

УДК 553.31:550.42:552.56

**ПЕТРОГРАФО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ РУД БАКЧАРСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

А.Я. Пшеничкин, В.А. Домаренко

Томский политехнический университет

E-mail: paya@tpu.ru

Пшеничкин Анатолий Яковлевич, канд. геол.-минерал. наук, зав. лабораторией геологии золота кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Института природных ресурсов ТПУ.
E-mail: paya@tpu.ru

Область научных интересов: типоморфизм минералов золоторудных месторождений.

Домаренко Виктор Алексеевич, горный инженер-геолог, канд. геол.-минерал. наук, член-корреспондент РАЕН, доцент кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов ТПУ.

E-mail: DomarenkoVA@ignd.tpu.ru

Область научных интересов: геология, прогнозирование, поиски и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых, минерагения.

Дано краткое описание геологического строения Бакчарского железорудного месторождения, нарымского, колпашевского и бакчарского рудных горизонтов; приведено описание типов руд, их минералогический состав, элементы-примеси, в том числе золото, платина, палладий.

Ключевые слова:

Бакчарское месторождение, осадочные железные руды, элементы-примеси, платина, палладий, золото.

Key words:

Bakchar deposit, sedimentary iron ore, elements-impurities, platinum, palladium, gold.

Бакчарское месторождение является одним из крупнейших осадочных месторождений железной руды в России и мире, находится на территории Томской области в междуречье рек Андарма и Икса (притоки реки Чаи, левого притока реки Оби) и приурочено к Западно-Сибирскому железорудному поясу, простирающемуся с юга на север прерывистой полосой более чем на полторы тысячи километров.

Месторождение разведывалось с 1957 г. поисково-разведочной партией Западно-Сибирского геологического управления под руководством А.А. Бабина и др. [1] рис. 1.

Ещё в 1945 г. В.П. Казаринов [1] отметил возможность выявления в Западно-Сибирской впадине формации морских осадочных железных руд гетит-гидрогетит-лептохлоритового состава. Первые находки этих железных руд появились в процессе производства структурного бурения на нефть в 1953 г. (А.А. Бабин, П.Е. Мухин, М.П. Нагорский, Е.А. Бабина). В 1956–1959 гг. поисково-опробовательская партия (А.П. Бердников, Е.Я. Горюхин) в результате изучения керна структурных скважин по долине р. Оби и всех ее крупных притоков, оконтуривала Западно-Сибирский железорудный бассейн (С.Б. Шацкий, 1957; М.П. Нагорский, 1957; А.А. Бабин, 1969 и др.).

В последние годы на территории Бакчарского месторождения ведутся активные работы по оценке запасов, разработке технологии добычи и переработки руд с целью организации промышленной добычи железной руды для обеспечения мощностей металлургических предприятий Сибирского региона (Кузнецкий и Западно-Сибирский металлургический комбинаты). Современная технология отработки крупного месторождения немыслима без всестороннего исследования минералого-петрографических, технологических и геохимических свойств руд. Такие исследования в значительной степени проведены или ведутся в настоящее время. В то же время, несмотря на наличие в рудовмещающей толще радиоактивных аномалий [3], радиогеохимическая и радиоэкологическая оценка руд до настоящего времени не выполнена. Целью работы является изучение минералого-петрографических и геохимических

особенностей железоносных отложений Бакчарского месторождения как для решения генетических вопросов формирования железных руд и возможного выявления в зоне железнакопления специфических геохимических обстановок, благоприятных для формирования промышленных концентраций благородных, редких и радиоактивных металлов.

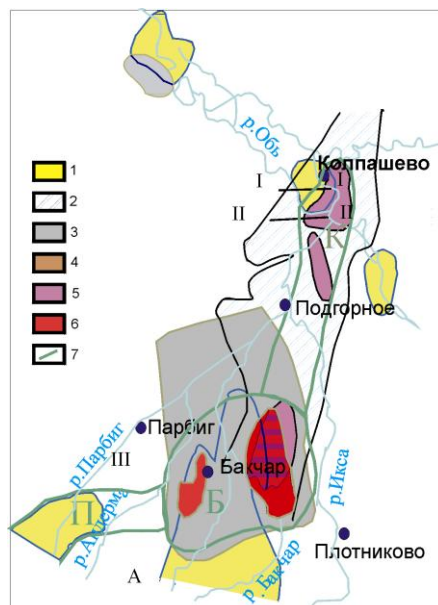


Рис. 1. Схема расположения рудных узлов в пределах восточной части Западно-Сибирского железорудного пояса на территории Томской области [по 2]: 1–3 – площади предполагаемого распространения кондиционных руд: 1) по нарымскому горизонту, 2) колпашевскому, 3) бакчарскому; 4–6 площади рудных узлов по горизонтам: 4) нарымскому, 5) колпашевскому, 6) бакчарскому; 7) контуры рудных узлов: Б – Бакчарского, К – Колпашевского, П – Парбигского. Масштаб 1:500 000

Ещё в 1945 г. В.П. Казаринов [1] отметил возможность выявления в Западно-Сибирской впадине формации морских осадочных железных руд гетит-гидрогетит-лептохлоритового состава. Первые находки этих железных руд появились в процессе производства структурного бурения на нефть в 1953 г. (А.А. Бабин, П.Е. Мухин, М.П. Нагорский, Е.А. Бабина). В 1956–1959 гг. поисково-опробовательская партия (А.П. Бердников, Е.Я. Горюхин) в результате изучения керна структурных скважин по долине р. Оби и всех ее крупных притоков, оконтуривала Западно-Сибирский железорудный бассейн (С.Б. Шацкий, 1957; М.П. Нагорский, 1957; А.А. Бабин, 1969 и др.).

В последние годы на территории Бакчарского месторождения ведутся активные работы по оценке запасов, разработке технологии добычи и переработки руд с целью организации промышленной добычи железной руды для обеспечения мощностей металлургических предприятий Сибирского региона (Кузнецкий и Западно-Сибирский металлургический комбинаты). Современная технология отработки крупного месторождения немыслима без всестороннего исследования минералого-петрографических, технологических и геохимических свойств руд. Такие исследования в значительной степени проведены или ведутся в настоящее время. В то же время, несмотря на наличие в рудовмещающей толще радиоактивных аномалий [3], радиогеохимическая и радиоэкологическая оценка руд до настоящего времени не выполнена. Целью работы является изучение минералого-петрографических и геохимических особенностей железоносных отложений Бакчарского месторождения как для решения генетических вопросов формирования железных руд и возможного выявления в зоне железнакопления специфических геохимических обстановок, благоприятных для формирования промышленных концентраций благородных, редких и радиоактивных металлов.

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения мезозоя и

кайнозоя и оно приурочено к северной оконечности куполообразной структуры мезозоя, называемой Бакчарским валом, имеет брахиантиклинальное строение северо-восточного простираения. Формирование железных руд происходило в прибрежно-морских условиях: лагунах вблизи речных дельт, в лиманах и в самих дельтах.

На месторождении выделяются три железорудных горизонта (снизу вверх): нарымский, колпашевский и бакчарский [1, 4].

Нарымский горизонт представлен континентальными осадками ипатовской свиты, сложен кварцевыми песками с прослоями серых и пестроцветных глин и редких линз бурых углей. Площадь горизонта около 300 км², средняя мощность 2,3 м, глубина залегания руд 200...220 м. Руды представлены убогими гидрогетит-лептохлоритовыми оолитовыми разновидностями. В вертикальном разрезе наблюдаются фациальные переходы типичных оолитовых руд в железистые или глинистые песчаники с рассеянными рудными оолитами и бобовинами. Руды имеют землистую темно-коричневую или зеленовато-черную окраску и среднезернистую массу с псаммитовой или оолитовой структурой. Гидрогетит, лептохлорит и окисленный глауконит составляют около 70 %, а лептохлоритовый цемент – 30 %. Среди рудоносных песчаников встречаются прослои алевролитов и бедных гравелитовых руд. Нарымский горизонт в пределах месторождения практического значения не имеет.

Колпашевский горизонт, местами с размывами, лежит на породах кровли нарымского горизонта и имеет меньшую площадь распространения. В западной части месторождения горизонт лежит на 30 м выше нарымского и на 20 м ниже бакчарского. Разделяющие их пачки «пустых» пород представлены железистыми и кварц-глауконитовыми песчаниками и алевролитами. Средняя мощность горизонта равна 3,1 м. Руды представлены бурыми железняками и железистыми песчаниками оолитового строения. Рыхлые темно-бурые разности руд представлены оолитами, бобовинами гидрогетита, хорошо окатанными обломками оолитовых руд и кварца, сцементированными лептохлоритом. Содержание железа в рудах 25,4 % при разбросе от 20,1 до 32,9 %. Средняя часть рудного горизонта несколько богаче железом и ванадием, чем верхняя и нижняя. В восточной части месторождения, в районе Полынянского участка, руды более богаты железом, сходны с рудами бакчарского горизонта, имеют большую мощность и отделяются от последнего слоем железистого песчаника мощностью около 5 м. В кровле колпашевского горизонта наибольшее развитие имеют железистые песчаники и алевролиты мощностью до 20 м.

Бакчарский рудный горизонт лежит с разрывом на подстилающих породах, имеет меньшую, чем колпашевский горизонт, площадь, но значительно большую мощность и лучшее качество руд, которые залегают почти горизонтально. Бакчарский горизонт по мощности и содержанию железа состоит из двух линзовидных залежей. Наиболее богатый западный участок, где средняя мощность составляет 12,8 м, на восточном участке средняя мощность рудного горизонта уменьшается до 2...4 м. Строение рудного горизонта неоднородное. Верхняя часть его (0,2...0,3 м) сложена сидеритовыми рудами, которые сменяются грубозернистыми глауконит-сидеритовыми рудами с сидеритовым цементом (мощностью 0,6...0,8 м), ниже которых располагаются плотные гидрогетитовые руды с сидеритовым цементом, базальные рыхлые и слабо сцементированные оолитовые руды. В восточной части месторождения в районе Полынянского участка колпашевский и бакчарский горизонты сближаются между собой. Суммарная их мощность достигает 30 м. Разделяющие их железистые песчаники имеют мощность всего 4...5 м. Содержание железа в бакчарском горизонте достигает 30...46 %. Перекрываются руды бакчарского горизонта маломощными (0,5...1,0 м) пластом глауконит-глинистых песчаников и плотными глинами эоцена.

По структурным особенностям, химическому и минералогическому составу в промышленном отношении бакчарские руды группируются в шесть типов: плотные гетит-гидрогетитовые с сидеритовым цементом, рыхлые гетит-гидрогетитовые, лептохлоритовые с хлорит-сидеритовым цементом, конгломератовидные с крупными оолитами, сидеритовые и глауконитовые с сидеритовым цементом.

Плотные гетит-гидрогетитовые руды располагаются в верхней части колпашевского и бакчарского горизонтов и сложены оолитами и бобовинами гидрогетита (до 40...60 %),

обломочным материалом (15...25 %) и цементом (15...45 %). Терригенный материал представлен кварцем, полевым шпатом, обломками переотложенных оолитовых руд, глауконитом, лептохлоритом, аксессуарными минералами. Цемент представлен крупнозернистым (до 2 мм) сидеритом. В плотных гидрогетитовых рудах встречаются участки с несколько меньшим содержанием железа и большим – фосфора и ванадия, чем в рудах западного участка (рис. 3).

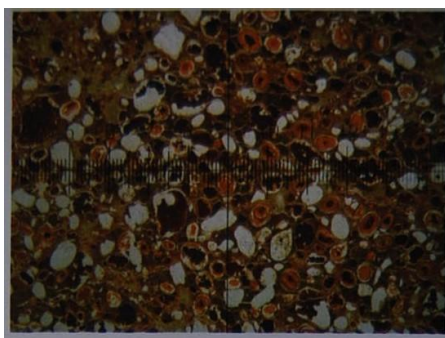


Рис. 3. Плотные бобово-оолитовые буро-железняковые руды (николи х, 1 деление – 0,1 мм)

Рыхлые гетит-гидрогетитовые руды залегают в средних, иногда в верхних частях рудных горизонтов. Руды плохо отсортированы и сложены темно-бурыми блестящими (как бы отполированными) оолитами и бобовинами гетита и гидрогетита. В рудах до 30...35 % присутствуют обломки кварца, песчаников, оолитовых переотложенных руд, хлорита и сидеритовый цемент. По сравнению с плотными гетит-гидрогетитовыми рудами в рыхлых рудах несколько меньше железа и больше кремнезема.

Слабо сцементированные лептохлоритовые руды залегают в нижних частях рудных горизонтов, имеют буровато-зеленую (табачную) окраску и зачастую хорошо выраженную слоистость. Руды сложены оолитами окисленного лептохлорита и бобовинами окисленного глауконита. Цемент поровый или базальный хлорит-сидеритовый, иногда с вивианитом. В рудах встречаются конкреции и стяжения фосфоритов из коллофана и фторапатита. Химический состав руд имеет значительно меньшее количество железа и большее кремнезема.

Конгломератовидные руды встречаются в ряде скважин и образуют линзовидные прослои мощностью 0,1...1,2 м в верхних и нижних частях рудных горизонтов. По гранулометрическому составу они ближе к гравелитам. Содержание железа в них больше, чем в сыпучих рудах.

Сидеритовые руды залегают тонкими линзами и пластами мощностью 10...20 см в верхней части железоносной серии осадков непосредственно под глинами чеганской свиты. Макроскопически – это светло-серые мелкозернистые руды, внешне похожие на песчаники. Содержание железа в них составляет 33,5 %, они обеднены фосфором и почти лишены ванадия.

Глауконитовые руды с сидеритовым цементом встречаются в верхах бакчарского и низах колпашевского рудных горизонтов. Руды состоят из зеленого сингенетического глауконита (50...70 %) и небольшого количества (1...2, реже 10 %) кварца. Цемент сидеритовый, глинисто-сидеритовый, базальный. Содержание железа в рудах 29...32 %.

Химический состав отдельных типов руд непостоянен. В рудах нарымского, колпашевского и в низах бакчарского горизонтов содержание железа низкое. Руды плохо отличимы от вмещающих пород и связаны с ними постепенными переходами. Лучшие по содержанию железа плотные желто-бурые гетит-гидрогетитовые и темно-бурые (почти черные) рыхлые оолитовые руды, где содержание железа достигает 40 % и более. В сидеритовых и глауконитовых рудах содержание железа не превышает 32...34 и 27...32 % соответственно.

Распределение железа по мощности рудного пласта неравномерное: в средней части каждого рудного горизонта количество железа наибольшее, к кровле и почве пласта оно постепенно убывает. Распределение железа по площади месторождения также неравномерное. Только в бакчарском горизонте оно довольно выдержанное на сотни квадратных километров.

Основное количество железа в оолитовых рудах находится окисной форме в виде гетита

и гидрогетита оолитов и цемента; меньшая часть железа находится в виде закиси в сидеритовом и хлоритовом цементе, в оолитах лептохлорита и глауконите. В закисной форме железо преобладает в сидеритовых, глауконитовых и конгломератовидных рудах.

Из примесей в железных рудах обнаружены V, Mn, P, S, Ti, As, Co, Zn, следы Cu, Pb, Ni. Кроме того, наблюдаются повышенные концентрации редких и рассеянных элементов – Sc, Mo, Ge, Be, Zr, Y, U, Th [5–7].

Первые сведения о повышенных содержаниях благородных металлов (Pt, Pd, Ir, Rh, Au, Ag) в рудах Западно-Сибирского железорудного бассейна (в пределах Томской области – в междуречье Тыма и Кети, правобережных притоков р. Оби) были опубликованы Г.М. Шором с соавторами [6, 7]. Определение ЭПГ проводилось атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией после концентрирования на комплексобразующем сорбенте. По результатам исследований ими выделены две геолого-геохимические обстановки концентрирования ЭПГ в регионе. Одна связана с накоплением благородных металлов в осадочных оолитовых железных рудах бассейна. Так, в железных рудах тымского (скв. 8-ПД) и нарымского (скв. 10-ПД и 15-ПД) горизонтов отмечаются незначительные содержания Pt (до 20 мг/г), повышенные – Pd (12...71 мг/г), Ir (до 27 мг/г) и особенно Ag (0,5...2,5 г/г). Концентрации Au не превышают 2 мг/г.

Другая обстановка связана с терригенными отложениями, насыщенными углистым органическим веществом (лигниты, углефицированные органические остатки, бурый уголь), затронутыми процессами окисления. Здесь уровень накопления благородных металлов выше, чем в осадочных железных рудах: Pt – 30...100 мг/г, Pd – 30...100 мг/г, Ir – 12...90 мг/г, Au – 2...60 мг/г, Ag – 0,3...1,0 мг/г.

Г.М. Шор с соавторами [6, 7] выдвинули гидрогенную гипотезу формирования нетрадиционных комплексных благороднометалльно-железорудных горизонтов в чехле юго-восточной части Западно-Сибирской плиты. Областью сноса металлов, по их мнению, явился Алдано-Североземельский платиноносный пояс.

В Инновационном научно-образовательном центре «Золото-платина» при Томском политехническом университете проанализирован ряд проб железных оолитовых руд на Pt, Pd и Au с Бакчарской площади (бакчарский, колпашевский и нарымский горизонты) инверсионно-вольтамперометрическим методом, разработанным в ТПУ [8–10]. Определение металлов велось из навески 1...10 г с пределами измерений 10^{-9} ... 10^{-2} мас. % с применением различных электродов (графитовый, угольно-графитовый, ртутно-графитовый). Разложение проб руд производилось при низких температурах, так как при высоких температурах платиноиды и золото становятся подвижными, образуют с углеродом легколетучие соединения, что приводит к занижению результатов анализа.

Полученные предварительные результаты показывают следующее. Распределение благородных металлов в разных типах железных руд месторождения крайне неравномерное. Так содержание золота чаще всего отмечается в гетит-гидрогетитовых рудах в концентрациях от 0,3...5,0 до 10...90 мг/г (в единичных пробах до 0,52...0,97 г/г) и в ожелезненных песчаниках – от 0,3...5,0 до 10...50 мг/г (редко до 0,1...0,19 г/г). В глауконитовых, лептохлоритовых и сидеритовых рудах содержание золота, в основном, ниже фонового. И только в единичных пробах руд отмечаются концентрации золота 0,39 г/г (сидеритовые), 0,64 г/г (глауконитовые) и 4,11 г/г (лептохлоритовые).

Встречаемость в повышенных концентрациях платины и палладия в рудах реже, чем золота. И они, в основном, также накапливаются в гетит-гидрогетитовых рудах: платина от 0,5...3 до 10...40 мг/г (в единичных пробах до 61...77 мг/г), палладий от 0,3...2,0 до 5...18 мг/г (редко до 28...30 мг/г); в ожелезненных песчаниках: платина от 0,3...3,0 до 10...30 мг/г (редко до 69...90 мг/г), палладий от 0,3...2,0 до 4...18 мг/г (в единичных случаях 47...70 мг/г). В лептохлоритовых, глауконитовых и сидеритовых рудах содержания платины и палладия ниже фонового. Благородные металлы в железных рудах месторождения концентрируются, вероятно, в цементе руд, так как в проанализированных инверсионно-вольтамперометрическим методом 28 пробах чисто оолитовых гетит-гидрогетитовых руд без цемента, отобранных из отвала гидродобычи на Полюнянском участке, установлено, что содержания Au и Pd в отмытых

оолитовых рудах много ниже кларка: 0,1...0,3 мг/т Au и 0,1...2,1 мг/т (в одной пробе 43 мг/т) Pd. Концентрации Pt несколько выше – 0,3...32 мг/т. По-видимому, благородные металлы (Au, Pt, Pd) концентрируются не в оолитах, а в цементе, который был вымыт в процессе гидродобычи. Поэтому в дальнейшем необходимо изучить поведение благородных металлов (и других элементов) как в оолитах, так и в цементе разного состава.

Таким образом, имеющийся аналитический материал показывает, что осадочные железные руды разных рудных горизонтов в той или иной степени обогащены Pt, Pd, Ir, Au, Ag. Кроме того, в рудах выявлены повышенные концентрации редких и рассеянных элементов (V, Mo, Sc, Ge, Be, Th, U и др.) – все это дает основание говорить о комплексном характере оруденения Бакcharского месторождения. Потенциальные прогнозные ресурсы осадочных железных руд Западно-Сибирского бассейна на благородные и редкие металлы могут быть значительными, что существенно увеличит минерально-сырьевую базу России в XXI в.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабин А.А. Геолого-экономическая характеристика Бакcharского и Колпашевского месторождений // Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1964. – С. 270–290.
2. Западно-Сибирский железорудный бассейн. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1964. – 447 с.
3. Домаренко В.А., Рихванов Л.П., Воробьев Е.А., Новгородцев А.А., Данилов А.А. Перспективы обнаружения гидрогенного уранового оруденения в пределах Западно-Сибирской плиты // Минерально-сырьевая база Сибири: история становления и перспективы: Матер. научно-практ. конф. Т. I. Полезные ископаемые. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – С. 74–81.
4. Николаева И.В. Бакcharское месторождение оолитовых железных руд. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1967. – 129 с.
5. Асачакова Е.М. К геохимии оолитовых железных руд Бакcharского месторождения (Западная Сибирь) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XI Междунар. симпоз. им. М.А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 51–53.
6. Шор Г.М., Дитмар Г.В., Комаров Н.И., Голикова О.В., Бунакова Н.Ю., Горюхин Е.Я., Лыготин В.А. О возможности выявления гидрогенного платиноидного оруденения в чехле юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. – М.: ЗАО «Геоинформмарк». – 1995. – Т. 2. – Кн. 2. – С. 89–92.
7. Шор Г.М., Ланда Э.А., Гусинова Л.Г., Голикова О.В., Бунакова Н.Ю. Нетрадиционное гидрогенное оруденение металлов платиновой группы в чехле Западно-Сибирской платформы // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI веке. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. – Т. 3. – Кн. 1 и 2. – С. 345–352.
8. Коробейников А.Ф., Пшеничкин А.Я., Колпакова Н.А. Оценка железных руд Бакcharского месторождения на платиноиды // Качество – стратегия XXI века: Матер. Междунар. научно-практ. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 1998. – С. 40–41.
9. Пшеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Колпакова Н.А. Проявления благороднометалльной минерализации в осадочных железных рудах Бакcharского месторождения // Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы предприятий ТЭК Сибири: Матер. научно-практ. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – С. 274–277.
10. Пшеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Колпакова Н.А. К вопросу об оценке осадочных железных руд Бакcharского месторождения на благородные металлы // Матер. регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – Т. 2. – С. 137–138.

Поступила 25.11.2011 г.