

Рис. 2. Геохимическая зональность золоторудной зоны в разрезе Албазинского месторождения: геохимические ассоциации, выделенные факторным анализом: 1 – Mn, Ni, Co, Mo, Bi; 2 – As, Sb, Au, S, Ag; 3 – Pb, P, Zn, V; 4 – Cu, W; 5 – аномалии Ag; 6 – разведочные скважины

Поведение элементов, входящих в фактор 3 (Pb, P, Zn, V) отчетливо центробежное по отношению к рудной зоне. В разрезе эта ассоциация геометризуеться в виде субвертикальных зон, вероятно, маркирующих рудоконтролирующие разломы.

В целом можно констатировать, что в процессе образования руд идет накопление, прежде всего, Au, Ag, As, Sb, S. Эти элементы, видимо, привносились гидротермальными растворами извне. Локальный привнос Cu, Pb, Bi, Sn, W, Mo, Zn, Mn, Co, Ni, V, P часто сочетается с участками выноса, что указывает на перераспределение этих элементов с заимствованием их из вмещающих пород. В пользу последнего говорит изначальная обогащенность некоторых пород перечисленными элементами за пределами месторождения. Соответственно, определенные группы элементов не только фиксируют участки золотого оруденения, являясь составной частью рудогенного геохимического поля, но и трассируют рудоконтролирующие структуры.

Литература

1. Ханчук А.И., Иванов В.В. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруденение Дальнего Востока России // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40. – № 11. – С. 1635–1645.
2. Трушин С.И., Кириллов В.Е. Месторождение Албазино – новый для Дальнего Востока промышленный тип золотого оруденения // Региональная геология и металлогения. – 2018. – № 73. – С. 60–67.
3. Трушин С.И., Кириллов В.Е., Буханова Д.С., Чубаров В.М. Минералогические особенности золотых руд Албазинского и Ульбанского рудных районов (Хабаровский край) // Региональная геология и металлогения. – 2019. – № 78. – С. 91–97.
4. Ворошилов В.Г. Геохимические поля гидротермальных месторождений золота. – Томск: Изд-во СТТ, 2011. – 293 с.

ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ КОЧКОВСКОЙ СВИТЫ В ПРЕДЕЛАХ ОБЬ-ТЫМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ, РОССИЯ)

Даулетова А.Б., Рудмин М.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Территория изучаемого бассейна с залежами континентальных железняков относится к междуречью рек Обь и Тьма, которая располагается в восточной части Западно-Сибирской плиты. Обь-Тымская низменность полностью наследует мезозойско-кайнозойскую отрицательную структуру – Усть-Тымскую мегавпадину и является районом развития аккумулятивных и эрозивно-аккумулятивных речных террас реки Обь и ее крупных притоков [1]. Изучаемые железняки локализованы в разрезе Киреевского рудопроявления в верхних горизонтах кочковской свиты, отделяющей неогеновые отложения от плейстоценовых. Осадочная толща в пределах Киреевского проявления включает следующие литотипы: железняки, гравелиты, песчаники и алевропесчаники.

Минералы в отложениях Киреевского проявления подразделяются на аллотигенные (привнесенные), аутигенные (новообразованные) и глинистые. Основные аутигенные и глинистые минералы следующие (в порядке убывания): железистый хлорит (шамозит), сидерит, гётит (гидрогётит), каолинит, иллит, кальцит, доломит, пирит,

брушит и галит. В группу аллотигенных минералов входят кварц, полевые шпаты (альбит, микроклин), циркон, рутил, монацит, ильменит, магнетит, гематит, титаномагнетит, пирит и барит. Также среди привнесенного материала присутствуют лито- и петрокласты. Железосодержащие породы отличаются обильным присутствием карбонат-гидрооксидной ассоциацией аутигенных минералов, которая слагает как цемент, так и отдельные, агрегированные образования (рис. А, С, D). Наличие хлорита (шамозита), сидерита, гётита (гидрогётита), а также обломков гематита и титаномагнетита увеличивают содержание железа. Сидерит характеризуется отдельными микроконкрециями в цементе песчаников и железняков со средними размерами 10-50 мкм в длину (рис. А, С) либо кристаллическим цементом (рис. В, F). В микроконкрециях сидерита (рис. 1 А-С) отмечается концентрическая зональность, выраженная изменением состава карбоната. Средний химический состав сидерита следующий: 57.7...83.2 мол.% FeCO_3 , до 1.8 мол.% MnCO_3 , до 2 мол.% MgCO_3 , 0.6...1.5 мол.% CaCO_3 . Глинистые минералы представлены железистым хлоритом (шамозитом) и иллитом (рис. С, I). Хлорит (шамозит) образует основную массу в виде параллельно ориентированных коротко-чешуйчатых микроагрегатов в железосодержащих и терригенных породах. Реже среди железистых минералов наблюдается гётит (или гидрогётит) в виде стяжений размером до 600 мкм (рис. 1 D) с существенно меньшим распространением относительно сидерита. Редко встречается пирит в матриксе алевропесчаника (рис. 1 E). Пирит характеризуется субизометричными агрегатами размером до 27 мкм с обломочными формами граней. Отличительной чертой толщи является редкое наличие зёрен циркона (рис. F) относительно крупных размеров (до 500 мкм). Валовый химический состав железняков и вмещающих пород Киреевского проявления показан в табл. 1-3. Железосодержащие породы имеют долю валового оксида железа (Fe_2O_3) от 9.7 до 15.9 %. Валовый химический состав алевропесчаников характеризуется долей Fe_2O_3 ниже 4.8 %, при SiO_2 51.0...69.0 %, Al_2O_3 11.0...4.0 %. Гравелиты в нижней части залежей отличаются повышенной долей СаО до 15.0%. Три группы микроэлементов можно выделить среди редких металлов в железняках и вмещающей толще на основе их распределения относительно среднего содержания в земной коре. Первая группа металлов (Zn, As, Ag, Cd, Sb) характеризуется повышенными содержаниями, вторая (Cr, Ni, Cu, Zr, Sn, Cs, Hf, W, Tl, Pb, Th) – пониженными содержаниями. Третья группа элементов (Co, Mo, Ba, Ta, W, Bi, U) имеет содержания близкие к кларкам и характеризуются высоким разбросом значений (кроме Ba). При анализе особенностей распределения основных геохимических индексов (факторы обогащения – EF, рассчитанные как нормированное на кларки отношение содержания элемента к алюминию) для реконструкции палеобстановок накопления осадочных пород было установлено, что слои железняков и песчаников совпадают с увеличением индексов биопродуктивности (P EF, Cu EF) в изучаемом разрезе. Значения P EF and Cu EF в двух пробах превышают порог обогащения выше 1 в интервалах накопления железняков с песчаником. Индексы терригенного привноса Ti EF и Si EF имеют максимальные значения 1.8 и 3.2, соответственно, в алевропесчаниках с сидеритовыми конкрециями и песчаниках. Индекс обогащения Mn повышается в железняках до значений 10.6, а индекс обогащения железа имеет синхронное поведение с Mn. Fe EF изменяется в железосодержащих породах в пределах 2.7...4.7. Индексы палеосоленности Sr/Ba and Ca/(Ca+Fe) имеют два схожих интервала увеличения их значения, которые соответствуют алевролитам и сидеритовым конкрециям в алевропесчанике, где Sr/Ba достигает максимального значения 0.4. Данные показатели схожи с изменением прокси палеоклимата (Sr/Cu). Индекс химического выветривания (CIA) увеличивается в серых алевролитах с глинистыми стяжениями в кровле изучаемого разреза (81.8).

Суммарное содержание редкоземельных элементов и иттрия (PЗЭ+Y) характеризуется относительно повышенными значениями в серых алевролитах в кровле залежи (до 210.4 г/т). Цериевая аномалия (Ce*) выдержана пределах от 0.9 до 1.3 и характеризуется слабой флуктуацией на уровне средних значений 1.0...1.1. В целом в изучаемом разрезе Киреевского проявления отмечается слабая положительная европиевая аномалия (Eu*) с диапазоном 1.0...1.5.

Редокс-чувствительные индексы (Mo EF, U EF), то есть индексы физико-химических условий осаждения, имеют разброс значений в пределах от 0.4 до 2.5. Для железосодержащих пород значения Mo EF и U EF выше в пределах от 1.3 до 4.6, соответственно, чем для песчаников и алевропесчаников, что указывает на субокисные условия осадконакопления (при дефиците кислорода в системе вода-осадок). Mo EF выше 1 отмечается во всех литотипах кроме песчаника с сидеритовыми конкрециями и алевропесчаника. U EF ниже 1 выделено лишь в двух образцах в слабосцементированных желтовато-серых песчаниках и среднерзностных, слабосцементированных железняках.

Западно-Сибирский регион является одним из таких участков континента, где на обширнейшей площади распространены отложения мезозоя и кайнозоя. Настоящее исследование было сфокусировано на позднекайнозойских неоген-четвертичных отложениях, вмещающих слои и пласты с повышенным содержанием железа. Поскольку кочковский горизонт, а также подстилающие и перекрывающие слои, являются континентальными отложениями разного генезиса [3], уместно остановиться на основных чертах стратификации последних в условиях крупной аккумулятивной равнины. Часто встречающиеся минералы в виде агрегатов и сгустков в цементе континентальных железняков Киреевского проявления отличаются составом в виде преобладания филлосиликатных или карбонатных фаз. Гидрооксидные минералы имеют подчиненное значение. Преобладающие в минеральном составе континентальных залежей железняков сидерит и шамозит указывают на субкислородную обстановку минералообразования в условиях аллювиальной равнины. Концентрирование основных металлов среды, включая железо, могло происходить за счет создаваемых стабильных субокисных условий в донной среде бассейна седиментации в результате продуцирования углекислоты [3]. Переносимое рекой мобильное железо концентрировалось в застойных водах озёр и болот в области палеоречной системы вероятно совпадающей с современной долиной р. Обь. Имобилизация железа зависела от активности бактериального разложения детритовой органики, регулярно привносимой речными водотоками [3]. Данный фактор указывает на накопление алевропесчаников с железняками в донных условиях заболачиваемых озёр. Индикаторами мезотрофного и эвтрофного режима в донной части палео-озера являются слои с карбонатами. Карбонатная ассоциация характеризуется преобладанием сидерита, что соответствует условиям известных железистых озёр [4], в связи с чем справедливо

рассматривать условия накопления богатых железом слоёв в пределах кочковской свиты как заболачиваемые палео-озёра. Наличие примеси Mg в железняках в кочковской свите говорит о благоприятных условиях для его трансформации [3]. В озёрно-болотных условиях возможно была модификация части сидерита в гётит при активном участии гуминовых кислот с локальным образованием брушита [2, 5]. Предполагается, что одно из подобных предполагаемых озёр находилось в районе Киреевского проявления.

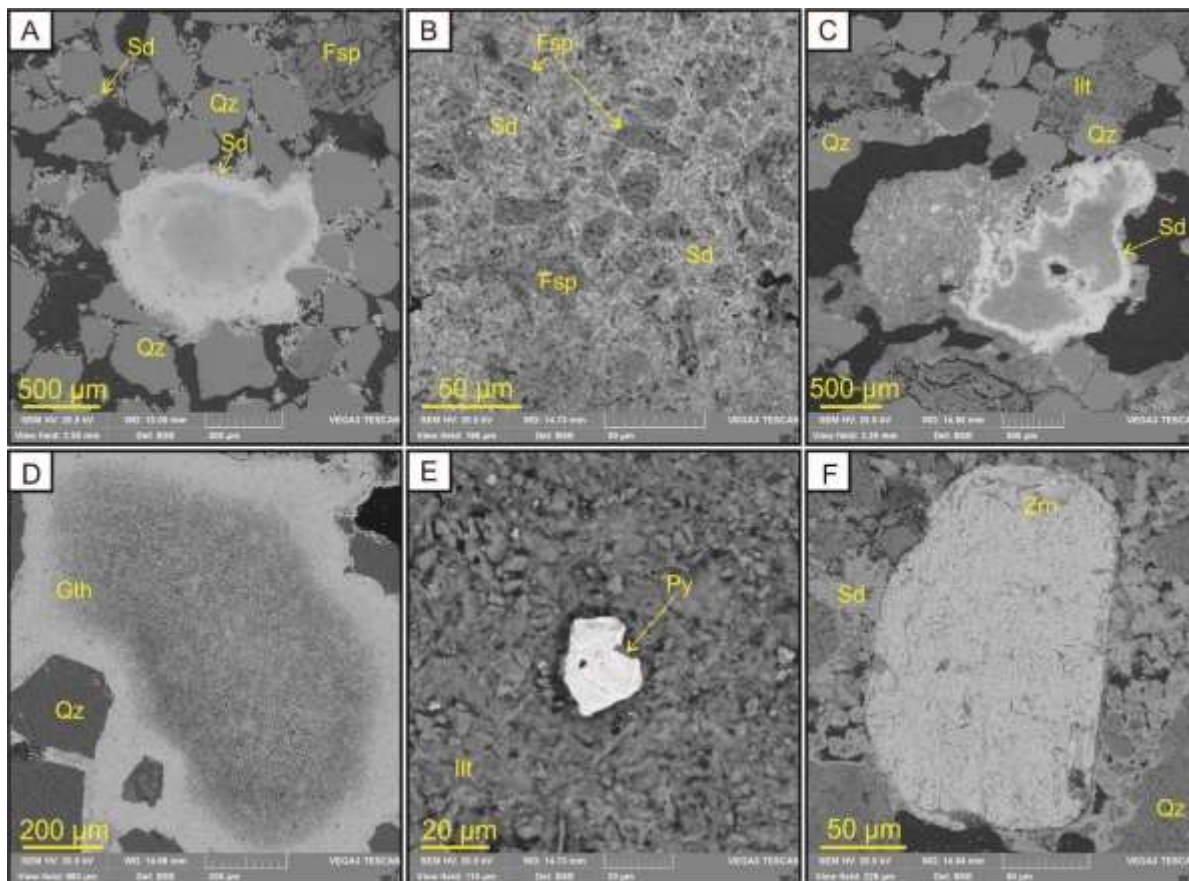


Рис. СЭМ-снимки пород кочковской свиты Киреевского проявления. (А) Сидерит в виде микроконкреций или цемента. (В) Сидеритовый цемент железняков. (С) Пленочные формы сидерита в гравелите. (D) Микроконкреции гётита. (Е) Пирит в иллитовом матриксе. (F) Крупный акцессорий циркона среди сидеритового цемента железняка.

Gth – гетит, Ill – иллит, Py – пирит, Qz – кварц, Sd – сидерит, Zrn – циркон

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 20-77-00007).

Литература

1. Arhipov S. A.; Martynov V. A. Kochkovsky horizon western siberia and his age analogues in adjacent areas 1980. – P. 452.
2. Martínez-Martínez J.; Benavente D.; Fusi N.; Cañaveras J.C. Brucite-Aragonite Precipitates as Weathering Products of Historic Non-MgO-Based Geomaterials. – Minerals 2020. – 10,599.
3. Rudmin M., Ruban A., Savichev O., Mazurov A., Dauletova A., Savinova O. Authigenic and Detrital Minerals in Peat Environment of Vasyugan Swamp, Western Siberia. – Minerals, 2018. – V 8. – P. 1–13.
4. Surkov V.S. Neogean evolution of the young Ural-Siberian platform. – Geologiya i Geofizika, 2002. V 43. – Pp. 754–761.
5. Van Houten F.B., Bhattacharyya, D.P. Phanerozoic Oolitic Ironstones – Geologic Record and Facies Model. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 1982. – V 10. – Pp. 441–457.

ПЕРВЫЕ НАХОДКИ КРОНСТЕДИТА В МАССИВНЫХ СУЛЬФИДНЫХ РУДАХ ТАЛНАХСКОЙ ИНТРУЗИИ (НОРИЛЬСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)

Жимулева Е.С., Якич Т.Ю.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Норильский рудный район, расположенный на северо-западе Сибирской платформы, известен своими уникальными в мировом масштабе запасами медно-никелевых руд с платиноидами. Несмотря на долгую историю исследования этих месторождений, различные аспекты генезиса до сих пор остаются дискуссионными [1–3, 7, 9–12,