

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Г. О. ГРИГОРЯН

О КНИГЕ Э. А. САГАТЕЛЯН «МИНЕРАЛОГИЯ СВИНЦОВО-  
СУРЬМЯНЫХ РУД АЗАТЕКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
АРМЯНСКОЙ ССР»

Издательством АН Армянской ССР в 1961 г. была выпущена книга Э. А. Сагателян, посвященная описанию состава руд и анализу парагенетических взаимоотношений минералов в пределах Азатекского свинцово-сурьмяного месторождения. В работе разбирается комплекс вопросов, а именно: строение рудных жил, минералогический состав руд (определены некоторые новые минералы), стадии минерализации, изоморфные примеси в минералах и др. На основании полученных автором данных приведен ряд обоснованных выводов относительно последовательности выделения минералов и стадий минерализации. Работа содержит также некоторые теоретические соображения автора о характере рудообразующей среды, химизме рудоносных растворов, режиме серы и кислорода и величине рН среды при различных стадиях минерализации. Автор попытался также показать приложимость к этим явлениям правила фаз Гиббса, особенно к сульфосолям. В итоге проделанного анализа стало возможным наметить общую схему формирования Азатекского месторождения, определив глубину и температурный интервал образования рудных тел, отношение руд к источнику оруденения и к рудолокализирующим структурам.

По комплексу освещенных вопросов книга Э. А. Сагателян заслуживает серьезного внимания, ибо она является одной из немногочисленных работ, посвященных свинцово-сурьмяному рудообразованию.

Ниже по отдельным главам разбираем работу Э. А. Сагателян, стараясь объективно выявить ее положительные и отрицательные стороны и показать степень обоснованности фактическим материалом некоторых теоретических положений.

Особенности геологического строения месторождения и района (гл. I и II) описаны по данным прежних исследователей. Отсутствие геологической карты с разрезами мешает составлению цельного представления о месторождении и лишает эту часть работы полноценности.

В описании морфологии рудных тел (гл. III) выделены секущие и согласные рудные жилы, приведены данные об их прослеженности по простиранию, по мощности и на глубину, о характере зальбандов, выклинивании жил и т. д. В этой главе несколько неточно определена глубина распространения рудных жил («не более 35—40 м», стр. 25), между тем

известно, что только по естественным выходам жилы прослеживаются до глубины 70—80 м.

В главе «Типы руд» (IV) описываются антимонитовый и сульфоантимонитовый типы руд. Внутри сульфоантимонитового типа выделены четыре подтипа. С последним никак нельзя согласиться, ибо нами не усматривается никаких различий между выделенными подтипами. Нельзя согласиться также с автором, что руды одного и того же месторождения и даже рудного тела отнесены к двум различным семействам (полиметаллическим и сурьмяно-ртутным) и соответственно к образованиям средних и малых глубин (стр. 28). Приведенные здесь же данные химанализов нельзя считать представительными, так как ни в одном из анализов сумма компонентов не достигает ста, а данные спектральных анализов нередко чересчур завышены (Au—0,Х%, Ge и In—0,Х%, стр. 29).

Глава V—«Строение рудных тел и текстурные особенности руд» охватывает основную часть фактического материала, имеющегося в распоряжении автора. Здесь описываются изменения состава руд по простиранию и на глубину рудных тел, обусловленные по автору наложением продуктов более поздних стадий минерализации, зональностью отложения, выраженной понижением содержания свинца, цинка и сурьмы и повышением — золота и серебра с глубиной. В этой главе дается также механизм формирования трех видов поясового строения рудных тел и др. К этой части работы можно сделать следующие замечания.

1. Автор правильно отмечает наличие горизонтальной зональности, но не описывает ее характер. В действительности здесь мы имеем обратную горизонтальную зональность, так как поздний низкотемпературный антимонит большей частью распространен среди гранодиоритов, а ранний высокотемпературный буланжерит, наоборот, в породах экзоконтакта.

2. В обосновании поясного характера строения рудных жил в качестве примера автор приводит жилу № 1 (стр. 54), иллюстрированную на фиг. 22 и 23. Во-первых, неизвестно местоположение этой жилы и, во-вторых, схема симметрично-полосчатого строения (фиг. 22)<sup>1</sup> отнюдь не является отражением полосчатого строения на макрофото образца (фиг. 23), характерного действительно для пологопадающих жил, выполненных продуктами минерализации трех различных стадий.

3. К работе приложены из материала геологоразведочной партии 15 крупных диаграмм, отражающих колебание в рудах содержания металлов или одного металла на различных горизонтах. Важность значения подобных диаграмм при решении практических задач бесспорна, однако в нашем случае в таком количестве и в таких объемах материал принижает научную ценность работы.

4. При объяснении характера поясного строения автор пишет: «Подобное строение жил привело ряд исследователей к выводу, что «буланжеритовая» стадия оруденения является более поздней, чем антимонито-

---

<sup>1</sup> Объяснения фиг. 22 на стр. 56 и 69 и фиг. 29 на стр. 63 и 68 работы Э. А. Сагателя противоречивые.

вая» (стр. 57), но почему-то не упоминает о существовании — до ее исследования — представления [2], согласно которому буланжеритовая минерализация считалась определенно древнее антимонитовой.

В отдельной главе (VI, стр. 58—66) автором подробно описаны характерные структурные формы руд и выделены типичные *мирмекитовые* сростания сульфоантимонитов, галенита и бурнонита. Верно отмечено также более раннее выделение галенита по отношению к сульфоантимонитам.

Минералы азатекских руд (гл. VII) автором правильно делятся на три группы: рудные гипогенные (главные, второстепенные и редкие), гипергенные и нерудные. Некоторые обычные сульфиды (галенит, сфалерит, пирит и др.) описаны подробно и достаточно верно. Выделение двух разновидностей галенита и трех — сфалерита убедительно и совпадает с существующими представлениями.

В работе Э. А. Сагателян вызывает сомнение неполная диагностика нескольких разновидностей сульфоантимонитов и объяснение их парагенетических соотношений. Учитывая, что эти вопросы, только в несколько сокращенном виде, были освещены в отдельной статье [7], понятно, что замечания по данным главам книги Э. А. Сагателян относятся и к ее статье.

Необходимо признаться, однако, что диагностика сульфосолей представляет одну из труднейших задач в современной минералогии, поэтому не столь виновны те, кто предъявляет к рецензируемой книге такие требования, сколько ее автор, который, располагая *весьма* скудными данными, пытается привести «исчерпывающее» определение и тем самым закрывает двери для их дальнейшего изучения. Например, в работе, за исключением одного (единственного) химического анализа, приведенного в подтверждение диагностики буланжерита, нет иных данных<sup>1</sup>.

Основным диагностическим материалом послужили данные рентгеноструктурного анализа, произведенного самим автором, и некоторые данные спектрального анализа. Соглашаясь с автором относительно чрезвычайной мелкозернистости азатекской руды (хорошо проявляющейся при скрещенных николях) и учитывая, что сульфоантимониты свинца «микроскопически очень похожи друг на друга (1, стр. 65), практически очень трудно отделить их разновидности и набрать из них чистые пробы для спектрального или рентгеноструктурного анализов. Уместно заметить, что под микроскопом во всех случаях наблюдается ассоциация не более двух разновидностей сульфосолей. Что же касается спектральных анализов, то их роль в диагностике сульфоантимонитов не видна. В свете вышеизложенного мы приходим к выводу, что диагностика сульфосолей была недостаточно полноценна.

К более мелким замечаниям относительно этой главы можно отнести неубедительность более раннего выделения сфалерита по отношению к пириту (стр. 78), образование церуссита только за счет галенита (тогда

<sup>1</sup> По одному химанализу характеризуются еще антимонит и бурнонит.

как основная часть церуссита здесь образовалась за счет сульфоантимонитов свинца) и др.

В главе «О парагенезисе рудных минералов» автор выделяет три парагенетические ассоциации минералов (галенит-сфалеритовая, сульфоантимонитовая и антимонитовая). Внутри второй ассоциации выделяются минеральные сочетания (кварц-буланжеритовое, кварц-геокронитовое с блеклой рудой, кварц-бурнонит-геокронитовое и др.). На треугольной диаграмме разбираются возможные парагенезисы минералов в системе  $PbS-Sb_2S_3-Cu_2S$  (стр. 89), выделяются шесть парагенетических ассоциаций и описываются возможности их существования или отсутствия в природе. Некоторые выводы автора убедительно подтверждают правильность представлений других авторов. Это относится, в частности, к существованию парагенезиса галенита с сульфосолями свинца или отсутствию парагенезисов антимонита или халькозина с сульфосолями.

Согласно диагностике сульфосолей свинца и анализу их парагенетических возможностей вытекает, что в одной стадии (второй) образовались пять минералов (галенит, буланжерит, плагионит, геокронит и семсеит), содержащих свинец, сурьму и серу. Такое количество минералов противоречит правилу фаз Гиббса, согласно которому только в редких случаях могут образоваться минеральные разновидности, по количеству равные числу компонентов. Поэтому при анализе парагенетических соотношений минералов автор вынужден выделить так называемые «равновесные ассоциации» — плагионита с геокронитом, буланжерита с семсеитом, геокронита с буланжеритом и отметить, что «нигде не установлены срастания минералов этой группы в количестве более трех [7], однако на стр. 70 книги читаем о тесных срастаниях «буланжерита с плагионитом, геокронитом и галенитом». Получается, что из трехкомпонентной системы ( $Pb-Sb-S$ ) могут образоваться четыре минерала, что совершенно неубедительно. Э. А. Сагателян это пытается объяснить изменением концентрации компонентов или «гидротермальной дифференциацией». В подтверждение своего вывода автор ссылается на работу Д. С. Коржинского [4], якобы согласно которой минеральный состав жильного выполнения может меняться от трещины к трещине в зависимости от изменения температуры, концентрации и состава боковых пород. В действительности у Д. С. Коржинского читаем: «Представление о локальном равновесии в сущности нелогично и с формальной точки зрения даже абсурдно» [5].

Не ставя себя целью отрицать эту возможность для тех эпигенетических минералов, в состав которых входят компоненты из боковых пород, хочется отметить, что состав боковых пород вряд ли может привести к образованию различных сульфоантимонитов в пределах одной стадии минерализации, ибо ни один из указанных компонентов сульфосолей не был заимствован из боковых пород. Что касается изменений температуры и концентрации, то они определенно не могут привести к образованию различных сульфосолей. По этому поводу Д. С. Коржинский писал: «...в пределах элементарного участка могут быть градиенты интенсивных параметров, но только в пределах, не вызывающих фазовые превращения»

[5, стр. 9]. К этому можно прибавить еще, что перегруппировка между компонентами происходила не в каждой трещинке, а по всей стадии минерализации, и не на том месте, где мы находим продукты этой системы, а на более глубоких горизонтах, видимо, в пределах материнского очага.

Представление Э. А. Сагателян противоречит также пульсационной теории С. С. Смирнова [9], согласно которой в результате охлаждения интрузии «возникают разнообразные минеральные формации, *не переходящие одна в другую* ни в вертикальном, ни в горизонтальном направлениях» (стр. 1078, подч. нами — Г. Г.). Поэтому только незначительное изменение условий рудоотложения в трещине или около нее не может привести к совместному образованию более трех сульфоантимонитов свинца\*.

Вызывает серьезное возражение формула  $(n+1) \cdot (n+2)$  (стр. 86), неправильно заимствованная у Ф. А. Скрейнемакера [8]\*\*, для отражения количества равновесных ассоциаций. В этой формуле по Э. А. Сагателян «n» обозначено число компонентов, а их произведение якобы должно показать количество равновесных ассоциаций. Если исходить из этой ошибочной формулы, нетрудно придти к выводу, что из двухкомпонентной системы можно получить 12 равновесных ассоциаций, а из трехкомпонентной — 20 и т. п.

В работе Э. А. Сагателян недостаточно обоснована теоретическая возможность парагенезиса галенита с антимонитом. Небезынтересно привести одну из двух аргументаций автора по этому поводу — «если отложение антимонита происходило из очень низкотемпературных растворов *значительно позже* (подч. нами — Г. Г.) галенита» (стр. 91). Здесь нет надобности в особых комментариях, а следует только заметить, что это не парагенезис, а сонахождение в результате наложения.

Очевидный факт взаимного исключения антимонита и галенита в рудах Азатека как будто и не отрицается со стороны Э. А. Сагателян, когда она пишет: «Так нигде на месторождении не установлено сонахождение антимонита с галенитом и с сульфоантимонитами» [7, стр. 28], но прямо со следующей фразы ей почему-то понадобилось «отрицать» эту зависимость «примерами», приведенными не из Азатека, а из месторождения Массиак и Фрейсин, где якобы галенит ассоциирует с антимонитом. Подобное противопоставление лишено всякого научного основания, во-первых, потому, что приведенные примеры ничего общего не имеют с описанным нами случаем, и во-вторых, если даже допустить, что в указанных месторождениях наблюдается совместное нахождение галенита с антимонитом, это еще не говорит об их парагенетической связи, по примеру хотя бы того же Азатека, где в пределах одной рудной жилы (№ 3) по ее мощности

\* Условия образования сульфосолей остаются еще слабо изученными. Возможно, что в сульфоантимонитах свинца  $PbS$  и  $Sb_2S_3$  являются членами изоморфного ряда, и по аналогии альбит-анортитовых молекул в плагиоклазе, меняются в самых различных пропорциях.

\*\* У Ф. А. Скрейнемакера эта формула в действительности имеет следующий вид:  $\frac{1}{2} (n+1) \cdot (n+2)$  (стр. 20) и она отражает не количество равновесных ассоциаций, а показывает количество возможных фаз, но не ожидаемых по правилу фаз.

намечаются три полоски (галенитовая, сулфоантимонитовая и антимонитовая), но их принадлежность к трем отдельным парагенетическим ассоциациям не вызывает сомнений и у Э. А. Сагателян. Взаимное исключение этих двух минералов в «обычных» условиях эндогенного рудообразования нами было доказано фактически (2) и теоретически (3) и в порядке исключения была доказана возможность парагенезиса этих минералов в приповерхностных зонах в условиях весьма высокого парциального давления кислорода (3). В данной критической заметке мы не собираемся заново описывать очевидный факт взаимного исключения галенита и антимонита в рудах Азатекского месторождения, будучи уверенными, что отмеченное нами явление не случайное и с подобными фактами исследователи могут сталкиваться довольно часто. Автору следовало учесть, что отсутствие парагенезиса галенита с антимонитом в Азатекке является «не частным случаем», а есть результат закономерных геохимических процессов.

В последних двух главах (IX и X) дается обзор геохимических особенностей элементов, входящих в состав азатекских руд. Особенно удачно описано поведение серы и сурьмы. Подчеркнуто понижение с глубиной содержания свинца, цинка и сурьмы, но повышение — серебра и золота. В конце работы автор высказывает мнение об изменении состава растворов от щелочного к кислому в ходе процесса рудоотложения.

Заключительная глава книги обобщает представление ее автора о генезисе и о перспективах месторождения свинцово-сурьмяных руд, являющихся завершающим этапом на общем фоне развития полиметаллического оруденения Айоцдзора. Досадно только, что температурный интервал формирования месторождения, основанный на экспериментальных данных С. К. Робинсона [6], определен несколько повышено (300—400°C, стр. 108). Вообще следует указать, что условия проведения указанных экспериментов не могут отображать истинное положение рудообразования в Азатекке, тем более, что в заключительной главе (стр. 115) автор пишет о средне-низкотемпературных (ниже 300°) условиях формирования месторождения.

Переходя к характеристике рудолокализирующих факторов Азатекского месторождения, автор подчеркивает особую роль структурного фактора, но почему-то не упоминает о магматическом факторе. Учитывая пространственное положение свинцово-сурьмяного оруденения к Каялинской интрузии или к одноименной антиклинальной складки, приходится положительно оценивать перспективы мощной зоны измененных пород в экзоконтакте данного интрузивного массива.

Перспективы месторождения автор связывает с флангами (СВ и ЮЗ), оценив отрицательно его глубину. С такой оценкой в основном можно согласиться по отношению оруденения сурьмы, но автору следовало произвести более углубленный анализ существующего геологического материала.

Из общих недостатков работы Э. А. Сагателян можно считать случай неправильной или неуместной цитировки из работ других авторов. Так, например, на стр. 87 автор приписывает С. К. Робинсону [6] идею,

согласно которой сульфoантимониты представляют «комплексные химические соединения». В действительности у С. К. Робинсона [6] такого определения мы не находим. Аналогичные казусы имеют место и в отношении других авторов (Д. С. Коржинского и др.).

Замечания общего характера относятся к несколько необычному изложению и расположению фактического материала. Например, а) морфологические особенности рудных жил обобщены раньше (гл. III), чем описание рудных тел (гл. V). Описаны всего три жилы (№№ 4, 6 и 7) из 9 разведанных и более 40 известных; б) описание типов руд, приведенное в главе IV, по нашему мнению, преждевременно, ибо, не описав вещественный состав руды, невозможно выделить внутри типов подтипы (сентовый, плагионитовый и геокронитовый), тем более, что определение составных минералов представляет большую трудность даже под микроскопом; в) преждевременно также обобщение структурных особенностей руд (гл. VI) до описания самих минералов (гл. VII).

В заключение хочется отметить, что несмотря на указанный ряд серьезных недостатков книга Э. А. Сагателян является полезной монографией, освещающей важные стороны свинцово-сурьмяного минералообразования. По нашему мнению автор могла представить более полноценную работу, чем имеем мы в действительности. Очевидно особое стремление Э. А. Сагателян искать новые пути и способы решения стоящих перед ней задач. Можно выразить уверенность, что наши замечания будут восприняты автором объективно и сослужат ей верную службу на тернистом пути исследователя.

Ереванский государственный университет.

Поступила 27.X.1962.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Волынский И. В. Определение рудных минералов под микроскопом. Т. III, 1949.
2. Григорян Г. О. Пример взаимоисключения галенита и антимонита в пределах одного этапа минерализации. Изв. АН АрмССР, т. VIII, № 3, 1955.
3. Григорян Г. О. О некоторых закономерностях и условиях образования свинцово-сурьмяных руд. «Геохимия», № 1, 1960.
4. Коржинский Д. С. Факторы минеральных равновесий и минералогические фации глубинности. Тр. ИГН АН СССР, вып. 12, 1940.
5. Коржинский Д. С. Теория процессов минералообразования. Изд. АН СССР, М., 1962.
6. Робинсон С. К. Синтез сульфoантимонитов свинца. В кн. «Вопросы физико-химии в минералогии и петрографии. Изд. ИЛ, М., 1950.
7. Сагателян Э. А. Минералы Азатекского свинцово-сурьмяного месторождения и их парагенетические ассоциации. Изв. АН АрмССР, сер. геол. и геогр. наук, т. 10, № 2, 1957.
8. Скрейнемакерс Ф. А. Нонвариантные, моновариантные и дивариантные равновесия. Изд. ИЛ, М., 1948.
9. Смирнов С. С. К вопросу о зональности рудных месторождений. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1937.