

# МИНЕРАЛОГИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА

Е.Н. Перова

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,  
e-mail: perova\_uni@rambler.ru

В настоящее время в центральной части Срединно-Атлантического хребта известно большое количество гидротермальных проявлений массивных сульфидных руд, сопровождающихся ореолом железомарганцевых отложений (ЖМО). Изучение этих железомарганцевых отложений является одним из этапов разработки поисковых критериев поиска массивных сульфидных руд

Были изучены образцы железомарганцевых корок гидротермальных полей Логачев-2, цокольной части горы Ферсмана и Ашадзе-1.

Морфологические типы и минеральный состав изучался на рентгеновском дифрактометре ДРОН-2 и сканирующем электронном микроскопе JEOL-35.

Образцы ЖМО из разных гидротермальных полей во многом имеют сходное строение.

Как правило, корки имеют слабовыраженную зональность: нижняя часть сложена плотными, иногда слоистыми агрегатами, преимущественно железистого состава, часто с примесью слоистых силикатов. Средняя зона характеризуется массивным строением, часто также имеющая слоистую текстуру и сложена тесным переплетением минералов гидроксидов железа и марганца. Верхняя зона сложена различными типами морфологических агрегатов гидроксидов марганца.

Основными морфологическими типами минеральных агрегатов изученных железомарганцевых корок являются:

**Массивный агрегат** представляет собой плотную массу черного цвета, интенсивно пропитанную органическим материалом и желто-рыжими гидроокислами железа. Другим видом массивного агрегата является плотный минеральный агрегат, сложенный сливной массой серого цвета с сильным металлическим блеском с вкраплениями линз и прослоев черного цвета.

**Слоистый агрегат** сложен незакономерно чередующимися микрослойками черного и серого цвета с сильным металлическим блеском.

Наиболее широко в гидротермальных железомарганцевых отложениях САХ распространены **глобулярные агрегаты**, которые представлены как крупными шаровидными выделениями, так и небольшими мелкими гроздевидными агрегатами. Крупные глобулярные агрегаты представляют собой сросшиеся шарообразные выделения черного цвета. Размер отдельных шаровидных выделений составляет примерно 0,20-0,25 мм. Часто они состоят из ядра черного цвета и скорлупы серо-коричневого цвета. На сколах иногда видно радиально-лучистое строение скорлупы.

Частным случаем глобулярных агрегатов являются гроздевидные агрегаты, образованные скоплениями мельчайших (до 0,1 мм в диаметре) глобулей черного или коричневого цвета. Высота гроздевидных агрегатов не превышает 0,5 мм. Для этого типа агрегатов наиболее характерна примесь органогенного материала. Как правило, гроздевидные агрегаты заполняют пустоты и каверны железомарганцевых корок.

**Натечные выделения** образуют черную потрескавшуюся корку, обладающую смолистым блеском.

**Столбчатые агрегаты** сложены скоплениями удлинённых пальцевидных выделений аморфного вещества. Наблюдаются две разновидности агрегата, различающиеся размерами "пальцев" – их высота составляет примерно 0,5 и 0,1-0,2 мм соответственно. Цвет агрегатов коричневатый или черный (иногда с синей побелостью).

Одной из разновидностью вытянутых столбчатых агрегатов являются трубчатые выделения. Они могут быть как полыми внутри, так и полностью заполненными. На срезе таких трубчатых выделений также нередко наблюдается зональность. Центральные зоны заполнены минеральным агрегатом серого цвета с металлическим блеском, краевые части сложены минералом черного цвета. В основном такие трубчатые выделения образуют единые сростания. Размер трубчатых индивидов варьирует в широком пределе от минимальных 0,1 мм до 5 мм.

Особый вид столбчатых агрегатов выделен в железо-марганцевых корках гидротермального поля Ашадзе-1 [Давыдов М.П. и др., 2003]. В межслоевом пространстве слоистого агрегата навстречу друг другу, наподобие сталактитов и сталагмитов, растут скопления столбчатых индивидов черного цвета. Иногда они полностью заполняют межслоевое пространство, иногда остаются пустоты.

**Кавернозный агрегат** встречается только на поверхности слоистого агрегата и представляет собой губкообразную хрупкую массу черного цвета. Размер каверн - от 0,2 до 1 см.

Минеральный состав ЖМО довольно разнообразен, в изучаемых образцах были продиагностированы следующие минералы: бернессит, 10 Е фаза, вернадит, пирохроит, литиофорит, гидрогетит, гетит, ферроксигит, арагонит. Слоистые силикаты представлены нонтронитом, хлоритом, бейделлитом. В составе железо-марганцевых корок гидротермального поля Логачев диагностированы атакамит и паратакамит.

Бернессит является одним из основных минералов гидротермальных ЖМО. В составе ЖМО гидротермальных полей Логачев-2 и Ашадзе-1 бернессит является преобладающим среди марганцевых минералов. Часто бернессит встречается в смеси с другим марганцевым минералом - 10 Е фазой. Бернессит в основном слагает шаровидные и столбчатые выделения черного цвета. Также в ассоциации с 10 Е фазой он диагностирован в составе массивных агрегатов, а также псевдоморфоз по диатомовым. Дифрактограммы бернессита довольно близки к ранее изученным [Чухров и др., 1985; Сметанникова, 1989]. Необходимо отметить достаточно широкий диапазон вариаций в положении основных базальных рефлексов бернессита, что отражает изменение содержания кальция и натрия в его составе. Так в составе ЖМО гидротермального поля Логачев бернессит имеет существенно более кальциевый состав, чем в других изученных железо-марганцевых корках.

10 Е манганат является второй по значимости марганцевой фазой в ЖМО гидротермальных полей САХ. Было установлено [Чухров и др., 1983; Дриц и др., 1985], что 10 Е фаза океанических корок и конкреций может быть представлена различными 10 Е минералами - неупорядоченным смешаннослойным асболан-бузеритом, бузеритом I и бузеритом II, неустойчивым бузеритом I, тодоркитом, асболаном, неустойчивым бузеритом.

Идентификация 10 Е фазы проводилась путем анализа дифрактограмм, снятых с образцов, предварительно прогретых в течении часа при температуре 100 °С (Сметанникова, Франк-Каменецкий, 1989). В изученных ЖМО 10 Е фаза представлена четырьмя минералами: бузеритом I, асболан-бузеритом, 5 Е фазой и неупорядоченным бузеритом. Основное разнообразие фаз 10 Е манганатов наблюдается в гидротермальных отложениях горы Ферсмана.

Бузерит I диагностирован в нескольких морфологических типах марганцевых выделений. В ассоциации с бернесситом, бузерит I слагает минеральные агрегаты, в которых наблюдается переслаивание участков черного и светло-серого цветов с сильным металлическим блеском, а также трубчатые выделения зонального строения (зоны светло-серого с металлическим блеском и черного цветов). В сочетании с 5 Е фазой, бузерит I является основным минералом светло-серых слоистых агрегатов с металлическим блеском.

Асболан-бузерит и 5 Е фаза в ассоциации с бернесситом слагают шаровидные выделения зонального строения. Дифрактометрические картины асболан-бузерита характеризуются смещением угла отражения рефлекса 001 в сторону больших углов.

Неустойчивый бузерит, совместно с бернесситом был диагностирован в составе псевдоморфоз по диатомовым. Для диагностики 10 Е фазы из этого типа минеральных агрегатов, выбирались образцы, на дифрактограммах которых, отражения, отвечающие пикам бернессита, были наименее интенсивными. Однако, не смотря на это, диагностика 10 Е фазы как неустойчивого бузерита не может считаться достоверной из-за присутствия на дифрактограмме пиков бернессита.

Гидрогетит является основным железистым минералом в составе железо-марганцевых отложений. Этот минерал встречается как в виде порошковатых масс желтого и оранжевого цвета, так и в виде отдельных зерен со стеклянным блеском красно-коричневого цвета. Гетит был диагностирован в смеси с нонтронитом в составе порошковатого налета желто-зеленого цвета.

Минеральный состав различных морфологических типов ЖМО представлен в таблице.

Таким образом, можно отметить, что преимущественно бернесситовый состав корок ЖМО гидротермальных полей Логачев-2 и Ашадзе-1 может указывать на высокие значения рН (8.2 – 8.4) рудоформирующих растворов и их высокий окислительный потенциал, тогда как совместное образование бернессита и 10 Е манганатов, говорит об отложении из нейтральных или слабощелочных растворов.

**Таблица.** Основные марганцевые минералы в минеральных агрегатах железо-марганцевых корок

Морфологические разновидности минеральных агрегатов	Основные марганцевые минералы	Гидротермальные поля САХ
Псевдоморфозы по диатомовым	Бернессит, 10 Е фаза (неустойчивый бузерит)	Гора Ферсмана
Плотная масса, цементирующая псевдоморфозы по диатомовым	Бузерит (I), бернессит	Гора Ферсмана
Столбчатые и трубчатые агрегаты черного цвета	Бернессит	Логачев-2
	Бузерит I	Гора Ферсмана
Столбчатые пальцевидные агрегаты («сталктиты-сталогмиты»)	Бернессит, пирохроит, литиофорит	Ашадзе-1
Мелкие гроздевидные агрегаты, пропитанные гидроокислами железа	Бернессит	Логачев-2
Гроздевидные агрегаты	Бернессит, вернадит	Логачев-2
	Бернессит	Гора Ферсмана Ашадзе-1
Скорлуповидные агрегаты	Бернессит	Логачев-2 Ашадзе-1
Натечные корки со смолистым блеском	Бернессит	Логачев-2
Шарообразные агрегаты серого цвета с металлическим блеском	Бернессит	Логачев-2
	Бернессит, асболан-бузерит, 5 Е фаза	Гора Ферсмана
Слоистый агрегат с металлическим блеском	Бернессит	Логачев-2
	Бернессит, бузерит I, 5 Е фаза (редко)	Гора Ферсмана
Слоистый агрегат с включениями линз черного цвета	Бернессит	Логачев-2
Кавернозный агрегат	Бернессит	Логачев-2
Порошковатые массы черного цвета	Бернессит, бузерит I. Вернадит	Гора Ферсмана
Массивный агрегат черного цвета	Бернессит	Логачев-2
Плотный агрегат серого и черного цвета	Бернессит, бузерит I	Гора Ферсмана
	Бернессит, 10 Е фаза (асболан-бузерит ?), вернадит	Ашадзе-1

## Список литературы

**Давыдов М.П., Александров Е.Н., Перова Е.Н. и др.** Железо-марганцевые отложения гидротермального поля «Ашадзе-1» (Срединно-Атлантический хребет, 12<sup>0</sup>58' с.ш. // ДАН, 2007. Т.7. № 6. С. 793-799.

**Дриц В.А., Петрова В.В., Горшков А.И. и др.** Марганцевые минералы Fe-Mn микроконкреций в осадках Центральной части Тихого океана и их постседиментационные преобразования // Литол. и пол. ископаемые, 1985. № 3. С. 17-39.

**Сметанникова О.Г.** Методические указания по рентгеновскому исследованию оксидов и гидроксидов марганца. Л., 1988. 32 с.

**Сметанникова О.Г., Франк-Каменецкий А.А.** Возможности рентгенодифракционных методов при диагностики гидроксидов марганца // Методы дифракционных исследований кристаллических материалов (Под ред. В.А.Франк-Каменецкого и Б.М.Шмакина), 1989. С. 100-106.

**Чухров Ф.В., Сахаров Б.А., Горшков А.И. и др.** Структура бернессита из Тихого океана // Изв.АН СССР. Сер. Геология, 1985. № 8. С. 66-74.

**Чухров Ф.В., Штеренберг Л.Е., Горшков А.И. и др.** О природе 10 E марганцевого минерала Fe-Mn океанических конкреций // Литол. и пол. ископаемые, 1983. № 3. С.33-41.