

Полибазит встречается в виде неправильных амебообразных форм размером от субмикроскопических до 0,02 мм. Интенсивно замещает фрейбергит, встречаясь в нем в виде включений и образуя по нему каемки. Аналогичные взаимоотношения установлены и для полибазита с галенитом и халькопиритом, которые он также интенсивно замещает. Местами по полибазиту развиваются науманнит и фишессерит, а также ютенбогаардит и акантит. В сростаниях с электрумом полибазит имеет прямолинейные границы, не обнаруживающие признаков замещения.

Пираргирит образует преимущественно интерстициальные и аллотриоморфные, реже ажурные, извилистые, каплевидные формы выделений, размер которых изменяется от 0,005 до 0,2 мм. В виде включений содержит реликты блеклых руд. Совместно со стефанитом образует каемки замещения вокруг изометричных довольно крупных выделений галенита. Отмечается тесная ассоциация пираргирита с электрумом и пруститом.

Прустит встречается в виде аллотриоморфных выделений размером до 0,02 мм в сростаниях с фрейбергитом и пирсеитом. При этом, следует отметить некоррозионность границ подобных сростаний. По границам зерен прустит интенсивно замещает пирит, халькопирит, блеклые руды и электрум. Сам, в свою очередь, по периферии и изнутри замещается серебром, акантитом и фишессеритом. По границам сростания электрума и прустита развивается ютенбогаардит.

Стефанит встречается в виде мелкой (до 0,01 мм) рассеянной вкрапленности аллотриоморфной и пластинчатой формы в кварце, а также в сростаниях с рудными минералами. Замещает фрейбергит, сфалерит и галенит, в связи с чем, включает в себе реликты различной размерности этих минералов. В виде каемок развивается по неправильным выделениям электрума. Стефанит ассоциирует с науманнитом, ютенбогаардитом, петровскаитом и акантитом. На границе сростания стефанита с пираргиритом зачастую образуются линзовидные скопления золота.

Фрейбергит образует разнообразные по форме (от изометричных до удлиненных и ксеноморфных) выделения в кварце, размер которых изменяется от 0,12 до 0,2 мм. Он встречается также в сростаниях с акантитом, пруститом, халькопиритом и пирсеитом. В виде включений содержит галенит, науманнит. Часто образует неправильные включения в агиларите и более позднем халькопирите.

Науманнит и агиларит образуют тесные мирмеkitовые сростания. Встречаются в виде выделений неправильной формы размером до 0,01 мм в халькопирите, акантите, пирсеите, а также кварце. Замещаются ютенбогаардитом, самородным серебром. Содержат редкие каплевидные включения электрума, а также более крупные выделения неправильной формы.

Акантит присутствует как в гипогенных так и в гипергенных ассоциациях. Образует зерна неправильной формы размером от 0,012 до 0,3 мм. Для пластинчатых форм характерны размеры 0,01...0,1 мм. Встречается в виде обособленных слегка корродированных выделений в кварце, а также в сростаниях с халькопиритом, блеклыми рудами, сфалеритом, галенитом и др. Замещает интерстициальные лапчатые выделения самородного золота. В виде мелких линзовидных включений содержит самородное серебро и электрум. Гипергенный акантит встречается в тесной ассоциации с ковеллином, совместно с которым в виде каймы развивается по галениту.

Литература

1. Вартянян С.С., Лоренц Д.А., Сергиевский А.П., Щепотьев Ю. М. Золотосеребряные руды Кайемравеемского узла Чукотского автономного округа // Отечественная геология. – 2005. – № 4. – С. 10–16.
2. Глухов А.Н. Региональная геологическая позиция, структура и минералого-геохимическая зональность золотосеребряного месторождения Купол // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – Магадан, 2008. – № 3. – С. 34–45.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА «РЫХЛЫХ» ООЛИТОВЫХ РУД БАКЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО УЗЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.А. Рудмин

Научный руководитель профессор А.К. Мазуров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С момента открытия Бакчарского рудного узла до настоящего времени изучением минерального и химического состава железных руд Западно-Сибирского бассейна занимались многие ученые, такие как А.А. Бабин, И.В. Николаева, Н.Х. Белоус, А.Н.Кондаков, Ю.П. Казанский, В.А. Домаренко, А.Я. Пшеничкин, Л.П. Рихванов, Е.М. Асочакова и др. [1]. Тем не менее, накопление нового фактического материала и промышленный интерес, проявляемый в последнее время к Бакчарскому рудному узлу, подтверждают актуальность изучения его руд с использованием современных методов исследований. При этом особое внимание необходимо уделить «рыхлым» рудам, так как они являются перспективными для освоения методом скважинной гидродобычи.

Бакчарский рудный узел расположен в юго-восточной части Западно-Сибирского железорудного бассейна, в 200 км от г. Томска на северо-запад. Общая площадь узла составляет 1200 км², суммарные прогнозные ресурсы были оценены в 28 млрд тонн, что позволяет считать данный объект уникальным. Железоносные отложения являются типичными осадками прибрежно-морских фаций – гравелитами, оолитовыми рудами, песчаниками, алевролитами и глинами. Руды представлены оолитами гетит-гидрогетитового, хлорит-гидрогетитового состава и локализуются в трёх горизонтах (вверх по разрезу): нарымском, колпашевском и

бакчарском [1]. «Рыхлый» тип руд формировался в условиях фации оолитовых песков и приурочен к подошве бакчарского горизонта [2].

В данной работе описываются особенности минерального и химического состава «рыхлых» оолитовых руд, выявленные по результатам оптических наблюдений, рентгенофлуоресцентной, электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопия) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС). Все анализы выполнялись для проб, отобранных из 9 скважин с нижней части бакчарского горизонта (залежи «рыхлой» руды) из западного и восточного участков рудного узла. Пробы делились на гранулометрические классы (более 1 мм; 1...0,5 мм; 0,5...0,2 мм; 0,2...0,1 мм; менее 0,1 мм) с помощью стандартного набора сит методом «мокрого» ситования, после чего каждый из классов изучался на рудном микроскопе. Далее из выделенных фракций изготавливались полированные брикет-шашки, которые исследовались в отраженном свете, на рентгенофлуоресцентном (HORIBA XGT-7200) и электронном (Hitachi S-3400N) микроскопе. Минеральный состав фракции менее 0,1 мм изучался методом инфракрасной спектроскопии (ИК-Фурье IR Prestige-21). Химический состав проб определялся методом ИСП-МС на базе кафедры ГИГЭ ТПУ.

В результате было установлено, что гранулометрический состав «рыхлого» типа руд на площади рудного узла постоянный. Выход фракции более 1 мм составляет 6,3 %; 1...0,5 мм – 13,6 %; 0,5...0,2 мм – 60,7 %; 0,2...0,1 мм – 12 %; менее 0,1 мм – 7,3 %. Наибольший выход имеет фракция 0,5...0,2 мм, где и концентрируется основной объем рудных компонентов.

После проведенных оптических и микроскопических исследований оолиты Бакчарского узла можно описать как хлорит-гидрогетитовые, гидрогетитовые зерна относительно выдержанного минерального состава. На рентгенофлуоресцентном микроскопе был определен средний элементный состав хлорит-гидрогетитовых и гидрогетитовых зёрен. В связи с преобладанием алюмосиликатных минералов первые отличаются пониженным содержанием железа, фосфора, но повышенными содержаниями кремния, алюминия, калия. Гидрогетитовые зерна характеризуются следующим примерным элементным составом (по данным РФА): Fe – 58,59 %, Si – 2,73 %, P – 1,17 %, Al – 3,17 %, K – 0,15 %, Mg – 0,15 %, Ca – 0,16 %, Ti – 0,09 %, V – 0,16 %, O – 33,23 % и др.

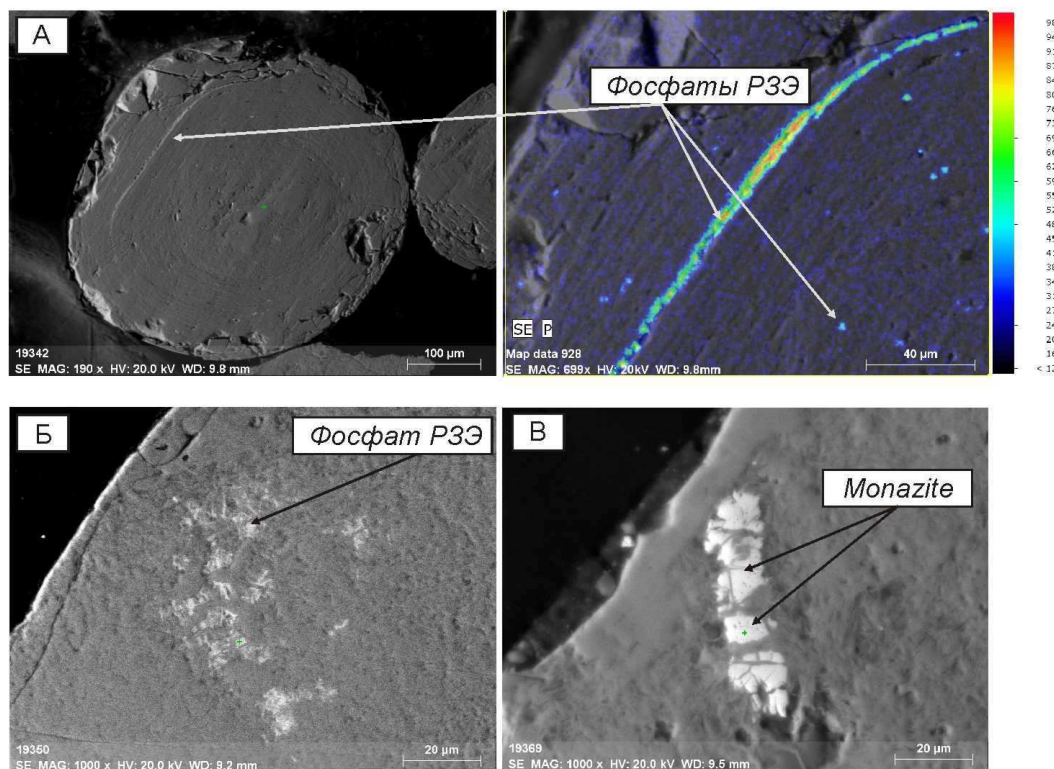


Рис. Минеральные включения в оолитах редкоземельных фосфатов (монацит) в виде отдельных вкраплений (А), концентрической зоны в рудном оолите (А), дендритовидных агрегатов (Б), зёрен призматической формы (В)

Наиболее разнообразный минеральный состав имеют оолиты и бобовины хлорит-гидрогетитового состава размером более 0,5 мм. В таких зёрнах постоянно присутствуют включения ильменита, фосфатных минералов, в редких случаях и циркона. Размер включений титанистых минералов составляет от 1 до 80-100 мкм, которые представлены ильменитом и, предположительно, псевдобрукитом (TiO_2 – 20...30 %, Fe_2O_3 – 65...70 %). Иногда отмечается до десятка титанистых включений в одном рудном зерне. Также в хлорит-гидрогетитовых бобовинах фиксируются вкрапления циркона размером 30...100 мкм. По химическому составу вкрапления титанистых и цирконийстых минералов в оолитах и бобовинах, схожи с рудными минералами Туганского

ильменит-цирконового россыпного месторождения (40 км от г. Томска на северо-восток), что позволяет судить о едином источнике сноса этих компонентов.

В железистых оолитах и бобовинах постоянно присутствуют фосфатные минералы, размером от 1...2 до 50 мкм. Встречаются разнообразные по составу фосфаты: апатит, вивианит, монацит. При этом только вкрапления апатита имеют размеры 20...50 мкм, остальные фосфаты распространены в рудных компонентах в виде микровключений (рис. А), концентрических зон (рис. А), дендритовидных агрегатов (рис. Б), последние отмечаются только в бобовинах хлорит-гидрогетитового состава. В гидрогетитовых оолитах с ритмично-зональным строением преобладают редкоземельные фосфаты (группа монацита), которые образуют микровключения, либо отдельные прерывистые кольцевые зоны (рис. А). В единичных случаях встречаются в значительной степени дезинтегрированные зерна призматического габитуса (рис. В), по составу отвечающие монациту с повышенным содержанием La, Ce (18...20 % каждого). Подобные зёрна однозначно являются привнесенными.

Среди остальных минеральных включений в рудных оолитах фиксируется кварц, полевой шпат, глауконит, лептохлорит, магнетит. В качестве «затравок» слагающих ядерную часть оолитов могут выступать различные терригенные обломки: кварц, полевые шпаты, гетит, гидрогетит, магнетит, глауконит, слуски глинистых минералов.

По результатам ИК-спектроскопии образцов были получены характеристические волновые частоты образцов для минерального состава фракции менее 0,1 мм (табл.). Минеральный состав алевро-пелитовой фракции «рыхлого» типа руд по данным ИК-спектроскопии имеет выдержанный характер на площади рудного узла. Явное расхождение отмечается лишь в пробе, которая приурочена к колпашевскому горизонту. Это расхождение объясняется присутствием карбонатного минерала в образце, судя по характеристическим пикам частот 1420 и 877 см⁻¹. Характеризуя в целом фракцию менее 0,1 мм рыхлых руд бакчарского горизонта необходимо понимать, что образцы имели гетерогенный состав, что в значительной мере затрудняет точную и детальную диагностику минеральных фаз. Однако все образцы имеют примерно одинаковый минеральный состав: гидроокислы железа (гидрогетит), глинистые минералы группы нонтронита-бейделлита, пурпурит и гизингерит.

Таблица

*Характеристические волновые частоты
для гранулометрического класса менее 0,1 мм «рыхлых» оолитовых руд*

$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$	$\nu, \text{см}^{-1}$
1628	1424	1032	1008	916	796	780	696	468

Таким образом, в рамках работы по исследованию «рыхлого» типа бакчарских руд был выполнен гранулометрический анализ, изучен минеральный состав с применением рентгенофлуоресцентной и электронной микроскопии, инфракрасной спектроскопии, определен химический состав при помощи метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и рентгенофлуоресцентной спектрометрии. Наличие описанных минеральных форм объясняют повышенные содержания в рудах фосфора, титана, РЗЭ и т.д. Полученные результаты рекомендуется использовать при составлении технологической схемы обогащения оолитовых руд Бакчарского рудного узла.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 13-05-98045.

Литература

1. Западно-Сибирский железорудный бассейн / Под ред. Ф.Н. Шахова. – Новосибирск: СО РАН СССР, 1964.
2. Рудмин М. А. Фациальные особенности и магнитная восприимчивость рудовмещающих отложений Бакчарского железорудного проявления (Томская область) // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2014 – Т. 324 – №. 1. – С. 48–55.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СИ-МО-ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПО ВТОРИЧНЫМ ОРЕОЛАМ РАССЕЯНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БАИМСКОГО РУДНОГО РАЙОНА, ЧУКОТКА)

Ю.Н. Сидорина

Научный руководитель доцент Ю.Н. Николаев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

Баимский меднорудный район расположен в Билибинском районе Чукотского автономного округа и включает крупнейшие по запасам в России Си-Мо-порфиновые месторождения Песчанка и проявления Находкинского рудного поля. В 2009 году на объектах Баимского района ООО «ГДК Баимская» возобновила геологоразведочные работы, в том числе здесь проводились опережающие геологические и геохимические поиски по вторичным ореолам, которые позволили уточнить границы ранее выявленных штокверков и обнаружить и спрогнозировать новые потенциальные рудные тела.

В геологическом строении района принимают участие стратифицированные вулканогенно-терригенные и терригенные отложения верхней юры и нижнего мела, интрузивные и субвулканические породы позднемезозойского возраста различного состава. Формирование порфировых систем рассматриваемых объектов