

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

К. А. КАРАМЯН, А. С. ФАРАМАЗЯН

К ВОПРОСУ ОБ АССОЦИАЦИИ ГИПОГЕННОГО АНГИДРИТА И ГИПСА С СУЛЬФИДАМИ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

В последнее время в литературе появляется все больше статей, где описываются случаи ассоциации гипса и ангидрита с сульфидами [1, 2, 5, 7, 8, 10]. В большинстве случаев описание возрастных взаимоотношений их друг с другом не приводится, между тем как этот вопрос имеет большое принципиальное значение, поскольку только на основе изучения возрастных взаимоотношений устанавливается их совместное или одновременное образование в результате одной и той же реакции.

В настоящей статье разбирается вопрос об ассоциации ангидрита и гипса с сульфидами на примере месторождений Армении. Авторы настоящей статьи подробно изучили возрастные взаимоотношения между сульфидными рудами и гипс-ангидритовой минерализацией на медно-молибденовых месторождениях Каджаран и Джиндара. Помимо этого, авторами обобщены литературные материалы по медным месторождениям колчеданной формации, а также произведено изучение штуфных образцов из Шагали-Элиарского и Кафанского месторождений.

На Каджаранском месторождении гипс описан С. С. Мкртчяном и М. П. Исаенко [7]. Указанные авторы описывали гипергенный гипс в зоне окисления в виде корочек, натеков. Однако М. П. Исаенко описала гипсовые прожилки, обнаруженные в скважинах на глубине до 510 м, что наводит на сомнение о гипергенности его происхождения.

В 1957 году в шт. 38 (2125 м) нами был обнаружен гипогенный гипс. Почти одновременно гипс был обнаружен также и в штольнях 7 и 1—2 (2174 м).

На гипогенность образования гипса указывает большая глубина залегания от поверхности (около 220 м, намного ниже зоны окисления), отсутствие здесь минералов зоны окисления и вторичного сульфидного обогащения, а также локальное развитие гипса и приуроченность его скоплений к определенным системам тектонических трещин.

Гипс здесь образует довольно крупные жиллообразные тела про-

тяжением до 3—5 м и мощностью 20—25 см. Зона гипсовой минерализации прослеживается на расстоянии 100—120 м по горизонтали.

Макроскопически гипс имеет зернистое строение, редко волокнистое. Цвет белый, серовато-белый. Под микроскопом представлен пластинчатым агрегатом. Ниже приведен химический анализ гипса, произведенный А. С. Фарамазяном в хим. лаборатории ИГН АН АрмССР.

Компоненты	CaO	SO ₃	H ₂ O	H/O
Содержание в ‰	31,94	45,64	20,61	2,42

Спектральный анализ нерастворимого остатка, проведенный в спектральной лаборатории ИГН АН АрмССР М. Я. Мартиросяном, обнаружил Si > 10‰, Ca, Al ~ 0,01‰ и Mo < 0,001‰. Таким образом, нерастворимый остаток представлен почти исключительно кварцем, присутствующим в пробе в виде механической примеси.

Вмещающие породы (монзониты) сильно раздроблены, перемяты и рассланцованы. Около гипсовых тел наблюдаются четкие ореолы гидротермального изменения, представленные огипсованием и хлоритизацией. Мощность изменения превышает собственную мощность самих прожилков в 2—2,5 раза. Поэтому иногда ореолы изменения сливаются в общую массу гидротермально измененных пород. В непосредственной близости от гипсовых прожилков полевой шпат полностью замещается гипсом, биотит-хлоритом. По мере удаления от прожилков интенсивность изменения слабеет и среди тонко-пластинчатых агрегатов гипса наблюдаются реликты полевого шпата, а хлоритизация биотита отмечается лишь по краям и трещинкам спайности.

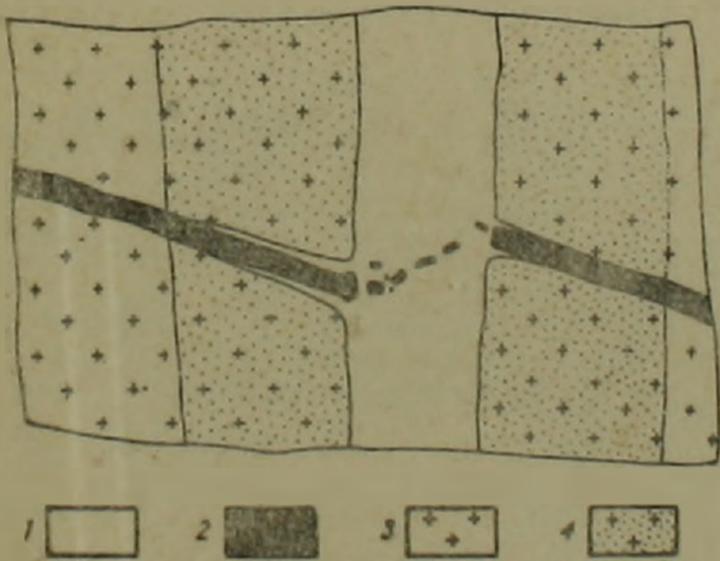
В гипсовых телах очень часто отмечаются, местами в довольно значительном количестве, первичные рудные минералы: молибденит, халькопирит, пирит, магнетит, гематит (мартит), гетит, реже сфалерит, галенит, энаргит.

При первом беглом ознакомлении со штуфными образцами указанного гипса представляется, что гипс сингенетичен с сульфидами. Более тщательный просмотр непосредственно в забоях штолен, штуфных образцов, а также микроскопическое изучение шлифов показало следующее.

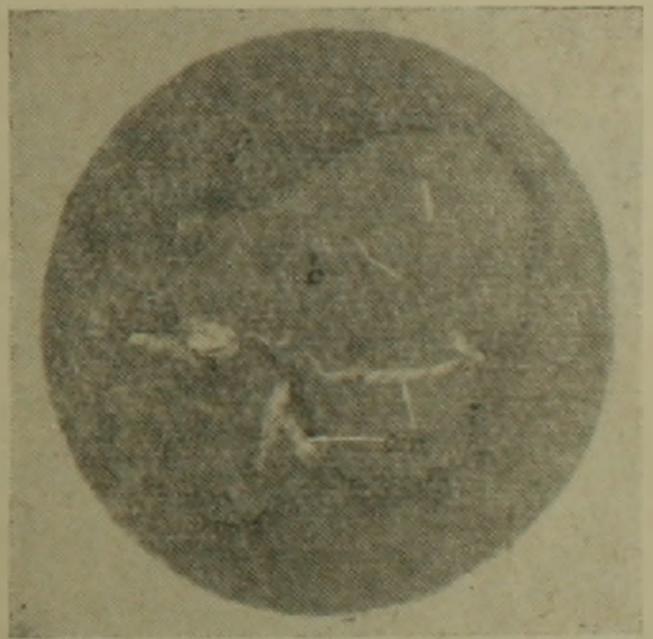
В полях гипса часто наблюдаются обломки и целые участки кварц-сульфидных прожилков протяженностью до 50—60 см карбоната и вмещающих пород. Указанные инородные образования несомненно являются реликтами, переработанными гипсовой минерализацией. При этом в гипсовых телах отмечаются обломки прожилков почти всех парагенетических ассоциаций, встречающихся на месторож-

денин, кроме ассоциации железосодержащих сульфидов и окислов (пирит, халькопирит, гематит) с гипогенным гетитом, наблюдаемых исключительно в местах развития гипсовой минерализации. Гетит здесь образует тонкие реакционные каемки вокруг выделений пирита, халькопирита и гематита (мартита). Образование эндогенного гетита, очевидно, происходит метасоматическим путем в результате наложения на сульфидную минерализацию более поздних растворов с сильно повышенным окислительным потенциалом. При этом, согласно А. Г. Бетехтину [3], анион серы S^{2-} окисляется до шестивалентного катиона S^{6+} с образованием комплексного сульфатного аниона $[SO_4]^{2-}$ по схеме $S^{2-} - 8e \rightarrow S^{6+}$, железо на месте же образует нерастворимые гидроокислы, а сульфат меди, как легко растворимое в воде вещество, удаляется из сферы действия реакций. Кроме того, спектральные и химические анализы сульфидов, отобранных из гипсовых тел по своему качественному и количественному составу элементов-примесей не отличаются от таковых соответствующих сульфидов чисто кварц-сульфидных руд. Наблюдаются также довольно часто пересечения кварц-сульфидных и карбонатных прожилков гипсовыми. На фиг. 1 представлена зарисовка штуфа, где видно пересечение кварц-молибденитового прожилка гипсовым.

Нередко такое пересечение может создать ложное впечатление о более позднем возрасте сульфидного прожилка. Однако, изучение шлифов (прозрачных и полированных), взятых из участка пересечения прожилка указывает на более раннее образование сульфидного



Фиг. 1. Возрастные взаимоотношения кварц-сульфидных и гипсовых образований. Зарисовка штуфа. Каджаран. 1—гипсовый прожилок, 2—кварц-сульфидный прожилок, 3—монзонит, 4—гидротермально измененный монзонит.



Фиг. 2. Остатки кварц-молибденитового прожилка в поле гипса (g), ув. 84X. Полированный шлиф. Каджаран. mo—молибденит, q—кварц.

прожилка по отношению к гипсовому. На приводимой зарисовке видно, что гипс тонкими прожилками развивается вдоль зальбандов кварц-

цевого прожилка, замещая жильный кварц и вмещающую породу и по мере удаления от „пересекающего“ прожилка выклинивается.

Часто в гипсовых прожилках заметна рассеянная вкрапленность сульфидов, а также прерывистое распространение вкрапленников сульфидов, залегающих неправильными расплывчатыми полосками. Под микроскопом отчетливо видно, что сульфиды тесно ассоциируют с кварцем. Часто прожилки сульфидов в кварце при переходе к гипсу резко обрываются (фиг. 2). Все вышеописанное говорит о резком разрыве во времени образования гипса и сульфидов и о значительно более позднем проявлении гипсовой минерализации.

Недавно на Джиндаринском месторождении проявление гипогенного гипса и ангидрита установлено в результате разведки глубоких горизонтов месторождения. Здесь ангидрит и гипс образуют отдельные гнездообразные и жилородобные тела с характерными раздувами и пережимами, расположенные кулисообразно относительно друг друга.

В жильной массе плотного зернистого ангидрита были установлены многочисленные выделения рудных минералов—магнетита, гематита, пирита, биотита, халькопирита.

Такая „тесная“ ассоциация совместного сонахождения сульфидов и ангидрита была принята за доказательство одновременности образования их из одних и тех же растворов.

Более того, А. Г. Казаряном [8] отмечались даже прожилки сульфидов, якобы секущие ангидрит, что устанавливало достоверность их почти одновременного образования. На самом деле эти „прожилки“ представляют собой реликты от замещения рудных минералов.

Первоначально один из авторов настоящей статьи, К. А. Карамян, также считал, что образование сульфидов и сульфатов происходило в одной стадии из одной порции растворов с тем лишь отличием, что образование сульфидов предшествовало выпадению ангидрита.

Более позднее образование ангидрита представлялось как резкое изменение окислительного потенциала растворов и окисление иона S^{2-} до шестивалентного S^{6-} с образованием сульфатного иона $[SO_4]^{2-}$.

Последующее более детальное исследование показало, что по времени образования сульфиды и сульфаты оторваны друг от друга.

Детальное изучение морфологии ангидритовых тел, соотношения их с вмещающими породами и сульфидным оруденением показало следующее:

1. В ангидритовых жилородобных и гнездообразных телах наряду с тем, что сульфиды отмечаются в общей массе ангидрита они также развиты и во вмещающих эти тела породах. Отмечается отчетливое замещение вмещающих пород ангидритом, при этом в контакте с ангидритовым телом в обломках вмещающих пород также отмечаются сульфиды.

2. В ангидритовой жильной массе сульфиды образуют пятнистые выделения, местами и вкрапленность.

Микроскопическое изучение показало, что гипс и ангидрит повсеместно замещают и разъедают рудные минералы: пирит, халькопирит, магнетит, борнит. Помимо интенсивного замещения сульфидов ангидритом отмечаются типичные брекчиевые текстуры, где незатронутые замещением обломки сульфидов сцементированы ангидритовой жильной массой (фиг. 3). Резкие угловатые обломки сульфидов, заключенные в ангидритовой жильной массе свидетельствуют о том, что дробление сульфидов происходило уже в твердом состоянии, так как отмечается простое раскрытие трещин, где впадинам на одних кусках обломков соответствуют выступы на других.

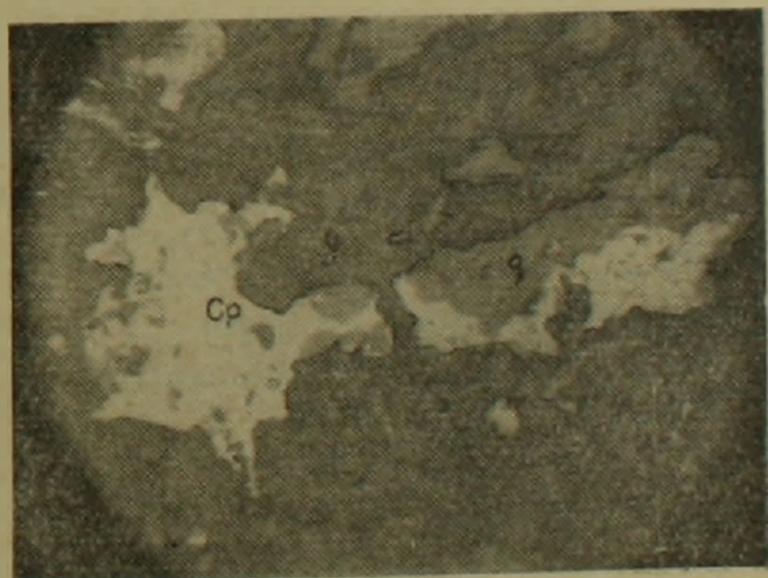
В пятнистых выделениях сульфидов в ангидритовой массе, или точнее островках сульфидов, последние образуют тесные срастания с кварцем, хлоритом (фиг. 4). Зачастую в обломках кварца с сульфидами в ангидритовой жильной массе прожилки сульфидов, доходя до границ обломков кварца с ангидритом, резко обрываются. Указанные обломки кварца также как и сульфиды подвержены интенсивному замещению ангидритом.

Следует отметить также, что на месторождении встречаются жилы, где ангидрит ассоциирует с карбонатом, кварцем и баритом, при этом порядок отложения их следующий: карбонат, барит, ангидрит. Указанные минералы образуют последовательные зоны, следующие друг за другом от стенок к середине жилы.

Ангидрит представлен в виде изолированных участков в средней части жилы, что характеризует конечные периоды формирования.



Фиг. 3. Цементация сбрекчированных сульфидов ангидритом. Ув. 24X. Прозрачный шлиф, без анализатора. Джиндара.



Фиг. 4. Остатки кварц-халькопиритового прожилка в поле ангидрита (g). Ув. 24X. Полированный шлиф. Джиндара. Ср—халькопирит, q—кварц.

Все вышеописанное убедительно свидетельствует о более позднем образовании ангидрита и гипса на медно-молибденовых месторождениях Южной Армении.

А. Г. Бетехтин, на основе кажущегося „совместного“ образования сульфидов с гипсом и ангидритом делает вывод о том, что даже в условиях значительной окислительной обстановки вследствие сильного сродства молибдена с серой из сульфатных растворов образуется молибденит [4]. Однако приведенные выше примеры не подтверждают этот вывод.

Из вышеприведенного фактического материала вполне ясно, что говорить о парагенетической ассоциации сульфидов с гипсом и ангидритом не приходится, даже для молибденита. Более того, если говорить об образовании молибденита с гипсом и ангидритом, то обязательно следует упомянуть и целую серию сульфидов, таких как пирит, халькопирит, сфалерит, борнит, галенит, которые образуются совместно с молибденитом и были встречены в аналогичных условиях.

Гипс и ангидрит имеют довольно широкое распространение в рудных месторождениях Армении. Так например, В. Г. Грушевой [6] указывал на широкое развитие гипса в рудах Алавердского месторождения. Отмечая широкое развитие здесь структур пересечения руды прожилками гипса, В. Г. Грушевой разбирает всевозможные гипотезы образования гипса с сульфидами, высказанные Баглером, Фриманом, Линдгреном. На основе такого анализа В. Г. Грушевой считает, что гипс и ангидрит образуются совместно с сульфидами и если не одновременно, то очень близко по времени, из общих рудоносных растворов при их окислении по мере понижения температуры растворов. Здесь В. Г. Грушевой, по-видимому, хотел отметить, что образование гипса и сульфидов на месторождении происходило на одном этапе гидротермальной деятельности, но в совершенно различных стадиях минералообразования. В парагенетическом ряду гипогенных минералов гипс по мнению В. Г. Грушевого должен быть отнесен к последним отложениям, обусловленным этими рудоносными эманациями.

Таким образом, вполне очевидно, что на Алавердском месторождении гипс и ангидрит проявляются в конце гидротермального процесса и естественно, что говорить о парагенетической ассоциации ангидрита с сульфидами, в современном понимании не приходится.

О широком развитии гипса и ангидрита на Шамлугском месторождении упоминает Н. Я. Монахов.

Оба минерала отмечены в рудных штоках, где обычно располагаются как в лежащем, так и в висячем контактах штоков, как бы обволакивая рудные тела. Местами гипс и ангидрит проявляются, широко преваляруя над другими жильными минералами.

Ангидрит Н. Я. Монаховым отнесен к гипогенному образованию, так как глубина залегания ангидрита достигает 175 м и более при полном отсутствии железной шляпы и окисленных минералов. В отношении гипса Н. Я. Монахов предполагает помимо его совместного образования с ангидритом из гидротермальных растворов, также и

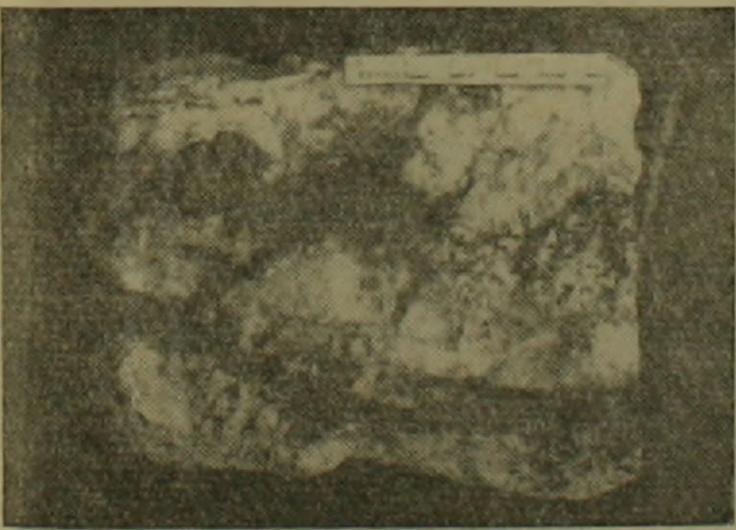
образование вследствие гидратации ангидритов. Такой переход ангидрита в гипс им описывается в штольне № 3.

Н. Я. Монахов для руд Шамлугского месторождения выделяет четыре этапа минералообразования. Ангидрит и гипс им приурочены к последнему четвертому безрудному этапу. Последний безрудный этап характеризуется выделением карбонатов, ангидрита и гипса, заполняющих иногда послерудные трещины и другие нарушения как в рудах, так и в породах. В приводимой парагенетической схеме гипогенного рудообразования в четвертом этапе ангидрит и гипс завершают процесс гидротермальной деятельности.

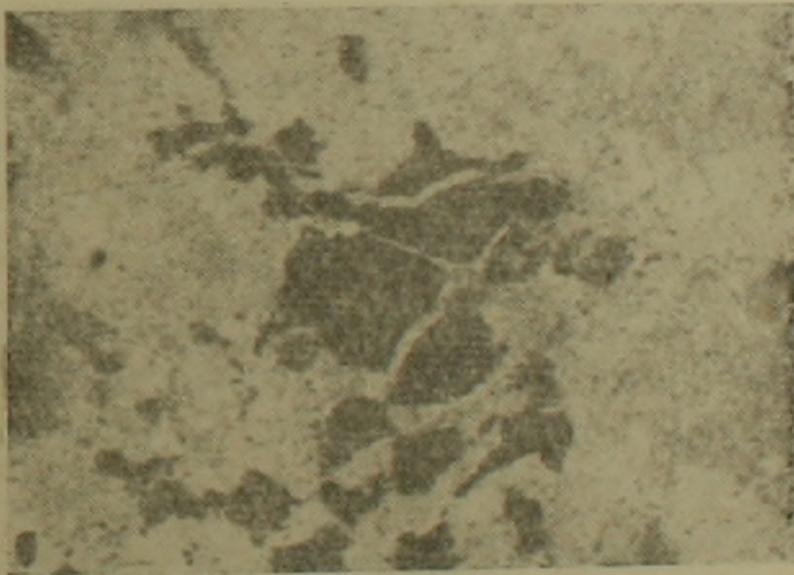
Ангидрит и гипс отмечаются также и на Шагали-Элиарском месторождении, особенно, широко представлены они в руднике Кош-Кар, где отмечаются в пологозалегающем линзовидном теле, а также на месторождении Назои-Юрт в виде жильного минерала вместе с кальцитом, хлоритом, серицитом.

Изучение штучных образцов, любезно предоставленных нам зав. музеем ИГН АН АрмССР Л. А. Авакяном из коллекции О. Т. Карапетяна, показало весьма значительный разрыв во времени образования между рудой и гипсом. Собственно говоря, эти штучные образцы представляют собой брекчии, где обломки кварц-халькопиритовой руды сцементированы гипсом (фиг. 5). Под микроскопом отчетливо видно что ангидрит-гипсовый агрегат интенсивно разъедает как рудные минералы (халькопирит, пирит), так и жильный кварц и обломки измененных вмещающих пород (фиг. 6).

Точки зрения исследователей в отношении ангидрит-гипсовой минерализации на Кафанском месторождении несколько расходятся.



Фиг. 5 Брекчиевидная текстура кварц-сульфидной руды. Черное—кварц с сульфидами, белое—гипс-ангидритовый агрегат. Шагали-Элиар.



Фиг. 6 Цементация брекчированных сульфидов гипс-ангидритовым агрегатом. Ув. 24 ×. Шлиф прозрачный, без анализатора. Шагали-Элиар.

Гипс и ангидрит имеют здесь весьма широкое развитие, образуя мощные залежи протяжением до 1,5 км и мощностью местами более 100 м.

Наибольшая мощность гипс-ангидритовых залежей отмечается в висячих крыльях дорудных нарушений (Восточно-Саядашского и Ка-

варт-Суйского разломов), контролирующих штокверковое оруденение рудников 7—10 и 6.

С. С. Ванюшин считает, что гипс-ангидритовая минерализация или как он называет сульфатная стадия, является одной из стадий гидротермальной деятельности Кафанского рудного поля и образовалась после пирит-халькопиритовой стадии, но до медно-мышьяковой (халькозин, борнит-энаргитовой) стадии, т. е. примерно, в середине гидротермальной деятельности в промежутке между двумя сульфидными стадиями. В подтверждении своей точки зрения С. С. Ванюшин приводит пример пересечения оруденелыми кварцевыми жилами огипсованных пород непосредственно у гипсового разлома.

Совершенно противоположного мнения о времени образования ангидрит-гипсовой стадии придерживается Ю. А. Лейе. Последний считает, что гипсовая минерализация пострудная. В пользу этой точки зрения им отмечаются многочисленные случаи совместного нахождения ангидрита и руды. При этом повсеместно руда оказывается изъеденной и корродированной ангидритом. Ю. А. Лейе считает, что гипс и ангидрит образовались за счет метасоматической переработки карбонатных пород сульфатными растворами.

Более детальные исследования гипса и ангидрита на Кафанском месторождении были проведены Ван-Цзу-Баном и В. Н. Котляром [5]. Ими приводятся интересные описания проявления гипс-ангидритовой минерализации на Кафанском месторождении, в рудах которого видно, что сульфиды образовались значительно раньше гипса и ангидрита. Однако авторы приходят на наш взгляд к несколько недоказанному выводу о совместном образовании сульфидов с ангидритом и гипсом из одной и той же порции гидротермального раствора.

По мнению геологов рудника гипсовая минерализация Кафанского месторождения образовалась значительно раньше всей рудной минерализации.

Авторы настоящей статьи также изучили образцы ангидрита с рудными минералами из Кафанского месторождения, любезно предоставленные Ю. А. Лейе. Изучение показало, что такая ассоциация представляет не что иное как обломки руды, интенсивно замещающиеся ангидрит-гипсовым цементом. Здесь же отмечается проникновение гипса и ангидрита в виде апофиз в поля рудного минерала.

Следует отметить, что помимо пирита и халькопирита в гипс-ангидритовой массе отмечаются выделения сравнительно редко сфалерита, галенита и других сульфидов, описанных в рудах Кафанского рудного поля.

Таким образом, понятно, что при таких соотношениях ангидрита и гипса с рудными минералами говорить о совместных образованиях рудных минералов с ангидритом и гипсом, тем более о дорудном возрасте гипсовой минерализации, не приходится. Чис-же касается пересечений огипсованных пород кварц-сульфидными жилами.

то тут следует отметить, что огипсование вмещающих пород вероятно проявлялось гораздо позже кварцевых жил, а такое кажущееся „пересечение“ вовсе не решает вопроса их возрастных взаимоотношений.

Резюмируя все вышеописанное следует отметить, что гипс и ангидрит в рудных месторождениях Армении отмечаются довольно часто как в месторождениях колчеданной, так и медно-молибденовой формаций и во всех случаях проявление ангидрита завершает гидротермальный этап формирования рудных месторождений.

Точка зрения авторов настоящей статьи подтверждается экспериментальными исследованиями. Термометрические исследования жидких включений в гипсе из Алавердского месторождения, проведенные В. Ф. Лесняком [9] показали, что гипс образуется из низкотемпературных растворов при температурах от 109—120 до 50° и ниже и представляет собой наиболее поздний продукт гидротермального процесса.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 15 VII 1959

Կ. Ա. ՔԱՐԱՄՅԱՆ, Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՍՈՒՎՖԻԴՆԵՐԻ ԵՎ ՀԻՊՈՒԳԵՆ
ՔԻՊՍԻ ՈՒ ԱՆՀԻԴՐԻՏԻ ԱՍՈՑԻԱՑԻԱՅԻ ՀԱՐՑԻ ԱՌԹԻՎ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայաստանի մետաղային հանքավայրերում գիպսը և անհիդրիտը հանդիպում են բավական հաճախ և նկարագրված են մի շարք հետազոտողների կողմից: Գիպսի և անհիդրիտի այդ երևակումները ունեն հիպոզեն ծագում և հաճախ հանդիպում են սուլֆիդների հետ:

Տարբեր հանքավայրերի նմուշների մանրակրկիտ ուսումնասիրության, գոյություն ունեցող գրականության, ինչպես նաև անձնական հետազոտությունների (Քաջարան, Զինդարա) հիման վրա հեղինակները հանգում են այն եզրակացության, որ գիպս-անհիդրիտային միներալացումը ըստ ժամանակի զգալիորեն կտրված է սուլֆիդային միներալացումից: Այդպիսի եզրակացությունը հիմնավորվում է հետևյալ փաստերով՝

ա) հանքանյութերի բրեկչիանման կառուցվածքով. երբ հանքանյութերի բեկորները ցեմենտացված են երակային անհիդրիտով կամ գիպսով և ամենուրեք կտրվում են վերջիններիս երակիկներով,

բ) անհիդրիտում և գիպսում պարփակված սուլֆիդային միներալների սերտ հարակցմամբ կվարցի և կարբոնատի, այլ ոչ թե գիպսի և անհիդրիտի հետ: Վերջինները ինտենսիվ կերպով քայքայում են ինչպես երակային կվարցը, այնպես էլ հանքային միներալները,

գ) շատ բեկորներում հանքային միներալների փշրվածքով և նրանց ցեմենտացումով անհիդրիտով ու գիպսով: Նկատվում է բեկորների հասարակ փշրում, ընդամին մի կտորի ցցվածքներին համասպատասխանում են մյուս

կտորի խոռոչները: Դա վկայում է այն մասին, որ հանքային զանգվածի բեկորատուումը տեղի է ունեցել արդեն պինդ վիճակում,

դ) հանքավայրերում գոյութւյուն ունեցող բոլոր պարագենետիկ ասոցիացիաներիում գիպսի և անհիդրիտի առկայութւյամբ, որը ապացուցում է նրանց ամենաուշ հասակը, ինչպես նաև սուլֆիդային երակիկների երկայնութւյամբ սուլֆատային լուծուիթների տեղակալման մեծ ընդունակութւյունը:

Վերը շարադրվածը վկայում է այն մասին, որ սուլֆիդների և գիպսի ու անհիդրիտի համատեղ գտնվելը ներկայացնում է պարզ միներալային, այլ ոչ թե պարագենետիկ ասոցիացիա:

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалов С. Т. Новые данные о гидротермальном ангидрите из Средней Азии. Изв. АН СССР, сер., геол. № 1, 1955.
2. Бадалов С. Т. Находка гидротермального ангидрита в Средней Азии. Зап. Всес. Мин. о-ва, ч. 83, вып. 3, 1954.
3. Бетехтин А. Г. Гидротермальные растворы, их природа и процессы рудообразования. Сб. „Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях“. Изд. АН СССР, Москва 1955.
4. Бетехтин А. Г. и др. Текстуры руд. стр. 76. Изд. АН СССР, Москва, 1958.
5. Ван-Цзу-Бан, Котляр В. Н. О гипогенных ангидрите и гипсе из Кафанского месторождения. Сб. научных трудов МИЦМиЗ, № 27, 1957.
6. Грушевой В. Г. Медное месторождение Алавердского района ССР Армении. Тр. ЦНИГРИ, вып. 31, Ленинград, 1928.
7. Исаенко М. П. К вопросу о генезисе гипса в медно-молибденовых месторождениях Закавказья. Тр. МГРИ, т. XXIX, Москва, 1956.
8. Казарян А. Г. Об ассоциации гипогенного гипса с сульфидами на примере Джиндаринского месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геол., № 1, 1958.
9. Лесняк В. Ф. О включениях в гипсе из гидротермального месторождения Алаверды. Тр. Всес. н.и. ин-та пьезооптич. минерального сырья. 1, № 2, 1957.
10. Шадлун Т. Н. Особенности минералогического состава структур и текстур руд некоторых колчеданных месторождений Урала Сб. „Колчеданные месторождения Урала“. Изд. АН СССР, Москва, 1950.
11. Ярош П. Я. Ангидрит из Карабашского колчеданного месторождения. Зап. Всес. Мин. о-ва, ч. 79, вып. 4, 1950.