Ф.В., Комяков Б.А., Подвезко А.А. Ордовикская фосфоритно-железородная формация Ичери-Тунгусского междуречья. – В кн.: Тектоника Сибирской платформы и смежных областей. Иркутск: Вост.Сиб.кн.изд-во, 1971, с. 281–291.

Осокин П.В. Фосфатность Бурятии. – В кн.: Рудоносность геологических формаций Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1980, с. 84–93.

Осокин П.В., Смирнов Ф.Л., Шабашев В.Я. Южно-Байкальская провинция. – В кн.: Фосфориты и апатиты Сибири. Новосибирск: Наука, 1980, с. 157–163.

Парфенов В.Д., Микляев В.И. Структура и условия образования апатитовых гидротермально-метасоматических проявлений Центрального Алдана. – В кн.: Литология и генезис фосфатных отложений СССР. М.: Наука, 1980, с. 44–53.

Парфенов В.Д., Юдин Н.И. К вопросу апатитности докембрия Центрального Алдана. – Докл.АН СССР, 1976, т.229, № 5, с.1192–1194.

Пауль Р.К. О структуре Белкинского месторождения фосфоритов (Горная Шория) по данным литологических исследований. – Науч.-техн.реф.сб.: Промышленность горно-химического сырья.М.: НИИТЭХИМ, 1980, вып. 2, с. 3–5.

Пауль Р.К. Строение фосфоритной серии участка Белка Белкинского месторождения. – Науч.-техн.реф.сб.: Промышленность горно-химического сырья. М.: НИИТЭХИМ, 1982, вып. 5, с. 3–5.

Пауль Р.К., Ершов В.И., Войтенко А.К. О принципиальной возможности предварительного обогащения карбонатных руд Белкинского месторождения фотометрическим методом. – Науч.-техн.реф.сб.: Промышленность горно-химического сырья. М.: НИИТЭХИМ, 1981, вып.3, с. 13–15.

Поршняев Г.И., Степанов Л.Л. Геологическое строение и фосфатоносность массива Томтор. - В кн.: Щелочной магматизм и апатитоносность севера Сибири. Л.: НИИГА, 1980, с. 84-100.

Разрезы докембрия и нижнего палеозоя западной части Алтае-Саянской складчатой области./Гиндцигер А.Б., Винюкая М.В., Асташкин В.А. и др. Красноярск: Красноярское кн.изд-во, 1969. 125 с.

Сахарова М.С. Метаморфические апатитоносные породы архея Южного Прибайкалья. - В кн.: Геология горно-химического сырья. М.: Госхимиздат, 1955, с. 146-180.

Сахарова М.С. Проблемы поисков метаморфических фосфоритов в Сибири. - В кн.: Вопросы геологии агрономических руд. М.: Изд-во АН СССР, 1956, с. 134-147.

Семейкин И.Н., Колесников В.Л., Белоголовов В.Ф., Храпаль Ю.И. Геологическое строение и типы руд северной части Ухагольского месторождения фосфоритов (Восточный Саян). - Геол. и геофиз., 1976, № 9, с. 82-91.

Смирнов С.М., Перельгина А.И. О некоторых основных чертах строения и рудоносности массивов основных и средних пород в хребте Моностой. - Изв. вузов. Геол. и разв., 1959, № 6, с. 3-12.

Смирнов Ф.Л., Новгородов П.Г. Новые данные по условиям формирования Селигдарского месторождения апатита. - В кн.: Фосфаты Якутии. Якутск, 1975, с. 136-138.

Спандерашвили Г.И. Фосфориты Горной Шории. - В кн.: Фосфориты Западной Сибири. М.: Недра, 1965, с. 14-56.

Судовиков Н.Г., Другова Г.М., Крылова М.Д. и др. Петрография докембрия Алданского горно-промышленного района. - В кн.: Петрография Восточной Сибири, т. II. М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 320-446.

Тугаринов А.И., Бибикова Е.В., Грачева и др. О возрасте апатитового оруденения Алланского щита. - Геохимия, 1977, № 6, с. 847-855.

Утяшев Г.М., Жуковский Е.М. Телекское месторождение фосфоритов в Восточном Саяне. - В кн.: Закономерности размещения главных осадочных полезных ископаемых Сибири. Новосибирск: СНИИГТИМС, 1968, с. 29-45.

Фосфоритоносные формации юга Сибири. Красноярск. кн.изд-во, 1972. 223 с.

Фосфориты и апатиты Сибири. Новосибирск: Наука, 1980 230 с.

Цыкин Р.А. О строении и генезисе Телекского месторождения фосфоритов. – Геол. и геофиз., 1967, № 8, с. 13–20.

Шабашев В.Я. Рудная минерализация Ошурковского месторождения. – Инф. сб.: Промышленность горно-химического сырья и природных солей, вып. 4. М.: НИИТЭИ, 1971, с. 22–24.

Шабашев В.Я. Закономерности размещения концентраций апатита в интрузивных массивах базитовых формаций. Автореф. канд. дис... М., 1977. 23 с.

Школьник Э.Л., Антипенко В.Г. О первичных фосфоритах Удско-Шантарского бассейна. – Геол. и геофиз., 1976, № 3, с. 132–136.

Эрлих Э.Н., Степанов Л.Л. Удская провинция. – В кн.: Фосфориты и апатиты Сибири. Новосибирск: Наука, 1980, с. 143–147.

Эрлих Э.Н., Чайка Л.А., Шабашев В.Я. Богатые апатитовые руды массива Томтор. – Экспресс-информация ВИЭМС, Геология, методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, вып. 6. М., 1981, с. 11–23.

Один Н.И., Арсеньев А.А. Фосфатность древних толщ мха Восточной Сибири. М.: Наука, 1970. 123 с.

Ярошевич В.М. К стратиграфии отложений позднего докембрия юго-западной части Восточного Саяна. – В кн.: Стратиграфия, литология и вопросы металлогении палеозоя и позднего докембрия востока Алтае-Саянской области. Красноярск. кн. изд-во, 1968, с. 41–49. (Тр./СНИИГТЭМС, вып. 60).

Яценко Г.М. Об интрузиях ошурковского типа в центральной части Западного Забайкалья. – В кн.: Рудоносность геологических формаций Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1980, с. 93–99.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение (Ю.Н.Занин, В.Г.Матухина, Б.Г.Краевский)	3
ФОСФОРИТЫ	
Алтае-Саянский фосфоритоносный бассейн (А.К.Мкртычян, Б.Г.Краевский, Р.К.Пауль, М.К.Краевская)	7
Окино-Хубсугульский фосфоритоносный бассейн (Е.В.Скопинцева, Б.Г.Краевский, М.К.Краевская)	13
Лено-Тунгусский фосфоритоносный бассейн (Ю.Н.Занин, В.Г.Матухина, Е.П.Марков, В.Г.Малахов, А.Г.Замирайлова, П.И.Шамес, В.В.Векшин)	66
Удско-Шантарский фосфоритоносный бассейн (Г.В.Роганов, В.А.Нагорный, Л.П.Соболев)	79
АПАТИТЫ	
Маймеча-Котуйская провинция (В.П.Богалица, Е.Л.Давылин, М.Л.Кавицкий, А.К.Мкртычян)	94
Байкальская провинция (В.Я.Шабашев)	III
Алданская провинция (М.В.Суховерхова, В.М.Белюсов, Г.Я.Боярко, В.Н.Сучков, Н.И.Светлицкий)	128
Удзинская провинция (В.Я.Шабашев)	149
Джугджуро-Становая провинция (Е.А.Панских, В.В.Гаврилов)	153
Енисейско-Чадобедкая провинция (А.П.Лягушкин, Л.Т.Жирова)	168
Шорско-Кузнецкая провинция (А.К.Мкртычян)	174
Восточно-Саянская провинция	175
Заключение (Ю.Н.Занин, Р.Г.Матухин)	177
Литература	179

CONTENTS

Preface (Yu.N.Zanin, V.G.Matakhina, V.G.Kraevsky)	3
PHOSPHORITES	
Altay-Sayan basin (A.K.Mkrtychyan, B.G.Kraevsky, R.K.Paul, M.K.Kraevskaya)	7
Okino-Khubsugul basin (E.V.Skopintseva, B.G.Kraevsky, M.K. Kraevskaya)	13
Leno-Tungussky basin (Yu.N.Zanin, V.G.Matukhina, E.P.Markov, V.G.Malahov, A.G.Zamirailova, P.I.Shames, V.V.Vekshin)	66
Udsko-Shantarsky basin (G.V.Roganov, V.A.Nagorny, L.P.Sobolev)	79
APATITES	
Maimecha-Kotuy province (V.P.Bogaditsa, E.L.Danilin, M.L.Kavitsky, A.K.Mkrtychyan)	94
Baikal province (V.Ya.Shabashev)	111
Aldan province (M.V.Sukhoverkhova, B.M.Belousov, G.Ya.Boyarko, V.N.Suchkov, N.I.Svetlitsky)	128
Udzhinskaya province (V.Ya.Shabashev)	153
Dzhugdzhuro-Stanovaya province (E.A.Panskikh, V.V.Gavrilov)	
Yenisey-Chadobetskaya province (A.P.Liagushkin, L.T.Zhirova)	168
Shorsko-Kuznetskaya province (A.K.Mkrtychyan)	174
East-Sayan province	175
Conclusion (Yu.N.Zanin, R.G.Matukhin)	177
References	179

Свод. темат. план, 1983, поз. 12

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ И АПАТИТОВ
СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

Ответственные редакторы:

**Юрий Николаевич Занин,
Валентина Григорьевна Матухина**

Утверждено к печати
Институтом геологии и геофизики СО АН СССР

Редактор Л.А. Довгаль

Технический редактор Н.Н. Александрова

Подписано к печати 30.12.83. МН 17891.
Бумага 60x84/16. Печ. л. 11,75+2вкл. Уч.-изд. л. 11,25.
Тираж 400. Заказ 49. Цена 80 коп.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР
Новосибирск, 90. Ротапринт.