

УДК 553.2

ГЕОЛОГИЯ

Академик В. И. СМЕРНОВ, Ю. А. БОГДАНОВ, Ю. С. БОРОДАЕВ,
В. И. СТАРОСТИН, Т. Н. ФРОЛОВА

СУЛЬФИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В ОСНОВНЫХ ПОРОДАХ ДНА ТИХОГО ОКЕАНА

Вулканические и плутонические базальтоиды дна Мирового океана достаточно обильны выделениями раннемагматического и позднемагматического титаномagnetита и продуктами его распада, представленными magnetитом и ильменитом, иногда в сопровождении апатита. Вместе с тем, сульфиды и другие рудные минералы встречаются в них не столь часто. Спорадически в чрезвычайно малых количествах отмечались самородная медь, пирит, пирротин, пентландит, халькопирит, пайтит и касситерит^(1, 3).

Описываемая ниже минерализация является первой находкой значительного скопления сульфидов в основных породах дна Мирового океана. Она относится к двум пунктам юго-восточной части Тихого океана.

Первый пункт зафиксирован во время 14-го рейса научно-исследовательского судна «Дмитрий Менделеев» в 1975 г. при драгировании донных пород в координатах 33°59' ю.ш. и 112°30' з.д. с глубины 4100 м на склоне Восточно-Тихоокеанского поднятия, пересекаемого трансформным разломом.

Второй пункт зафиксирован во время 8-го и 14-го рейсов того же судна при драгировании с глубины 5000 м в узкой щелевидной впадине Хесса широтной ориентировки, расположенной непосредственно к северу от экватора и к западу от Галапагосского архипелага.

При этом установлены три разновидности сульфидной минерализации: магматическая, позднемагматическая и постмагматическая.

Магматические сульфиды обнаружены в глыбах долерита из первого пункта драгирования.

Практически вся масса долеритов содержит скопления кристаллического титаномagnetита, к которым приурочена сульфидная вкрапленность, представленная пирротинотом. Количество титаномagnetита и величина его зерен на порядок выше количества и величины пирротинотых выделений. Оба минерала равномерно распределены в породе, причем сульфидная вкрапленность из-за крайне незначительных размеров зерен (в среднем 0,05 мм) макроскопически не видна. Пирротин образует изометричные округлые зерна, ксеноморфные к кристаллам титаномagnetита. Последние имеют, как правило, скелетное строение. Находясь в тесной ассоциации с титаномagnetитом, пирротин выделялся из расплава вслед за его кристаллизацией. Рентгеноспектральный микроанализ на микрозонде JXA-5 показал присутствие в пирротине примеси никеля от 0,1 до 0,7%.

Позднемагматические сульфиды выявлены в обломках базальтов также из первого пункта драгирования. Сульфиды в этом случае образуют густую, хорошо заметную вкрапленность и тонкие прожилки, состоящие из халькопирита, борнита и ковеллина.

Данные выделения сульфидов можно разделить на три ассоциации, различающиеся по крупности зерен и структурным отношениям с породообразующими минералами.

К первой ассоциации относится тонкозернистая вкрапленность халькопирита, борнита и развивающегося по последнему ковеллина (размер зерен в среднем 0,01 мм), переполняющая основную массу породы и не проникающая в фенокристаллы. Количественно резко преобладает халькопирит. Борнит характеризуется развитием решетчатых структур распада, образованных таблитчатыми выделениями халькопирита. Таблички халькопирита ориентированы обычно в двух направлениях и развиваются в средней части борнитовых зерен, оставляя чистой неширокую кайму по их периферии. Аналогичная внутренняя структура зерен борнита наблюдается у этого минерала и в двух других ассоциациях.

Вторая ассоциация представлена теми же сульфидами, но в ней зерна минералов отличаются значительно большими размерами — в среднем 0,15 мм (от 0,07 до 0,25 мм; единичные зерна халькопирита достигают 0,5 мм). Зерна сульфидов имеют неправильную форму, но для халькопирита очень характерны также округлые, иногда с правильными кристаллографическими очертаниями выделения. Сульфиды этой ассоциации встречаются в основной массе в виде одиночных вкрапленников и их сростков, причем зерна халькопирита обычно переполнены мелкими включениями нерудных минералов (эпидот, хлорит, актинолит). Для сульфидов этой ассоциации характерна также приуроченность к границам вкрапленников пироксена. Они окружают и нередко замещают по периферии этот минерал. Иногда замещение идет более интенсивно, и от пироксена остаются лишь реликты. Отмечаются также полные псевдоморфозы халькопирита по этому минералу, что и обуславливает правильную кристаллографическую форму некоторых вкрапленников медного колчедана.

Сульфиды, замещающие пироксен, тесно ассоциируют с развивающимися тут же хлоритом и актинолитом, что, видимо, свидетельствует об их одновременном образовании. Примечательно, что интенсивно измененные плагиоклазы совершенно не подвергаются сульфидному замещению.

В третьей ассоциации все три сульфида находятся примерно в одинаковых соотношениях и входят составной частью в прожилки, выполняющие извилистые короткие трещинки разрыва в породе. Прожилки (мощностью 0,03—0,15 мм) пересекают основную массу и вкрапленники, местами они проходят по контакту вкрапленников и базиса. На большем своем протяжении прожилки сложены хлоритом, сменяющимся на отдельных интервалах халькопиритом и борнитом. Обычно по зальбандам этих сульфидных участков также развит хлорит.

Прожилково-вкрапленная халькопирит-борнитовая минерализация в базальтах связана, видимо, с процессом более поздним, чем собственно магматический, однако не столь от него оторванным и достаточно высокотемпературным (наличие структур распада борнита — халькопирита). Скорее всего, отложение сульфидов здесь происходило одновременно с процессом пропилитизации, тесно связанным с автометаморфизмом базальтов, что подтверждается тесной ассоциацией сульфидов с вторичными образованиями типа хлорита, развившимися по первичным минералам. Вполне возможно, что в рамках этого процесса сульфиды последних двух ассоциаций переотлагались за счет халькопирита и борнита первой ассоциации.

Постмагматические сульфиды обнаружены в глыбах интенсивно серпентизированных и дробленых габбро-норитов, долеритов и базальтов впадины Хесса. Эти породы рассекаются тонкими низкотемпературными гидротермальными прожилками, состоящими из адуляровидного кварца, кальцита, анкерита, хлорита, цеолита и флюорита с мелкими зернами пирита и халькопирита. Таким образом, процесс формирования как плутонических, так и вулканических базальтоидных пород дна Тихого океана

на всех его стадиях, начиная от собственно магматической и кончая пост-магматической гидротермальной, сопровождался сульфидной минерализацией.

Наиболее близким аналогом описанного оруденения является Волковское месторождение в Тагильском габбровом массиве на Среднем Урале, вмещающем скопления титаномагнетита, апатита и медносульфидных руд, состоящих из борнита, халькопирита, халькозина, в меньшей степени из пирротина и пирита (²).

Говорить о практическом значении сульфидизированных пород на дне океана глубиной в 4000—5000 м не приходится, тем более что содержание меди в них, по расчетам на количество халькопирита и борнита, а также по данным химических анализов, лежит в пределах всего лишь от сотых до первых десятых долей процента.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
13 VI 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. П. Лисицын, Осадкообразование в океанах, «Наука», 1974. ² Рудные месторождения СССР, т. 2. «Недра», 1974. ³ В. И. Смирнов, Геол. рудн. месторожд. № 1 (1975).