

И. Ю. Мелекесцева¹, В. Б. Бельтнев², В. Н. Иванов²

*¹ – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс
melekestseva-irina@yandex.ru*

² – ФГУНПП Полярная морская геологоразведочная экспедиция, г. Ломоносов

**Петербургское гидротермальное поле, 19°52' с.ш.,
Срединно-Атлантический хребет:
типы сульфидных руд и минерализованных пород**

Введение. Гидротермальное поле Петербургское (19°52' с.ш., САХ) открыто сотрудниками ФГУНПП «Полярная морская геологоразведочная экспедиция» в 33-м рейсе НИС «Профессор Логачев» [Shilov et al., 2011]. Поле находится в 16 км к запа-

ду от рифтовой долины и расположено на глубинах 2800–3100 м. На поле установлено семь рудных тел. Ранее для поля были описаны руды метасоматического генезиса по осадкам [Габлина и др., 2012]. Цель данной публикации – характеристика донных руд и минерализованных пород на основе образцов 34-го рейса НИС «Профессор Логачев», проведенного в 2011 г.

Типы руд. Большая часть (~74 %) образцов представлена серно-колчеданными рудами, медные руды составляют около 25 %, и ~1 % образцов представлен рудами с халькопиритом и сфалеритом.

Массивные пирит-марказитовые руды подняты на двух станциях. Руды ст. 34Л174 характеризуются пористой, колломорфной, почковидной, участками массивной и дендритовой текстурами, местами – тонкослоистым (мощностью ~1 мм) распределением сульфидов. Марказит образует тонкозернистые и тонкокристаллические агрегаты, копьевидные сростки кристаллов (0.2–1 мм) с пленкой вторичных сульфидов меди и мозаичные сростки таблитчатых кристаллов (0.2 мм) на окисленных кристаллах ранних генераций. Пирит наблюдается в виде кубических кристаллов (до 0.8 мм) и их сростков на агрегатах марказита. Барит встречается на сульфидах в виде прозрачных таблитчатых, часто зональных, кристаллов и их сростков (>0.1 мм). Сросток удлинённых кристаллов ангидрита (~0.1 мм) наблюдался на поверхности кристаллов барита.

Руды ст. 34Л176 обладают пористой, ноздреватой, почковидной, концентрически-зональной, дендритовой и ячеистой текстурами и покрыты порошковатыми вторичными сульфидами меди. Для многих образцов характерны параллельные друг другу выступы (карнизы) сульфидов, полости и каналы, инкрустированные кристаллами сульфидов, а также уплощенная морфология. Местами наблюдается зональное строение образцов. Внутренняя пористая зона (мощностью до 6 см) образована дендритами марказита. Ее окружает зона (мощностью 1.5–2 см) с тонкими (~0.3 мм) плотно сросшимися дендритами марказита, направленными в сторону внешней зоны (~0.5 см), которая сложена сливным агрегатом пирита почковидной морфологии.

Марказит слагает дендриты (до 1–1.5 см) из пластинчатых, удлинённо-таблитчатых, копьевидных или короткопризматических кристаллов (~0.1–0.3 мм). Реже наблюдаются сростки из крупных (до 2 мм) пластинчатых кристаллов, часто скелетного облика. Короткопризматические или таблитчатые кристаллы срастаются и образуют почки. Некоторые образцы покрыты коркой удлинённых крупнокристаллических сростков марказита (до 1 мм). Пирит образует тонкозернистые агрегаты и тонко- и мелкокристаллические (до 0.8 мм) сростки кубических кристаллов на агрегатах марказита. Уплощенные образцы с одной стороны покрыты коркой (толщиной 1–1.5 мм) плотных почковидных, местами ячеистых агрегатов зернистого пирита (рис. а). Корки запечатывают дендриты марказита, и рост последних направлен в сторону корок.

Халькопирит наблюдается в виде зернистых агрегатов и редко – в виде частично огранных тетраэдрических кристаллов на кристаллах марказита. Помимо порошковатых агрегатов, вторичные сульфиды меди представлены сростками тонкопластинчатых кристаллов (до 0.5 мм), нарастающими на дендриты марказита. Кристаллы также инкрустируют полости и некоторые крупные каналы диаметром до 1 см. Редко наблюдается барит в виде одиночных прозрачных пластинчатых кристаллов (<0.1 мм) и еще реже – в виде скоплений из розеток (до 1 мм). Шестоватые полупрозрачные кристаллы ангидрита (?) и их сростки (~0.1 мм) установлены на окисленных агрегатах сульфидов и в межкристаллическом пространстве. Тонкие (<<0.1 мм) корки опала редко встречаются на кристаллах марказита.

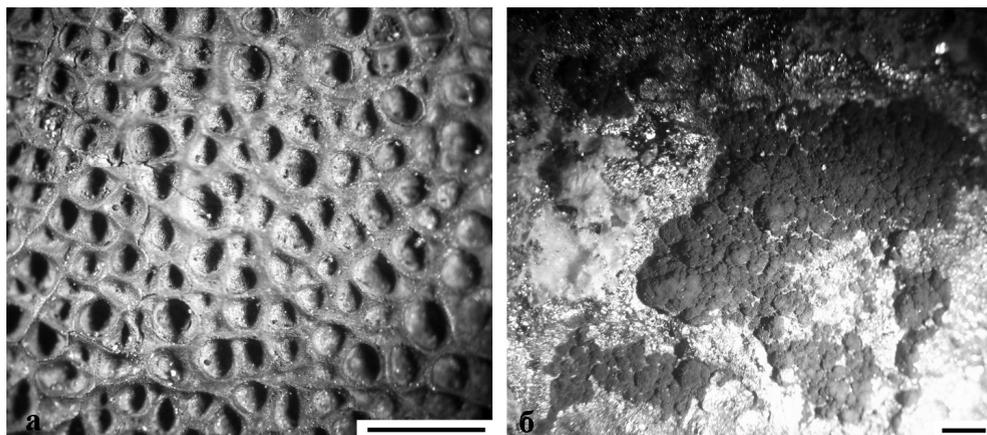


Рис. Микротектурные особенности некоторых сульфидных образцов: а) ячеистая микротекстура пиритовой корки диффузера (обр. 34Л176-1); б) сотовые агрегаты сажистого пирита в обломочных рудах (обр. 34Л95-1). Фото сделаны под бинокляром. Масштабная линейка – 1 мм.

Массивные мелкозернистые пиритовые руды (ст. 34Л93 и 34Л95) характеризуются многочисленными трещинами и пустотами, на стенках которых находятся сростки кубических кристаллов пирита. Местами образцы ст. 34Л95 покрыты тонкой (до 0.1 мм) коркой сливных агрегатов талька (?) белого цвета. В образцах ст. 34Л93 отмечены мелкие почковидные агрегаты пирита, а также интерстициальные кварц и, возможно, хлорит.

Обломочные пиритовые руды (ст. 34Л95) содержат угловатые обломки (от 1 до 7–8 см) массивной, пористой, колломорфной, полосчатой, концентрически-зональной и почковидной текстур с конформными ограничениями. Количество обломков составляет около 90 %. Цемент представлен псаммито-псефитовым сульфидно-кварцевым материалом. В образцах наблюдаются участки сотовой микротекстуры темного цвета размером первые миллиметры, в которых «соты» выполнены тонкодисперсным сажистым пиритом, а перегородки между «сотами» – тонкозернистым пиритом (рис. б). Многие «соты» сохранили внутреннее наполнение – почковидные агрегаты сажистого пирита.

Помимо цемента, кварц редко встречается в виде кристаллических сростков двухголовых кристаллов (до 0.1 мм), приуроченных к трещинам. Опал образует тонкие ($\ll 0.1$ мм) корки из сливных сферолитовых агрегатов с размером отдельных сферул $\ll 0.1$ мм, среди которых иногда наблюдаются кристаллы халькопирита (~0.1 мм). Пустоты и трещины в образцах также заполнены корками из сплошных агрегатов талька белого цвета. Барит встречен в виде сростков мелких (< 0.5 мм) пластинчатых прозрачных кристаллов, которые образуют корки толщиной < 1 мм и нарастают на опал.

Массивные халькопирит-пиритовые руды (ст. 34Л95) сложены пиритом при подчиненном количестве халькопирита. Пирит образует мелкозернистые агрегаты ($\ll 0.1$ мм) и реже – сростки кубических кристаллов (~0.5 мм) в трещинах. Одиночные кристаллы и сростки окисленного халькопирита равномерно распределены в интерстициях пиритовых агрегатов. Изредка наблюдаются неокисленные халькопирит-пиритовые сростки. Пустоты между сульфидами заполнены тальком (?).

Окисленные *гидроксидно-марказитовые руды* (ст. 34Л92) состоят из пористых агрегатов марказита (60 %), гидроксидов Fe (30 %), пирита (5 %) и минералов группы атакамита, арагонита и кварца (5 %). Марказит образует сростки из тонкопластинчатых и копьевидных кристаллов (<0.1 мм), редко микродрузы (1–1.3 мм), и присутствует в виде тонкозернистой массы между кристаллами. Пирит встречается в виде мельчайших (<<0.1 мм) кубических кристаллов, рассредоточенных по поверхности марказита. Гидроксиды Fe образуют порошковатые сростки тонкодисперсных частиц в интерстициях между сульфидами.

На станциях 34Л92 и 34Л95 были подняты окисленные медные руды двух типов. *Пирит-ковеллин-халькопиритовые руды* (ст. 34Л95) – сажистые, пористые, мелко- и тонкокристаллические, разнозернистые, темно-синего до темно-серого цвета из-за широкого развития вторичных сульфидов меди. Руды пронизаны разноориентированными кварц-пиритовыми и пирит-кварцевыми прожилками мощностью до 1.5 см. Главным минералом является халькопирит, представленный сростками тетрагональных кристаллов (до ~0.5 мм) и тонкозернистыми агрегатами в сростании с кварцем. Пирит присутствует в прожилках, образуя зернистые сростки с кварцем, тонкодисперсные агрегаты на кристаллах кварца и, реже, кубические кристаллы размером до 0.7 мм. Местами кварц покрыт тонкой коркой сферических агрегатов белого непрозрачного опала толщиной ~0.1 мм. Марказит встречается редко в виде таблитчатых кристаллов (до 1 мм) на поверхности окисленного халькопирита и ассоциирует с кристаллами пирита. Многие образцы покрыты плотной ноздреватой коркой сливных агрегатов кварца мощностью от 2 мм до 3–4 см, а местами – коркой светло-желтого ярозита (?).

Массивные сфалерит-гидроксидно-халькопиритовые руды (ст. 34Л92) характеризуются зональным строением. Центральная часть образцов мощностью 2–3 см сложена сростками тонкозернистых сульфидов с рыхлыми тонкодисперсными агрегатами гидроксидов Fe. Промежуточная зона представлена частично окисленными плотно сросшимися кристаллами халькопирита мощностью 1.5–3 см. Краевые части образцов мощностью от 1 мм до 1 см выполнены тесно сросшимися однонаправленными кристаллами сфалерита с многочисленными реликтами халькопирита.

Типы минерализованных пород. На ст. 34Л93 были подняты трещиноватые кварцевые метасоматиты с вкрапленностью сульфидов, которые неравномерно распространены в породах: от редко-вкрапленных участков до прерывистых густовкрапленных и массивных агрегатов мощностью до 2.5 см. Сульфиды представлены халькопиритом (~80 %), ковеллином (~10 %) и пиритом (~10 %).

Минерализованные породы ст. 34Л95 представлены сульфидно-талк-карбонат-хлоритовыми, хлорит-сульфидно-кварцевыми, сильно ожелезненными и слабо гематитизированными хлорит-сульфидно-кварцевыми, сульфидно-кварцевыми и гематит-сульфидно-кварцевыми метасоматитами с убогой, редкой, равномерной и густой вкрапленностью сульфидов (местами с массивными сульфидными агрегатами). Главным сульфидом является пирит, который образует тонкозернистые интерстициальные и массивные агрегаты. Реже в трещинах встречаются кристаллические сростки. Халькопирит встречается в пустотах в виде тонкокристаллических сростков с кварцем, покрытых сверху пленкой ковеллина. В гематит-сульфидно-кварцевых метасоматитах обнаружены гнезда окисленного халькопирита размером около 1 см в поперечнике.

Выводы. Отсутствие реликтов вмещающих пород и преобладающие массивные, пористые, колломорфные агрегаты в изученных сульфидных рудах указывают

на их отложение на поверхности морского дна. Некоторые образцы (ст. 34П176) со специфической зональностью, сильной пористостью, многочисленными параллельными друг другу полостями, разделенными сульфидными выступами-карнизами, и доминирующим дендритовым ростом сульфидных агрегатов позволяют отнести их к разряду диффузеров. Последние также являются неотъемлемой частью сульфидных построек на морском дне как, например, на поле Снейк Пит в Срединно-Атлантическом хребте [Fouquet et al., 1993]. Обломочные пиритовые руды являются продуктами разрушения гидротермально-осадочных руд на поверхности морского дна, и представляют собой элювиальные (неперемещенные с места разрушения) брекчии. Полностью измененные вулканогенные породы с обильной прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией отражают масштабную подповерхностную гидротермальную деятельность.

Рейс НИС «Профессор Логачев» был организован ПМГРЭ и финансировался Федеральным агентством по недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии РФ. Участие И. Ю. Мелекесцевой в рейсе было поддержано целевым грантом Президиума УрО РАН в 2011 г. Исследовательская работа поддержана программой Президиума РАН № 23 (№ 12-П-5-1003).

Литература

Габлина И. Ф., Добрецова И. Г., Бельтнев В. Е. и др. Особенности современного сульфидного оруденения в районе 19°15'–20°08' с.ш. Срединно-Атлантического хребта // Доклады Академии наук. 2012. Т. 442. № 4. С. 506–510.

Fouquet Y., Wafik A., Cambon P. et al. Tectonic setting and mineralogical and geochemical zonation in the Snake Pit sulfide deposit (Mid-Atlantic Ridge at 23°C N) // Economic Geology. 1993. Vol. 88. P. 2018–2036.

Shilov V., Cherkashev G., Bel'tenev V. et al. New hydrothermal field on the Mid-Atlantic Ridge // InterRidge News. 2011. Vol. 20. P. 40–41.