

УДК 553.31 (571.16)

© Коллектив авторов, 2006

## ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ БАКЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ\*

**А.К.Мазуров, Г.Ю.Боярко (Томский политехнический университет), В.Г.Емешев (Администрация Томской области), А.В.Комаров (Территориальное агентство по недропользованию по Томской области)**

*В качестве замены выбывающих мощностей по добыче и обеспечению железорудным сырьем уральских и западносибирских металлургических предприятий предлагается вариант освоения Бакчарского месторождения прибрежно-морских оолитовых сидерит-гидрогётит-лептохлоритовых железных руд с использованием скважинной гидродобычи и гидротранспорта рудной пульпы по магистральным трубопроводам.*

Проявления железных руд на территории Томской области известны издавна. В 1625–1626 гг. велась их обработка на небольших Лагернотомском, Поздняковском и Аргатюльском месторождениях. Известно, что из них изготовлялись пушки для Томского острога [6, 10]. Однако наибольшее значение для промышленности на территории Томской области представляют крупные месторождения осадочных морских сидерит-гидрогётит-лептохлоритовых железных руд. Железные руды этого типа обнаружены в 1950 г. в г. Колпашево при бурении опорной скважины. Железорудные образования фиксировались при производстве поисковых работ на нефть, а также при выполнении специализированных на железо поисковых и ревизионных опробовательских работ [6].

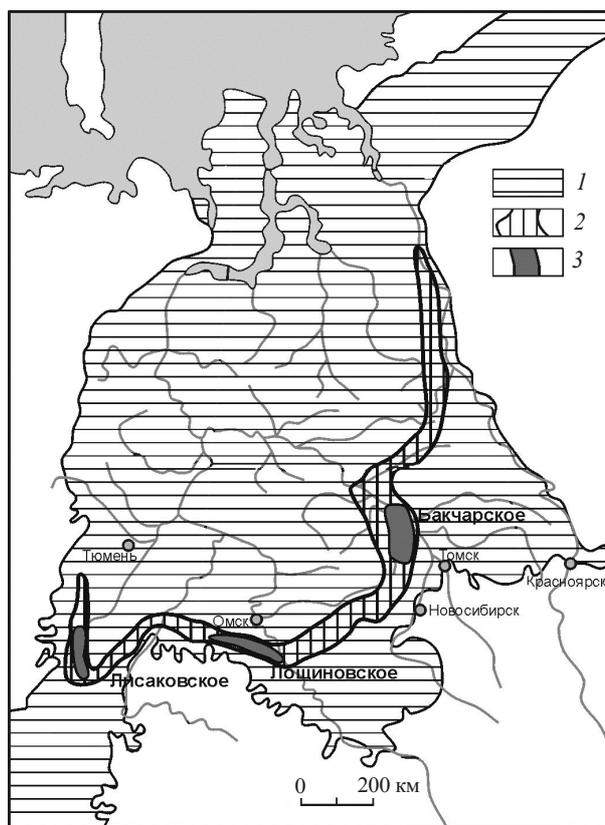
Проявления железа в Западно-Сибирском железорудном бассейне прослежены в полосе шириной около 150 км и протяженностью около 2000 км (от бассейнов рек Турухан, Большая Хета на северо-востоке до истоков р. Омь на юго-западе) [3]. Общая площадь Западно-Сибирского железорудного бассейна составляет 300 000 км<sup>2</sup>, в том числе на территории Томской области около 80 000 км<sup>2</sup> (рис. 1). Общие прогнозные запасы железных руд бассейна с содержанием железа более 30% оцениваются в 400 млрд. т, что позволяет считать его крупнейшей железорудной провинцией мира.

В Центральном Приобье среди верхнемеловых и нижнетретичных отложений значительные площади занимают прибрежно-морские железозносные осадки. В составе указанных отложений выделяется четыре железорудных горизонта. Три из них — нарымский, колпашевский, чигоринский — приурочены к верхнемеловым, а четвертый — к эоценовым образованиям (рис. 2).

Наиболее распространенный нарымский железорудный горизонт приурочен к нижней части верхнемеловых железозносных отложений. Он прослеживается в виде полосы шириной около 260 км, протяженностью более 1200 км от бассейна р. Турухан на северо-востоке до истоков р. Омь на юго-западе. Мощность железозносных отложений горизонта изменяется от нескольких сантиметров до 30–35 м, но чаще не превышает 25 м. Железные руды с содержанием валового железа >30% и мощностью >2 м встречаются очень редко. В настоящее время известны четыре таких участка — в районах сел Парбиг, Бакчар, Могочино и г. Колпашево.

Колпашевский железорудный горизонт залегает в разрезе выше нарымского и по сравнению с последним имеет меньшую площадь распространения. Он прослеживается почти в меридиональном направлении от низовьев р. Енисей в верховьях р. Вах на севере и до с. Бакчар — на юге. Мощность железорудного горизонта 5–10, редко 20–30 м. Наиболь-

\* Доклад на VIII Международной конференции «Золотодобывающая промышленность России. Состояние и перспективы развития», Москва, 31.01.–03.02.06.



**Рис. 1. Схема Западно-Сибирского железорудного бассейна:**

1 — площадь распространения мел-палеогенового моря; 2 — полоса распространения прибрежно-морских железорудных отложений; 3 — площади наиболее крупных железорудных узлов (месторождений)

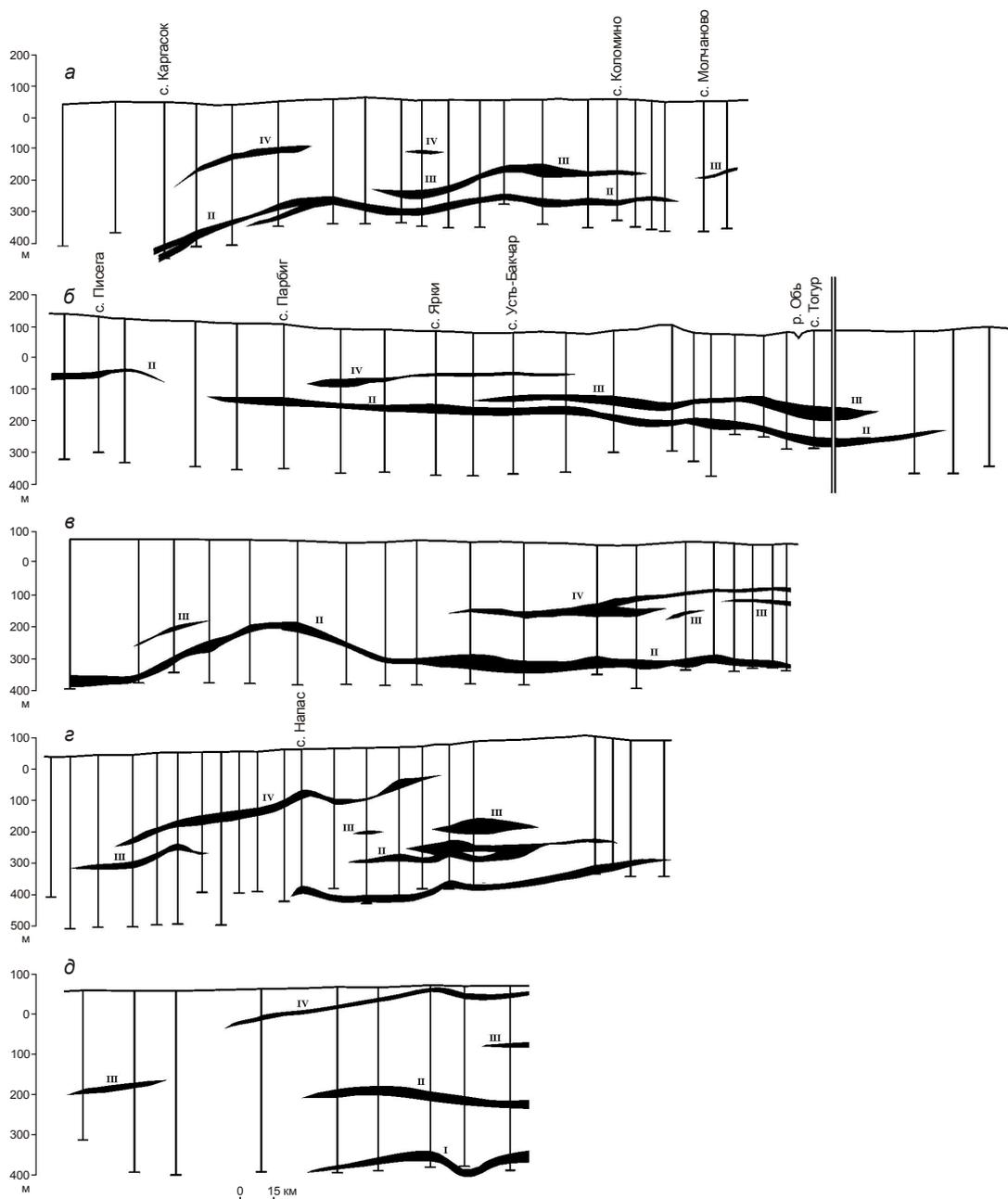
шая мощность руд с валовым содержанием железа >30% составляет 9,3 м в районе р. Чая. По простиранию и вертикали руды переходят в железистые песчаники, алевролиты и алевритистые глины с зернами глауконита и редкими оолитами лептохлоритового состава.

Чигоринский железорудный горизонт залегает над глинистыми отложениями ганькинской свиты и перекрывается песчано-глинистыми отложениями. Строение горизонта изучено слабо, так как выход керна по большинству скважин был низким или вообще отсутствовал. Можно лишь предположить, что отложения горизонта в виде полосы шириной 50–60 км северо-восточного направления залегают в Нарымско-Колпашевском Приобье. Мощность горизонта составляет первые метры и обычно не превышает 10–15 м.

Бакчарский железорудный горизонт имеет меньшую площадь распространения, чем нарымский и колпашевский. Слабая и неравномерная железоносность прослеживается более чем на 600 км к северу

через бассейн ручья Парбиг, Колпашевско-Нарымское Приобье, низовья р. Парабель и среднюю часть рек Тым и Вах. Ширина железоносной полосы в Бакчарском районе около 50 км, в Колпашевско-Парабельском — около 180 км, а в низовьях р. Тым — около 130 км [6]. Наиболее мощные отложения бакчарского горизонта вскрыты скважинами колонкового бурения в районе сел Вавиловка, Бакчар, Чернышовка и Польшнянка. Кондиционные руды в данном горизонте встречены только в приобской части бассейна в Бакчарском административном районе (рис. 3).

Наиболее полная характеристика Бакчарского железорудного месторождения приведена в работах А.А.Бабина [1]. Установлено, что наибольшие по мощности железорудные пласты находятся в районе современного бассейна р. Бакчар, при этом в восточной части (правобережье р. Бакчар) максимальная мощность железных руд отмечается как на уровне колпашевского, так и бакчарского горизонтов. Анализ керна колонковых скважин показал, что руды колпашевского и бакчарского горизонтов



**Рис. 2.** Разрезы по буровым линиям параметрических и структурных нефтяных скважин:

*a* — по рекам Обь – Томь; *б* — по рекам Парбиг – Чая – Кеть; *в* — по рекам Чузик – Парабель – Пайдугина; *г* — по р. Тым; *д* — по р. Вах; черным цветом показаны железорудные горизонты: I — нарымский, II — коллашевский, III — бакчарский, IV — чигоринский

в восточной части проявления сближаются и практически образуют одно рудное тело мощностью 26–36 м при средней мощности 34 м. Мощность перекрывающих песчано-глинистых отложений с горизонтом бурых углей и лигнитов, а в самой верх-

ней части — торфов, — 195 м. Мощность пластов углей 4–9 м, торфов — 3,5 м. Содержание  $Fe_2O_3$  в рудах по данным групповых проб колеблется от 30 до 53% при среднем содержании 40,16%. В прямой зависимости от концентраций железа находятся со-

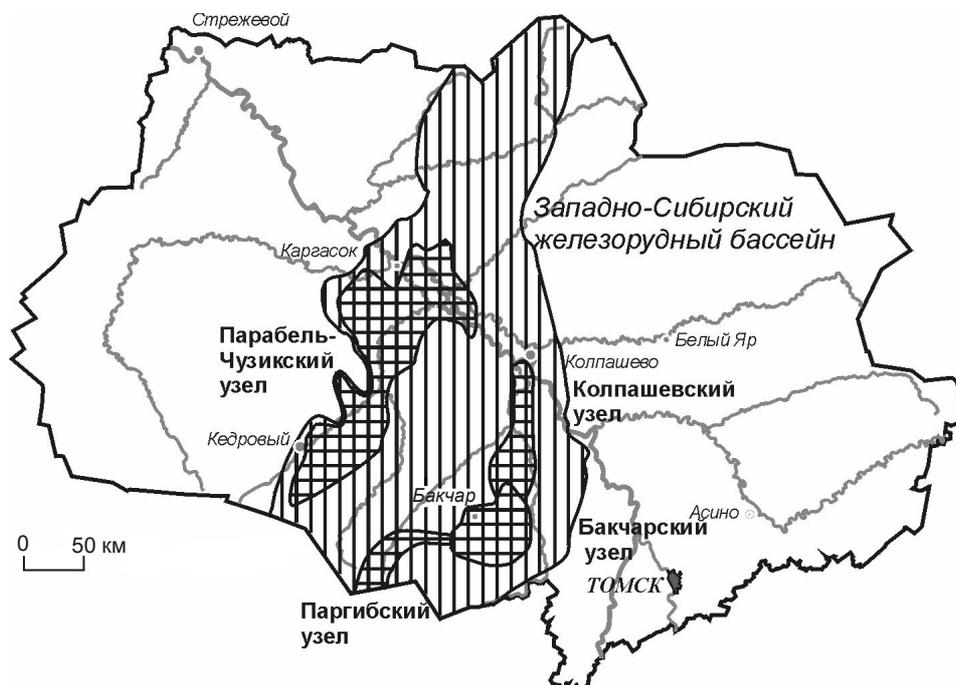


Рис. 3. Схема расположения рудных узлов Западно-Сибирского железорудного бассейна в пределах Томской области

держания фосфора и ванадия. Содержание фосфорного ангидрида в руде достаточно высокое — 1,03–1,3%, ванадия — 0,13–0,25%.

По данным Г.М.Шора [8] и А.Я.Пшеничкина [11], в одиночных штучных пробах, отобранных из бакчарских железных руд, содержится 0,65–1,8 г/т Au, 10–127 мг/т Pt и 1,3–16 мг/т Pd, отмечаются также повышенные концентрации Mo, Sc, Ge, Be и U. Г.М.Шор предполагает, что повышенные концентрации драгоценных и редких металлов имеют гидрогенную природу и образовались путем высачивания на природный сорбент (тонкодисперсные осадочные железные руды) компонентов, растворенных в фильтрующихся подземных водах. С этой точки зрения Бакчарское месторождение можно рассматривать как весьма перспективный золоторудный объект.

По минеральному составу и текстурно-структурным особенностям на месторождении выделены шесть природных типов руд [1, 6]:

плотная гётит-гидрогётитовая с сидеритовым цементом (1,5% от общего объема руды);

глауконит-гидрогётитовая с сидерит-лептохлоритовым цементом (7,1%);

слабо цементированная гидрогётит-лептохлоритовая с лептохлоритовым корковым поровым или базальным цементом (30,3%);

слабо цементированная гидрогётитовая с базальным лептохлоритовым цементом (41,5%);

слабо цементированная гётит-гидрогётитовая с незначительным количеством гизингеритового, хлоритового или сидеритового корково-сгусткового цемента (12,6%);

слабо цементированная перемытая рыхлая гидрогётитовая с базальным лептохлоритовым цементом (7,0%).

В целом бакчарские руды кислые, фосфористые; основность их низкая — коэффициент основности равен 0,063–0,066. Содержание флюсоющих оксидов в виде кальция и сидерита не превышает 2,5%, из них на долю кальция приходится 0,6–1,0%, оксида магния — 0,95–1,5%.

*Современное состояние железорудной базы Урала и Сибири.* К началу XXI в. наметилась диспропорция в обеспеченности железорудным сырьем уральских и западносибирских металлургических комбинатов, производящих 44 и 13% российского железа. Большинство железорудных комбинатов и рудоуправлений находятся в эксплуатации 30–50 лет и более. За этот период в проектных контурах отработаны запасы основных месторождений, на базе которых были построены карьеры и шахты. Для поддержания их мощностей требуются не только обновление технологического оборудова-

ния и внедрение новых технологий, но и главным образом подготовка для отработки новых запасов [2, 7, 12].

В 2004 г. на Урал из других регионов России и Казахстана завезено 22,9 млн. т руды (при собственном производстве 13,9 млн. т), в Западную Сибирь — 5,1 млн. т (собственное производство 8,7 млн. т). Среднее расстояние транспортировки железорудного сырья для уральских заводов составляет 1560 км, для западносибирских — 1490 км [7, 12]. Сокращение нерациональных дальних перевозок железной руды для уральских и западносибирских металлургических комбинатов было бы возможно при вовлечении в производство новых месторождений на территории Сибири. Здесь известны разведанные месторождения: Амалыкское в Кемеровской области, Инское и Белорецкое в Алтайском крае, Холзунское в Республике Алтай, Волковское в Республике Хакасия, Казырская группа проявлений на юге Красноярского края и Ангаро-Питская — на севере [5] (рис. 4). Суммарные запасы перечисленных месторождений (по категориям  $A+B+C_1+C_2$ ) составляют 12 692,7 млн. т, что сопоставимо с ресурсами одного лишь Восточного участка Бакчарского проявления (ресурсы разными авторами оцениваются от 12 до 23 млрд. т). Кроме того, все эти объекты находятся вне сферы действующей инфраструктуры и их освоение возможно только при значительных капитальных затратах (сотни миллионов долларов) на строительство коммуникаций и осуществление больших объемов строительно-монтажных и горно-подготовительных работ. Строительство одиннадцати рудников вместо одного —

Бакчарского — делает маловероятной возможность освоения разрозненных месторождений в ближайшее время.

Бакчарское железорудное месторождение расположено в Бакчарском административном районе в 150–200 км к западу от г. Томска. Его изучение было прекращено в начале 60-х годов XX в. на поисковой стадии. Ввиду достаточных запасов железной руды это месторождение может восполнить дефицит местного железорудного сырья для уральских и западносибирских металлургических комбинатов [7].

Причиной прекращения геологоразведочных работ на Бакчарском железорудном месторождении было отрицательное заключение по гидрогеологическим (высокая водообильность рыхлого разреза) и горнотехническим условиям его эксплуатации. Помимо этого, в 60-е годы XX в. начали разрабатываться руды Соколовско-Сарбайского месторождения в Казахстане, которые с лихвой покрывали дефицит местного сырья на Южном Урале и в Западной Сибири. В рыночных условиях значительная часть казахстанских руд стала поставляться в Китай.

Развитие новых технологий добычи (скважинная гидродобыча) и транспортировки полезных ископаемых (гидротранспортировка пульпы по магистральным трубопроводам) позволяют в настоящее время освоение Бакчарского железорудного месторождения считать перспективным. Метод скважинной гидродобычи (СГД) представляет собой дистанционную подземную разработку месторождений через скважины. Твердые рыхлые или слабо-связанные полезные ископаемые переводятся в сос-

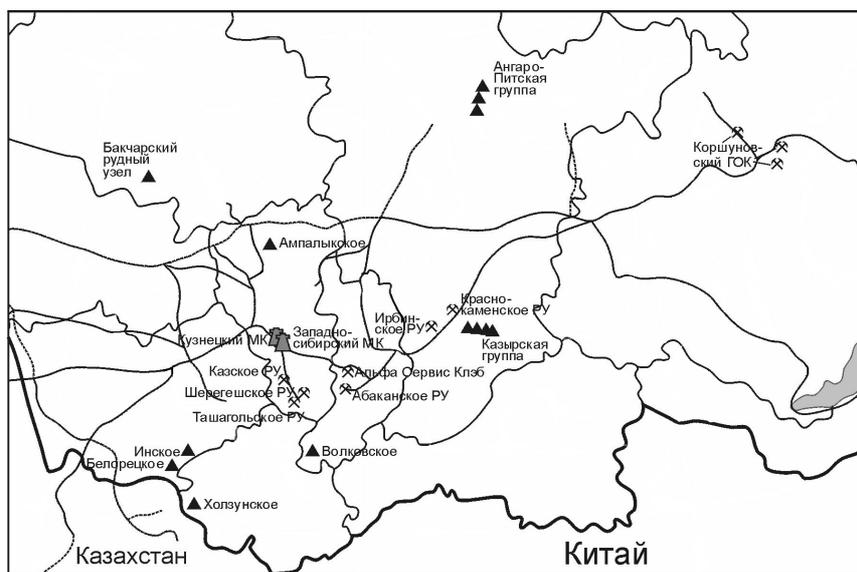


Рис. 4. Схема расположения действующих рудников и известных железорудных месторождений Сибири

тояние гидросмеси (суспензии), транспортируемой на дневную поверхность. Скважинная гидродобыча характеризуется малооперационностью и поточностью процесса разработки, простотой используемого оборудования, небольшими капитальными затратами [9, 13].

В Белгородской области с 80-х годов XX в. при разработке железных руд Шамраевского участка применяется скважинная технология [9, 13]. Добыча руд производится с глубины 600–800 м, производительность одной установки 40–50 т/час. Содержание железа в добытой руде достигает 66–68% при 60% в исходной руде; себестоимость добычи 1 т руды составляет 5–6 дол.

Глубина залегания бакчарских бобово-оолитовых железных руд не превышает 250 м, что значительно удешевит процесс их добычи по СГД-технологии. Учитывая геолого-технологический тип руд, они будут обогащаться значительно эффективнее руд КМА за счет присутствия в них значительного количества глауконита и гидрослюд. Данное обстоятельство дает основание предполагать, что содержание железа в извлеченном методом СГД промпродукте может составить около 55%.

Доставка пульпы железной руды до ближайшей железнодорожной станции в г. Томск возможна гидротранспортом по магистральному трубопроводу (около 150 км), что может радикально изменить технико-экономические показатели обработки мес-

торождения (рис. 5). Опыт работы гидротранспорта в Сибири имеется. Так, до 1995 г. действовал магистральный трубопровод от угольной шахты Инская (г. Белово, Кемеровская область) до ТЭЦ-5 г. Новосибирска протяженностью 262 км и пропускной способностью 3 млн. т угля в год [4].

Опыты по определению оптимальной схемы обогащения руд показали, что наиболее эффективен обжиг-магнитный способ. В восстановительной печи при  $T 550^{\circ}\text{C}$  получены концентраты с содержанием железа 53–61%, при этом извлечение составило 91,3–95,8%. В качестве восстановителя применялся газ из оксида углерода (около 35%) и азота (65%). Содержание железа в хвостах от рыхлых руд минимально и не превышает 9–10%, в хвостах из плотных руд варьирует от 15 до 25,8%. Также из бакчарских руд получается от общей массы чугуна примерно 20% шлака с кондиционным содержанием фосфорного ангидрида (14–15%) и примерно 3,3% отвеса чугуна ванадиевого концентрата.

Бакчарские руды нуждаются в предварительном обогащении и окомковании. Проведены опыты агломерации концентратов из бакчарских руд. Тонкоизмельченные концентраты успешно окучковываются агломерацией с получением флюсового агломерата. Содержание железа в агломерате составляет 49–51%, мышьяка — меньше допустимого, т.е. 0,021–0,052%. Основность агломерата низкая и не превышает 1,15–1,26.



Рис. 5. Схема транспортировки бакчарской железной руды

Необходимое сырье для окомкования бакчарской руды имеется в 40 км от г. Томска. Здесь находится месторождение известняков Каменское с запасами 36,4 млн. т и 18 подготовленных месторождений легкоплавких (керамзитовых) глин каолинит-гидрослюдисто-монтмориллонитового состава с запасами 33,2 млн. м<sup>3</sup>.

Таким образом, при использовании новых технологий гидродобычи и гидротранспортировки железные руды Бакчарского месторождения могут заменить для уральских и западносибирских металлургических комбинатов значительную часть сырья от дальних поставщиков из европейской части России и Казахстана.

Возможно также создание новых технологий на основе бакчарских руд и огромных запасов торфа в Томской области с приготовлением нетрадиционных рудноторфоплавительных брикетов — сырья для низкотемпературных печей, предназначенных для прямой выплавки стали. Они были предложены еще в 50-е годы XX в. профессором Томского политехнического университета С.И.Смоляниновым.

Экономические расчеты показывают, что капитальные затраты на добычу и строительство завода по окомкованию бакчарской руды в районе г. Томска составят 120 млн. дол. при годовой добыче 3 млн. т руды и 166 млн. дол. при годовой добыче 7 млн. т. Себестоимость получения 1 т окатышей составляет 7–8 дол. при отпускных ценах российских производителей железорудного сырья 20–22 дол. за 1 т.

При металлургическом переделе бакчарского железорудного сырья с 1 млн. т руды возможно получение до 50 тыс. т фосфатных шлаков. Учитывая полное отсутствие производства фосфатных удобрений в Сибирском регионе, они будут востребованы на местном рынке.

Перспективно изучение Бакчарского железорудного месторождения на гидрогенное золотое оруденение. В случае подтверждения повышенных концентраций золота в значительных объемах осадочных железных руд это месторождение можно рассматривать и в качестве золоторудного объекта. Извлечение золота можно будет осуществлять в технологическом цикле путем кучного выщелачивания после скважинной гидродобычи железной руды и перед гидротранспортировкой рудной пульпы на завод окомкования.

В ноябре 2005 г. на одном из участков Бакчарского железорудного месторождения был проведен аукцион, и ООО «Томская горнодобывающая ком-

пания» выдана сквозная лицензия на разведку и добычу железных руд. Для геологического изучения Бакчарского железорудного узла, опытной гидроскважинной добычи рыхлых железных руд, технологических исследований их обогащения выделяются средства из федерального и областного бюджетов. Освоение уникального Бакчарского железорудного месторождения уже начато, и первые поставки железных руд уральским и западносибирским потребителям — вопрос ближайшего будущего.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабин А.А.* Бакчарское железорудное месторождение (геология, закономерности размещения и генезис железных руд): Автореф. дис... канд. геол.-минер.-наук. — Томск: ТПИ, 1969.
2. *Боярко Г.Ю.* Проблемы обеспечения железной рудой металлургических комбинатов Новокузнецка // *Металлы Евразии.* 2003. № 5. С. 34–37.
3. *Гурова Т.И., Сорокина Е.Г.* О верхнемеловых железных рудах восточной части Западно-Сибирской низменности // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1959. № 6. С. 52–61.
4. *Дмитриев Г.П., Гичитаивили Т.Ш., Махарадзе Л.И.* Напорные гидротранспортные системы. — М.: Недра, 1991.
5. *Железородная база России* / Под ред. В.П.Орлова, М.И.Веригина, Н.И.Голивкина. — М.: Геоинформ-марк, 1998.
6. *Западно-Сибирский железорудный бассейн* / Под ред. Ф.Н.Шахова. — Новосибирск: СО РАН СССР, 1964.
7. *Мазуров А.К., Боярко Г.Ю., Ананьев А.А., Емешев В.Г.* Перспективы освоения железорудных месторождений Томской области // *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление.* 2005. № 5. С. 16–20.
8. *Нетрадиционное гидрогенное оруденение металлов платиновой группы в чехле Западно-Сибирской платформы* / Г.М.Шор, Э.А.Ланда, Л.Г.Гусинова и др. // *Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI в.* М., 1999. Т. III. С. 345–352.
9. *Опыт скважинной гидродобычи руд на Шамраевском участке КМА* / В.Ж.Аренс, А.Д.Панков, А.Г.Балашов и др. // *Горный журнал.* 1995. № 1. С. 25–26.
10. *Пугачев А.Р.* Федор Еремеев — первооткрыватель железных руд Сибири // *Вопросы географии Сибири.* Томск, 1949. № 1. С. 105–121.
11. *Пишеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Колпакова Н.А.* Проявления благороднометалльной минерализации в осадочных железных рудах Бакчарского месторождения // *Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы и предприятий ТЭК Сибири.* Томск, 2005. С. 274–277.
12. *Сухорученков А.* Железородное сырье: прогноз на завтра // *Металлы Евразии.* 2005. № 1. С. 32–35.
13. *Тигунов Л.П.* Состояние и перспективы развития сырьевой базы черной металлургии России // *Минеральные ресурсы России.* 1994. № 3. С. 20–24.