

ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СИДЕРИТА БАКЧАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.М. Сорокина

Научный руководитель доцент М.А. Рудмин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия

Сидерит $\text{Fe}(\text{CO}_3)$ – минерал группы карбонатов, кристаллизующийся в тригональной сингонии. Кристаллы сидерита чаще имеют ромбоэдрический облик, причем грани ромбоэдра нередко искривлены, иногда имеют чешуеобразную поверхность, как у доломита, а также седловидные изгибы. Сидерит как карбонат закиси железа образуется в восстановительных условиях и встречается в месторождениях различных генетических типов.

Сидерит является самым распространенным карбонатным минералом Бакчарского месторождения [1]. Бакчарское месторождение находится в юго-восточной части Западной Сибири в 200 км от г. Томска. Месторождение залегает на глубинах от 150 до 250 метров среди верхнемеловых и нижнепалеогеновых осадочных пород прибрежно-морских фаций (глины, алевролиты, песчаники, пески, оолитовые лептохлорит-гидрогетитовые руды). Разрез месторождения состоит из ипатовской, славгородской, ганькинской и люлинворской свит, среди которых локализуется три основных железоносных горизонта: нарымский, колпашевский и бакчарский. Описание литологии свит и железоносных горизонтов довольно подробно представлено в других работах [1, 2], поэтому автор не останавливается на этих разделах. Помимо того, что сидерит является одним из рудных минералов месторождения, он представляет интерес как индикатор условий осадкообразования. В настоящее время известно два основных механизма его образования: сингенетическое и эпигенетическое [3]. Цель авторских исследований заключалась в детальном изучении минералогии и химизма сидерита Бакчарского месторождения для характеристики условий формирования оолитовых осадочных железных руд.

В рамках данной работы использовались следующие методы исследований: выделение мономинеральных фракций, оптическая микроскопия, рентгенофлуоресцентный силикатный анализ, сканирующая электронная микроскопия, рентгенодифракционный анализ, рамановская спектроскопия, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой. Всего было изучено около 30 образцов сидеритовых пород.

По данным рентгеноспектрального анализа сидерит из пород люлинворской свиты палеоцена имеет следующий состав: $\text{FeO} - 59.5\%$, $\text{CO}_2 - 39.6\%$, $\text{MnO} - 0.4\%$, $\text{CaO} - 0.4\%$. Соответственно его кристаллохимическая формула имеет вид $\text{Fe}_{0.74}\text{Ca}_{0.01}\text{Mn}_{0.01}\text{CO}_3$. Сидерит в гидрогетит-хлоритовых рудах ганькинской свиты маастрихтского возраста имеет более сложный состав: $\text{FeO} - 44.1\%$, $\text{CO}_2 - 43.9\%$, $\text{MnO} - 1.1\%$, $\text{CaO} - 4.5\%$, $\text{MgO} - 5.5\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 0.3\%$. В железных рудах ипатовской свиты коньякского возраста сидерит имеет состав: $\text{FeO} - 55.8\%$, $\text{CO}_2 - 38.7\%$, $\text{MnO} - 1.2\%$, $\text{CaO} - 3.1\%$, $\text{MgO} - 0.5\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 0.5\%$. Его формула имеет следующий вид: $\text{Fe}_{0.69}\text{Ca}_{0.05}\text{Mn}_{0.01}\text{Mg}_{0.01}\text{CO}_3$. Анализ распределения основных оксидов в поровом пространстве оолитовых пород руд с сидеритовым цементом из люлинворской свиты показывает прямую корреляцию между триадой оксидов $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{total})}$, MgO , MnO . Вероятней всего последние два оксида входят в состав карбоната (сидерита). Связь железа и марганца можно объяснить высокой подвижностью обоих элементов в двухвалентной форме в гидrogenных условиях. Вероятней всего данный цемент является позднедиагенетическим образованием, материалом для которого послужило разлагающееся органическое вещество как источник CO_2 (или метан) и, мигрирующие в разрезе толщи, напорные воды.

Детальные исследования на петрографическом и сканирующем электронном микроскопах позволили выделить как минимум три морфологические разновидности сидерита в изучаемых толщах. Первая разновидность сидерита образуется в песчаниках и алевролитах славгородской и ипатовской свит в сантонском и коньякском времени, соответственно. Сидерит в песчаниках среди лептохлоритового (шамозитового) цемента образует идиоморфные, ромбоэдрические зерна (рис. 1-А, В, Е). Размер зёрен изменяется от 5 и до 24 мкм. В зёрнах хорошо отражена совершенная спайность по плоскостям ромбоэдра (рис. 1-В). Зерна равномерно распределены в цементе пород, отличаются от других разновидностей идиоморфной формой в виде единичных кристаллов. В цементе этих пород сидерит часто находится совместно с фрамбоидами пирита, размер которых, как правило, редко превышает 30 мкм, лептохлоритом и глауконитом. Наличие пирита и барита в песчаниках говорит о некоторой сульфидной активности. В песчаных алевролитах славгородской свиты отмечается тесная ассоциация сидерита с пиритом. Последний образует массивные фрамбоиды вокруг агрегатов сидерита (рис. 1-А), иногда заполняет трещины в кристаллах сидерита.

Вторая разновидность встречается в рудах сантонского возраста славгородской свиты на глубинах от 200 метров. Сидерит имеет мелкокристаллическое строение в виде агрегатов, «окаймляющих» оолиты и ооиды, либо их соединяющих. Как правило, кристаллы в таких агрегатах вытягиваются перпендикулярно оолитам. При больших увеличениях отмечаются единичные вкрапления кристаллов сидерита ромбоэдрической формы первой разновидности. В цементе помимо сидерита в изобилии присутствуют лептохлорит как основной связующий минерал и множество разнообразных сульфидов в виде фрамбоидов сфалерита (рис. 1-Д), пирита, а также кристаллов галенита. Сидерит также встречается в виде сферолитов среди обогащенных сульфидами пород. Последние формы сидериты могут быть объяснены недостатком органического вещества. Вероятно, формирование такого сидерита происходило после смены восстановительной сульфидной обстановки, в котором редукция сульфата привела к формированию сульфидов различных цветных металлов.

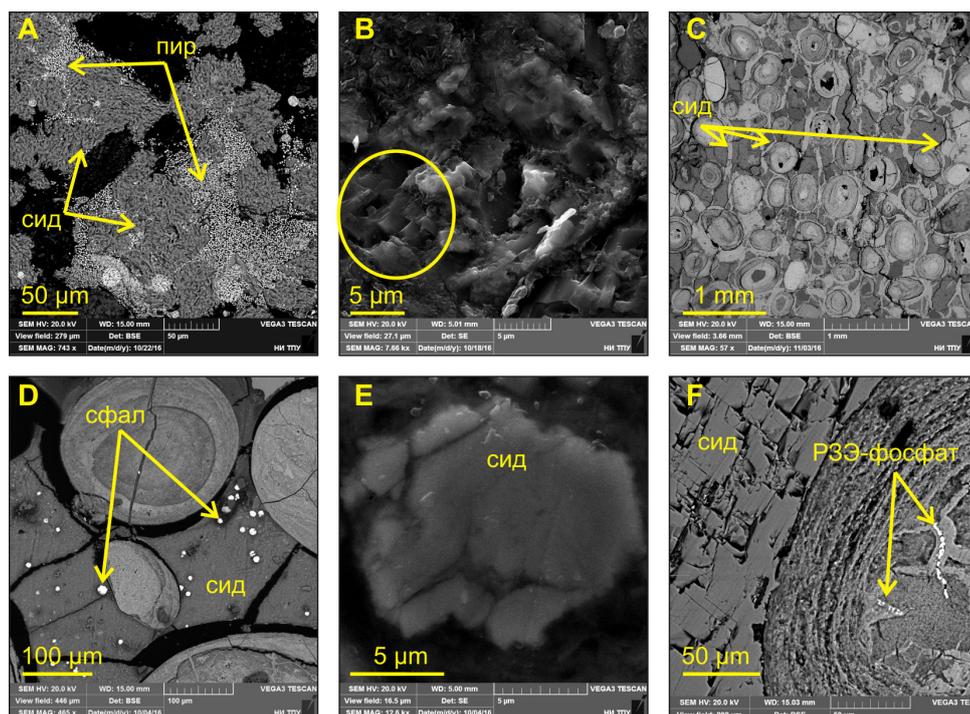


Рис. 1. Морфологические формы сидерита в породах Бакчарского месторождения: А – массивные ромбоэдрические зерна сидерита (сид) с фрамбоидами пирита (пир), В – совершенная спайность по плоскостям ромбоэдра, С – “направленность” сидеритового цемента, D – фрамбониды сфалерита (сфал) среди сидеритового цемента (сид), E – идиоморфные микрокристаллы сидерита (сид) ромбоэдрической формы, F – хорошо выраженная спайность по ромбоэдру в сидеритовом цементе

Третья разновидность распространена в породах подошвы люлинворской свиты и кровле ипатовской, реже в кровле ганькинской свиты. Сидерит является основным минералом цемента, связывающим все остальные компоненты породы (оолиты и терригенные минералы). Структура агрегатов изменяется от мелкокристаллической до среднекристаллической, где кристаллы имеют идиоморфную форму с хорошо выраженной спайностью по ромбоэдру (рис. 1-Ф). В этих породах в цементе помимо сидерита в подчиненном количестве отмечается лептохлорит, редко вивианит, апатит и включения сфалерита, галенита, барита. Предполагается, что формирование этой разновидности происходило при господстве восстановительной метановой обстановке. В этих условиях происходило разложение обильного органического вещества с генерацией метана, который стремился к водоупору совместно с поровой водой, что привело к формированию сидеритового матрикса, а в некоторых участках и образованию вивианита. Об этом свидетельствует прослеживаемая “направленность” сидеритового цемента (рис. 1-С), выраженная в параллельно ориентированных линейных агрегатах, похожих на каналы или прожилки. Гидрокарбонатный раствор, стремящийся к водоупору, распространялся по тонким каналам порового пространства и в восстановительной обстановке преобразовывал межзерновое пространство. В результате сформировался сидеритовый цемент. Сфалерит, галенит, барит возникли в силу локально проявленной сульфат-редукции на основе ограниченного количества H_2S -летучести.

На данный момент можно сказать, что происхождение сидерита происходило при различных восстановительных условиях, которые зависели от количества разлагающегося органического вещества, наличия водоупорного слоя, щелочности растворов и сульфидной активности. Реконструкция этих условий в разрезе месторождения является важным аспектом для прогнозирования распространения железных руд с сидеритом в пределах Западно-Сибирского бассейна.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Томской области в рамках научного проекта 16-45-700090.

Литература

1. Западно-Сибирский железорудный бассейн / Под ред. Ф.Н. Шахова. – Новосибирск: СО РАН СССР, 1964. – 448 с.
2. Рудмин М.А., Мазуров А.К. Оолитовые руды Бакчарского железорудного узла (Томская область) // Доклады Академии Наук. 2016. № 5 (471). С. 575 – 578.
3. Сорочинская А.В., Можеровский А.В., Обжиров А.И. Кальциевый сидерит (сидеродот) в осадках Южно-китайского моря // Тихоокеанская геология, 2000. – С. 44 – 48.