

## БАКТЕРИАЛЬНОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ Fe-Mn КОНКРЕЦИЙ И ПРОСЛОЕК В ДЕВОНСКИХ СИЛИЦИТОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

© 2018 г. Л. В. Леонова<sup>1</sup>, Э. А. Королев<sup>2</sup>, О. Л. Галахова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург. E-mail: lvleonova@yandex.ru*

<sup>2</sup> *Казанский Федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Кафедра общей геологии и гидрогеологии*

С середины XIX века на Южном Урале открыто несколько десятков месторождений марганцевых руд. Они расположены вдоль Главного Уральского глубинного разлома в пределах Магнитогорского палеовулканического пояса. В геологическом строении районов месторождений участвуют комплексы эффузивных, осадочных и гидротермальных пород девонского возраста. Модели формирования рудных тел менялись: так, в первой половине XX века доминировала гипотеза о хемогенном осаждении руд из субстрата, обогащенного марганцем, с последующими метаморфическими и гипергенетическими изменениями. Генезис первичных Mn-содержащих пород предполагался как: осадочный, гальмиролитический, гидротермально-метасоматический и гидротермально (вулканогенно)-осадочный [1].

К настоящему времени в связи с более доступными методами электронной сканирующей микроскопии и в результате активного изучения современных океанических железо-марганцевых (Fe-Mn) образований накоплен объем информации, склоняющий исследователей к модели бактериального осаждения первичных марганцевых руд в палеобассейне Урала.

Такие минералы как тодорокит, бернессит, бузерит, асболоан, протоферригидрит, вернадит, гематит образуются из придонно-гидротермальных флюидов на ранних стадиях седиментогенеза при непосредственном участии марганец- и железоокисляющих бактерий и нередко сохраняют биоморфные структуры [2]. Кроме таких элементов как Mn и Fe, в бактериальных конкрециях и корках могут адсорбироваться Si, Cu, Ni, а также Cr и V.

Одной из первых задач в наших исследованиях было определение минерального состава ископаемых железо-марганцевых обособлений и вмещающих их пород, минимально измененных вторичными гидротермальными процессами и относящихся, по-видимому, к дистальным залежам, согласно характеристике А.И. Брусницына и И.Г. Жукова [3]. Изучение проводилось методом рентгеновской дифрактометрии (Shimadzu XRD-6000, излучение — CuK $\alpha$ ).

Для решения других задач — установление захороненных бактериальных микрофоссилий и выявление элементно-примесного состава Fe-Mn конкреций использовался сканирующий электронный микроскоп (СЭМ, JSM-6390LV JEOL, углеродное напыление) и энерго-дисперсионный спектрометр (ЭДС, Inca Energy 450).

Рабочая коллекция Fe-Mn обособлений была собрана в карьерах около поселков Кусимовский Рудник, Аскароро, Хасаново, Файзулино (рис. 1). Согласно полевым наблюдениям, установлено несколько стратиграфических уровней

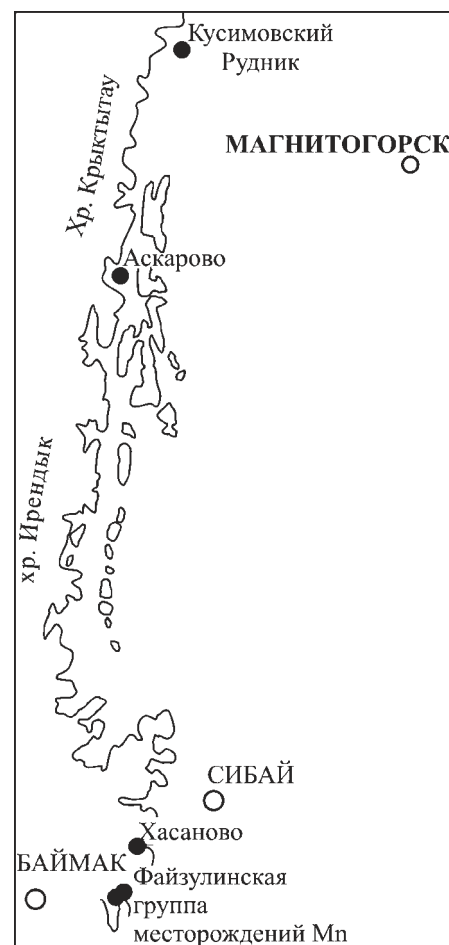


Рис. 1. Обзорная схема расположения месторождений марганцевых пород

локализации железо-марганцевых конкреций. Стратиграфически нижний уровень 1, представляющий собой пропластки с конкрециями в яшмах бугулыгырского яшмо-кремнистого комплекса ( $D_2ef$ ) можно отнести условно к промышленно-рудноносному. В перекрывающих силицит-песчаниковых породах также встречаются обособления — это уровень 2, но марганцевые минералы этого уровня сосредоточены исключительно в обособлениях, образующих локальные скопления в безрудных пачках ( $D_2žv-D_3f$ ) и не имеют промышленных концентраций.

Обособления (Fe-Mn конкреции) представляют собой стратиформные образования (1–4 см), морфологически идентичные современным океаническим железо-марганцевым конкрециям. Из субстрата рудных прослоев они могут выпадать или быть слитны с ним, но при этом имеют четкие границы. Для Fe-Mn обособлений стратиграфического уровня 1 характерна сплюснуто-шаровидная форма (рис. 2а), реже — лепешковидная с валиком по периферии, имеется единичная находка, представляющая собой сонаправленные сталагмитоподобные обособления (Южно-Файзулинское месторождение). Аналогичные по размерам (0.5–0.1 мм) и облику столбчатые (пальцевидные) агрегаты описаны среди современных гидротермальных железо-марганцевых образований гидротермального поля «Ашадзе-1» [4]. Следует отметить, что по результатам рентген-дифрактометрии, обособления и вмещающие их рудные пропластки имеют сходный минеральный состав и представлены преимущественно вернадитом, литиофоритом, в меньшей степени кварцем, гематитом или пиритом. Как примеси встречаются: каолинит, мусковит, браунит, кальцит, нсутит.

В перекрывающих отложениях уровня 2 — красных и светлых силицит-песчаниковых породах, Fe-Mn конкреции морфологически более разнообразны: шаровидные, скорлуповатые и внешне напоминающие раковины гастропод, фестончатые, сформировавшиеся в условиях вязкого или уже уплотняющегося субстрата. Рудные пропластки либо отсутствуют либо незначительные.

Во вмещающих породах встречаются остатки радиолярий, конодонты и спикулы губок. По составу обособления уровня 2, как и вмещающие их породы, существенно кварцевые и по сути представляют собой песчаники, сцементированные рудными минералами. Вернадит и литиофорит фиксируются исключительно в пробах из обособлений и отсутствуют в безрудных вмещающих отложениях. Комплекс примесных минералов: гематит, каолинит, гетит, мусковит, альбит, иллит, хлорит и кальцит, характерен как для породы, так и для обособлений. Разнообразие минералов, вероятно, обусловлено первичной неоднородностью субстрата и некоторой степенью вторичной проработки циркулирующими гидротермальными флюидами.

Методом СЭМ был установлен характерный для всех обособлений комплекс микрофоссилий: цианобактериальные чехлы, псевдоморфно замещенные кварцем (рис. 2б); основной массив сложен хлопьевидным или микрослоистым вернадитом. Увеличение  $\times 20000-30000$  позволило увидеть, что слои сложены плотно упакованными минерализованными чехлами элементоспецифичных бактерий ультрадисперсной и наноразмерности (рис. 2в). Нитевидные скопления аналогичной размерности, располагаются в полостях или прослоях и представлены минералами железа (рис. 2г). Подобная морфология характерна для нитчатых частей некоторых железобактерий [5]. Литиофорит, приуроченный только к обособлениям и прослоям, имеет пластинчатый габитус и слагает микродрозы. Относительно большое его содержание отмечается в сталагмитообразном обособлении (Южно-Файзулинское месторождение). Следует отметить, что подобные морфологически современные аналоги железо-марганцевых образований гидротермального поля САХ, также содержат литиофорит [4].

Итак, можно сделать следующие выводы. Стратиформное залегание Fe-Mn обособлений из уровня 1, сходство минерального и микропримесного состава с рудными пропластками указывает на их совместное образование. Закономерное присутствие микрофоссилий цианобактерий и оруденелых чехлов элементоспецифичных бактерий в исследуемых обособлениях свидетельствует о том, что они являются ископаемыми литифицированными циано-бактериальными постройками — аналогами современных Fe-Mn конкреций, где доминирующую роль в процессе осаждения Mn, Fe и других элементов играют элементоспецифические бактерии. Литиофорит, вероятно, также является биоминералом, поскольку приурочен к пробам из обособлений и рудным пропласткам и отсутствует во вмещающих яшмо-силицитовых породах.

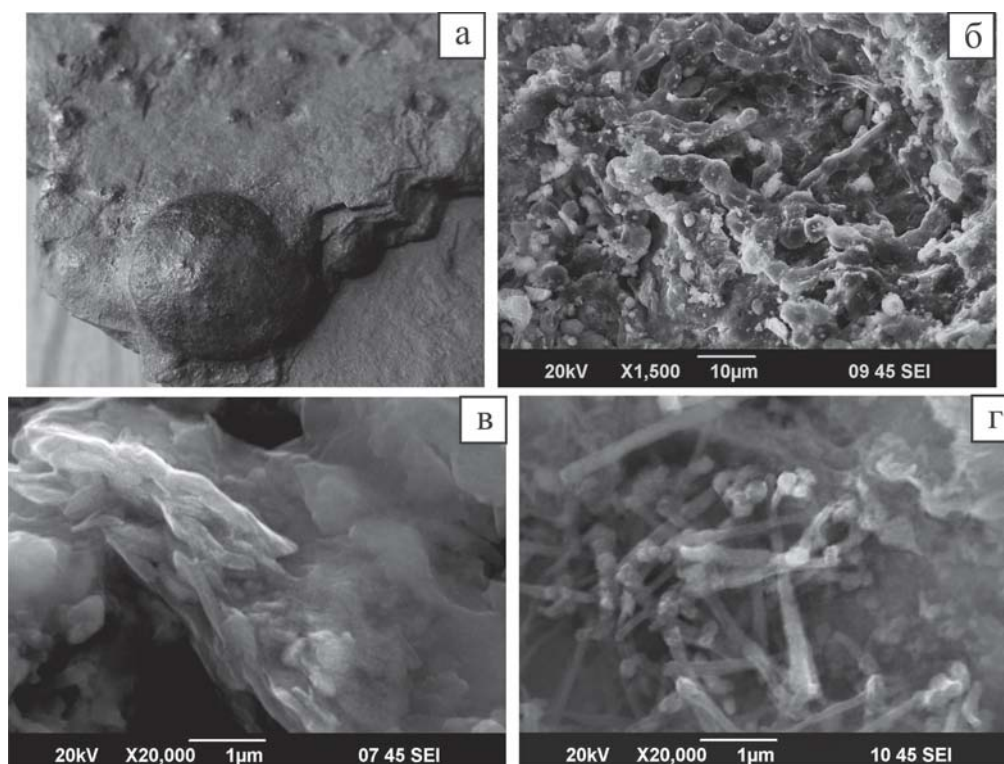


Рис. 2

**Литература:**

1. Брусницын А.И. Генетическая минералогия метаморфизованных марганцевых отложений палеовулканогенных комплексов (на примере месторождений Южного Урала): Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. – Санкт-Петербург, 2008. – 40 с.
2. Батулин Г.Н., Дубинчук В.Т. Биоморфные ультрамикроскопические структуры в пелагических железомарганцевых конкрециях // Океанология. – 1983. – Т. 22, Вып. 6. – С. 997–999.
3. Брусницын А.И., Жуков И.Г. Марганценозные отложения Магнитогорского палеовулканического пояса (Южный Урал): строение залежей, состав, генезис // Литосфера. – 2010. – № 2. – С. 77–99.
4. Давыдов М.П., Александров П.А., Перова Е.Н., Семкова Т.А. Железо-марганцевые отложения гидротермального поля «Ашадзе-1» (Срединно-Атлантический хребет, 12° 58' с.ш.) // Докл. РАН. – 2007. – Т. 415, № 6. – С. 793–799.
5. Холодный Н.Г. Железобактерии. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – 221 с.