

ЕРЕВАНСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Т.М. АРУТЮНЯН

КАРБОНАТЫ НЕКОТОРЫХ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ И
МЕДНО-КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

(Специальность 04.127 - Минералогия, петрография,
литология)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации, представленной на соискание
ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

Ереван - 1971

ЕРЕВАНСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Т. М. АРУТЮНЯН

КАРБОНАТЫ НЕКОТОРЫХ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ И
МЕДНО-КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

(Специальность 04.127 - Минералогия, петрогра-
фия, литология)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации, представленной на соискание
ученой степени кандидата геолого-минера-
логических наук

Ереван - 1971



1366

Ереванский государственный университет направляет Вам автореферат диссертации Т.М. АРУТЮНЯНА на тему: "Карбонаты некоторых медно-молибденовых и медно-колчеданных месторождений Армянской ССР", представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Работа выполнена в Научно-исследовательском горно-металлургическом институте

Научный руководитель — доктор геолого-минералогических наук, профессор Д.П. Григорьев.

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук Г.О. Лиджян,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент Т.Ш. Татевосян.

Работа направлена на отзыв в Московский геолого-разведочный институт им. С.Орджоникидзе

Автореферат разослан " 10 " сентября 1971 г.

Защита диссертации состоится 7 ноября октября 1971 г. на заседании объединенного Совета по присуждению ученых степеней геологического и географического факультетов Университета.

С диссертацией можно ознакомиться в кабинете научных работников Университета.

Ваш отзыв (в двух экземплярах, с заверенной подписью) просим прислать по адресу: г. Ереван-49, ул. Мравяна I, Ереванский государственный университет.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА
УНИВЕРСИТЕТА

Г.М. МНАЦАКАНЯН

В В Е Д Е Н И Е

В задачу исследований входило изучение карбонатов некоторых медно-молибденовых и медно-колчеданных месторождений Армянской ССР с целью их диагностики и определения времени образования в общем рудном процессе.

Диагностика отобранных под бинокуляром карбонатов производилась с применением иммерсионного, полуколичественного спектрального, дифференциального термического (ДТА) и дифрактометрического методов анализа, а наиболее интересные образцы были изучены также рентгенометрическим и химическим методами анализа. Некоторые образцы исследовались электронным парамагнитным резонансом (ЭПР) и инфракрасной спектроскопией (ИКС).

Изучены вопросы причинности окраски карбонатов. Для изучения окраски засняты спектры отражения карбонатов на спектрофотометре СФ-10.

В работе рассмотрены вопросы физико-химических условий кристаллизационной среды, в частности влияние изменения рН на кристаллизацию карбонатов и рудных минералов.

В процессе обработки материала было изучено 256 шлифов, 160 аншлифов. Автор располагал данными 44 полных химических анализов карбонатов, 35 рентгенограмм, 158 дифрактограмм, 92 термограмм, 35 инфракрасных спектров, 40 спектров отражения.

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения и списка использованной литературы (87 наименований), изложенных на 145 страницах, а также содержит 56 таблиц и 64 фигуры (термограммы, дифрактограммы, зарисовки, микрофотографии шлифов и аншлифов).

Глава I. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОПРОСА

Карбонаты являются весьма распространенными минералами рудных месторождений Армянской ССР. Однако, до сего времени не стали предметом самостоятельного изучения, за исключением единичных случаев (Малхасян Э.Г., 1958), когда изученный карбонат представлял собой нечто исключительное.

Недостаточное изучение карбонатов намного снижает ценность исследования единого процесса рудообразования от высокотемпературных до самых низкотемпературных образований.

В научной периодике опубликовано достаточное количество статей, посвященных исследованию карбонатов. Однако в них обычно затрагиваются отдельные частные вопросы диагностики, изучения различных свойств карбонатов.

Достоверное определение места карбонатов в едином рудном процессе имеет немаловажное значение в изучении рудных месторождений с точки зрения комплексности. Однако трактуется этот вопрос различными авторами по-разному.

В схеме последовательности выделения минералов, составленной М.П.Исаенко (1964) для ряда месторождений Армянской ССР выделяются карбонаты двух генераций. Последовательность образования нерудных минералов, по М.П.Исаенко, следующая: кальцит - анкерит - халцедон.

По С.С.Ванюшину (1957) на Кафанском месторождении кроме карбонатной стадии, которая является завершающей, отмечена также дорудная кварц-карбонатная стадия.

К.А.Карамяном (1960, 1962) на Дастакертском месторождении выделена халькопирит-карбонатная стадия. Дальнейшие исследования показали ошибочность такого выделения.

Н.Н.Королева (1959) в пределах гидротермального процесса выделяет карбонатную стадию, предшествующую кварцево-сульфидной. Однако этот карбонат представляет собой продукт интенсивного замещения таких минералов, как пироксен, гранат, плагиоклаз и др. Поэтому, очевидно, правильнее в данном случае пользоваться термином "карбонатизация", противопоставляя его карбонатной стадии, которая следует за кварцево-сульфидной.

Глава П. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ КАРБОНАТОВ

Для возможно полной диагностики отобранных карбонатов использован ряд методик, позволяющих выявить физическую, физико-химическую и химическую природу компонентов, входящих в состав того или иного карбоната.

К р и с т а л л о о п т и ч е с к и й а н а л и з применен при изучении прозрачных и полированных шлифов жил и прожилков на предмет диагностики составляющих их минералов путем определения свойственных им оптических констант по общепринятой методике. Наряду с этим изучена конфигурация и характер границ соприкосновения различных минералов, что позволило сделать определенные суждения о времени их образования (относительном).

И м м е р с и о н н ы й м е т о д. Возможности применения данного метода для определения карбонатов и техника выполнения детально рассмотрены в ряде работ (В.Б. Татарский, 1952, 1955). Поскольку у карбонатов весьма совершенная спайность по (10,11) и в иммерсионном препарате встречаемость выколов по плоскости 1011 наибольшая, в большинстве случаев определялся показатель преломления n_1 для необыкновенной волны на этой плоскости (Лодочников, 1938).

Иммерсионным методом диагностированы халцедон и кварц, четкое разделение которых важно для определения очередности их кристаллизации.

П о л у к о л и ч е с т в е н н ы й с п е к т р а л ь н ы й а н а л и з позволяет производить предварительную диагностику карбонатов, принимая во внимание содержание основных карбонатообразующих элементов и их соотношения.

Выявление элементарного состава карбонатов способствует их изучению более тонкими и точными методами анализа.

Д и ф ф е р е н ц и а л ь н ы й т е р м и ч е с к и й а н а л и з является одним из наиболее достоверных методов диагностики карбонатов. Большинство карбонатов характеризуется проявлением эндотермических эффектов.

На термограммах кальцита выделяется один эндотермический эффект.

На термограммах доломита наблюдается два эндотермических

эффекта. Они легко отличимы от таковых анкерита наличием у последнего третьего эндотермического эффекта, соответствующего диссоциации Fe - составляющей.

На термограммах родохрозита наблюдается один эндотермический и один экзотермический эффект. Первый соответствует диссоциации $MnCO_3 \rightarrow MnO + CO_2$, а второй - окислению MnO в MnO_2 .

Согласно А.И.Цветкову и Г.О.Пилюяну (1965) $\Delta S = k \cdot m$ (где S - площадь термического эффекта, m - масса термоактивного вещества, k - коэффициент пропорциональности) площади термических эффектов прямо пропорциональны массам термоактивного вещества при условии, что они не вступают в реакцию друг с другом. Исходя из этого можно на основании расчета площадей термических эффектов сделать вывод о процентном содержании того или иного компонента двух- или трехкомнатных карбонатов.

Рентгенометрический анализ. Для получения дополнительных характеристик и расчета параметров элементарной ячейки карбонатов произведен рентгенометрический анализ методом порошка.

В результате анализа порошкограмм получены интенсивности отражения и межплоскостные расстояния, на основании которых по "Рентгенометрическому определителю минералов" В.И.Михеева (1957) определяется принадлежность линии к какому-либо из карбонатов. Характеризующими являются линии с высокой интенсивностью.

Дифрактометрический анализ, выполненный на аппарате УРС-50ИМ, позволяет производить автоматическую запись кривых распределения дифрагированных исследуемым образцом рентгеновских лучей по углам, отсчитываемым в экваториальной плоскости гониометра. Высота максимумов на дифрактограмме прямо пропорциональна интенсивности отражения рентгеновских лучей.

Спектрофотометрический анализ широко применяется при изучении окраски минералов и дает возможность выделить полосы отражения и поглощения в видимой части спектра, характеризующие цвета минералов.

Анализ производился на спектрофотометре СФ-10, на котором возможно снимать спектры на интервале от 400 до 750 мкм.

В нераздробленном материале окраска минерала зачастую распределена неравномерно, поэтому засняты спектры диффузного от-

ражения порошков карбонатов.

Инфракрасная спектроскопия позволяет производить изучение карбонатов в соответствующей области спектра.

Анализы проводились на однолучевом инфракрасном спектрометре ИКС-12.

На полученных в результате съемки кривых находят свое отражение характерные для того или иного карбоната пиковые участки. Сопоставляя эти кривые с эталонными, мы можем охарактеризовать не только основной минерал, но и примеси. Причем примесь диагностируется не в элементарном виде, как при спектральном анализе, а в виде соединения. Так, например, в кальците (обр.15) выявлено наличие марганца в ощутимом количестве. Расшировка инфракрасного спектра показала, что марганец присутствует в виде родохрозитового компонента. Кобальт в доломите (обр.69) и анкерите (обр.53) присутствует в виде CoO ; железо в родохрозите (обр.14) представлено Fe_2O_3 .

Электронный парамагнитный резонанс, наблюдаемый в кристаллах, зависит от природы парамагнитного иона и от симметрии электрического поля кристалла. Когда концентрация парамагнитного иона в диамагнитном кристалле невелика спиновые взаимодействия, благодаря увеличению расстояния между парамагнитными ионами становятся слабее и в силу этого появляется возможность проявления так называемой сверхтонкой структуры спектров ЭПР.

Изучение спайных выколов кальцита проводилось на стандартном 3-х сантиметровом спектрометре РЭ-13-01 при комнатной ($300^{\circ}K$) и азотной ($77^{\circ}K$) температурах. Ориентация выколов $L_3 \parallel H$, т.е. ось третьего порядка параллельна внешнему магнитному полю.

Изучение кальцитов показало, что в них других примесей парамагнитных ионов кроме Mn^{+2} не имеется. Во всех случаях Mn^{+2} изоморфно замещает Ca^{+2} от 0,5 до 2-4%.

Электронный парамагнитный резонанс может быть использован и при изучении центров окраски типа F. Однако в изученных образцах не обнаружено центров окраски, аналогичных описанным в литературе (Самойлович, 1969).

Глава III. КАРБОНАТЫ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Карбонаты на медно-молибденовых месторождениях Армянской ССР распространены довольно широко как в рудных жилах, так и в жилах и прожилках собственно карбонатного состава.

Они представлены кальцитом, доломитом, анкеритом, в очень редких случаях родохрозитом.

Основное внимание уделено Каджаранскому, Дастакертскому и Айгедзорскому месторождениям. Собранный на этих месторождениях минерал вполне представлен и отображает общую картину распространения карбонатов. Всего отобрано и изучено 162 образца из тех участков жил и прожилков, где четко выражены взаимоотношения карбоната с рудными минералами, нашедшие свое отражение в различном характере поверхностей соприкосновения. Детальное и комплексное исследование всех факторов позволило достоверно определить место карбонатов в общем процессе рудообразования.

Окраска карбоната представлена целой гаммой цветов — от молочно-белого до буровато-черного, включая зеленоватые, розовые, желтые разности. Характеристика цвета и природа окраски для каждого конкретного случая рассмотрены отдельно.

Ниже приводятся результаты изучения карбонатов по отдельным месторождениям.

1) Каджаранское медно-молибденовое месторождение

Расположено на восточном склоне Зангезурского хребта (юго-восточная часть Армянской ССР) в верховьях р.Охчи.

Рудное поле Каджаранского месторождения приурочено в северному контакту Мегринского плутона с вулканогенной толщей нижнего эоцена. Оно сложено породами монцитовой интрузии и интрузии порфировидных гранитов и гранодиоритов.

Морфологически рудное тело месторождения представляет собой громадный штокверк, вытянутый в северо-западном близмеридиональном направлении параллельно простиранию основной контролирующей структуры — Дебаклинскому разлому.

Минералогический состав руд отличается большим разнообразием. Основными полезными компонентами являются молибден и медь. Кроме них в рудах содержатся рений, селен, теллур, висмут, золото, серебро. Из жильных минералов развиты кварц и

карбонат.

Карбонаты представлены кальцитом, доломитом и анкеритом, причем последний пользуется широким распространением.

а) Кальцит

На Каджаранском медно-молибденовом месторождении кальцит среди карбонатов по распространенности стоит на втором месте после анкерита.

Морфологически представлен жилами и прожилками с весьма широким диапазоном мощностей от долей до десятков см. В основном наблюдается сплошное заполнение прожилков (рудных и безрудных) и лишь в раздувах встречаются вытянутые ромбоэдрические кристаллы. Цвет кальцита белый с розовым оттенком разной степени интенсивности.

Химический и спектральный анализы, результаты которых приведены в работе, свидетельствуют о наличии примесей, среди которых в ощутимых количествах присутствуют Fe и Mn.

Термограммы кальцита идентичны приводимым в литературе (Иванова, 1961) и характеризуются одним эндотермическим эффектом с максимумом при температуре 1011° - 1014° .

На основании порошкограммы (дебаеграммы), данные которых совпадают с литературными (Михеев, 1957), произведено индентирование и рассчитаны следующие параметры элементарной ячейки кальцита (в Å) : $a = 4,932$; $c = 16,92$.

Дифрактометрический анализ подтвердил данные вышеуказанных методов анализа.

б) Доломит

Имеет ограниченное распространение и представлен прожилками мощностью 10-15 см. Цвет белый, желтоватый, кремовый.

Поэлементный состав доломита, выявленный спектральным анализом, свидетельствует о наличии значительного количества примеси железа.

На термограммах доломита рассчитаны площади термических эффектов каждого из компонентов и по ним можно судить об их количественных взаимоотношениях. Так, например, в обр.2 магнезиальная составляющая занимает 36,89% всей площади эффекта, а кальциевая - 63,11%; обр.69 - магнезиальная составляющая - 59,73%, кальциевая - 40,27%.

Методом порошка (дебаеграмм) доломит не диагностируется ввиду того, что получаемые данные неотличимы от таковых анкерита. Однако сочетание его с термическим анализом дает хорошие результаты.

На основании результатов рентгеновского анализа рассчитаны параметры элементарной ячейки доломита (в Å) : $a = 4,806$ и $c = 16,02$.

в) Анкерит

Среди карбонатов Каджаранского месторождения является наиболее распространенным.

При микроскопическом изучении шлифов выявляются зоны роста, обусловленные наличием примеси, представленной тонкораздробленным рудным и другим материалом. Последний при растворении анкерита выпадает в осадок, в котором при большом увеличении отмечены осколки пирита. Распределение примеси в пределах зоны роста неравномерное и количество ее убывает в направлении роста, т.е. к периферии кристалла.

В шлифах хорошо наблюдается блочность кристаллов анкерита, выражающаяся в одновременном погасании при скрещенных николях отдельных участков кажущихся едиными кристаллов.

Анкериты сильно трещиноваты. Полости трещин в ряде случаев выполнены кварцем, что хорошо наблюдается в раздувах. По времени образования он позже анкерита и является следствием проникновения растворов, насыщенных SiO_2 .

Результаты спектрального анализа свидетельствуют о том, что из примесных элементов в ощутимых количествах присутствует только марганец.

На термограммах анкерита, в отличие от таковых кальцита и доломита, наблюдаются три эндотермических максимума, причем во всех случаях максимумы, соответствующие диссоциации Ca - и Mg - составляющих выражены четко, а третий (диссоциация Fe - составляющей) выражен слабо, а в некоторых случаях фиксируется лишь слабый изгиб кривой на участке между максимумом диссоциации Mg - составляющей и минимумом, соответствующим началу диссоциации Ca - составляющей.

Результаты рентгенометрического (методом порошка) и дифрактометрического анализов позволили получить дополнительные характеристики анкеритов и определить параметры элементарной

ячейки.

2) Дастакертское медно-молибденовое месторождение

Расположено в юго-восточной части Армянской ССР, южнее с. Дастакерт у впадения ручья Мегрили в р. Кызкошты.

В геологическом строении месторождения участвуют в основном нижнеэоценовые порфириды и прорывающие их послесреднеэоценовые гранодиориты и кварцевые диориты. В рудном поле месторождения значительное место занимают контактовые роговики.

Отмечается большое разнообразие минералогического состава руд. Основными минералами, имеющими промышленное значение и широкое распространение в рудах, являются халькопирит, молибденит, борнит, пирит. Из жильных минералов наиболее распространенными являются кварц, полевые шпаты, карбонаты (кальцит, доломит, анкерит, в ограниченном количестве родохрозит).

а) Кальцит

Встречается в жилах и прожилках мощностью до 10 см, а также заполняет промежутки между сульфидами в кварц-карбонат-сульфидных прожилках.

Очень редки хорошо образованные кристаллы. Примером таковых являются скаленоэдрические кристаллы кальцита, выросшие в полости кварц-карбонат-сульфидного прожилка. В кристаллах наблюдается два слоя, где внешний является мелкозернистой матовой разностью с шероховатой поверхностью. Второй слой представлен молочно-белой разностью с хорошо выраженной спайностью.

Из примесных элементов в значительных количествах присутствует только марганец (по результатам химического и спектрального анализов), который в обр. 15 находится в виде родохрозита (данные ИКС), а в обр. 55 изоморфно замещает Ca^{+2} (данные ЭПР).

Термограммы характеризуются одним эндотермическим эффектом с максимумом при 1000° - 1051° . Температурный разброс объясняется различным содержанием примесей, что приводит к варьированию температуры максимума.

По результатам рентгенометрического и дифрактометрического анализов рассчитаны параметры элементарной ячейки кальцитов.

б) Доломит

Представлен в ограниченном количестве и составляет маломощные прожилки, невыдержанные по простиранию.

Учитывая прямую зависимость площадей термических эффектов от массы термоактивных компонентов, произведен расчет площадей для обеих составляющих доломита.

Результаты дифрактометрического анализа в совокупности с данными термического анализа (ДТА), позволяют достоверно диагностировать доломит.

в) Анкерит

Представлен 10-15 см жилами и прожилками, редко имея большую мощность. В отличие от кальцита и доломита зачастую встречается анкерит темной окраски. При их изучении под бинокулярным микроскопом (при этом сохраняется объемность рассматриваемого объекта) у отдельных индивидов отмечается, что карбонатной является лишь внешняя оболочка, а остальной объем в основном заполнен обломками сульфида.

Микроскопическое изучение шлифов свидетельствует о зональности анкеритов, обусловленной чередованием светлых (без примеси) и темных (с примесью) зон роста.

Дифференциальный термический анализ в сочетании с рентгенометрическим (метод порошка) и дифрактометрическим анализами четко характеризуют анкерит. В работе приведены соответствующие кривые и расчеты.

г) Родохрозит

Представлен немногочисленными маломощными прожилками и отмечается только в алабандиновой стадии минерализации (К.А. Карамян, 1961).

Дифференциальным термическим анализом получена термограмма, характеризующая родохрозит, с эндотермическим эффектом при 691° и экзотермическим при 792° .

На основании рентгенограммы (метод порошка) рассчитаны параметры элементарной ячейки родохрозита ($a \text{ \AA}$): $a = 4,750$; $c = 15,60$.

Дифрактометрическим анализом получены данные, подтверждающие диагностику предыдущими методами.

3) Айгедзорское медно-молибденовое месторождение

Расположено в Мегринском районе Армянской ССР, в левобережье р. Бугаяр, у впадения ее в р. Мегритет.

Район месторождения сложен гидротермально измененными, сильно трещиноватыми гранодиоритами и порфиритами, прорезанными кварцеворудными жилами.

Основными рудными минералами являются молибденит и халькопирит, в меньшей степени пирит, сфалерит и галенит. Карбонаты морфологически представлены жилами и прожилками собственно карбонатного заполнения, а также совместно с рудными минералами.

а) Кальцит

Среди карбонатов на месторождении является наиболее распространенным.

Химический и спектральный анализ образцов кальцита выявили состав примесей, среди которых в ощутимых количествах присутствует марганец.

Термограммы достоверно характеризуют кальцит. Некоторый температурный разброс обусловлен наличием примесей, содержание которых в образцах различное.

Выполнены также рентгенометрический (метод порошка) и дифрактометрический анализы и рассчитаны параметры элементарной ячейки.

В работе приведены результаты детального изучения карбонат-сульфидной жилки с параллельно-симметричным строением.

Карбонат подвергнут всестороннему изучению. В иммерсионном препарате показатель преломления на плоскости спайности (пр на IOII) равен 1,566, что соответствует кальциту. ДТА и рентгеновские методы исследования также однозначно диагностируют карбонат как кальцит.

Пириты в основном имеют неправильную форму с разьединенными границами. Электролитическим травлением выявлены зоны роста отдельных зерен пирита с весьма причудливой скульптурой. Ширина зон сильно варьирует в пределах одного зерна.

Молибденит представлен мелкими чешуйками на стыках кальцитовых выделений, а также в трещинах раздробленных зерен пирита.

Халькопирит представлен зернами неправильной формы, ха-

рактер границ которых свидетельствует о частичном замещении его кальцитом. Отчетливо наблюдается проникновение халькопирита по трещинам в пирите и между его обломками.

Взаимоотношения сульфидов между собой, а также с кальцитом проиллюстрированы в работе микрофотографиями полированных и прозрачных шлифов.

Кварц в виде реликтов отмечается в полях карбоната. О том, что это реликты, свидетельствует одновременное погасание разрозненных выделений кварца, некогда представлявших единое зерно.

В центральной части жилки наблюдаются выделения халцедона желтовато-коричневой окраски разной интенсивности. В шлифах отчетливо наблюдается проникновение халцедона по трещинам спайности кальцита, что доказывает его позднее образование по отношению к последнему.

б) Доломит

Имеет весьма ограниченное распространение и слагает маломощные (до 2-3 см) и невыдержанные по простиранию прожилки.

Термическим и рентгенометрическим анализами получены данные, являющиеся для доломита характеристическими.

в) Анкерит

По распространенности значительно уступает кальциту. Изучение химического состава и спектральный анализ позволили составить представление об основных и примесных элементах.

Данные дифференциального термического анализа наиболее достоверно диагностируют анкерит. Рентгенометрический и дифрактометрический анализы позволяют получить дополнительные характеристики, необходимые для расчета параметров элементарной ячейки и диагностики.

Глава IV. КАРБОНАТЫ МЕДНО-КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Карбонаты на медно-колчеданных месторождениях по сравнению с медно-молибденовыми менее распространены. Они в основном представлены прожилками небольшой мощности (от долей до 2 см). Жилы и прожилки большей мощности встречаются редко. Карбонатная жила мощностью около метра отмечена на Шаумянском участке Кафанского месторождения, результаты изучения которой приведены ниже.

Карбонаты на медно-колчеданных месторождениях представлены в основном кальцитом и лишь изредка доломитом.

Изучены карбонаты Кафанского, Ахтальского и Шамлугского месторождений.

Комплексное изучение карбонатов позволило учесть все факторы процессов карбонатообразования и определить их место в общем рудном процессе.

1) Кафанское медное месторождение

Расположено в юго-восточной части Армянской ССР, вблизи г. Кафана.

Рудное поле месторождения сложено туфогенно-осадочными породами юрского возраста - кварцевыми, кварцево-плаггиоклазовыми и плаггиоклазовыми порфиритами, их туфами и туфобрекчиями.

Морфологически оруденение представлено рудными телами двух типов - жильным и штокверковым. Минеральный состав руд исключительно прост и представлен в основном халькопиритом и пиритом, а из нерудных минералов - кварцем и карбонатом.

а) Кальцит

Представлен маломощными (1-2 см) прожилками и очень редко жилами как собственно карбонатного заполнения, так и с сульфидными минералами.

Результаты дифференциального термического анализа в сочетании с данными дифрактометрии позволили достоверно диагностировать кальцит. В работе приведены соответствующие кривые и расчеты по ним.

Детально изучена кальцитовая жила Шаумянского участка, пересекающая в значительной мере гидротермально переработанные барабатумские порфириты, содержащие многочисленные прожилки буровато-черного цвета.

Кальцит представлен двумя разновидностями - белой и темной, окраска которой распределена неравномерно. Результаты дифференциального термического анализа для обеих разновидностей идентичны: один эндотермический эффект при 985° .

При рентгенометрическом анализе (методом порошка) выявилось резкое преобладание числа линий белой разновидности над таковыми темной. Это, очевидно, объясняется наличием марганца, который обладая частичной рентгеноаморфностью, завуалировал ряд линий.

Темная разновидность была обработана разбавленной HCl (1:5), в результате чего получен осадок (нерастворимый остаток), детальное изучение которого спектральным, дифференциальным термическим, рентгенометрическим и дифрактометрическим методами анализа позволило диагностировать его как псиломелан. Он по отношению к кальциту является протогенетическим, т.е. возник до кристалла - хозяина и был захвачен им во время роста. Источником псиломелана являются буровато-черные прожилки в барабатумских порфиритах.

Изучение прозрачных и полированных шлифов позволило выяснить взаимоотношения кальцита с кварцем и сульфидами. Повсеместно кальцит образовался позже кварца, что весьма наглядно зафиксировано на микрофотографиях, приведенных в работе. На них хорошо видны реликты кварца и сульфидов в кальцитовых полях.

б) Доломит

Имеет весьма ограниченное распространение, маломощны и невыдержаны по простиранию.

Дифрактометрический анализ подтвердил результаты дифференциального термического анализа. На дифрактограммах выделяются максимумы, характеризующие доломит.

2) Ахталское месторождение

Находится в Туманянском районе Армянской ССР, в 2,5 км к северо-западу от ст.Ахтала и в 14 км от г.Алаверди.

В геологическом строении месторождения принимают участие вулканогенные породы юрского возраста - кварцевые порфиры, перекрывающиеся мощной толщей темно-зеленых порфиритов и их туфобрекчий.

Рудные тела представлены плоскими линзами и гнездами.

Минералогический состав руд сложный. Преобладающими являются из рудных минералов пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, а из жильных - барит и кварц. Карбонаты представлены в незначительном количестве, да и то только кальцитом.

Весьма интересными и своеобразными являются друзы секториальных кристаллов кальцита, удостоенные особого внимания ввиду того, что редки и являются первой находкой в Армянской ССР (переданы нам А.Г.Казаряном).

Друзы кристаллов образовались на гематит-пиритовом субстрате, причем присубстратные части представлены исключительно

темной разновидностью, а с удалением от него наблюдается увеличение доли белой разновидности. Кристаллы кальцита по тройной оси имеют длину 3-5 см. В поперечном разрезе хорошо наблюдается секториальное распределение примеси. Кристаллы секториального кальцита состоят из комбинации трех простых форм - $\{10\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}2\}$; $\{01\bar{1}2\}$. Ромбоэдр $\{10\bar{1}2\}$ представлен темной разновидностью.

Для обеих разновидностей наблюдается одинаковый эндотермический максимум, характерный для кальцита. Спектральный, рентгенометрический и дифрактометрический анализ также выявили их идентичность.

Темная разновидность обработана разбавленной HCl (1:5). Спектральный анализ полученного нерастворимого остатка выявил резкое преобладание Si и Fe. Наличие Si объясняется присутствием кварца (наблюдается в шлифах).

1366
Нерастворимый остаток подвергнут рентгенометрическому анализу (методом порошка) в лабораториях Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева (г. Ташкент), КИМС (г. Тбилиси) и НИГМИ (г. Ереван). Обработка результатов анализа свидетельствует о наличии в кальците в виде примеси гематита (а, возможно, и гидрогематита), который протогенетичен по отношению к кристаллу-хозяину (кальциту).

3) Шамлугское месторождение

Находится у с. Шамлуг Алавердского района Армянской ССР, в 16 км от ст. Ахтала.

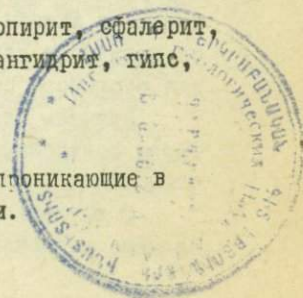
Район месторождения сложен вулканогенными отложениями среднеюрского возраста. Основными рудовмещающими породами являются кератофиры, туфы и туфобрекчии.

Рудные тела в верхних горизонтах представлены штоками, линзами и гнездами, а на нижних - жилами и штокверковыми зонами.

Минералогический состав руд: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит; из нерудных - кварц, серицит, барит, ангидрит, гипс, карбонаты.

а) Кальцит

Слегает прожилки, зачастую волосовидные, проникающие в трещинки сульфидов или цементирующие их обломки.



В работе приведены результаты химического и полуколичественного спектрального анализов, позволяющие судить об основных компонентах и примесных элементах.

Термограммы кальцитов характеризуются одним эндотермическим эффектом диссоциации с максимумом при $1010 - 1020^{\circ}$ (наблюдается температурный разброс вследствие некоторой разницы состава).

б) Доломит

Имеет весьма ограниченное распространение.

Результаты полуколичественного спектрального анализа свидетельствуют о наличии ряда элементов (Fe, Mn, Ba, Sr) в ощутимых количествах в качестве примеси.

Термограммы доломита характеризуются двумя эндотермическими эффектами диссоциации Mg - и Ca - составляющих с максимумом соответственно при 823° и 940° .

Глава V. ОКРАСКА КАРБОНАТОВ

Цвет характеризуется определенной длиной волны света от 380 до 770 мкм.

Цвета, встречающиеся в природе, разделяются на ахроматические и хроматические.

Карбонаты в целом отличаются цветами слабой интенсивности, за исключением основных безводных карбонатов меди (малахит, азурит). В основном это окраска розоватых, желтоватых и буроватых тонов. По своей природе окраска бывает как идиохроматическая (вызванная присутствием хромофоров или дефектами в структуре), так и аллохроматическая (вызванная присутствием посторонних физических или химических примесей). Примером идиохроматической может служить розовая окраска родохрозита из Дастакерта (обр. I4), в состав которого входит Mn, являющийся сильным хромофором. Аллохроматической является окраска вышеописанных кальцитов из Ахталы и Кафана. Для первого причиной окраски является наличие в кальците включений гематита и гидрогематита, а для второго - псиломелана.

Причины окраски изученных карбонатов рассмотрены по результатам полуколичественного спектрального анализа и по спектрам отражения, снятым на спектрофотометре СФ-10.

В изученных месторождениях в основном встречены простые и сложные карбонаты Ca, Mg, Fe и Mn. Собственно примесными яв-

ляются Ni, Co, Ti, V, Cr, Cu , относящиеся к IV периоду системы Менделеева. Исключение составляет Pb , относящийся к VI периоду. Столь широкий диапазон примесных элементов должен был, казалось, обусловить разноокрашенность карбонатов. Однако, однообразие окраски карбонатов (белый, желтоватый и розовый цвета) свидетельствуют о том, что наличие этих элементов на окраску не повлияло.

Из примесных элементов по всем изученным карбонатах присутствует Mn , который является основным красящим компонентом. Интенсивность окраски (от бледно-розоватого до розового) зависит от содержания Mn в данном образце.

Окраска темных (синеvато-серых, темно-бурых, буровато-черных) карбонатов обусловлена вхождением в них примесей в виде соединений в разном агрегатном состоянии. Несмотря на одинаковую или близкую окраску, причина ее в каждом отдельном случае разная. Например, буровато-черная окраска обусловлена в одном случае гематитом и гидрогематитом, в другом - псиломеланом, в третьем - мелкораздробленным пиритом. В последнем образце при большом увеличении под карбонатной оболочкой наблюдаются осколки кристаллов пирита. Кривые спектрального отражения интерпретированы по методике, описанной в главе "Методика изучения карбонатов".

Спектры подавляющего большинства изученных карбонатов тяготеют к верхней части прямоугольного графика, что свидетельствует о высоком проценте отражения, т.е. светлых тонах минералов. Вместе с этим на всем интервале спектра видимого света (400-750 мкм) кривые имеют незначительные пологие и широкие полосы в пределах того или иного спектрального цвета. Эти полосы свидетельствуют о незначительных колебаниях процента отражения, не влияющих на окраску данного карбоната. Общая тенденция повышения процента отражения от фиолетовой к красной области спектра свидетельствует об однообразной с незначительными колебаниями окраски. В основном это розовая окраска, что на кривых выражается понижением процента отражения в фиолетовой области спектра. Обособленно расположены кривые отражения темноокрашенных карбонатов. Уже нахождение их в средней и нижней частях прямоугольного графика, указывает на темную окраску. Чем ниже находится кривая, т.е. ниже процент отражения, тем темнее минерал. Наименьший процент отражения у анкерита из Дастакерта

(обр.53) - 28%.

Единственным минералом, спектр которого выявил узкую ярко выраженную полосу в фиолетовой области спектра, явился родохрозит. Этой полосой, максимум которой проявляется при 410 мик, обусловлена розовая окраска родохрозита.

Глава VI. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КАРБОНАТОВ С ОРУДЕНЕНИЕМ

Изучение возрастных взаимоотношений карбонатов с рудными минералами позволило с возможной степенью достоверности определить место карбонатов в общем рудном процессе.

Решение этого вопроса потребовало самого тщательного изучения взаимоотношений карбонатов с рудными минералами и кварцем на фактическом материале полевых наблюдений и исследования прозрачных и полированных шлифов.

Изучение фактического материала позволило весьма определенно высказаться за послерудность карбонатов, подтверждением чего являются приведенные результаты исследования.

Поскольку карбонаты изучены на фоне общего развития процесса рудообразования, вернее на его том отрезке, где образуется комплекс кварц-сульфиды-карбонат, для более детального рассмотрения взаимоотношений между составляющими комплекс минералами их изучение проводилось попарно, а именно:

1) кварц - рудный минерал; 2) рудный минерал - рудный минерал; 3) кварц - карбонат; 4) рудный минерал - карбонат; 5) карбонат - карбонат.

Количество пар для каждого конкретного случая разное в зависимости от наличия указанных минералов.

Небезынтересно отметить, что вслед за карбонатом образуется халцедон за счет кварца, растворившегося при повышении щелочности.

Изучением симметрично-параллельной жилки Айгедзорского месторождения, установлено, что первоначально она была кварц-сульфидной, где по времени вначале образовался кварц.

Изменение pH раствора после образования сульфидов в сторону повышения щелочности создает благоприятные условия для карбонатообразования, что одновременно приводит к растворению кварца и сульфидов. И как следствие этого в жилке наблюдаются реликты кварца и разведенные зерна сульфидов.

Выделения халцедона приурочены к границам зерен карбоната, а также к трещинам спайности.

Такова общая картина образования и развития жилки. Она свидетельствует также о непрерывности минералообразования в едином постмагматическом процессе.

Таким образом, достоверно доказывается образование карбонатов, независимо от их состава, после сульфидов. Указания о выделении карбонатов в промежуточные стадии минералообразования является следствием недоизученности взаимоотношений минералов с точки зрения их образования во времени и пространстве без учета изменений физико-химических условий минералообразования и в первую очередь кислотности-щелочности растворов.

Дачный комплекс на изученных месторождениях представлен довольно широко с определенной спецификацией состава для каждого из них. Так, например, на Каджаранском медно-молибденовом месторождении жильные породы представлены гранодиорит-порфирами, сиенит-порфирами, гранит-порфирами, диорит-порфирами при преобладании первого. На Дастакертском медно-молибденовом месторождении дайки представлены диорит-порфиритами и диабазовыми порфиритами. На Айгедзорском медно-молибденовом месторождении, Кафанском и Шамлугском медных месторождениях широко распространены дайки диабазовых порфиритов. На указанных месторождениях дачный комплекс дорудный, что доказывается наличием в них оруденения, а также проникновением в тела даек рудных прожилков, устанавливаемое в ряде случаев лишь при тщательном изучении срезов под микроскопом.

Поскольку вопрос о взаимоотношениях даек и оруденения весьма существенен при изучении месторождений, то достоверное и однозначное его решение играет немаловажную роль при общей оценке характера и степени оруденения, позволяет судить о масштабах месторождения.

При совместном нахождении даек и оруденения время образования каждого из них (относительно друг друга) может быть определено при детальном минералогическом изучении. При этом почти всегда наблюдаются тончайшие прожилки рудных минералов, проникшие в тело дайки.

Очень часто дайки и оруденение пространственно разобщены, что делает невозможным определение их относительно возраста.

Рудные минералы и карбонаты являются продуктами единого постмагматического процесса, причем карбонаты образуются после рудных минералов. Поэтому в случае пространственной разобщенности даек и оруденения, относительный возраст даек может

быть определен на основании изучения взаимоотношений даек и карбонатов.

Следовательно, карбонаты являются образованиями, которые позволяют косвенным путем решать вопрос о взаимоотношениях даек и оруденения в случае пространственной разобщенности последних.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты изучения карбонатов ряда медно-молибденовых и медно-колчеданных месторождений Армянской ССР позволяют сделать следующие выводы.

1. Карбонаты на изученных месторождениях представлены в основном кальцитом, анкеритом и доломитом, а в очень редких случаях родохрозитом. Каждое из изученных месторождений характеризуется преобладанием определенного карбоната. Так, например, на Каджаранском и Дастакертском медно-молибденовых месторождениях преобладает анкерит, на Айгедзорском медно-молибденовом и Кафанском медном месторождении - кальцит. Доломит на всех изученных месторождениях имеет весьма ограниченное распространение.

2. Достоверность диагностики может быть гарантирована комплексным применением методик. Наиболее рациональным является комплексное применение дифференциального термического анализа, рентгеновской дифрактометрии и иммерсионного анализа. Другими методами анализа выявляются менее общие, присущие только данному карбонату частные характеристики, которые позволяют поновому подойти к диагностике того или иного карбоната. Так, например, диагностика родохрозита спектрофотометрически; обоснование данными инфракрасной спектроскопии наличия большого количества марганца в кальците присутствием родохрозитового компонента; выявление электронным парамагнитным резонансом замещения в кальците кальция марганцем и т.п.

3. Подавляющее большинство карбонатов окрашено в бледные розоватые и желтоватые тона.

Исследованиями выявлена как идиохроматическая, так и аллохроматическая окраска карбонатов. К первой относится розовая окраска родохрозита и ряда кальцитов и анкеритов, обусловленная наличием марганца, как сильного хромофора. Аллохроматическая окраска обр.100 и 101а вызвана присутствием в кальците в качестве примеси псиломелана (обр.100) и гематита (обр.101а), а в

аннерите (обр. 54а) - субмикроскопическими осколками пирита.

4. Примеси в карбонатах, присутствующие в виде самостоятельных соединений, в одних случаях проявляют приуроченность к пирамидам нарастания определенных кристаллографических форм (например, гематит в кальците из Ахталы приурочен к пирамидам нарастания ромбоэдра $\{01\bar{1}2\}$. Примерами механической примеси без определенной приуроченности к кристаллографическим элементам минерала-носителя (карбоната) является псиломелан в кальците из Кафана и мелкораздробленный пирит из Дастакерта.

Во всех трех случаях примесь протогенетическая, т.е. возникла до образования кристалла-хозяина и была захвачена им в период роста.

5. Влияние pH среды на кристаллизацию карбонатов является определяющим фактором. Щелочная среда, благоприятная для образования карбонатов, одновременно способствует растворению сульфидов и кварца. Закономерная последовательность перехода кислотной стадии в щелочную предопределяет также последовательность минералообразования: вначале образуются кварц и сульфиды, как продукты устойчивые в кислой среде, а затем с возрастанием значения pH, т.е. щелочности кристаллизационной среды, карбонаты, как устойчивые в щелочной.

6. Приведенными исследованиями доказано, что карбонаты в едином рудном процессе образуются только после сульфидов и не могут быть отнесены к продуктам ранних или средних стадий минерализации. Доказательством послесульфидности является пересечение и разъедание карбонатом кварца и сульфидов. После карбоната образуется халцедон, материалом для которого служит SiO_2 растворившегося в щелочной среде кварца. Образованию халцедона способствует уменьшение щелочности раствора в результате кристаллизации карбонатов.

В результате исследований намечается следующая последовательность образования минералов: кварц-сульфиды-карбонат-халцедон.

7. Наблюдаемое при изучении взаимоотношений карбонатов и даек повсеместное проникновение апофиз карбонатных жил и прожилков в дайки свидетельствует о дорудном последних и является еще одним признаком при определении возрастных взаимоотношений даек и оруденения в случае их пространственной разобщенности.

8. Определенно установленное временное и пространственное

размещение карбонатов в пределах рудных полей и рудных тел позволяет рассматривать их в сочетании со структурами, минеральным составом, гидротермально измененными породами и другими в качестве косвенного поискового признака.

На ряде месторождений в рудных телах карбонат тесно ассоциируется с сульфидами, слагая отдельные участки в рудоносных структурах. Наряду с этим карбонат также представлен обособленными от рудных тел прожилками и жилами.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Новое о "Черном" кальците Кафанского месторождения. ДАН Арм. ССР, т.Х, IУ, № I, 1967 (в соавторстве с А.Г.Казаряном и Р.С.Галстян).
2. Об окраске секториального кальцита Ахтальского месторождения. Зап.Арм.отд.ВМО, № 4, 1970 (в соавторстве с А.Г.Казаряном и Г.Е.Кочиняном).
3. Об "арагоните" из Араратского месторождения травертинов. Научные труды НИГМИ, вып. IX 1971 (в соавторстве с Г.Е.Кочиняном).
4. О карбонат-сульфидной минерализации Айгедзорского месторождения. Научные труды НИГМИ, вып. IX, 1971 г.



Заказ И81

ВФ 03842

Тираж И80

Цех "Ромайор" Ереванского государственного университета, Ереван-49, ул. Мравяна № I

1366