

В. В. РЯБОВ, Е. Н. БУЛГАКОВА

УСЛОВИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГИПОГЕННЫХ АНГИДРИТОВ ТАЛНАХСКОГО МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено академиком В. С. Соболевым 22 XI 1971)

Талнахская дифференцированная трапсовая интрузия полого сечет терригенные отложения тунгусской серии и карбонатные, глинистые и карбонатно-глинистые сульфатносные осадки девона. Магматическое тело окружено мощным (150–200 м) ореолом метасоматитов, состав которых зависит от химизма вмещающих пород. Для метасоматитов, образующихся по ангидрито-мергелистой толще девона и габбро-долеритам интрузии (в случае локализации последней в сульфатносных осадках), одним из основных породообразующих минералов является гипогенный ангидрит.

В геологической литературе уже неоднократно отмечались проявления гипогенных ангидритов в ряде месторождений Урала и Тургай (1–6). Кристаллизация их отнеслась к средне- и низкотемпературным стадиям метасоматического процесса, а единственное упоминание температуры образования минерала, по данным гомогенизации его включений, имеется только для медно-молибденового месторождения Кальмакыр (4) и соответствует 240–135°.

Первые находки гипогенного ангидрита в связи с трапсовыми интрузиями были описаны В. В. Золотухиным (7); они были встречены в реакционных «шапках» над сульфидными вкраплениями в оруденелых габбро-долеритах месторождения Норильск I. Петрографическое исследование метасоматитов Талнахского месторождения позволило В. В. Юдиной (8) установить сквозной характер кристаллизации ангидрита на всем протяжении метасоматического процесса.

В Талнахском месторождении гипогенный ангидрит проявляется в виде мономинеральных пород и совместно с рядом метасоматических минералов, образуя сплошные поля, линзы и прожилки мощностью от первых сантиметров до нескольких десятков метров.

В метасоматической апоинтрузивной псевдобрекчии можно проследить последовательное избирательное замещение минералов магматической породы метасоматическими новообразованиями с участием ангидрита. В ряде случаев в ангидрите сохраняются реликтовые магматические минералы (оливин, пшипель, реже клинопироксен) или структуры просвечивания интрузивных пород. В результате интенсивной метасоматической переработки осадочных и интрузивных пород образуются сходные по минеральному составу метасоматиты.

В парагенетических ассоциациях с гипогенным ангидритом, иногда вплоть до графических сростаний с ним, в метасоматитах отмечаются: гранат, везувин, монтичеллит, роговая обманка, биотит, флогопит, эпидот, пренит, кальцит и ранний серпентин, а из рудных халькопирит, пирротин, пирит, сфалерит и магнетит. В породах прослеживается замещение ангидритом полевого шпата, клинопироксенов, графата, везувина, биотита и роговой обманки. Наряду с этим довольно часто наблюдается корродирование зерен ангидрита гранатом, клинопироксеном, роговой обманкой, слюдами, кальцитом, серпентином, магнетитом и пирротинном. Такие сложные взаи-

Таблица 1

Результаты гомогенизации газовой-жидких включений в гипогенных ангидритах

Минералы, ассоциирующие с ангидритом	Температура гомогенизации, °С	Тип включений
Халькопирит (графическое срастание с ангидритом)*	235—250 (в жидкость)	Первичные
Магнетит	210—80 (в жидкость)	Вторичные
	Выше 400	Первичные
Везувиян	280—120 (в жидкость)	Вторичные
	550 (в жидкость)	Первичные
	560 (в газ)	»
	630 (в газ)	»
Пренит (диабластическое срастание с ангидритом), сфалерит	250—440 (в жидкость)	Вторичные
Мономинеральный ангидритовый мрамор	230 (в жидкость)	Первичные
Бурая роговая обманка (?)	440—450 (в жидкость)	Первичные
	380—80 (в жидкость)	Вторичные
	360—380 (в жидкость)	Первичные

* Основная масса взрывов при термобарии халькопирита происходила при 270 и 410°, а магнетита — при 470°.

Таблица 2

Результаты анализов минералообразующих растворов, рН водных вытяжек из включений в ангидритах

Минерал	Содержание, 10 ⁻³ мг/мл			рН
	K+	Na+	Li+	
Гипогенный ангидрит, графическое срастание с пирротинном	105	510	29	6,80
Гипогенный ангидрит, ассоциация с магнетитом	85	585	104	6,85
Гипогенный ангидрит из мономинерального мрамора	90	660	80	6,85
	85	530	104	6,73
	165	710	82	6,75
Метаморфогенный ангидрит	50	635	128	7,00
	85	585	104	6,84
Пластовый нормально-осадочный ангидрит	190	750	88	7,40

соотношения минералов объясняются, прежде всего, продолжительной кристаллизацией ангидрита в различных физико-химических условиях.

Гипогенные ангидриты в значительной степени насыщены газовой-жидкими включениями, диаметр которых варьирует в среднем от 0,005 до 0,01 мм. Большая часть первичных включений имеет бочковидную, изометричную и реже неправильную форму; вторичные, как правило, округлые и располагаются цепочками вдоль системы залеченных трещин. Размер газового пузырька в первичных включениях колеблется от 20 до 70—80% объема включения, а во вторичных составляет около 10%. Основная масса первичных включений в ангидрите гомогенизируется в жидкость, меньшая часть — в газ. Определение температур гомогенизации включений в ангидрите значительно затрудняется его весьма совершенной спайностью, которая приводит к растрескиванию минерала при нагревании и разгерметизации включений.

Термометрические исследования гипогенных ангидритов впервые для природных объектов показали широкий температурный диапазон кристаллизации минерала. Исследования рудных минералов методом термобарии (табл. 1) позволили подтвердить результаты, полученные при гомогенизации газовой-жидких включений ассоциирующих с ними ангидритов.

В последнее десятилетие значительно возрос интерес к галогенам в связи с возможным их участием в комплексных соединениях в качестве пере-

посчиков тяжелых металлов и катализаторов при формировании метасоматитов. Некоторое представление о характере минералообразующей среды при формировании Талнахского месторождения дают микрохимические анализы минералообразующих растворов и определения рН водных вытяжек из газовой-жидких включений гипогенных ангидритов (табл. 2). Приведенные данные свидетельствуют о том, что включения представлены солями щелочных металлов, а показатель рН колеблется от 6,73 до 7,0. Значение рН 7,40, по-видимому, соответствует оптимальному значению, при котором происходила садка нормально-осадочного ангидрита.

Решающую роль при образовании различных минеральных парагенезисов, по-видимому, играли окислительно-восстановительные условия среды (*Еh*). Некоторое представление об относительных парциальных давлениях кислорода и серы в растворах можно получить при изучении минералов, ассоциирующих с ангидритом. Прежде всего, комплексный анион (SO_4) сам по себе свидетельствует о богатой кислородом среде, в которой происходила кристаллизация минерала. Совместно с ангидритом началась кристаллизация магнетита, который в дальнейшем уже замещает сульфат, показывая тем самым нарастание окислительного потенциала. Увеличение парциального давления серы приводило к образованию халькопирита и пирротина, а при наиболее высоких его значениях — ширита и сфалерана (клеюфана), ассоциирующих с сульфатом. Кроме того, о широком диапазоне колебаний *Еh* растворов при кристаллизации гипогенных ангидритов ориентировочно можно судить по изменению железистости ассоциирующих с ним силикатных минералов.

Не случайно, что наибольшие концентрации гипогенного ангидрита в Талнахском месторождении приурочены к метасоматитам, локализующимся в ангидрито-мергелистой толще девона. Не вызывает сомнения и то, что источником Са и SO_4 для основной массы гипогенного ангидрита являлись вмещающие осадочные породы. Высокая степень диссоциации сульфата кальция в щелочных условиях приводила к растворению нормально-осадочных ангидритов, а по мере повышения кислотности — к его осаждению. В момент кристаллизации сульфат кальция находился в равновесии с раствором, а при поступлении восходящих восстановительных растворов разлагался с отложением кальцийсодержащих силикатов: граната, клинопироксена, везувiana, иренита, эпидота и др. На состав ассоциирующих с ангидритом минеральных парагенезисов влияли физико-химические условия среды и, в частности, концентрация в растворах различных компонентов. На границе ангидрит — алюмосиликатная порода в результате повышения кислотности растворов происходило осаждение неустойчивых в новых условиях скарных силикатных и рудных минералов. Окислительный характер среды при этом приводил к кристаллизации магнетита, гематита и силикатов с высоким отношением Fe^{3+}/Fe^{2+} , а восстановительный — к образованию сульфидов и минералов с низкими значениями этого отношения.

Институт геологии и геофизики
Сибирского отделения Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
15 XI 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. Я. Ярош, Зап. Всесоюз. мин. общ., 79 (1950). ² А. Ф. Коржинский, Тр. Горно-геол. инст. Уральск. фил. АН СССР, в. 20, Минералогич. сборн., № 2, Свердловск, 1953. ³ В. Г. Максенов, К. Ф. Лиссов, Тр. Горно-геол. инст. Уральск. фил. АН СССР, в. 20, Минералогич. сборн., № 2, Свердловск (1953). ⁴ С. Т. Бадалов, Геология руд. месторожд., № 2 (1960). ⁵ Ю. М. Столяров, ДАН, 155, № 5 (1964). ⁶ Н. М. Беляшов, К. В. Плехова, Геол. руд. месторожд., № 2 (1965). ⁷ В. В. Золотухин, ДАН, 147, № 4 (1962). ⁸ В. В. Юдина, ДАН, 180, № 5 (1968).