

Г. О. Григорян

Пример взаимоисключения галенита и антимонита в пределах одного этапа минерализации

Взаимоисключение некоторых пороодообразующих минералов с давних пор уже признано петрографами. Известно, например, что в магматических горных породах кварц обычно не встречается совместно с нефелином или лейцитом, а мусковит с роговой обманкой или пироксеном. В метаморфических горных породах глубинной фации, диопсид не встречается совместно с альмандином и т. п. Эти примеры являются не результатом случайных явлений, а обусловлены, очевидно, условиями физико-химического равновесия силикатных расплавов.

Аналогичные закономерности существуют также и в рудах, отложенных из растворов. В последнее время, например, А. Г. Бетехтиным доказано, что пирротин не может находиться в одной парагенетической ассоциации с гематитом, бертьеритом ($\text{Fe Sb}_2 \text{S}_4$) и реальгаром, а реальгар в одной ассоциации с леллингитом [1, 3, 4]

В результате изучения вещественного состава руд одного из свинцово-сурьмяных месторождений, автором было установлено, что в рудной массе сонахождение галенита и антимонита в одной парагенетической ассоциации не наблюдается. Там, где эти минералы встречаются совместно, антимонит явно моложе галенита.

Наличие фактов пересечения агрегатов минералов с галенитом, с агрегатом — содержащим антимонит, свидетельствует о том, что эти два минерала образовались в различные этапы минерализации.

По аналогии с некоторыми пороодообразующими и рудными минералами автор пришел к предварительному выводу, что в обычных условиях совместное выпадение из рудоносных растворов, в пределах одного этапа минерализации, галенита и антимонита — невозможно.

1. Геологическая обстановка, строение жил и текстура руд

Объектом нашего исследования служит свинцово-сурьмяное месторождение, приуроченное к вулканогенно-осадочным породам среднего эоцена, которые смяты в небольшую антиклинальную складку северо-восточного простирания и прорваны гипабиссальными интрузиями гранитоидного состава. На участке месторождения пласты моноклинально па-

дают на северо-запад под углом 25—30° и составляют северо-западное крыло упомянутой складки.

Жилы со свинцово-сурьмяным оруденением, располагающиеся в экзоконтакте интрузии, приурочены к секущим трещинам или плоскостям напластования вулканогенно-осадочных пород, а жилы, расположенные в эндоконтакте, — к трещинам отдельности интрузивного массива. В первом случае жилы более выдержаны по мощности и простиранию.

Строение рудных жил сложное. Очень часто от основных жил в боковые породы отходят маломощные жилы или прожилки, которые приурочены к системе параллельных трещин, выполненных впоследствии кварцем и сульфидами. Нередки случаи переплетения и пересечения жил.

Текстура руд массивная, полосчатая, ритмически полосчатая, микробрекчиевая, вкрапленная; местами развита текстура пересечения и др.

Для правильного выделения парагенетических ассоциаций минералов, отвечающих отдельным этапам минерализации, наибольшее значение имеет микробрекчиевая, ритмически полосчатая текстура руд и текстура пересечения.

Наблюдения над жилами в забоях и на поверхности показывают закономерное распределение определенных ассоциаций минералов в пространстве; это выражено тем, что в жильной массе, от лежащего к висячему боку ее (фиг. 1 справа — налево), наблюдается следующая после-



Фиг. 1. Полосчатая текстура руд.
Полоска кварц-антимонитовой ассоциации — I резко переходит в полоску кварц-цинкитовую — II, а последняя — в галенит-сфалеритовую — III.

довательность: тонкий прожилок, сложенный галенитом, сфалеритом и кварцем мощностью 1—2 см, резко переходит в плотную массу, сложенную чередующимися полосками безрудного кварца и кварца с сульфоантимонитами свинца общей мощностью до 5—7 см. Граница между полосками в этом случае плавная, без резких переходов. К висячему боку жилы полоса кварца с сульфоантимонитами свинца переходит с весьма резкой границей в антимонитовую полоску мощностью до 10 см.

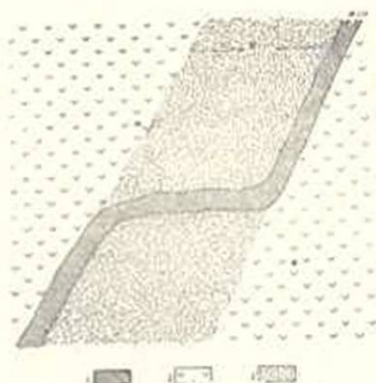
Относительный возраст минеральных агрегатов устанавливается исходя из следующих соображений: 1) при обновлении ранее существо-

ших трещин, имеющих минеральное выполнение, чаще всего наблюдаются разрывы в висячем боку этого выполнения [6]. 2) отложение вещества в пологопадающих трещинах большей частью происходит в лежащем боку [5].

Текстура пересечения совершенно четко устанавливает более ранний возраст сульфоантимонитового агрегата, пересеченного более молодым прожилком антимонита (фиг. 2 и 3).



Фиг. 2. Иллюстрация текстуры руды, где поперек антимонитового оруденения — II — идет клиновидно антимонитовой полоской — I.



Фиг. 3. Малоомощная жила с антимонитом (1) сечет более раннее буланжеритовое оруденение (3). Гидротермально измененные туфогенные (2).

2. Краткая характеристика вещественного состава руд

Вещественный состав руд характеризуется широким развитием ряда рудных и жильных минералов, в числе которых установлены сложные сульфоантимониты свинца (буланжерит, пинженит?) галенит, антимонит, сфалерит, пирит, кварц, барит, кальцит.

Подчиненное место занимают блеклая руда, халькопирит, киноварь (?), самородное золото, гипс и др.

Исследование доминирующих минералов в руде позволяет наметить следующие их главные особенности:

Буланжерит. Составляет сплошные массы или развивается в виде неправильных вкрапленников среди плотного кварца. Макроскопически дает черный (стальной), минерал матовый. В отраженном свете характеризуется заметной анизотропией, белым цветом. Размер зерен неравномерный, в среднем $0,8 \times 0,1$ мм форма отдельных зерен весьма прихотливая. Из стандартных реактивов положительно действуют только HNO_3 (1:1). В иммерсии внутренние рефлексы красноватые. Минерографическое определение буланжерита подтверждается также результатом эндогенных химических анализов руды, не содержащей в значительном количестве галенита, в которых соотношение $\text{Pb} : \text{Sb} = 5 : 1$.

Буланжерит тесным образом ассоциирует с галенитом, сфалеритом, пиритом и массивным плотным кварцем.

Цинкенит (?). Наряду с буланжеритом в руде имеется другой сульфoантимонит свинца — цинкенит, который развивается в другом этапе минерализации. Макроскопически минерал представлен удлиненными выделениями с металлическим блеском среди темносерого кварца. Под микроскопом цинкенит представлен тонко-призматическими, радиально-лучистыми и бесформенными агрегатами с низкой твердостью и более интенсивной анизотропией, чем у буланжерита. Из стандартных реактивов положительный эффект дают HNO_3 (выкипает) и KOH . От воздействия последнего цинкенит, в отличие от буланжерита, дает радужную побежалость (на буланжерит KOH не действует). Наряду с этим, цинкенит отличается от буланжерита соотношением свинца и сурьмы. По данным химических анализов оно равняется примерно 1 : 1, или небольшим преобладанием сурьмы.

Однако, учитывая, что рентгеноструктурный анализ не дал характерной для цинкенита дебаеграммы, определение этой сульфосоли в какой-то мере остается условным.

Цинкенит ассоциируется с пиритом, сфалеритом и кварцем.

Галенит. Этот минерал имеет широкое, но неравномерное развитие, большей частью в виде примазок или маломощных прожилок по забандам зияющих трещин, которые позже заполнялись сульфосолями свинца и антимонитом, или галенит ассоциирует с буланжеритом, составляя участки, весьма богатые свинцом. В первом случае галенит ассоциирует с черным сфалеритом, пиритом и гребенчатым кварцем, а во втором — с буланжеритом, пиритом, сфалеритом и плотным кварцем. В последнем случае галенит представлен более идиоморфными агрегатами, но местами корродирован. При тонком сростании галенита и буланжерита галенит легко определяется травлением HCl (1 : 1), выявляя характерную структуру агрегата.

Антимонит. Представлен игольчатыми, шестоватыми радиально-лучистыми и сплошными агрегатами. Форма и размер зерен непостоянны. Величина отдельных кристаллов достигает иногда 3—5 см по длинной оси. В отраженном свете характеризуется сильной анизотропией, заметным двуотражением и полисинтетическим двойникованием.

Структура гипидиоморфнозернистая, а по отношению к гребенчатому кварцу — аллотриоморфнозернистая. Антимонит тесно ассоциируется с кварцем, сфалеритом, баритом, кальцитом, иногда пиритом и гипсом.

Сфалерит. Встречается почти со всеми минералами в нескольких генерациях. Микроскопически выделяются четыре разновидности сфалерита: черная, которая ассоциирует с галенитом, темнокоричневая — с буланжеритом и пиритом, светлозеленая — с цинкенитом и темнобурая — с антимонитом.

Наиболее широко развиты вторая и третья разновидности.

Под микроскопом темнокоричневый сфалерит представлен мелкими раздробленными, а светлозеленый сфалерит — более крупными агрегатами, без эмульсии халькопирита.

Пирит. Ассоциирует с буланжеритом и сфалеритом, иногда с галени-

том или антимонитом. Под микроскопом пирит выражен аллотриоморфнозернистыми агрегатами, в виде пятен и конкреций. Встречается пирит колломорфной структуры. Кристаллическое очертание его среди агрегата сульфосолей или кварца обнаруживается лишь иногда.

Самородное золото. Впервые было установлено нами в виде небольших зерен и мелких индивидов размером $0,06 \times 0,02$ мм. Золото находится внутри карбоната и ассоциирует с буланжеритом, сфалеритом и колломорфным пиритом.

Кварц. Составляет самостоятельные жилы, которые несут интенсивное сульфидное оруденение. Кварц представлен тремя разновидностями: первая — сахаровидный кварц в ассоциации с галенитом и сфалеритом, вторая — тонкозернистая плотная масса серого цвета, в ассоциации с сульфосолями, сфалеритом и пиритом, и последняя — гребенчатый кварц в ассоциации с антимонитом, сфалеритом и баритом.

Кальцит. После кварца из жильных минералов наиболее широко развит кальцит. Кальцит ассоциирует как с сульфосолями свинца, так и с антимонитом, но в обоих случаях по последовательности выделения стоит после рудных минералов.

Барит. Встречается часто, иногда большими скоплениями в рудной массе. Ассоциирует барит с антимонитом, сульфосолями свинца, гребенчатым кварцем и гипсом.

Гипс. В зоне первичных руд, наряду с остальными жильными минералами, встречается прозрачный гипс с пластинчатыми агрегатами. По взаимоотношениям с другими минералами гипс замыкает здесь весь процесс эндогенного минералообразования.

3. Этапы минерализации

Из краткой характеристики отдельных минералов и их ассоциаций в жильной массе и в аншлифах, а также из приведенных выше фактов пересечения более ранней ассоциации минералов таковыми более поздней, становится ясным, что процесс минералообразования здесь прошел не одним актом, а был продолжительным и многостадийным.

Выделяются четыре самостоятельных этапа минерализации, которые разделены во времени и часто обособлены в пространстве.

I этап. Минералы этого этапа по последовательности их выделения кварц (15%)*, пирит (10%), сфалерит (40%), (немного блеклая руда, халькопирит), галенит (30%) и кальцит (5%) отлагались на стенках наиболее ранних зияющих трещин или развивались в виде самостоятельных прожилок и жил. Минерализацией этого этапа заражена большая площадь, но сравнительно с последующими этапами интенсивность ее слабая.

II этап. В этом этапе, наряду с ранее существующими трещинами, образовались новые, более мощные секущие трещины, заполненные массивным тонкозернистым кварцем с интенсивным оруденением буланжеритом.

* Цифры в скобках соответствуют среднему содержанию минералов в руде.

та, галенита, пирита, сфалерита, которые в последующие этапы сильно раздроблены. Наблюдается следующая последовательность выделения минералов: кварц (35—40%), пирит (5—10%), сфалерит (10%), барит (до 10%), галенит (5—10%), буланжерит (10—15%) клиноварь (?), карбонаты (до 10%).

III этап. Этот этап был наиболее продолжительным. Это определяется тем, что полосы безрудного кварца чередуются с полосками кварца (фото № 1), богатыми сульфидами — пиритом (10—15%), сфалеритом (5—10%), шнеллитом (5—10%). В руде имеются карбонаты (до 5%).

IV этап. В ходе продолжающихся тектонических напряжений образовались более молодые трещины северо-западного и северо-восточного простирания, часть которых сечет сформированные до того тела (фиг. 3). По этим трещинам развивалась ассоциация минералов, представленная в основном кварцем (40—45%), пиритом (до 5%), сфалеритом (5—10%), крупнокристаллическим антимонитом (10—15%), клиноварью (?), баритом (до 5%), карбонатом (до 10%) и гипсом (5—10%).

Приведенный выше характер минерализации по этапам и их взаимоотношения довольно четко устанавливаются в поле и при минераграфическом исследовании.

Так, например, из приведенного выше описания руд видно, что даже в пределах одного рудного тела (фиг. 1 и 2) может быть выделена минерализация трех этапов, разграничивающихся между собой резкими контактами или случаями пересечения.

Отмеченная здесь общая последовательность выделения парагенетических ассоциаций свинцово-сурьмяных руд находит свое полное подтверждение также в геофазах А. Е. Ферсмана [7]. Такая последовательность подтверждается также высказанной А. Г. Бетехтиным [2] точкой зрения о смене в процессе гидротермального рудообразования более бедных серой сульфидов более богатыми.

Теоретическую трактовку этого вопроса автор рассматривает рассмотреть позже в отдельной статье.

Здесь отметим только, что существующие границы (весьма резкие) между полосками, сложенными различными по составу минеральными агрегатами, наличие случаев пересечения более ранних образований более поздними, отсутствие парагенетической ассоциации галенита с антимонитом говорят о том, что возникновение постмагматических растворов и пространственное размещение их продуктов происходит в обстановке «непрерывных» движений.

Эти движения в связи с жизнью магматического очага носят прерывистый характер и параллельно с ними пульсируют отдельные порции рудного раствора.

Различия в составе и взаимоотношениях между отдельными ассоциациями минералов свидетельствует одновременно о том, что здесь мы имеем не пример зональности отложения минералов «обычного» порядка, а последовательные отложения как отражение закономерных пульсаций рудоносных растворов.

Выводы

1. Процесс свинцово-сурьмяного оруденения в исследованном районе многостадийный. В пользу такого представления свидетельствует наличие резких границ между ассоциациями минералов и явления пересечения рудных тел относительно раннего возраста более поздними.

В результате выделяются четыре самостоятельных этапа минерализации.

2. Группе рудных тел, принадлежащих к одному этапу и определенной системе трещин, присущ комплекс рудных и жильных минералов, отличающийся от такового в рудных телах других этапов. Выделяются четыре парагенетические ассоциации минералов: а) кварц-пирит-галенит-сфалеритовый, б) кварц-пирит-галенит-буланжерит-сфалеритовый, в) кварц-пирит-цинкенил-сфалеритовый и г) кварц-антимонит-сфалерит-барит-кальцит-гипсовый, соответствующие определенным этапам минералообразования.

3. Сопоставление этих ассоциаций отдельных этапов приводит к выводу о том, что в течение всего периода рудообразования наблюдается определенная направленность изменения состава рудоносных растворов в сторону увеличения концентрации сурьмы и серы и уменьшения концентрации свинца и железа.

4. Изменение в составе руд связано с изменением состава рудоносных растворов во времени и обусловлено условиями физико-химического равновесия растворов при определенной термодинамической обстановке.

Фактический материал, изложенный в статье, приводит нас к выводу, что при определенных термодинамических условиях (обычных для эндогенного свинцово-сурьмяного минералообразования) охотнее всего образуются сложные сульфоантимониты свинца и не наблюдается совместного образования галенита и антимонита.

Автор выражает глубокую благодарность И. Г. Магакьяну, Л. А. Варданяну и Н. И. Хитарову за ценные указания и замечания по данной работе.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступило 3 VIII 1954.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А. Г. Понятие о парагенезисе минералов. Изв. АН СССР, сер. геол., 1949, № 2.
2. Бетехтин А. Г. О влиянии режима серы и кислорода на парагенетические соотношения минералов в рудах. Изв. АН СССР, сер. геол., 1949, № 3.
3. Бетехтин А. Г. Минералогия, М., 1950.
4. Бетехтин А. Г. Гидротермальные растворы, их природа и процессы рудообразования (в книге „Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях“). М., 1953.
5. Бернадский В. И. История минералов земной коры, т. I, вып. I, 1923.

6. Королев А. В. Повторные разрывы в трещинных рудных жилах. Сов. геол., 1938, № 8.

7. Ферсман А. Е. Геохимия, т. III, 1937.

2. 2. Գրիգորյան

ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ՄԵԿ ԷՏԱՊՈՒՄ ԳԱԼԵՆԻՏԻ ԵՎ ԱՆՏԻՄՈՆԻՏԻ ՓՈԽԱԴԱՐՁ ԲԱՑԱՍՄԱՆ ՄԻ ՕՐԻՆԱԿ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Ուսումնասիրելով կապար-ծարիրային հանքավայրերից մեկի նյութական կազմը, հեղինակը հանդեպ է այն եզրակացության, որ հանքառաջացման էնդոգեն պայմաններում գալենիտի և անտիմոնիտի համատեղ նստեցման հնարավորությունը բացառված է:

Այդ տեսակետից սրբալի՝ հետաքրքրություն է ներկայացնում մեր հետազոտած հանքանյութի նյութական կազմի մեջ մտնող միներալների առանձին ասոցիացիաների առկայությունը:

Այդ ասոցիացիաները հետևյալներն են՝ ա) կվարց-գալենիտ-սֆալերիտի, բ) կվարց - գալենիտ - բուլանժերիտ - պիրիտ - սֆալերիտի գ) կվարց-պիրիտ-ցինկենիտ-սֆալերիտի, դ) կվարց անտիմոնիտ-սֆալերիտ-պիրիտ-լուրիտ-կալցիտ-գիպսի:

Այս կամպլեքսներն իրարից տարբերվում են ոչ միայն իրենց միներալոգիական կազմով, այլև առաջացման ժամանակով: Ըստ բերված հաջորդականությամբ պարզորոշ կերպով նկատվում է միներալների ավելի հին ասոցիացիաների հաջորդական ավելի նոր ասոցիացիաներով, կամ էլ շատ հաճախ նկատվում են կտրուկ սահմաններ նշված ասոցիացիաների միջև:

Միներալների այս առանձնահատկությունների անալիզի բառ հանքառաջացման էտապների և ամբողջությամբ վերացած՝ թույլ է ապրիտ որոշ եզրակացություն անել ավելի վաղում կապարի և ծարիրի հանքառաջացման պայմանների մասին:

1. Կապար-ծարիրային հանքառաջացման պրոցեսը մեր ուսումնասիրած վայրում արտահայտվել է մի քանի էտապներով, որոնք համապատասխանում են միներալների վերը բերված չորս ասոցիացիաներին:

2. Միներալների մեկն մի ասոցիացիա իր բաղադրությամբ զգալիորեն տարբերվում է իր նախորդ կամ հետորդ ասոցիացիաներից: Այսպիսով պարզվում է, որ հանքառաջացման պրոցեսում դոմինանտն ունի որոշակի ուղղվածություն: Վերջինս արտահայտվում է հանքաբեր լուծույթների միջոցով ծարիրի և ծծմբի պարունակության բարձրացումով և կապարի ու երկաթի պարունակության իջեցումով:

3. Հանքանյութերի բաղադրության աղափարի փոփոխությունը մենք բացատրում ենք ժամանակի ընթացքում հանքաբեր լուծույթների բաղադրության փոփոխմամբ:

Այդ փոփոխությունները հանդում են նրան, որ ֆիզիկո-քիմիական որոշ պայմաններում առաջանում են ավելի շուտ կապարի սուլֆատների և գրանոլի իսկ բացասում գալենիտի և անտիմոնիտի համատեղ նստեցման հնարավորությունը: