

О ПРИРОДЕ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ОКСИДНЫХ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ РУД ОКЕАНСКОГО ДНА

В.В.Авдонин, Н.Е. Сергеева, Е.А. Жегалло

Оксидные руды океанского дна – железомарганцевые конкреции абиссальных котловин и кобальтоносные корки подводных поднятий представляют собой полиметалльные образования. В качестве основных компонентов рассматриваются марганец, кобальт, никель, медь, цинк. Помимо этого, промышленный интерес представляют благородные металлы, рассеянные элементы, редкие и некоторые редкоземельные элементы.

В настоящее время исследованиями морских геологов, микробиологов, микропалеонтологов разработана и обоснована биологическая концепция, согласно которой кобальтоносные корки и железомарганцевые конкреции имеют бактериальную природу и идентифицируются как строматолиты и онколиты [1]. Иными словами, оксидные руды являются продуктами жизнедеятельности бактериальных сообществ.

Геохимическая специализация руд определяется в первую очередь соотношением концентраций железа и марганца – величиной марганцевого модуля (Mn/Fe) и присутствием переменных количеств перечисленных выше основных и попутных металлов.

С.И. Андреев выделяет шесть природных геохимических типов железомарганцевых образований: никель-медный, никелевый, - никель-медь-кобальтовый, кобальтовый бедный, богатый кобальтовый, гидротермальный (таблица).

Геохимические типы железомарганцевых образований Тихого океана

(по С.И. Андрееву, 2009)

Таблица

Геохимический тип	Марганцевый модуль	Со весовые	Си %	Ni (средние)
Кобальтовый богатый (2Co)	1,3	0,51 – 1,24	0,08 – 0,16	0,37 – 0,52
Никель-медь-кобальтовый (Ni-Cu-Co)	2,2	0,25	0,59	0,74
Никель-медный (Ni – Cu)	3,8	0,18 – 0,23	1,00 – 1,23	1,13 – 1,42
Никелевый (Ni)	8,8	0,02 – 0,07	0,35 – 0,73)	0,73 – 1, 35
Кобальтовый бедный (Co)	0,9	0,3 – 0,4	0,24	0,39
Гидротермальный безрудный	0,5	<0,14	<0,10	<0,13

Изменчивость геохимических характеристик онколитов и строматолитов имеет различную направленность. В рудных провинциях онколитов отчетливо выражена латеральная зональность, что наглядно отражено на металлогенических картах [Андреев, 2009]. В строматолитовых рудных полях латеральная геохимическая изменчивость почти не проявлена. Только крупные макрослои различаются по геохимической специализации.

Геохимические особенности оксидных руд определяются условиями образования и залегания, скоростями роста, источниками и формами поступления рудообразующих веществ в воды океана. Основными источниками рудного вещества являются: вулканический, гальмиролитический, диагенетический, космический и прочие. Накопление рудного вещества традиционно связывается с осадочным, гидрогенным, сорбционным, процессами соосаждения и др.

Согласно биологической концепции формирования оксидных руд, ведущим механизмом концентрации в них железа и марганца является бактериальный. И строматолиты и онколиты представляют собой бактериальные маты - стратифицированные макроколонии микроорганизмов, сложенные чередованием бактериальных пленок.

В биопленках бактериальных матов – строителей строматолитов и онколитов, - обитают бактерии различных видов, в том числе окисляющие железо, марганец, а также и железо и марганец. Эти бактерии используют разные формы железа и марганца для энергетических и конструктивных потребностей. Их деятельность выражается в частности в том, что в результате биохимических реакций на поверхности клеток, внутри их, в гликокаликсе откладываются биогенные наноминералы, преимущественно оксиды металлов в кристаллической или аморфной форме. Таким образом формируется структурный каркас построек. Механизмы биологического поглощения марганца и железа из окружающей среды и осаждения этих металлов изучены в многочисленных экспериментах. Вероятнее всего продуктами окисления извлеченных металлов являются аморфные и слабо окристаллизованные оксиды (гидрооксиды) марганца и железа, отлагающиеся в клетках, связывающиеся с клеточными стенками или накапливающиеся в гликокаликсе. Таким образом, происходит постепенное заполнение кристаллическими или аморфными минералами всех элементов бактериальной структуры. Впоследствии в процессе диагенеза они преобразуются в преобладающие в оксидных рудах вернадит, ферроксигит и др. минералы.

Установлено, что не только накопление железа и марганца обусловлено жизнедеятельностью бактериальных сообществ. Механизмы концентрации в рудах ряда других металлов также имеют бактериальную природу.

Установлено, что бактерии играют важную роль в образовании ряда минералов. Многочисленные работы по биоминералогии и бактериальному обогащению руд и, выполненные у нас в стране и за рубежом подтвердили активное участие бактерий в образовании ряда минералов. Это могут быть

минералы внутри клеток, такие как магнетит или сульфиды железа, в чехлах, как фосфатные и другие, а иногда одновременно и внутри, и снаружи клетки.

Сегодня описано уже более 100 минералов, образование которых может быть связано с деятельностью бактерий. Особенно интересно обнаружение среди них кварца, кристобалита, барита, полевого шпата, слоистых силикатов (глинистых минералов), многочисленных минералов железа и марганца, доломита и даже форстерита. Получены многочисленные экспериментальные и природные подтверждения этому. Результаты изучения ископаемых бактерий показывают, что минералообразование под влиянием бактерий или с их участием – процесс, который происходил на Земле всегда [Розанов, 2003]. Эти явления могут быть привлечены для объяснения механизмов обогащения оксидных железомарганцевых руд второстепенными и попутными металлами, которые также имеют промышленное значение.

Литература

Авдониин В.В., Кругляков В.В., Лыгина Т.И., Мельников М.Е., Сергеева Н.Е. Оксидные железомарганцевые руды океана: генетическая интерпретация текстур и структур. М.: ГЕОС, 2014. С.

Андреев С.И. Металлогеническая зональность Мирового океана. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1997. 157 с.

Розанов А.Ю. Ископаемые бактерии, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы. Палеонтологический журнал, №6. С. 41-49.