

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ имени акад. И. М. ГУБКИНА

На правах рукописи

Э. А. ХАЧАТУРЯН

**КОЛЧЕДАННАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ
АРМЯНСКОЙ ССР**

(МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ И ГЕНЕЗИС РУД)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

БАКУ — 1968

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ имени акад. И. М. ГУБКИНА

На правах рукописи

Э. А. ХАЧАТУРЯН

КОЛЧЕДАННАЯ РУДНАЯ ФОРМАЦИЯ
АРМЯНСКОЙ ССР

(МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ И ГЕНЕЗИС РУД)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

БАКУ — 1968



*Дорогому Степану Барсегиану
Абовяну на добрую память
10.1.69г.
Арапий*

985

Работа выполнена в Институте геологических наук АН Армянской ССР.
Официальные оппоненты:

1. Академик АН Азерб. ССР, доктор геолого-минералогических наук, профессор М. А. КАШКАЙ.
2. Академик АН Арм. ССР, доктор геолого-минералогических наук, профессор И. Г. МАГАКЬЯН.
3. Доктор геолого-минералогических наук, профессор С. М. СУЛЕЙ-МАНОВ.

Ведущее предприятие: Управление геологии Совета Министров Армянской ССР.

Автореферат разослан « » 1968 г.

Защита диссертации состоится « » 1969 г.

на заседании Ученого Совета Института геологии им. акад. И. М. Губкина по присуждению ученых степеней по геолого-минералогическим наукам.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института геологии.

Ваш отзыв в 2-х экземплярах просим направить по адресу: Баку—5, ул. Низами, 67.

Ученый секретарь Ученого
Совета канд. геол.-мин. наук

(И. А. ШИРВАНЗАДЕ)

Выяснение вопросов формирования и закономерностей пространственного размещения колчеданного оруденения является весьма актуальной и важной задачей. В изучение колчеданных месторождений, распространенных в различных регионах Советского Союза, своими углубленными исследованиями большой вклад внесли А. Н. Заварицкий, В. И. Смирнов, Е. Е. Захаров, М. Б. Бородаевская, В. Г. Грушевой, В. Н. Котляр, Ш. А. Азизбеков, М. А. Кашкай, И. Г. Магакьян, С. С. Мкртчян, Г. С. Дзоценидзе, Г. А. Твалчрелидзе, С. Н. Иванов, Г. И. Керимов, Б. С. Вартапетян, П. Ф. Иванкин, Г. Ф. Яковлев, Н. С. Скрипченко и многие другие.

Месторождения колчеданных руд Армянской ССР являются важной сырьевой базой для цветной металлургии и химической промышленности республики. Благодаря большим и комплексным геологическим работам, проведенным в Армянской ССР за последние два-три десятилетия, перспективы Алавердского и Кафанского рудных районов—ведущих горнорудных центров Закавказья расширились. Вместе с развитием горнодобывающей промышленности, в последние годы, в связи с возросшей потребностью в медных рудах, здесь проводятся значительные поисковые работы, направленные на дальнейшее расширение сырьевых ресурсов указанных районов. Много сил и энергии в организацию поисковых и разведочных работ вложили геологи Управления геологии Совета Министров Армянской ССР, действующих рудников, Института геологических наук и ряда других учреждений.

Систематическое изучение геологического строения, структуры, магматизма и рудоносности Алаверди-Кафанского металлогенического пояса и Базумского рудного района, проводимое в течение многих лет большим коллективом геологов,

значительно расширило наши представления о закономерностях размещения колчеданного оруденения на территории Армянской ССР и сопредельных районов. Вместе с тем, с целью выяснения и более полного освещения некоторых особенностей условий образования колчеданных месторождений, в 1954 г. было начато систематическое минералого-геохимическое изучение месторождений колчеданных руд Армении.

Минералогический раздел работы посвящен описанию гипогенных рудослагающих минералов, выявлению их генераций и парагенетических соотношений. В результате проведенных исследований в колчеданных рудах впервые установлен и описан ряд редких минералов: сульфидов, теллуридов и др.

Геохимический раздел работы составлен на основании результатов многочисленных определений элементов в мономинеральных фракциях главнейших сульфидов и некоторых сульфосолей, а также в рудах и горных породах методами приближенно-количественного спектроскопического, химического и колориметрического анализов. Особое внимание при этом уделено вопросу распределения редких и рассеянных элементов в различных типах руд.

Анализ большого фактического материала, накопленного за последние годы, позволил автору обосновать новыми данными точку зрения о субвулканическом происхождении колчеданных месторождений Армении, характеризующихся всеми признаками близповерхностных, средне-низкотемпературных гидротермально-метасоматических образований. Однако следует отметить, что эта точка зрения не претендует на исчерпывающее решение вопроса происхождения колчеданных руд, хотя в значительной мере способствует направлению поисковых работ и находит все больше сторонников среди геологов-практиков.

Результаты исследований, на отдельных стадиях выполнения данной темы, изложены в промежуточных отчетах автора. Новые данные частично опубликованы в периодической литературе и доложены на семинарах и конференциях.

Работа состоит из введения, шести глав, основных выводов и списка литературы. Объем работы составляет 465 страниц машинописного текста с приложением 52 таблиц и 63 гра-

фигов, рисунков и микрофото шлифов. При ее выполнении с 1954 по 1964 гг. автор почти систематически руководил работами экспедиции Института геологических наук по изучению закономерностей образования и размещения колчеданных месторождений на территории республики. За это время изучен накопленный фактический материал по месторождениям Алавердского, Кафанского и Базумского рудных районов, а также рассмотрены и предварительно оценены рудопроявления, тяготеющие к промышленным объектам.

Колчеданная рудная формация Армянской ССР, объединяющая в себе весьма сходные по геологическим условиям образования медно-серноколчеданные и тесно связанные с ними колчеданно-полиметаллические месторождения, сохраняет за собой важное значение в металлогении Малого Кавказа и приурочена к двум различным по возрасту тектоно-магматическим комплексам, развитым в пределах Сомхето-Карабахской и Севано-Амасийской геотектонических зон. Наиболее значительные месторождения колчеданных руд—Алавердское, Шамлугское, Ахталское, Кафанское, Шаумян-Халаджское связаны с юрским, а относительно небольшие по масштабу оруденения—Тандзутское, Чибухлинское и ряд мелких рудопроявлений—с эоценовым тектоно-магматическими комплексами.

ГЛАВА I. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ИЗУЧЕННОСТИ КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Медноколчеданные и колчеданно-полиметаллические руды Алавердского, Шамлугского, Кафанского, Ахталского и других месторождений были известны с древнейших времен и разрабатывались примитивным способом. Затем рудники были заброшены и горнодобывающие работы на них были возобновлены во второй половине XVIII в. Позднее, примерно в сороковых-пятидесятых годах XIX столетия месторождения Алавердского района посетили иностранные путешественники и ученые. Новый и наиболее важный этап систематического изучения рудных месторождений начинается после установления Советской власти в Армении. Проводимые в широком масштабе поисково-разведочные работы позволяют расширить

перспективы известных месторождений и вскрыть новые рудоносные площади. Подчеркивается особая роль металлогенических исследований И. Г. Магакьяна, С. С. Мкртчяна, В. Н. Котляра, Б. С. Вартапетяна, В. Г. Грушевого и других геологов в познании закономерностей образования и размещения месторождений полезных ископаемых Армянской ССР.

ГЛАВА II. КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУДНЫХ РАЙОНОВ И КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Описание стратиграфии, тектоники и магматизма Алавердского, Кафанского и Базумского рудных районов и расположенных в их пределах главнейших колчеданных месторождений приводится отдельно с использованием данных новейших геологических исследований и дополнением результатов наших наблюдений.

Колчеданные месторождения объединяются в три основные группы: Алавердскую, Кафанскую и Тандзут-Чибухлинскую. Первые две группы объединяют главнейшие медные и, отчасти, колчеданно-полиметаллические месторождения северной и юго-восточной частей республики, а Тандзут-Чибухлинская, примыкающая с северо-востока к Алавердской группе, характеризуется серноколчеданными месторождениями с небольшой ролью медных и полиметаллических руд.

При описании отдельных месторождений использованы новые данные, полученные за последние годы в результате проведения комплексных исследований. По каждому месторождению приводятся необходимые сведения по геологическому строению участка, структурному контролю оруденения, морфологии и условиям залегания рудных тел.

Небольшие разделы посвящены описанию околорудных изменений вмещающих пород и положения колчеданного оруденения в схеме металлогенического развития территории республики.

Алаверди-Кафанская металлогеническая зона в целом характеризуется широким развитием мощных вулканогенно-осадочных толщ юрского, мелового и третичного возраста, слага-

ющих пологие складки общекавказского простираания. Она располагается в пологоскладчатой Сомхето-Карабахской геотектонической зоне.

Весь комплекс вулканогенных пород базальт-андезит-дацитово́й формации в различных частях структурно-металлогенической зоны прорван гранитоидными интрузиями умеренно кислого состава, которые отчетливо подразделяются на две возрастные группы: нижнемеловые (предсеноманские) и послесреднеэоценовые. Наряду с гранитоидными интрузиями широко развиты, особенно в рудных районах, штоки, дайки и лакколитоподобные тела средне-верхнеюрских и среднеэоценовых кварцевых порфиров (кварцевых дацитов) и альбитофи́ров (натриевых липаритов, липарито-дацитов), представляющих собой субвулканические образования.

Алавердский и Кафанский рудные районы в геолого-структурном отношении характеризуются многими сходными чертами. Разрез юры в обоих районах начинается вулканогенными образованиями нижнего байоса, выше по разрезу сменяющимися отложениями верхнего байоса. Промышленное медно-серноколчеданное и колчеданно-полиметаллическое оруденение приурочено преимущественно к умеренно кислым и кислым разностям вулканогенных пород верхнебайосского возраста.

В Алавердском рудном районе на верхний байос налегают отложения бата, келловей и оксфорда. В отличие от Алавердского, в стратиграфическом разрезе пород Кафанского района образования верхов средней юры (бат) и низов верхней юры (келловей, оксфорд) отсутствуют и верхний байос перекрывается непосредственно отложениями лузитана-кимериджа и титона-нижнего валанжина. Роль верхнеюрского вулканогенно-осадочного комплекса в локализации оруденения незначительна.

В Алаверди-Кафанской зоне благоприятным структурным фактором для локализации колчеданного оруденения явились брахиантиклинальные складки северо-западного простираания; промышленные концентрации колчеданных руд размещены в присводовых частях последних, особенно в местах их пересечения разрывными нарушениями.

В рудных районах значительным развитием пользуются разнообразные интрузивные породы, отличающиеся друг от друга как по петрографическому составу, так и по времени внедрения.

В Алавердском районе интрузивные породы приурочены к северо-восточному крылу крупной Алавердской антиклинальной складки северо-западного простирания и по условиям образования и фации глубинности подразделяются на две группы: гипабиссальные интрузии гранитоидов—кварцевые диориты, гранодиориты, граниты и др. слагают более или менее крупные массивы, и дорудные субвулканические тела кварцевых порфиров и альбитофиров, образующих силлы, лакколиты, штокообразные и дайкообразные тела.

В вопросе возраста гранитоидных и субвулканических интрузий района мнения исследователей расходятся. Одни рассматривают их как третичные образования, а другие считают их разновозрастными и более древними, чем третичные интрузии. Полевые наблюдения и лабораторные исследования привели к выводу о том, что субвулканические тела кварцевых порфиров и альбитофиров тесно связаны с юрским вулканизмом и по возрасту древнее гранитоидных интрузий. К наиболее важным данным, определяющим их возрастные взаимоотношения относятся:

1) трансгрессивное налегание сеноманской осадочно-вулканогенной толщи на размытую поверхность пород Кохбского кварц-диорит-гранодиоритового массива,

2) наличие базальных конгломератов в основании сеноманской толщи и нахождение в них галек интрузивных пород, слагающих Кохбский массив и связанные с ним жильные дебриваты,

3) пересечение альбитофировых тел апофизами Чочканского интрузивного массива (к юго-западу от с. Чочкан) и наличие в породах последнего оплавленных ксенолитов и брекчий альбитофиров,

4) определение калий-аргоновым методом нижнемелового возраста интрузивных пород (90—130 млн. лет по шкале абсолютной геохронологии),

5) установление абсолютного возраста кварцевых порфиров и альбитофиров тем же методом в пределах 151—155 млн. лет, что по общепринятой шкале соответствует средне-верхнеюрскому времени.

В *Алавердской группе месторождений* рассматриваются Шамлугское и Алавердское медные и Ахталское барито-полиметаллическое месторождения. Геолого-структурные условия размещения оруденения на всех трех месторождениях весьма близки. Барито-полиметаллические и медные руды приурочены к различным вулканогенным горизонтам верхний байос-батских отложений. Наиболее низкое стратиграфическое положение занимает колчеданно-полиметаллическое оруденение Ахталы, размещенное в кварцевых порфирах ахталской свиты преимущественно на контакте с порфиритами дебедской свиты; выше по разрезу, в порфиритах дебедской свиты, туфобрекчиях порфиритов кошабердской свиты и в кератофирах (липарито-дацитах) алаверди-шамлугской свиты локализованы жилы и штоки Шамлугского месторождения. Наиболее высокое стратиграфическое положение занимает медноколчеданное оруденение Алавердского месторождения; оно приурочено к агломератовым туфам шахтахтской свиты (бат).

В структурном отношении месторождения Алавердской группы размещены в пределах Дебедской брахиантиклинали, в присводовой ее части (Ахтала) и на крыльях (Шамлуг, Алаверди). В контроле оруденения немаловажное значение имеют разрывные нарушения, которые наиболее отчетливо фиксируются в рудных полях. Барито-полиметаллическое оруденение Ахталы контролируется разрывными нарушениями близмеридионального и северо-западного простирания. Медноколчеданное оруденение Шамлугского месторождения развивается вдоль широтных и северо-восточных, а полиметаллическое—вдоль более поздних северо-западных нарушений. Медноколчеданное оруденение на Алавердском месторождении контролируется крупным меридиональным нарушением, прослеженным вдоль Алавердского ручья по простиранию на несколько километров.

Рудные тела, морфологически представленные штоками, линзами, жилами и зонами прожилково-вкрапленных руд, сло-

жены в основном массивными медно-серноколчеданными и колчеданно-полиметаллическими рудами с значительным развитием в них барита (Ахтала) и гидротермального ангидрита и гипса (Алаверди). Руды всех трех месторождений по соотношению основных слагающих компонентов подразделяются на следующие типы: серноколчеданный, медно-серноколчеданный, медно-цинковый, медно-свинцово-цинковый, борнитовый и баритовый.

В Кафанском рудном районе широко развиты мощные толщи вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород средней и верхней юры, которые в восточной части перекрываются карбонатными отложениями верхнего мела.

Гранитоидные интрузии (Цавский массив) и субвулканические кварцевые порфиры и альбитофиры Кафанского рудного района в возрастном отношении весьма близки с аналогичными образованиями Алавердского района. Возраст субвулканических тел средне-верхнеюрский, а гранитоидных интрузий—дотуронский. Время формирования Цавского массива, расположенного в 30 км к югу от Кафанского месторождения, определяется на основании: 1) нахождения его в единой с Алавердским рудным районом Сомхето-Карабахской геотектонической зоне, в пределах которой известны заведомо нижнемеловые интрузии (Кохбский, Чочканский, Мехманинский и др.), 2) обнаружения А. Н. Соловкиным в базальном конгломерате турона в бассейне р. Гочас-чай хорошо окатанных галек розовых гранитов, весьма сходных с гранитами Цавской интрузии и 3) определений абсолютного возраста (130—135 млн. лет), по геохронологической шкале отвечающих нижнему мелу.

В Кафанской группе рассматриваются собственно Кафанское медное и Шаумян-Халаджское полиметаллическое месторождения.

Кафанский рудный район по своим геолого-структурным и металлогеническим особенностям является юго-восточной частью Сомхето-Карабахской геотектонической зоны, сформировавшейся в юрское время. И только начиная с альба или верхнего мела, в результате образования глубокого, но узкого внутригеосинклинального Севано-Акеринского прогиба, Ка-

фанский рудный район был отделен от основной части Сомхето-Карабахской зоны (Мкртчян, 1958, Габриелян, 1959). Рудный район расположен в пределах антиклинория северо-западного простирания, осложненного второстепенными, кулисообразно развивающимися брахиантиклинальными складками. К последним приурочено колчеданное медное и полиметаллическое оруденение района.

В пределах рудного поля брахиантиклиналь резко осложнены крупными разрывными нарушениями северо-западного, северо-восточного и близширотного простирания. В контроле оруденения весьма значительна роль северо-западных структур, в то время как нарушения северо-восточного простирания контролируют небольшую часть рудоносных участков.

В Кафанском и Шаумян-Халаджском рудных полях значительно более широко развита система сравнительно мелких широтных и близширотных трещин. Некоторые из них выполнены субвулканическими кварцевыми порфирами, а другие являются рудовмещающими. Количество последних довольно значительно и они определяют морфологический тип оруденения Кафанского и Шаумян-Халаджского месторождений.

Подобно Алавердскому, в Кафанском рудном районе также широко развиты среднеюрские вулканогенно-осадочные образования, представленные брекчиевидными эпидотизированными андезитовыми порфиритами и их туфобрекчиями нижнего байоса и плагиоклазовыми, кварцево-плагиоклазовыми, кварцевыми порфиритами, их туфами, туфобрекчиями и туфопесчаниками верхнего байоса. Основными рудовмещающими породами являются кварцево-плагиоклазовые порфириты (андезиты, андезито-дациты).

Морфологически рудные тела представлены жилами и штокверками. На Кафанском месторождении известно свыше 450 меднорудных жил и 14 штокверков, а на Шаумян-Халаджском—свыше 35 полиметаллических жил. Выходы рудных тел на поверхности весьма редки; они в основном относятся к скрытым телам, кулисообразно залегающим по отношению к плоскостям дорудных нарушений. В рудоносных участках жилы слагают серию параллельно расположенных тел, которые местами сближаясь между собой, образуют рудные узлы. Прости-

рание рудных жил обычно широтное и субширотное; протяженность их в горизонтальном и вертикальном направлениях небольшая и составляет 100—250 м. По типу жилы простые, контакты их с вмещающими породами четкие. На глубину рудные жилы клинообразно суживаются, что характерно для месторождений, парагенетически связанных с вулканической деятельностью.

Намечается определенная связь между морфологией, условиями залегания рудных тел и структурно-литологическим фактором локализации оруденения. В отличие от Алавердской группы месторождений, рудные тела в Кафанском рудном поле залегают в эффузивах и их пирокластах преимущественно среднего состава, почти не отличающихся от пород перекрывающей толщи.

Отсутствие резкого литологического различия между рудовмещающими и перекрывающими породами, по нашим представлениям, не благоприятствовало возникновению межслоевых зон дробления и скольжения, как это имело место в Алавердском рудном районе, и тектонические процессы сопровождалось лишь образованием многочисленных разрывных нарушений, которые и предопределили жильную и штокверковую формы рудных тел Кафанского и Шаумян-Халладжского месторождений.

Жилы и штокверковые тела сложены массивными и прожилково-вкрапленными медно-серноколчеданными и полиметаллическими рудами, которые характеризуются весьма различным составом.

Базумский рудный район входит в Севано-Амасийскую структурно-металлогеническую зону и, в отличие от соседнего Алавердского района, характеризуется широким развитием третичных (палеогеновых) отложений с подчиненной ролью мезозойских образований. В основании стратиграфического разреза района развиты ниже- и верхнемеловые карбонатные породы, на которые трансгрессивно налегает мощная вулканогенно-осадочная толща среднего эоцена, представленная порфиритами (андезитами), туфобрекчиями, туфами, туффидами, туфопесчаниками, известковистыми песчаниками и др. Они слагают крылья Агстевской антиклинальной складки се-

веро-западного простирания и являются вмещающими колчеданное оруденение породами. Эта мощная вулканогенно-осадочная толща среднего эоцена в различных частях рудного района прорвана гипабиссальными гранитоидными и субвулканическими кварц-порфировыми интрузиями. К гидротермально измененным разностям последних пространственно тяготеет серно-медноколчеданное оруденение Чернореченского, Тандзутского месторождений и ряда рудопроявлений. По данным абсолютной геохронологии возраст кварцевых порфиров составляет 42—49 млн. лет, а возраст гранитоидов—40—42 млн. лет. Таким образом, последние несколько моложе субвулканических кварцевых порфиров. Их возрастные взаимоотношения отчетливо наблюдаются около с. Хидзорут, где секущие тела кварцевых порфиров и вмещающие их породы прорваны сиенито-диоритовой интрузией.

Структурным контролем колчеданного оруденения являются брахискладки, развитые на фоне Агстевской антиклинали северо-западного—субширотного простирания. Промышленные концентрации серно-медноколчеданных руд локализуются на участках развития разрывных нарушений и выходов субвулканических кварцевых порфиров, которые в совокупности представляют собой вулканические структуры.

Месторождения Тандзут-Чибухлинской группы являются сравнительно небольшими по масштабу оруденения. Среди многочисленных рудопроявлений этого района некоторый практический интерес представляют Тандзутское и Чернореченское серноколчеданные и Чибухлинское медноколчеданное месторождения.

В рудном районе широким распространением пользуется мощная вулканогенно-осадочная толща среднего эоцена, которая известна под названием кироваканской свиты и подразделяется, в свою очередь, на нижнюю и верхнюю подсвиты. Нижняя подсвита сложена кварцевыми порфирами, их пирокластами с прослоями туфов и туфопесчаников в низах разреза. Породы, слагающие верхнюю подсвиту, представлены плагиоклазовыми (лабрадорowymi) и авгитовыми порфиритами, их туфами и туфобрекчиями, туффитами и туфопесчаниками.

Вулканогенно-осадочные образования среднего эоцена на участках месторождений и за их пределами прорваны небольшими штокообразными и дайкообразными субвулканическими телами кварцевых порфиров, которые нередко гидротермально интенсивно переработаны и являются рудовмещающими. Гранитоидные интрузии, обнажающиеся в районе месторождений (Чибухлы), также секут среднеэоценовые отложения и в возрастном отношении несколько моложе субвулканических кварцевых порфиров.

Рудный район в целом находится в пределах Базумского антиклинория, осложненного брахиантиклинальными складками близширотного простирания. К присводовым частям последних приурочены Тандзутское, Чернореченское, Чибухлинское месторождения.

Рудоконтролирующими структурами являются разрывные нарушения северо-запад-близширотного простирания, которые особенно интенсивно развиты в пределах брахиантиклиналей. В локализации колчеданного оруденения важную роль играют как сами кварцевые порфиры, легко поддающиеся метасоматическим процессам, так и зоны дробления и межслоевого скольжения, возникающие на контакте различных по своим литологическим и физико-механическим свойствам пород нижней и верхней подсвит.

Морфологически рудные тела представлены крутопадающими линзообразными залежами, короткими жилами и зонами прожилково-вкрапленных руд. Линзообразные тела обычно сложены серноколчеданными, а жилы и зоны—медноколчеданными и полиметаллическими рудами. На месторождениях Тандзут-Чибухлинской группы сравнительно широким развитием пользуется серноколчеданный тип: медноколчеданные и полиметаллические руды имеют подчиненное значение.

Рудовмещающие вулканогенные породы в результате постмагматических процессов в той или иной степени подвержены изменениям. Особенно интенсивно гидротермальные изменения проявились в пределах отдельных рудных полей, причем по своему характеру и минеральным фациям они на различных месторождениях носят почти идентичный характер.

На месторождениях Алавердской группы рудовмещающие породы—кварцевые порфиры, порфириты (андезиты, андезито-базальты), туфобрекчии порфиритов, кварцевые кератофиры (липарито-дациты), агломератовые породы и др.—гидротермально изменены и превращены в окварцованные, кварцево-серицитовые, кварцево-серицито-хлоритовые и кварцево-хлоритовые породы нередко с заметной ролью эпидота. Процессы гидротермального изменения особенно интенсивно развиваются вдоль дорудных тектонических нарушений и по своему характеру отвечают пропилитизации. Наряду с пропилитами среди гидротермально измененных пород выделяются вторичные кварциты, которые имеют относительно ограниченное распространение на отдельных месторождениях. В составе вторичных кварцитов участвуют кварц, серицит, диксит, пирофиллит, алунит и барит.

В ряде случаев (Шамлуг, Ахтала) отмечаются выделения хлорита и серицита эпигенетичные относительно сульфидов. Хлорит развивается в зонах дробления халькопиритовых агрегатов, а серицит приурочен к контактам зерен сфалерита и халькопирита. Наибольшее количество мелкочешуйчатого серицита фиксируется в трещинках спайности галенита, выделившегося позже халькопирита и сфалерита.

В Кафанском рудном районе кварцевые, кварцево-плагиоклазовые и плагиоклазовые порфириты (андезиты, андезитодациты, дациты), частично их туфобрекчии в пределах рудных полей подвергнуты процессам гидротермального изменения. Наиболее широким развитием пользуются пропилитизированные—окварованные, кварцево-серицитовые, кварцево-хлоритовые породы, приуроченные преимущественно к дорудным северо-западным и северо-восточным нарушениям. Кроме пропилитизированных пород, выделяются также вторичные кварциты, которые в большинстве случаев выражены средними и внешними фациями: монокварцитами, серицитовыми, алуниновыми и дикситовыми кварцитами. Вторичные кварциты по сравнению с пропилитами имеют локальное развитие.

В районе месторождений Тандзут-Чибухлинской группы процессы гидротермального изменения пород наиболее интенсивно проявились во вмещающих кварцевых порфирах, от-

части в порфиритах. Изменения выражены широко развитым процессом пропилитизации с образованием почти всех характерных минеральных фаций, от самой внешней-амфиболо-эпидотовой до самой внутренней—кварцево-серицитовой, являющейся переходной фацией пропилитов во вторичные кварциты, по Н. И. Наконнику. Формация вторичных кварцитов, развивающаяся по кислым вулканическим породам—кварцевым порфирам, представлена следующим комплексом минеральных фаций: монокварцевой, диаспоровой, алунитовой, баритовой, пирофиллитовой и серицитовой. Отличительной чертой вторичных кварцитов является выпадение из приведенного комплекса корундовой, андалузитовой и каолиновой фаций. В развитии метасоматических образований, особенно в пределах Тандзутского рудного поля, наблюдается более или менее отчетливо выраженная горизонтальная и вертикальная зональность. В ореоле гидротермально измененных пород внутренние фации вторичных кварцитов занимают центральное положение и окаймлены более внешними фациями, почти всегда закономерно переходящими в пропилиты. Вертикальная зональность выражается в закономерной смене с глубиной фаций вторичных кварцитов пропилитами. Судя по данным буровых скважин, вторичные кварциты на Чернореченском участке имеют значительное вертикальное распространение.

Образование характерных метасоматических фаций пропилитов и вторичных кварцитов в районе месторождений Базумского рудного района происходило по кварцевым порфирам и порфирирам в результате воздействия гидротерм, вышедших из вулканических очагов среднеэоценового времени. Весь этот процесс образования метасоматитов сопровождается и завершается отложением сульфидов, причем отмечается пространственная приуроченность серноколчеданного оруденения к кварцево-пирофиллитовым, а полиметаллического—к кварцево-серицитовым породам.

Промышленное колчеданное оруденение на территории Армении, таким образом, развивается в двух разновозрастных структурно-металлогенических зонах—Алаверди-Кафанской и Севано-Амасийской. Колчеданная рудная формация занимает совершенно определенное положение в металлогенических эпо-

хах, выделяемых для территории республики; к ним относятся киммерийская (юра—нижний мел) и альпийская (верхний мел—третичный период).

Наиболее ранняя металлогения проявлена в Сомхето-Карабахской геотектонической зоне, в области развития средне-верхнеюрской вулканогенно-осадочной толщи. В пределах этой крупной структурной единицы расположены Алавердский и Кафанский рудные районы Армении. Характерной особенностью этих рудных районов является широкое развитие в их пределах медно-серноколчеданного и колчеданно-полиметаллического оруденения (Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Кафан, Шаумян-Халадж в Армении, Кедабек, Чирагидзор, Тоганалы в Азербайджане).

Формирование альбитофиров и кварцевых порфиров, а также колчеданного оруденения тесно связано с проявлением юрского вулканизма и соответствует раннему доорогенному этапу развития геосинклинальной зоны Малого Кавказа.

В средний, орогенный этап развития этой же зоны происходит внедрение умеренно кислых гранитоидов (Кохбский, Чочканский, Цавский и другие массивы), с которыми генетически связаны скарновые железорудные и небольшие гидротермальные медные, полиметаллические и баритовые месторождения.

Киммерийская металлогеническая эпоха, таким образом, подразделяется на два этапа: на ранний (медно-серноколчеданные и колчеданно-полиметаллические месторождения субвулканического происхождения) и средний (скарновые железорудные и гидротермальные месторождения, месторождения меди, свинца, цинка, бария в связи с гранитоидами). Рудные формации этой эпохи размещены в юго-восточной части Малого Кавказа в пределах Алаверди-Кафанской структурно-металлогенической зоны Армении и Чиргидзорского рудного района Азербайджана.

Металлогения раннего доорогенного этапа альпийской металлогенической эпохи развита в Сомхето-Карабахской пологоскладчатой зоне (Алаверди-Кафанская зона, смежные районы Южной Грузии и Юго-восточного Азербайджана) и связана с базальт-андезит-липарито-дацитово-гранитной формацией верхнемелового возраста.

Несколько позднее (конец мела—начало эоцена) в связи с внедрением в вулканогенно-осадочные толщи интрузивных дацитов и андезитов, процессы образования эндогенного оруденения развиваются в западной части указанной зоны. Пространственно и парагенетически с интрузивными дацитами и андезитами связаны медно-серноколчеданные и барито-полиметаллические месторождения—Маднеули, Цителсопели в Южной Грузии, Кварцхана и Дзансул в Турции.

В Севано-Амасийской зоне в средне-верхнеэоценовое время имело место внедрение небольших субвулканических тел кварцевых порфиров, в локальной и парагенетической связи с которыми находятся месторождения серно-медноколчеданных и колчеданно-полиметаллических руд (Тандзут, Чибухлы и др.). Эти месторождения по условиям образования и характеру оруденения сходны с киммерийскими месторождениями колчеданных руд Алавердского района. В этот же промежуток времени, как нам представляется, несколько позднее субвулканических образований, происходит внедрение гранитоидов и формирование скарновых железорудных и медных (Раздан, Сисимадан), гидротермальных медных и свинцово-цинковых (Анкадзор, Марцигет, Привольное) месторождений.

Таким образом, месторождения колчеданных руд на территории Армянской ССР как в киммерийскую, так и в альпийскую металлогенические эпохи образуются в ранний доорогенный этап развития геосинклинальной зоны. Для разновозрастных колчеданных руд характерны многие общие и некоторые отличительные черты, которые рассматриваются ниже.

ГЛАВА III. МИНЕРАЛОГИЯ ЭНДОГЕННЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОЛЧЕДАНОЙ ФОРМАЦИИ.

В этой главе приводится описание минерального состава, типов, текстурно-структурных особенностей руд и парагенезисов минералов медно-серноколчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений, размещенных в Алавердском, Кафанском и Базумском рудных районах. Колчеданные руды сложены почти одними и теми же гипогенными минералами, среди которых главными являются сульфиды, подобные

им соединения и сульфосоли. Роль прочих соединений в сложении минеральных ассоциаций подчиненная, хотя на отдельных месторождениях некоторые из них, как например, сульфаты кальция и бария, распространены довольно широко.

В целях более полного изложения фактического материала и показа сходных и отличительных черт оруденения отдельных промышленных типов, описание минерального состава руд приводится раздельно для медноколчеданных, серноколчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений. При описании учтена степень распространенности и промышленной ценности минеральных видов и их разновидностей.

Руды медноколчеданных месторождений Шамлуг, Алаверди и Кафан состоят из довольно постоянного комплекса минералов. По типу оруденения они в основном медно-серноколчеданные, хотя местами, в частности, в верхних горизонтах месторождений, встречаются медно-цинковые и полиметаллические руды.

Минеральный состав руд медноколчеданных месторождений предыдущими исследователями описан бегло и кратко. При этом недостаточно полно освещены вопросы морфогенетических особенностей, генераций и парагенетических соотношений минералов, а также содержания в них элементов—примесей. В проводимых исследованиях мы попытались восполнить этот пробел.

В процессе изучения медноколчеданных руд нам удалось на Кафане установить и описать ряд новых, ранее не известных для этого месторождения минералов: алтаит, петцит, люционит, станнин, реньерит* и др. Дальнейшие исследования геологов-минералогов позволили пополнить этот список такими минералами, как: гессит, галеновисмутит, данхемит, германит, мелонит и др.

В медноколчеданных месторождениях главными рудослагающими минералами являются: халькопирит, пирит, сфалерит, галенит, борнит, халькозин, энаргит; из нерудных—кварц, хлорит, серицит, гипс, ангидрит. Среди второстепенных

* Реньерит и германит в рудах колчеданной формации представлены в виде аксессуарных минералов.

минералов отмечаются: теннантит, станнин, алтаит, гематит, ковеллин, висмутин, аргентит, электрум, самородное золото, серебро, люцонит, барит, кальцит, доломит, сидерит, халцедон, флюорит, апатит и др.

По своему минеральному составу типично серноколчеданными являются руды Тандзутского и Чибухлинского (Чернореченского) месторождений, размещенных в Базумском рудном районе. Наряду с этим небольшие по размерам серноколчеданные рудные тела известны также на медноколчеданных месторождениях Алавердской группы. К ним относятся линзы «А» и «В» (Шамлуг), штоки «Анастас» и «Серный колчедан» (Алаверди).

В серноколчеданных рудах, кроме главных рудообразующих минералов—кварца и пирита, в небольших количествах устанавливаются: халькопирит, сфалерит, теннантит, галенит, гипогенный ковеллин, энаргит, станнин, халькозин, люцонит, золото, серебро, барит, алунит, пиррофиллит и другие минералы.

Колчеданно-полиметаллическими рудами сложены Ахталское (с значительной ролью барита) и Шаумян-Халаджское месторождения. Вместе с тем почти постоянное присутствие колчеданно-полиметаллических руд отмечается на медно- и серноколчеданных месторождениях. На Алавердском и Шамлугском месторождениях известны небольшие тела полиметаллов. Последние на Тандзутском и Чибухлинском месторождениях играют подчиненную роль и слагают маломощные жилы и прожилки.

Колчеданно-полиметаллические руды характеризуются сравнительно большим разнообразием минеральных видов, содержанием редких минералов, впервые установленных на Ахталском и Шаумян-Халаджском месторождениях. Руды сложены главным образом сфалеритом, галенитом (при подчиненной роли последнего), пиритом, халькопиритом, баритом и кварцем. К второстепенным минералам относятся: борнит, теннантит, халькозин, ковеллин, гематит, магнетит, станнин, золото, серебро, штрмейерит, электрум, аргентит, реньерит, германит, алтаит, энаргит, тетрадимит, кальцит, гипс, анкерит, доломит, флюорит, пиррофиллит и многие другие.

Главные рудные и нерудные минералы, слагающие различные комплексы колчеданных руд, несколько отличаются друг от друга по морфологии, размерам зернистых агрегатов, условиям образования и прочим признакам. Микроскопическое изучение большого количества полированных шлифов и штуфов позволило нам выявить некоторые морфогенетические особенности главных рудообразующих минералов.

Для пирита, широко распространенного в различных типах руд, выделяются: 1) метакристаллы в гидротермально измененных породах, 2) кристаллически-зернистые агрегаты, широко развитые в медно-серноколчеданных и колчеданно-полиметаллических рудах, 3) выделения округлой формы в полях халькопирита и 4) колломорфные образования. Судя по морфогенетическим особенностям и взаимоотношениям с другими минералами, образование пирита происходило на протяжении довольно длительного времени путем кристаллизации из истинных растворов и выпадения из коллоидов.

Из перечисленных морфогенетических разновидностей наиболее ранним является метакристаллический пирит, развитый во вмещающих измененных породах. Образование всех других разновидностей происходило в процессе рудоотложения в тесной связи с образованием различных минеральных парагенезисов. Этим обусловлено наличие в рудах многочисленных генераций пирита.

Для халькопирита выделены: 1) кристаллически-зернистые агрегаты, 2) колломорфные образования и 3) тонкодисперсные выделения в виде эмульсионной вкрапленности в сфалерите. Отмеченные морфогенетические типы свидетельствуют об образовании халькопирита путем: 1) отложения из истинных растворов, 2) выпадения из коллоидов и 3) распада твердого раствора сфалерит-халькопирит. В таком же аспекте далее рассматриваются сфалерит, галенит, борнит, кварц, кальцит и барит.

По характеру оруденения и степени метасоматической переработки вмещающих пород рудоносными растворами медно-серноколчеданные, серноколчеданные и колчеданно-полиметаллические руды образуют массивную, брекчиевидную, прожилковую и вкрапленную текстуры. При этом различные тек-

стуры руд тесно взаимосвязаны между собой постепенными переходами. Кроме отмеченных, иногда встречаются брекчиевая, пятнистая, полосчатая, колломорфная и другие текстуры руд.

В структурном отношении колчеданные руды проявляют большое разнообразие. Отмечаются самые различные типы структур, но наиболее обычными являются зернистая, кристаллическая, колломорфная и структуры пересечения и замещения одного минерала другим.

Вопрос колчеданного рудообразования является дискуссионным и различными исследователями трактуется по-разному. Одни исследователи процесс образования колчеданных руд считают результатом медленной эволюции единого раствора, другие принимают стадийный характер развития оруденения с отчетливо выраженными разновозрастными парагенезисами минералов, третьи резко разрывают серноколчеданное оруденение от медноколчеданного и колчеданно-полиметаллического во времени и рассматривают их как разноэтапные образования, связанные с деятельностью различных магматических очагов.

По нашим представлениям весь ход рудообразования представлял собой единый непрерывно-прерывистый процесс, который протекал в течение ряда последовательно сменяющих друг друга стадий рудоотложения, при этом отдельным стадиям предшествовали тектонические подвижки различной интенсивности.

В работе подробно рассматриваются парагенезисы минералов и стадии процесса отложения руд отдельно для медноколчеданных, серноколчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений.

На основании изучения минерального состава руд, взаимоотношений минералов в рудных телах, текстурно-структурных особенностей различных типов руд для медноколчеданных месторождений выделяется ряд парагенетических ассоциаций минералов, которые являются следствием многостадийного процесса рудообразования. Для Шамлугского месторождения эти парагенезисы следующие: пирит I—кварц I—хлорит I—серицит и пирит I—хлорит I; пирит II—халькопирит I—(сфа-

лерит-борнит-теннантит-станнин-самородное золото-электрум-галенит-эмплектит-виттихенит) — кварц II — хлорит II; пирит III — сфалерит II — халькопирит II — теннантит II — галенит II — (аргентит-самородное серебро) — кварц III — серицит II; ангидрит — гипс; кальцит-анкерит. На Алавердском месторождении отмечаются: пирит I — (арсенопирит) — кварц I — (леверрьерит) — серицит — (флюорит); пирит II — халькопирит I — сфалерит I — (станнин) — кварц II; пирит III — сфалерит II — халькопирит II — борнит — (самородное золото-электрум-висмутин-виттихенит) — теннантит — галенит — (кварц) — кальцит — барит; ангидрит — гипс; кальцит — анкерит. Наиболее обычной и широко распространенной в рудах Кафанского месторождения является пирит-халькопиритовая ассоциация. Однако, наряду с нею отмечаются пирит-борнитовая, пирит-ковеллин-халькозиновая, пирит-теннантит-энаргитовая, галенит-теннантит-сфалеритовая, алтаит-сфалерит-галенитовая ассоциации, которые пользуются локальным развитием на отдельных участках месторождения. В отмеченных ассоциациях минералов, кроме перечисленных компонентов, часто наблюдаются примеси других сульфидов, самородных элементов, сульфосолей, теллуридов, причем наиболее часто они ассоциируют с пирит-теннантит-энаргитовыми, галенит-теннантит-сфалеритовыми и алтаит-сфалерит-галенитовыми рудами.

Интересно отметить, что внутри отдельных минеральных ассоциаций некоторые из главных компонентов образуют двух- и трехфазные равновесия. К ним относятся парагенезисы пирита и борнита (без халькопирита), пирита и ковеллина, пирита и халькозина, пирита и энаргита; трехфазные парагенезисы сфалерита, теннантита и галенита. Такое разнообразие парагенетических соотношений минералов в рудах Кафанской группы месторождений указывает на изменение режима серы в рудоносных растворах.

По данным А. Г. Бетехтина, в соотношениях минералов в системе $Cu-Fe-S$, парагенезисы пирит + борнит, пирит + халькозин и пирит + ковеллин могут возникать лишь в условиях повышенной и высокой концентрации серы в растворах.

Наличие в изученных рудах таких минералов, как борнит, халькозин, ковеллин, энаргит, теннантит, станнин, и их

тесная ассоциация с пиритом и халькопиритом является вполне закономерным явлением и объясняется вхождением их в состав парагенезисов Cu—Fe—S и Fe—Cu—As—S .

Весь процесс минералообразования на медноколчеданных месторождениях подразделяется на предрудный и рудный этапы. К наиболее раннему—предрудному этапу относится процесс гидротермального изменения пород, предшествующий и сопровождающий массовое отложение сульфидов. Судя по ассоциации возникших при этом минералов, изменение вмещающих пород было вызвано в результате воздействия на них сначала кислых, а затем слабокислых магний и калийсодержащих растворов. В эту стадию кислотного выщелачивания пород повсеместно образуется метакристаллический пирит, который в виде равномерной вкрапленности развит в измененных породах в постоянной ассоциации с кварцем, хлоритом и серицитом. Возникновение пирита происходит, по-видимому, путем взаимодействия железа, перешедшего в раствор из разложившихся силикатов и серы, привносимой раствором.

Рудный этап, на протяжении которого происходит массовое отложение сульфидов, сульфосолей, сульфатов и др., подразделяется в общем на: серноколчеданную, медноколчеданную, медно-мышьяковую, полиметаллическую, сульфатную (гипсовую) и карбонатную стадии. Перечисленные стадии минерализации с некоторыми колебаниями выделяются на всех медноколчеданных месторождениях, за исключением медно-мышьяковой, которая выделяется только на Кафане. Установление последовательности формирования минеральных парагенезисов отдельных стадий минерализации иногда усложняется явлениями телескопирования или процессами замещения ранних более поздними ассоциациями минералов.

В наиболее раннюю—серноколчеданную стадию происходит выпадение пирита и сопутствующих ему нерудных минералов—хлорита, кварца, частично серицита. Серноколчеданные руды на месторождениях слагают обособленные рудные тела и зоны прожилково-вкрапленных руд (Кафан) небольших размеров. Особенностью наиболее ранней—первой стадии является кислый состав первоначальных растворов, обогащенных железом и серой и изменение их реакции на нейтральную

и щелочную, в условиях которых происходило массовое выпадение пирита.

Для второй стадии минералообразования характерной чертой является уменьшение процесса пиритизации, который сопровождается, а затем сменяется отложением халькопирита с небольшой ролью сфалерита. Вторая—медноколчеданная стадия является промышленно наиболее важной и пользуется широким развитием в пределах Шамлугского, Алавердского и Кафанского месторождений. В эту стадию происходит отложение из рудоносных растворов основной массы медного оруденения вдоль северо-восточных (Шамлуг), близмеридиональных (Алаверди) разрывных нарушений и системы трещин широтного и субширотного простирания (Кафан). Главными рудослагающими компонентами являются халькопирит и пирит; в подчиненном количестве присутствуют борнит, халькозин, ковеллин, сфалерит. Многие жилы имеют мономинеральный—халькопиритовый состав (Кафан, Шамлуг). Массивные пирит-халькопиритовые руды характеризуются колломорфным и зернистым строением.

Медно-мышьяковая стадия минерализации развита только на Кафанском месторождении и слагает штокверковую зону в руднике № 6. Прожилково-вкрапленные руды, состоящие из пирита, халькопирита, борнита, халькозина, энаргита, образуют локальные участки, пространственно приуроченные к гипсовому разлому. По мере удаления от разлома на запад интенсивность оруденения данной стадии заметно уменьшается. В рудах спорадически встречаются: сфалерит, ковеллин, теннантит, люционит, станнин, галенит, реньерит, германит и др. Отмечается следующая последовательность выделения минералов: пирит—халькопирит—борнит—халькозин—энаргит.

Следующая—полиметаллическая стадия для медноколчеданных месторождений имеет подчиненное значение, но тем не менее она отчетливо проявлена на месторождениях Шамлуг и Алаверди. Здесь полиметаллические руды слагают небольшие линзы в верхних горизонтах месторождений. На собственно Кафанском месторождении эта стадия проявлена слабо. Метасоматические процессы в эту стадию достигают высокой интенсивности, выпадение сфалерита и галенита про-

исходит путем замещения ими ранее отложившихся сульфидов. Изменения во вмещающих породах (в особенности в конце процесса) происходят при высокой активности кремнекислоты и калия. Выделения позднего серицита, развивающегося в зонах дробления в сфалерите и халькопирите, по-видимому, образуются после отложения сульфидов, в конце этой стадии минерализации.

Следует отметить, что внутри полиметаллической стадии оруденения нами отмечена своеобразная кальцит-алтаит-галенитовая ассоциация, которая на Кафанском месторождении на двух горизонтах рудника № 1—2 локально развита в секущих медные жилы трещинах близмеридионального простиранья. Алтаит образует заметные скопления. В ассоциации с ним и галенитом встречается сфалерит, пирит, халькопирит, спорадически гессит и петцит. Из жильных минералов, кроме кальците, в небольшом количестве устанавливаются кварц и флюорит. Такая необычная ассоциация теллуридов с сульфидами, по-видимому, обусловлена повышением концентрации теллура в рудоносных растворах в конечные моменты полиметаллической стадии минерализации.

В сульфатную стадию происходит массовое отложение ангидрита и гипса; указанные сульфаты особенно широко развиты на Алавердском месторождении. Образование сульфатов происходит в связи с повышением кислотности растворов—окислением сульфидной серы до сульфатной и появлением комплексного аниона $[\text{SO}_4]^{2-}$, устойчивого в обстановке более богатой кислородом.

Завершающей является карбонатная стадия минерализации, которая на месторождениях пользуется ограниченным распространением и так же, как и сульфатная, считается безрудной. Карбонатные прожилки обычно пересекают как сульфидные, так и массивные скопления барита и гипса.

В целом устанавливается следующая последовательность выноса металлов рудоносными растворами: железо-медь-мышьяк-цинк-свинец-теллур.

Процесс рудоотложения на месторождениях Тандзут-Чибухлинской группы протекал в четыре более или менее отчет-

ливо выраженные стадии минерализации: серноколчеданную, медноколчеданную, полиметаллическую и сульфатную.

Наиболее интенсивно выражена серноколчеданная стадия, широко представленная на Тандзутском и Чернореченском месторождениях. Тонкозернистый и колломорфный пирит с небольшой примесью других сульфидов и сульфосолей слагает линзообразные залежи и образует зоны прожилково-вкрапленного оруденения вокруг них.

Со второй — медноколчеданной стадией связано формирование близширотных коротких жил и зон прожилково-вкрапленного оруденения, сложенных халькопиритом с незначительной примесью пирита, сфалерита, галенита и др. Медноколчеданные руды имеют ограниченное распространение и в виде небольших скоплений представлены на Чибухлинском месторождении.

Минерализация полиметаллической стадии выражена в основном сфалеритом и галенитом с подчиненной ролью геннантита, пирита и халькопирита. Полиметаллические руды пользуются весьма ограниченным развитием и в пределах Тандзутского и Чернореченского месторождений отмечаются в виде маломощных жил, гнезд и вкрапленности в интенсивно окварцованных и серицитизированных породах. Полиметаллическая минерализация приурочена к секущим серноколчеданные линзы структурам северо-западного простирания. Это — обычно маломощные трещины и зоны дробления, выполненные полиметаллическим оруденением. Промышленное значение медноколчеданных и полиметаллических руд ограниченное.

Четвертая — сульфатная стадия является завершающей и безрудной; характеризуется отложением гипса из окисленных растворов. Эта стадия минерализации особенно интенсивно выражена на Чернореченском серноколчеданном участке, где гипс обильно развивается в лежащем и всiachем боках рудных тел и по трещинам проникает во вмещающие породы и в агрегаты рудных минералов более ранних стадий минерализации.

Парагенетические сочетания минералов на Ахталском месторождении следующие: пирит I — кварц I — хлорит I;

пирит II — халькопирит I — сфалерит I — борнит I — (самородное золото — миллерит — виттихенит) — кварц II — хлорит II; сфалерит II — халькопирит II — теннантит — (тетраэдрит) — борнит II — (реньерит — германит) — галенит — (группа серебросодержащих минералов). На Шаумян-Халаджском месторождении, кроме того, отмечается сфалерит — галенит — алтаитовая ассоциация с небольшой примесью гессита, петцита и др. минералов.

Процесс рудоотложения подразделяется нами на следующие стадии минерализации: 1) серноколчеданную, 2) цинково-цинковую, 3) полиметаллическую, 4) сульфатную (баритовую) и 5) карбонатную. Не останавливаясь на характеристике первых двух, отметим, что полиметаллическая стадия минерализации для рассматриваемых месторождений является главной и характеризуется значительным привнесением цинка и свинца.

Характерной чертой рассматриваемой стадии, завершающей процесс отложения сульфидных руд, является богатство минеральными видами. Вместе со сфалеритом и галенитом, при подчиненной роли последнего, образуются пирит, халькопирит, борнит, теннантит, халькозин, реньерит, германит, штроемейерит, электрум и многие другие минералы.

В следующую стадию происходит обильный привнос бария, который в виде сульфата образует пластообразные залежи висячем боку полиметаллических рудных тел. Столь широкое развитие барита на Ахтале позволяет судить о преобладании окислительной обстановки в конце процесса и значительной роли в растворах комплексного аниона $[\text{SO}_4]^{2-}$.

Некоторые исследователи пирит-баритовое оруденение Ахталы считают более ранним, разорванным во времени большим перерывом от полиметаллического и рассматривают их как образования разных этапов. Нашими наблюдениями это положение не подтверждается; барит, судя по его взаимоотношениям с сульфидами, образуется после серноколчеданного и полиметаллического оруденения в одну из последних стадий единого рудного этапа.

Завершающей является карбонатная стадия минерализации, представленная кальцитовыми прожилками, секущими как сульфидные, так и массивные баритовые руды.

Анализ изложенного материала позволяет отметить следующее:

Колчеданное оруденение промышленного значения размещено в вулканогенных породах кислого и среднего состава верхнебайос-батского (Алаверди-Кафанская зона) и среднеэоценового (Базумский рудный район) возраста и пространственно приурочено к районам развития субвулканических интрузий кварцевых порфиров и альбитофиров.

Намечается совершенно определенная связь между морфологией, условиями залегания рудных тел и структурно-литологическими факторами локализации оруденения. Рудные штоки, линзообразные и пластообразные залежи, как правило, приурочены к зонам дробления и межслоевого скольжения, а жиллообразные тела и прожилково-вкрапленные руды развиваются в трещиноватых зонах однообразных по своим литологическим свойствам пород.

Гидротермальное изменение вмещающих пород на различных месторождениях проявлено в различной степени, однако общий характер остается более или менее постоянным. Вмещающие породы в основном пропилитизированы, местами превращены во вторичные кварциты. Наиболее отчетливо эти процессы выражены на Тандзутском серноколчеданном месторождении.

Процессы рудоотложения и околорудного изменения вмещающих пород носили непрерывно-прерывистый характер и протекали стадийно в условиях постепенного понижения температуры, давления и изменения концентрации компонентов в растворах и вмещающих породах. В связи с изменением физико-химических условий среды на различных стадиях минерализации менялся состав руд и характер околорудных изменений вмещающих пород. Колчеданное оруденение развивается метасоматическим путем и нередко характеризуется телескопированием руд.

Колчеданные месторождения Армянской ССР по сходным геологическим условиям формирования относятся к образованиям субвулканического происхождения. Они пространственно и парагенетически (в смысле общности глубинного очага) связаны с субвулканическими интрузиями. Это дает основа-

ние объединить в единую рудную формацию юрские (Алаверди-Кафанская зона) и эоценовые (Базумский рудный район) колчеданные месторождения, размещенные в однотипных структурах разного возраста. Разновозрастные колчеданные месторождения по составу вмещающих пород и характеру их околорудного изменения, структурному контролю оруденения, морфологии рудных тел, текстурно-структурным особенностям и минеральному составу руд весьма близки между собой.

ГЛАВА IV. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД КОЛЧЕДАННОЙ ФОРМАЦИИ

Глава посвящена геохимической характеристике колчеданных руд — обзору некоторых закономерностей распределения и концентрации химических элементов в отдельных типах руд с выявлением связи элементов-примесей с теми или иными минералами. При освещении этих вопросов использованы результаты многочисленных спектральных и химических анализов мономинеральных фракций, руд и, в отдельных случаях, пород. Концентрации практически интересных элементов-примесей в рудах вычислены путем количественного соотношения их с одним из элементов минерала-носителя.

В большинстве случаев для каждого элемента вычислена частота нахождения в главных рудослагающих минералах колчеданных месторождений, на основании полученных данных составлены соответствующие графики, а для некоторых элементов приближенно выведены кларки концентрации.

Глава подразделяется на два раздела: в первом разделе рассматриваются вопросы содержания и закономерности распределения в колчеданных рудах и в породах главных металлогенных элементов. Второй раздел посвящен более детальному описанию установленных в колчеданных рудах редких и рассеянных элементов: Ga, Ge, Se, Te, Cd, In, Tl, Bi. Не останавливаясь на характеристике отдельных элементов, отметим некоторые особенности их концентрации и распределения в различных типах руд, которые вытекают из приведенного в диссертации фактического материала.

Колчеданные руды содержат повышенные концентрации Cu, Pb, Ag, Sb, Zn, Cd, Te, Se, Ga, In, Ba, Au, S, Fe; менее характерны Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, Tl, Sn, которые или отмечаются в отдельных пробах в близкларковых количествах, или же отсутствуют вовсе.

Из благородных и редких элементов в рудах наиболее часто отмечаются Ag, Au, Cd, Se, Te, которые имеют и могут иметь практическое значение.

В медно-серноколчеданных и колчеданно-полиметаллических рудах Алаверди-Кафанской зоны и Базумского рудного района наибольшим распространением пользуются халькофильные элементы, тесно связанные с гипогенными процессами рудообразования. Среди халькофилов незначительна роль Sn и Bi, что объясняется их геохимическим поведением и генетическими особенностями колчеданных руд Армении. Из сидерофильных элементов наиболее распространено Fe, а литофильные входят в состав жильных минералов и продуктов гидротермального изменения вмещающих пород.

Колчеданные руды Армении, приуроченные к разновозрастным тектоно-магматическим комплексам, по геохимическим особенностям проявляют большое сходство. Общими чертами для различных типов руд обеих зон являются присутствие в них комплекса одних и тех же редких, рассеянных и благородных металлов, отсутствие сколько-нибудь заметных концентраций Sn, Mo, Bi и ряда других элементов. Наряду с этим, в рудах двух разновозрастных зон выявляются и различия в отношении распределения ведущих металлогенных элементов, а также элементов-примесей. Некоторые сходные и отличительные черты сводятся к следующему: а) для месторождений Базумского рудного района ведущими элементами, определяющими промышленную ценность руд, являются Fe и S, в то время как в месторождениях Алаверди-Кафанской зоны, наряду с указанными элементами значительно большим распространением пользуются Cu, Zn, Pb, Ba, б) судя по соотношениям S : Se, серноколчеданные руды Базумского рудного района отличаются от аналогичных руд месторождений Алаверди-Кафанской зоны более повышенными содержаниями Se. При этом медноколчеданные руды двух различных зон харак-

теризуются примерно одинаковыми содержаниями элемента, о чем свидетельствуют соотношения $S : Se$ в халькопиритах медноколчеданной стадии. Близкие значения соотношения $S : Se$ отмечаются также в галенитах Алавердского (2680 : 1), Ахтальского (2913 : 1) и Шаумян-Халаджского (2481 : 1) месторождений. Что же касается Te , то наиболее повышенные содержания элемента характерны для шаумян-халаджских и кафанских полиметаллических руд, что вдвое-втрое выше, чем в серноколчеданных и медноколчеданных рудах Базумского и Алавердского рудных районов.

При сравнении медноколчеданных руд Чибухлинского, Алавердского, Шамлугского и Кафанского месторождений выявляются весьма близкие соотношения $Se : Te$ (5,72 : 1, 5,11 : 1 и 5,33 : 1). Это же соотношение в полиметаллических рудах Алавердского и Кафанского районов составляет соответственно 1,89 : 1 и 0,72 : 1. В целом же в колчеданных рудах соотношение $Se : Te$ колеблется в пределах от 7,38:1 до 0,44:1 и в среднем составляет 2,82:1, в) полиметаллические руды Ахтальского и Шаумян-Халаджского месторождений по сравнению с серноколчеданными и медноколчеданными рудами всех других месторождений характеризуются более повышенными содержаниями Au и Ag . В них содержание Au в 2—5, а Ag в среднем в 15 раз выше, чем в медно-серноколчеданных рудах. В то же время, при почти одинаковом содержании Au и Ag в серноколчеданных и медноколчеданных рудах Алавердской, Кафанской и Базумской групп месторождений, отмечается некоторое колебание их количества лишь в полиметаллическом оруденении тех же месторождений. Так, шамлугское и шаумян-халаджские массивные полиметаллические руды по сравнению с таковыми Алавердского, Ахтальского, Тандзутского и Чибухлинского месторождений содержат в 2—2,5 раза больше Au , а концентрация Ag в алавердских, ахтальских и шаумян-халаджских массивных полиметаллических рудах в 1,5 раза выше, чем в шамлугских и в 3—4 раза выше, чем в тандзутских и чибухлинских аналогичных рудах.

ГЛАВА V. УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

В начале главы приведен краткий обзор существующих представлений о генезисе колчеданных месторождений, а затем сведены основные данные, позволяющие судить об условиях образования и закономерностях размещения колчеданных месторождений Армянской ССР. Здесь довольно подробно рассматривается вопрос роли литолого-стратиграфического, структурного и магматического факторов в локализации колчеданного оруденения. Колчеданное оруденение приурочено к толщам вулканогенно-осадочных пород средней юры и среднего эоцена и размещено на участках благоприятного сочетания перечисленных факторов локализации оруденения. Если роль литолого-стратиграфического и структурного факторов более или менее ясна, то вопрос связи процессов рудообразования с тем или иным магматическим очагом является дискуссионным. Существуют две основные точки зрения: интрузивная и субвулканическая.

Пространственная приуроченность колчеданного оруденения к участкам развития вторичных кварцитов и пропилитов, образовавшихся за счет вулканогенных пород кислого и умеренно-кислого состава, метасоматический характер развития оруденения, наличие массивных сульфидных руд и развитие вокруг них минерализованных участков, близость минеральных ассоциаций и присутствие в них средне-низкотемпературных минералов нередко с значительной ролью сульфатов позволяют колчеданные месторождения рассматривать как гидротермальные образования небольших глубин пространственно и парагенетически (в смысле общности очага) тесно связанные с субвулканическими интрузиями. Надо полагать, что образование гидротермальных растворов происходило в близповерхностных условиях в результате отделения от вулканического очага газов и переноса ими рудного вещества в верхние горизонты. В приповерхностных условиях с повышением роли кислородного потенциала происходил непрерывно-прерывистый процесс образования целого ряда минеральных па-

рагенезисов, сложных многокомпонентных руд с признаками их телескопирования.

Следует отметить, что с гидротермальной деятельностью вулканических очагов связаны не только процессы рудообразования, но и изменения вмещающих пород. Минеральные фации метасоматически измененных пород, а также отсутствие во вторичных кварцитах внутренних, более высокотемпературных корундовой и андалузитовой фаций свидетельствуют о среднетемпературных условиях образования метасоматитов.

С другой стороны известно, что формирование вторичных кварцитов обусловлено постмагматическими процессами, связанными с субвулканической деятельностью, которые обычно сопровождаются длительным выделением значительных объемов кислых газотерм. При этом образование одного из главных компонентов процесса— SO_3 происходит на небольшой глубине в условиях избытка кислорода и невысокой температуры.

Признаки, свидетельствующие о режиме серы и кислорода, устанавливаются в отдельных месторождениях, особенно в случаях наложения поздних стадий минерализации на более ранние. Это довольно отчетливо выражается в смене одних минеральных ассоциаций другими. В начальные стадии рудообразования при значительных концентрациях в растворах ионов S^{2-} и железа в среднетемпературных и близповерхностных условиях происходит массовое выпадение пирита. В дальнейшем, в результате повышения концентрации ионов некоторых тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Ag и др.) в условиях постепенного спада температуры образуются сульфиды меди, цинка, свинца в парагенезисе с подобными им соединениями и сульфосолями.

К конечным стадиям рудоотложения относится образование барита, ангидрита, гипса и карбонатов; такая смена сульфидной минерализации сульфатной объясняется повышением роли кислорода в близповерхностных условиях и окислением S^{2-} с образованием комплексного аниона $[\text{SO}_4]^{2-}$. Наряду с этим, об условиях образования колчеданных руд говорят существующие данные по гомогенизации эмульсионных вклю-

Сводная таблица главнейших особенностей колчеданных месторождений Армении

Основные черты условий образования	Р у д н ы е р а й о н ы		
	Алавердский	Кафанский	Базумский
Рудовмещающие породы	Агломератовые туфы, кератофиры (липарито-дациты), туфобрекчии порфиритов, порфиры (андезиты, андезито-базальты), кварцевые порфиры (кварцевые дациты) верхнего байоса	Кварцевые и плагиоклазовые порфиры (андезиты, андезито-дациты, дациты) верхнего байоса	Кварцевые порфиры (кварцевые дациты) и их пирокласты среднего эоцена
Состав и возраст интрузий	Альбитофиры и кварцевые альбитофиры (натриевые липариты, липарито-дациты) средне-верхнеюрского возраста	Кварцевые порфиры (кварцевые дациты) и альбитофиры (липарито-дациты) средне-верхнеюрского возраста	Кварцевые порфиры (кварцевые дациты) среднеэоценового возраста
Пространственная и парагенетическая связь оруденения с интрузиями	Тесная связь оруденения с альбитофирами и кварцевыми альбитофирами (натриевыми липаритами и липарито-дацитами)	Тесная связь с кварцевыми порфирами и альбитофирами (кварцевыми дацитами и липарито-дацитами)	Тесная связь с кварцевыми порфирами (кварцевыми дацитами)
Структурный контроль оруденения	Брахискладки, осложненные близмеридиональными, широтными и СВ разрывными нарушениями	Брахантиклиналь, разбитая разрывными нарушениями близмеридионального (СЗ и СВ) и широтного простирания	Брахискладки, осложненные широтными и СЗ разрывными нарушениями
Морфология рудных тел	Линзы, штоки, переходящие в жиллообразные тела и зоны прожилково-вкрапленного оруденения	Жилы, штокверковые тела и зоны прожилково-вкрапленного оруденения	Линзы, жиллообразные тела и зоны прожилково-вкрапленной минерализации
Возраст оруденения	Средне-верхнеюрский	Средне-верхнеюрский	Среднеэоценовый
Типы руд	Серноколчеданный, медноколчеданный, медно-цинковый, полиметаллический и баритовый	Серноколчеданный, медноколчеданный, медно-цинковый, полиметаллический	Серноколчеданный, медноколчеданный и слабо выраженный полиметаллический
Текстурные особенности руд	Руды мелкозернистые и колломорфные.	Руды колломорфные и мелкозернистые	Руды колломорфные и мелкозернистые
Примеры месторождений, их типы	Алаверди, Шамлуг, Ахтала — средне-низкотемпературные месторождения малых глубин	Кафан, Шаумян-Халадж — средне-низкотемпературные месторождения малых глубин	Тандзут, Чибухлы — средне-низкотемпературные месторождения малых глубин
Главные металлы и элементы	Cu, Zn, Pb, S, Ba, (Cd, Au, Ag, Se, Te)	Cu, Zn, Pb, S, As, (Au, Ag, Cd, Se, Te, Ge, In)	S, (Cu, Ag, Au, Se, Te)

В скобках приведены второстепенные металлы и характерные примеси.

чений халькопирита в сфалерите ($\sim 350^\circ$), термическому обезцвечиванию фиолетового флюорита ($\sim 300^\circ$); об условиях формирования руд свидетельствуют также структуры распада халькопирита в борните ($\sim 270^\circ$), наличие акантита в полиметаллических рудах (не более 179°), присутствие гидротермального гипса, отложение которого происходит при температуре не более 100° . Все это свидетельствует о колебаниях температурного режима на всем протяжении процесса рудоотложения и даже в течение отдельных стадий минерализации.

Парагенетическая связь колчеданного оруденения с субвулканическими интрузиями понимается в том смысле, что из единого очага в определенной последовательности образовались: эффузивные толщи, затем субвулканические интрузии и, наконец, медно-серноколчеданные и колчеданно-полиметаллические руды. Время и пути внедрения субвулканических интрузий и подъема рудоносных растворов обычно совпадали, что приводило к тесной пространственной приуроченности месторождений к интрузиям кварцевых порфиров и альбитофиров. Возраст субвулканических альбитофиров и колчеданного оруденения, определенный калий-аргоновым методом, для Алаверди-Кафанской зоны колеблется в пределах от 140—145 до 150—160 млн. лет (байос-бат), при абсолютном возрасте гранитоидных интрузий в 130 млн. лет. Возраст субвулканических кварцевых порфиров и колчеданного оруденения Базумского рудного района, определенный тем же методом, варьирует в пределах от 40 до 49 млн. лет.

Основные черты условий образования колчеданных месторождений Армянской ССР сведены в приложенной таблице.

ГЛАВА VI. СРАВНЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР С ДРУГИМИ КОЛЧЕДАННЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ МАЛОГО КАВКАЗА

Глава посвящена сравнению колчеданных месторождений Армянской ССР с другими месторождениями Малого Кавказа. С целью сравнительной характеристики вкратце описываются сходные с армянскими, колчеданные месторождения, размещенные в пределах Сомхето-Карабахской зоны и пред-

ставленные Маднеульской группой в Южной Грузии, Чирагидзор-Тоганалинской группой и Кедабекским месторождением в Азербайджане и месторождениями Дзансул и Кварцхана в Артвинском округе Турции. Сравнимые месторождения по геолого-структурному положению, составу вмещающих пород, характеру их гидротермального изменения, морфологии рудных тел, минеральному составу руд и условиям формирования оруденения проявляют ряд сходных и отличительных черт. По этим признакам особенно близки разновозрастные месторождения Армении (Алавердская и Кафанская группы) и Азербайджана (Кедабек и Чирагидзор-Тоганалинская группа).

В настоящее время перед геологами стоит важная проблема составления детальных прогнозных карт на медь и поисков скрытых рудных тел с целью расширения меднорудной базы Алавердского и Кафанского районов. В основу прогнозной оценки меденосности новых площадей должны быть положены закономерности образования и размещения известных колчеданных месторождений Алавердского, Кафанского и Базумского рудных районов, которые обобщены в работе и сводятся к следующему.

Характерной особенностью колчеданных месторождений Армянской ССР, представляющих собой эпигенетические по отношению к рудовмещающим вулканогенным толщам образования, является пространственная и парагенетическая (в смысле общности родоначального очага) связь с субвулканическими интрузиями средне-верхнеюрского и среднеэоценового возраста. Приуроченные к разновозрастным тектоно-магматическим комплексам колчеданные руды залегают в весьма близких по составу вулканогенных породах кислого и умеренно кислого состава, вблизи внедрившихся субвулканических интрузий кварцевых порфиров и альбитофиров и практически отсутствуют в удаленных от них районах.

Намечается совпадение фаций глубинности и времени формирования субвулканических интрузий и колчеданных руд. И те, и другие представляют собой образования, формировавшиеся в условиях небольшой глубины от поверхности и невысокой температуры. По времени образования они также

близки. С визуальными геологическими определениями возраста субвулканических интрузий и колчеданного оруденения хорошо согласуются данные абсолютной геохронологии.

В пространственном размещении колчеданных месторождений, наряду с магматическим, большое значение имеет структурный фактор. Благоприятные для размещения оруденения структуры подразделяются на региональные, представленные относительно крупными антиклинальными и разрывными нарушениями, контролирующими рудные узлы, и локальные, проявленные в виде брахискладок второго порядка и разрывных нарушений северо-западного, северо-восточного и широтного простирания и сопряженных или опережающих трещин, обуславливающих локализацию колчеданного оруденения в пределах рудных полей и месторождений.

Благоприятными для рудоотложения породами являются эффузивы кислого и среднего состава и пирокластические их разновидности. При формировании промышленных руд большое значение имели метесоматические процессы, протекавшие особенно интенсивно в благоприятной в литологическом отношении среде (кислые эффузивы, известковистые туфы, туфобрекчии и др.). Приуроченность промышленного оруденения к вулканогенным образованиям, по-видимому, следует объяснить большой пористостью вмещающих, особенно туфогенных пород и химической активностью в отношении осаждения рудного вещества, а также способностью эффузивов к образованию трещинных полостей.

Образование окolorудных измененных пород и колчеданных руд имело место в течение единого непрерывно-прерывистого процесса, тесно связанного с гидротермальной деятельностью вулканических очагов. Процессы колчеданного рудообразования протекали в ряд последовательно развивающихся стадий минерализации в условиях постепенного спада температуры и давления, при различных соотношениях концентрации компонентов и изменения режима кислотности-щелочности в растворах. Эти особенности на колчеданных месторождениях Армянской ССР выражены в появлении многокомпонентных руд с значительной ролью сульфатов в них, в развитии целого ряда характерных минеральных ассоциаций, в

быстрой смене одних типов руд другими и их наложении в пределах небольшого вертикального интервала, в широком развитии колломорфных структур и др.

По своему минеральному составу и текстурно-структурным особенностям руды разновозрастных колчеданных месторождений проявляют много общих черт. Комплекс главных рудных и нерудных минералов, а также минералов-примесей на различных месторождениях в общем выдержанный. Среди гипогенных рудных минералов наибольшим распространением пользуются сульфиды, подобные им соединения и, частично, сульфосоли (сульфоантимониты, сульфоарсенаты, сульфобисмутиты).

Руды в общем характеризуются мелкозернистым, нередко колломорфным строением, присутствием в них гипогенного борнита, халькозина и ковеллина, в условиях повышенной концентрации серы в растворах образующих весьма интересные двух- и трехфазные парагенезисы.

В отношении распределения и концентрации химических элементов в рудах колчеданной формации отмечаются как сходные, так и отличительные черты. Общими для колчеданных руд Алаверди-Қафанской зоны и Базумского рудного района являются: 1) содержание высоких и повышенных концентраций Fe, Cu, Zn, Pb, Ba, S, As, 2) постоянное присутствие в главных сульфидах примесей благородных и рассеянных элементов Au, Ag, Cd, S, Te, Ge, Ga, 3) нижекларковое содержание Cr, Ni, Co, Mo, Sn, Tl. К отличительным чертам относятся: 1) значительно большая роль Cu, Zn, Pb, Ba в месторождениях Алаверди-Қафанской зоны в отличие от руд Базумского района, 2) по сравнению с медно-серноколчеданными рудами более повышенное содержание Au и Ag в колчеданно-полиметаллических рудах вообще и заметная концентрация Te в аналогичных рудах Қафанской группы месторождений, 3) наиболее тесная связь In со сфалеритами Шаумян-Халаджского месторождения и прямая корреляционная взаимосвязь между содержаниями In, Ga и Ge в рудах этого месторождения и др.

Определяя практическое значение выполненной работы следует отметить, что конкретные предложения по направле-

нию поисковых и разведочных работ передавались заинтересованным организациям при проведении исследований. Практический вывод, вытекающий из наших представлений об условиях образования колчеданного оруденения, сводится к рекомендациям по направлению поисков, в первую очередь, медноколчеданных руд. Эти работы следует направить в пределы брахиантиклинальных складок, сложенных осадочно-вулканогенными толщами средне-верхнеюрского и среднеэоценового возраста, контролирующих размещение субвулканических интрузий. На участках сочетания субвулканических кварцевых порфиров и альбитофиров с рудоподводящими разрывными нарушениями и благоприятными для метасоматоза литологическими горизонтами образуются промышленные концентрации колчеданных руд. Прямыми поисковыми признаками являются определенные типы гидротермального изменения пород (пирофиллитизация, серицитизация, хлоритизация), проявления на поверхности гипогенного гипса и барита, зон интенсивной пиритизации, а также обохренных, осветленных пород.

Далее, в работе приведены практические рекомендации по отдельным объектам и районам. Перспективы Шамлугского месторождения связаны с изучением глубоких горизонтов центральной части и западного фланга. Здесь можно ожидать промышленные концентрации медных руд жильного и прожилково-вкрапленного типов. Некоторый интерес для поисков представляет также участок, расположенный в 3 км к юго-востоку от Шамлугского месторождения; в этом направлении отмечается погружение рудоносной толщи. На Алавердском месторождении дальнейшие поиски должны быть направлены на прослеживание рудоносной зоны вдоль контролирующего оруденение меридионального разлома к северу и югу от центрального участка месторождения и на разведку глубоких горизонтов последнего по падению указанного нарушения. Для поисков скрытого оруденения на Ахталском месторождении наряду с западным, некоторый интерес приобретает южный и юго-западный фланги. Заслуживает более детального изучения Анкасарский участок, расположенный к юго-западу от Ахталы вдоль рудоконтролирующих структур. Не

менее интересным для поисков медноколчеданного оруденения в Алавердском рудном районе является междуречье рр. Дебед и Агстев (между Карнутским месторождением и Кармиркарским участком). В этом районе, в присводовой части антиклинальной структуры, сложенной средне-верхнеюрским вулканогенно-осадочным комплексом, выявлены проявления медно-серноколчеданных руд.

В пределах Кафанской антиклинали для проведения поисковых работ выдвигается район верховьев р. Халадж (сс. Доврус, Антарашат). Благоприятная геологическая обстановка района (развитие рудовмещающих пород и дорудных северо-западных нарушений), а также наличие в этой полосе проявлений медных руд, говорят о необходимости проведения здесь геолого-поисковых работ. Что же касается поисков полиметаллических руд, то эти работы, как нам представляется, должны быть направлены в район междуречья рр. Вохчи и Халадж.

В Базумском рудном районе благоприятным участком для выявления медноколчеданных руд является район верховьев р. Желтой, где вдоль тектонического нарушения широтного простирания отмечаются отдельные выходы субвулканических кварцевых порфиров и мощные зоны гидротермально измененных пород с серно-медноколчеданной минерализацией.

Отдельные разделы работы докладывались автором на двух Всесоюзных совещаниях: на сессии по закономерностям размещения медноколчеданных и меднопорфировых месторождений в Москве (1960 г.), на совещании по рудоносности вулканогенных формаций в Москве (1963 г.), а также на республиканских конференциях и совещаниях.

**Основные положения диссертации опубликованы
в следующих работах**

1. О возрасте Кохбской интрузии. Изв. АН Арм. ССР, т. III, № 8, 1950.
2. К минералогии серноколчеданных руд Тандзутского и Чибухлинского месторождений Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, т. X, № 3, 1957.
3. К геохимии руд колчеданной формации Северной Ар-

мени. Изв. АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, т. X, № 4, 1957.

4. Алтаит и петцит в рудах Кафанского месторождения. ДАН Арм. ССР, т. XXVI, № 3, 1958.

5. О минералогическом составе руд Кафанского медного месторождения. Изв. АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, т. XI, № 6, 1958.

6. Некоторые особенности колчеданного оруденения Армении. Изв. АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, т. XII, № 4, 1959.

7. К вопросу о возрасте интрузий Алавердского рудного района. Изв. АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, т. XII, № 5, 1959.

8. Об обнаружении реньерита на одном из полиметаллических месторождений Армянской ССР. Соавтор А. А. Коджоян. Изв. АН Арм. ССР, геол. и географ. науки, т. XII, № 3—4, 1960.

9. Некоторые особенности колчеданной формации Армении. Тезисы сессии по закономерн. размещен. медноколч. и медно-порфировых м-ний, ОГГН АН СССР, 1960.

10. Гипогенный ковеллин в рудах Тандзутского серноколчеданного месторождения. Соавтор В. О. Пароникян. Зап. Арм. отд. ВМО, вып. 2, 1963.

11. Месторождения субвулканического происхождения Армянской ССР и особенности их поисков. Соавторы И. Г. Магакьян, В. Н. Котляр. Тезисы докл. совещания по рудоносности вулканогенных формаций. М-ва, 1963.

12. Научные основы поисков руд на территории Армянской ССР. Соавторы К. А. Карамян, Г. О. Пиджян. Труды Ин-та геол. наук АН Арм. ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1963.

13. О взаимоотношениях рудных и нерудных минералов в Ахталском и Шамлугском месторождениях. Соавтор П. Я. Ярош, Изв. АН Арм. ССР, науки о Земле, т. XVII, № 6, 1964.

14. Месторождения субвулканического происхождения в Армянской ССР и их поисковые признаки. Соавторы И. Г. Магакьян, В. Н. Котляр. Матер. межведомств. совещ. по проблеме «Рудоносность вулканогенных формаций». Изд. «Недра», 1965.

15. Рассеянные металлы. Соавторы И. Г. Магакьян, Г. О. Пиджян. Геология Армянской ССР, т. VI, металлические полезные ископаемые. Изд. АН Арм. ССР, 1967.

16. Алавердский рудный район (геология и рудоносность). Соавторы С. С. Мкртчян, К. Н. Паффенгольц, Изд. АН Арм. ССР, 1968.

ВФ 03554

Заказ 527

Тираж 250

Типография изд. АН Арм. ССР, Ереван, Барекамути 24

985-