

Глубокоуважаемому А. А.

Габриелю от

благодарного друга - автора

Мелюк -

14/II. 852.



ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐԸ

(ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՄԻՆԵՐԱԼԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ, ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՆ
ԵՎ ՄԵՏԱԴԱԾՆՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՆՋՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ)

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Ш. О. АМИРЯН

ЗОЛОТОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ АРМЯНСКОЙ ССР

(ГЕОЛОГИЯ, МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ, ГЕОХИМИЯ И
ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИИ)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН

1984

ББК 26.325
А 620

Печатается по решению ученого совета
института геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ответственный редактор—доктор геолого-минералогических наук
Г. О. ПИДЖЯН

Книгу рекомендовали к печати рецензенты:
доктора геолого-минералогических наук *Э. А. ХАЧАТУРЯН* и
С. И. БАЛАСАНЯН

Амирян Ш. О.

А 620 Золоторудные формации Армянской ССР: (Геология, минер. состав, геохимия и особенности металлогении) Отв. ред. Г. О. Пиджян.—Ер.: Изд-во АН АрмССР, 1984.—303 с. ил.

Работа посвящена классификации и характеристике золоторудных месторождений Армянской ССР. В ней детально описываются минералы и геохимические особенности руд. Освещаются вопросы образования и размещения золотых руд, металлогении золота и золотосодержимости структурно-металлогенических зон территории республики. Выявлены минералого-геохимические и структурно-текстурные особенности руд, закономерности распределения и формы нахождения редких, благородных и главных рудообразующих элементов в рудах золоторудных месторождений. Рассматриваются перспективы золоторудной минерализации и даются направления поисково-разведочных работ.

Книга предназначена для широкого круга геологов, минералогов, геохимиков и технологов.

ББК 26.325

1904050000
А 703(02)—84 68—83

© Издательство АН Армянской ССР. 1984

ВВЕДЕНИЕ

Использование золота человеком своими корнями уходит в глубь веков. В ранние периоды развития человеческой культуры золото применялось в основном для украшений, роскоши и товарного обмена. С развитием общества значение и области применения золота непрерывно расширялись.

Детальные научно-исследовательские и поисково-разведочные работы, проведенные за последние годы в Армянской ССР, привели к открытию ряда месторождений и проявлений золота, среди которых Зодское, Тейское, Меградзорское, Шаумянское и другие имеют хорошие перспективы. Часть этих месторождений находится в стадии промышленного освоения.

Кроме золоторудных месторождений, повышенное содержание золота установлено также в рудах родственных рудных формаций. По широкой распространенности и масштабам проявления золоторудной минерализации территория Армянской ССР является одной из золоторудных провинций Союза.

Настоящая работа является обобщением результатов многолетних систематических геологических и минералого-геохимических исследований золоторудных месторождений Армянской ССР, проведенных автором в Институте геологических наук Армянской ССР. В ней широко использованы также данные, полученные другими научными и производственными организациями. Она послужит основой дальнейших, более углубленных исследований.

Основные результаты проведенных исследований, которые рассматриваются в трех частях работы, сводятся к следующему:

1. На основании детального изучения минерального состава руд всех золоторудных месторождений впервые дается полное, всестороннее описание минералов руд. Для руд Армении, и нередко Союза, определено много новых минералов из групп теллуридов, сульфидов, арсенидов и сульфосолей сурьмы, свинца, висмута, меди, мышьяка. В общей сложности для всех золоторудных месторождений впервые описываются около 160 минералов, значительная часть которых представляет научный и практический интерес.

2. Выяснены химизм и геохимические особенности руд. При этом установлены закономерности распределения благородных, редких, цветных и черных металлов по формациям и типам руд, концентратам и минералам. Установлены формы нахождения элементов в рудах, их ассоциации и промышленная ценность.

3. Изучены строение и условия залегания рудных тел, взаимоотношения и структурно-текстурные особенности отдельных минеральных типов руд. На основании собранного фактического материала установлена последовательность рудообразования на месторождениях. Определено место золота в общей последовательности рудообразования для каждого месторождения с выделением «продуктивных» ассоциаций минералов.

4. Получены новые данные по структуре месторождений, тектонике, магматизму и последовательности развития геологических процессов в золоторудных полях. Установлены взаимоотношения структур, магматических и постмагматических образований. На этой основе рассматриваются этапы формирования месторождений, приуроченность их к определенным структурным элементам.

5. Высказаны соображения об условиях образования золоторудных месторождений, представления о характере и химизме растворов и их изменении во времени и пространстве, о составе и взаимоотношении гидротермальных метасоматитов, о связи оруденения с магматизмом, возрасте и зональности оруденения, температуре и глубине рудообразования.

6. Установлено место золоторудных месторождений в генетических рядах рудных формаций для структурно-металлогенических зон и рудных районов. Определены основные черты металлогении золота и золотоносные ассоциации минералов, золотоносность родственных рудных формаций.

7. Разработана классификация золоторудных месторождений на формационной основе и дана их полная характеристика. Выделены промышленные и перспективные формации золотых руд.

8. Выяснен характер распределения золота и ассоциирующих элементов в отдельных членах магматических комплексов, вулканогенных, осадочных и метаморфических образований золоторудных районов. На основании анализа геохимических, петрохимических и металлогенических данных рассматривается вопрос источника золоторудной минерализации.

9. Определены перспективы золоторудной минерализации и выделены наиболее перспективные участки для дальнейших работ. Намечены поисковые критерии на золото и сопутствующие элементы и направление дальнейших работ.

В процессе проведения тематических исследований автор получал постоянную поддержку Э. Х. Гуляна, Л. Г. Тер-Абрамяна, М. Г. Гаспаряна, Г. А. Туняна, С. А. Геворкяна, Э. Ш. Овсепяна и других геологов производственных геологических организаций.

В ходе обработки материалов и подготовки работы автор неоднократно пользовался ценными советами и консультациями И. Г. Магакьяна, А. Т. Асланяна, А. А. Габриеляна, И. С. Волинского, Н. В. Петровской, В. В. Щербина, В. П. Федорчука, Г. О. Пиджяна, А. Е. Кочаряна, Э. А. Хачатуряна, П. С. Бернштейна, М. С. Бессмертной. Значительную помощь оказали также товарищи по работе—А. С. Фарамазян, А. И. Карапетян, Р. Н. Зарьян и др.

Всем лицам, способствовавшим выполнению этой работы, автор выражает свою глубокую признательность.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИИ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА

I. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ИЗУЧЕННОСТЬ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Золото на территории Армении было известно издавна и разрабатывалось, о чем свидетельствуют следы древних разработок, остатки памятников культуры и орудий труда, обнаруженные на месторождениях Зод, Меградзор и Гамзачиман.

По разрезу древних отвалов, найденным орудиям производства и другим археологическим находкам доказывається, что разработки велись неоднократно (Ш. О. Амирян, 1973). Однако рудники, достигшие расцвета в ранние века, далее были заброшены и забыты в результате многократного нашествия чужеземных завоевателей.

О наличии золота в районах нынешних золоторудных месторождений упоминается начиная с XIX века. Так, о наличии золота в районе Зодского месторождения имеется заявка горного инженера Н. Лебедева Кавказскому горному департаменту 1898 г.

О нахождении золота в аллювиальных отложениях рек Агстев, Памбак, Арпа-чай, Аракс и в коренном залегании в районах нижнего течения р. Агстев указано в работах В. Х. Севергина, Э. Эйхвальда, Иваницкого, Н. Лебедева и других 1802—1807 и 1851—1852 гг.

В 1939 г. поисковые работы на золото велись по р. Головинка и ее притокам—Армянская балка и Свинухов Ключ, где изредка обнаруживались самородки весом до 146 г. Здесь же находили золотые изделия в виде крестов. В. Н. Котляр россыпное золото связывал с сульфидными рудами района. В 1944—1945 гг. на Дилижанском россыпном месторождении С. Г. Асламазовой, А. С. Горбаченко и Т. М. Степаняном велись поисковые и разведочные работы и определялись запасы золота.

Сведения о нахождении золота в коренном залегании в бассейнах рек Памбак, Агстев и Мармарик имеются в работах Г. Эристави, В. Н. Котляра, А. Г. Мидяна. В 1951 г. А. Г. Мидяном были открыты месторождения Меградзор и Гамзачиман, а также золотоносные зоны гипергенных изменений и вторичные кварциты на Тандзутском месторождении серного колчедана. Изучением этих месторождений занимались Н. С. Хачатрян, Г. Т. Айрапетян, М. Г. Гаспарян, Э. Ш. Овсепян, Ш. О. Амирян, Г. А. Синанян, Э. М. Мадатян, Ф. Г. Шамцян и многие другие.

Данные о наличии золота в верховьях р. Масрик приводятся в сводном отчете по шлиховой съемке рудных районов Армении (авторы И. Г. Магакьян, В. Х. Ароян) в 1947 г. На прогнозно-металлогенических картах Армении верховья р. Масрик, вплоть до водораздела с р. Тертер, показаны как площади, перспективные на золото.

В 1948—1949 гг. И. Г. Гаспарян в шлихах по рекам Масрик, Караиман, Тохлуджа, Шишкар установила золото, киноварь, ртуть, касситерит, электрум, самородное олово. Наибольший интерес, по И. Г. Гаспарян, представляют бассейн р. Шишкар и верховья р. Масрик.

Имея эти данные, в 1951 г. отряд геологов треста «Кавзолоторазведка» (геолог Т. М. Степанян) проводил поисково-разведочные работы в верховьях р. Тертер и открыл сначала золотоносные россыпи и следы разработок их, а затем и коренные выходы золотоносных руд на водоразделе рек Масрик и Тертер. Так было открыто первое (Зодское) золоторудное месторождение Армении. В последующие годы месторождение разведывалось сначала партией треста «Кавзолоторазведка» (до 1955 г.), а затем экспедицией УГ СМ Армянской ССР.

В разведке и оценке месторождения активное участие принимал большой коллектив геологов производственных и научных организаций (А. Е. Наринджян, Э. Ш. Овсепян, Г. К. Гекчян, Г. И. Гольденберг, А. А. Габриелян, Л. Г. Тер-Абрамян, Р. А. Мкртчян, Э. М. Мадатян, Б. Т. Батикян, Т. А. Твалчрелидзе, Ш. О. Амирян, Н. Н. Тагунова, Л. С. Меликян, Г. А. Саркисян, Д. Г. Салия и многие другие).

Золото в рудах Айоцзорского рудного района установлено работами В. Н. Котляра и А. В. Кржечковского в 1925—1928 гг. В дальнейшем оно было установлено в речных отложениях И. Г. Магакьяном и А. Г. Мидяном. Работы, проведенные в районе Азатекского рудного поля А. А. Асатрянном, Г. О. Григоряном, Э. А. Сагателян, З. А. Арутюняном и автором настоящей работы в течение 1950—1964 гг., способствовали выявлению золота в ко-

ренном залегании на участках Цицкар, Гегарчин, Софи-бина и Азатек.

Изучением минерального состава, геохимии и закономерностей распределения благородных и редких элементов рудного поля занимались Э. А. Сагателян (1962), Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян (1963), В. О. Пароникян (1962), Н. С. Хачатурян, Б. А. Акопян (1961—1962) и др.

Отрывочные сведения о наличии золота в Зангезурском рудном районе, в виде примеси в сульфидных рудах, были известны издавна (Н. А. Акопян, 1941; А. И. Месропян, 1964). В музейных образцах г. Тбилиси в 1927 г. Н. Лебедевым был обнаружен кварц с листообразными выделениями серебристого золота (электрума) с этикеткой, указывающей местность «Агарак».

В 1934 г. А. Л. Додиним золото обнаружено в скарнированном известняке в бассейне р. Кули-дара (приток р. Ах-Сахкал). По данным С. С. Мкртчяна, А. М. Арутюняна, золото находилось, правда, в небольшом количестве (0,8 г/т), в медно-скарновых рудах месторождения Ньюади. В 1939 г. Ю. А. Араповым, до 5 знаков на шлих, золото определено в верховьях р. Ньюади в Мегринском районе. Затем золото было установлено в рудах Агаракского, Каджаранского, Аткизского и других месторождений (данные С. С. Мкртчяна, К. И. Лягина, И. В. Барканова, В. Г. Грушевого, Г. О. Пиджяна и др.).

В 1959—1961 гг. были открыты Личквасское, а затем Тейское месторождения, в изучении которых участвовали С. А. Геворкян, Г. А. Тунян, А. М. Галян, Г. И. Гольденберг, С. А. Мелян, Т. А. Казарян, Г. О. Казарян и др. Изучением минерального состава и геохимии, условий образования и локализации руд в течение ряда лет (1964, 1966—1973 гг.) занимался автор настоящей работы.

Помимо Личквасского и Тейского месторождений золото установлено также в полиметаллических и мышьяково-полиметаллических рудах Пхрутского и Пирзаминского месторождений (А. С. Есаян, 1971), в скарнах района Ньюадинского медного месторождения и коч. Хдебанц (Р. А. Арутюнян, 1970), где золото в кварц-сульфидных жилах и прожилках развивается по раздробленным породам скарновых зон. В небольшом количестве оно было установлено и во вторичных кварцитах района с. Ньюади и ст. Астазур (М. С. Апресян, 1968).

В Алавердском и Кафанском рудных районах до 40-х годов золото было известно в виде примеси в сульфидных рудах Алавердского, Ахтальского, Шамлугского, Кафанского и Шаумянского месторождений (С. А. Мовсесян, О. С. Степанян, Г. А.

Пилоян, Н. М. Прокопенко и др.). Золоторудные месторождения и проявления в этих районах выявлены в последние годы шлиховой съемкой и проверкой золотоносности вторичных кварцитов (А. Г. Мидян, П. М. Бартикян, М. С. Апресян и др.). Из открытых месторождений и проявлений в настоящее время определенный интерес представляют Шаумян-Халаджское и Лагигюхское.

Однако следует отметить, что вплоть до 1950—1951 гг. перспективы золотоносности территории республики оценивались сравнительно невысоко, а коренные месторождения золота оставались неизвестными.

Данные шлиховой съемки рудных районов Армении и детального изучения руд различных типов (И. Г. Магакьян, 1947, 1954; Г. А. Мидян, 1951—1964) послужили основой организации специальных работ на золото, в которые включились ИГН АН Армянской ССР, Армянское ГУ, трест «Кавзолоторазведка» и Геолого-разведочный производственный трест Управления Цветной металлургии СМ Армянской ССР. Проведенные целеустремленные работы привели к открытию Зодского, Меградзорского, Гамзачиманского, Гегарчинского, Личквазского, Тейского, Шаумянского, Арманисского и других месторождений и проявлений золота.

Кроме небольших отчетов, посвященных золотоносности отдельных рудных районов и месторождений, до 1950 г., фактически до открытия Зодского месторождения, существовали отдельные сводки Н. А. Акопян (1941), А. И. Месропяна (1946), Л. А. Юзбашева, А. З. Еремишяна и Г. И. Захарян (1946), в которых, на основании имеющихся к этому времени архивных и фактических данных, приводятся сведения о характере нахождения золота в речных отложениях и коренных месторождениях сульфидных руд Армянской ССР и о добыче золота при обработке медных и полиметаллических руд.

Открытием Зодского золоторудного месторождения по существу начался новый этап в изучении золотоносности территории республики. Поисковые и поисково-разведочные работы начали проводить во всех структурно-металлогенических зонах.

С выявлением новых месторождений и проявлений золота возникла необходимость перехода к качественно новым видам работ с целью расширения площадей золоторудной минерализации. В связи с этим было необходимо выявить существующие закономерности в металлогении золота на основании новых данных. В этот период были сданы работы А. Г. Мидяна и С. П. Баляна, А. Т. Асланяна, И. Г. Магакьяна, Ш. О. Амиряна, А. Р. Давтяна и П. М. Бартикяна, Г. И. Гальденберга и др.

С 1957 г. с открытием и разведкой золоторудных месторождений на территории Армянской ССР в Институте геологических наук АН республики начались систематические и углубленные работы по изучению минерального состава и геохимических особенностей руд, характера и формы нахождения благородных и редких элементов в рудах, закономерностей их распределения, формационной принадлежности месторождений, условий их образования и локализации. Эти работы в основном проводились автором настоящей работы сначала на Зодском (1958—1962), а затем на Гегарчинском и Азатекском (1962—1964), Меградзорском и Гамзачиманском (1964—1967), Личкваском и Тейском (1964, 1966—1973), Арманисском и Лалигюхском (1971—1973) месторождениях. Результаты этих исследований изложены во многих рукописных отчетах и опубликованных работах автора (Ш. О. Амирян, 1960—1977).

Составленная автором прогнозно-металлогеническая карта для золота Севано-Амасийской зоны явилась первым примером для составления аналогичных карт в республике.

В различные годы на различных золоторудных месторождениях научно-исследовательские работы проводили сотрудники ИГН АН Армянской ССР Л. С. Меликян (по структуре Зодского месторождения в 1963—1971 гг.), Г. А. Саркисян (по околорудным измененным породам Зодского месторождения в 1963—1970 гг.), КИМСа—Т. А. Твалчрелидзе, Д. Г. Салия (на Зодском месторождении в 1961—1962 гг.), ЦНИГРИ—Н. Н. Тагунова (на Зодском месторождении в 1961—1962 гг.), П. М. Бернштейн, М. М. Константинов и др. (на Зодском, Меградзорском, Гамзачиманском и Личкваском месторождениях, в 1966—1968 гг.), а также сотрудники НИГМИ, ИМГРЭ, ИГЕМ, МГРИ и других учреждений. Проведенные перечисленными лицами исследования в основном подтвердили и дополнили результаты, полученные автором. Однако следует отметить, что основные результаты по изучению минералогии, геохимии и условий образования золоторудных месторождений Армянской ССР получены автором; эти данные лежат в основе дальнейших поисково-разведочных и научно-исследовательских работ по изучению золоторудных месторождений и выработки соответствующей схемы переработки руд.

Данные, полученные другими исследователями в последующие годы, широко использовались автором при изложении настоящей работы, поэтому она является наиболее полным обобщением всех исследований, проведенных на золоторудных месторождениях Армянской ССР к настоящему времени.

II. ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИИ СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОН

На основании характерных особенностей геологии, структуры, интрузивного и эффузивного магматизма и металлогении в пределах территории Армянской ССР И. Г. Магакьяном и С. С. Мкртчяном выделены: Алаверди-Кафанская, Севано-Амасийская и Памбак-Зангезурская структурно-металлогенические зоны.

Работами последних 20—25 лет установлено, что золотоносны все три зоны, где золото связано почти со всеми интрузивными циклами. Однако следует отметить, что более интенсивна золотоносность третичных интрузивных циклов, развитых наиболее полно в Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской зонах.

1. АЛАВЕРДИ-КАФАНСКАЯ СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНА

Алаверди-Кафанская зона характеризуется однородным строением и пологой складчатостью. В ней широко развиты мощные толщи вулканогенно-осадочных пород юрского времени с подчиненной ролью меловых и эоценовых отложений. В пределах зоны И. Г. Магакьяном выделяются четыре цикла магматизма и эндогенной минерализации: юрский—с медноколчеданными, колчеданно-полиметаллическими, золото-сульфидными месторождениями (Кафан, Шамлуг, Ахтала, Шаумян, Халадж и др.); предсеноманский—со скарновыми железорудными и гидротермальными месторождениями железа, меди, свинца, цинка и барита (Цакери-дош, Бовери-гаш, Мисхана, Кохб, Вартигюх, Шнох, Ноемберян, Шишкерт, Шикахох, Мазра и др.); верхнемеловой—с небольшими эпигенетическими месторождениями кристаллических пиролюзит-псиломелановых руд и агата (Саригюх, Калача, Севкар, Ачаджур и др.) и средне-верхнеэоценовый цикл с гидротермальными месторождениями полиметаллических (Марц, Лорут и др.) и золото-сульфидных (Лалигюх, Воскепар) руд.

Для Алаверди-Кафанской зоны в целом наиболее характерно медноколчеданное оруденение при второстепенной роли полиметаллических, кварц-золото-сульфидных, железных, марганцевых и баритовых руд. Особенностью зоны является связь золоторудной минерализации с колчеданной в раннюю стадию развития зоны и медной, серноколчеданной, медно-гематитовой и барит-полиметаллической—в среднюю. Небольшие проявления эоценового магматизма связаны с процессами тектонической активизации и приурочены к пограничным участкам Севано-Амасийской зоны.

Золоторудная минерализация периода активизации связана с крупными разрывными нарушениями (Лалигюхское месторождение, Воскепар-Качачкутская золотоносная зона и др.) и проявлением молодого магматизма.

Из выделенных И. Г. Магакьяном интрузивных циклов золотоносными являются: а) юрский, где золото в виде примеси отмечается в медно-колчеданных, колчеданно-полиметаллических рудах и нередко образует самостоятельные золото-сульфидные месторождения (Шаумян, Халадж) в связи с субвулканическими кварцевыми порфирами и альбитофирами; б) предсеноманский, где золото отложилось в медно-гематитовых, кварц-гематитовых, барит-полиметаллических (Шнох, Техут) жилах и пиритизированных зонах (Шикахох, Мазра) в связи с кварцевыми диоритами и гранодиоритами; в) верхнеэоценовый, где золото находится в золото-полиметаллических (Лалигюх), медных, медно-гематитовых, свинцово-цинковых (Привольное, Марцигет) рудах и пиритизированных породах (Воскепар-Качачкутская зона), парагенетически связанных с интрузивными и экструзивными кварцевыми диоритами, гранодиоритами, андезито-дацитами, дацитами и диорит-порфирами. Характерными для Алаверди-Кафанской зоны металлами являются: Cu, Zn, Pb, Ba, Au, Ag, при подчиненной роли: As, Sb, Mo, Se, Te, Bi, Cd, In, Ga, Ge и других.

Алаверди-Кафанская зона в отношении золоторудной минерализации представляет определенный интерес.

2. СЕВАНО-АМАСИЙСКАЯ СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНА

Эта зона по насыщенности золотом и выявленным запасам является наиболее интересной. Она характеризуется широким развитием верхнемеловых и главным образом эоценовых вулканогенно-осадочных отложений, смятых в изоклинальные складки и прорванных гипербазитами верхнемелового-эоценового возраста и более молодыми (олигоцен-миоценовыми) гранитоидами. В отдельных отрезках зоны, в ядрах положительных структур и вдоль глубинных разломов, обнажаются метаморфические породы фундамента—различные сланцы, мрамор, метаморфизованные вулканиты. Известные месторождения и проявления золота приурочены к участкам проявления наиболее молодого магматизма и разрывов.

В связи с внедрением гипербазитов и габбро в зоне образовались месторождения хромита (Шоржа, Джил и др.), меди (Тигранаберд и др.), асбеста и магнезита, а также проявления никеля и платины.

В тесной парагенетической связи с небольшими штоками и субвулканическими телами кварцевых порфиров, граносиенитов, гранодиоритов, гранодиорит-порфиров, липаритов и дацитов находятся месторождения золото-сульфидных (Арманис), золото-сульфидно-теллурических (Зод), золото-шеелитовых (Гамзачиман), колчеданных (Тандзут, Чибухлы), золотосодержащих свинцово-цинковых и полиметаллических (Привольное, Когес, Ардви, Маймех, Памбак), марганцевых (Мегрут), железных (Базум) и других типов руд. Золото установлено в аллювиальных отложениях рек Масрик, Агстев, Головинка, Памбак, Дзорагет, Ванадзор, Гетик и др.

Наиболее перспективные месторождения золота, меди, свинца и цинка связаны с олигоцен-миоценовым магматизмом. В этот период образуются также небольшие месторождения и проявления реальгар-аурипигментовых, сурьмяных (Амасия) и ртутных (Сараландж, Буратапа, Кясаман и др.) руд.

Для этой зоны главными металлами являются: Cr, Fe, Zn, Pb, As, Sb, W, Cu, Ni, Co, Bi, Au, Ag, Hg, Te, Se, Cd, при подчиненной роли Ga, Ge, In, Pt, Tl и Sn.

3. ПАМБАК-ЗАНГЕЗУРСКАЯ СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ЗОНА

Эта зона характеризуется широким развитием вулканогенных пород эоцена и олигоцен-миоцена, прорванных крупными многофазными и малыми интрузиями. В отдельных участках зоны, в ядрах крупных положительных структур вскрываются древние метаморфические породы. Интенсивная складчатость охватывает все отложения до олигоцена включительно, сопровождаемая крупными разрывами. К числу наиболее крупных разрывных нарушений, контролирующих локализацию медно-молибденовых, полиметаллических, золото-сульфидно-теллурических, золото-сульфидных, золото-свинцово-сурьмяных, реальгар-ауритименовых, стибнитовых и ртутных руд относятся: Дебаклинский, Спетринский, Тейский, Азатский, Кечутский, Мармарикский, Цахкуняцкий и др.

В Памбакском и Зангезурском рудных районах эрозией вскрыты толщи древних пород, крупные массивы гранитоидов и связанные с ними железорудные (Калер, Камакар, Сваранц, Мармарик и др.) и медно-молибденовые (Каджаран, Анкаван и др.) рудные поля. А там, где эрозией охвачены только периферические части интрузивных массивов и породы кровли, наблюдаются месторождения и проявления полиметаллических (Газма, Гюмушхана и др.) свинцово-цинковых (Енгиджа, Ехегис), золото-сульфидных (Тей, Личквас, Гегарчин и др.), золото-суль-

фидно-теллурических (Меградзор, Сарнахпур и др.), золото-свинцово-сурьмяных (Азатек, Софи-бина), реальгар-аурипигментовых (Сальварти), антимонитовых (Арзакан, Ахавнадзор), ртутных (Мазра, Хосров и др.) руд, нередко с незначительной примесью молибденита.

В коренном залегании золото установлено также в убого-сульфидных кварцевых линзах и пластовых жилах, заключенных в метаморфических сланцах и вулканитах (Зар, Ванки-дзор, Капутсар), в зонах скарнов и вторичных кварцитов (Нювади, Пограничное, Анкаванская группа и др.).

Золото установлено в аллювиальных отложениях рек, размывающих выходы коренного золота (Мармарик, Мегригет и др.).

Роль древних интрузий в металлогении зоны небольшая. С ними связаны небольшие полиметаллические, золото-кварцевые, железорудные месторождения и проявления. Наибольшую роль в металлогении зоны играют олигоцен-миоценовые интрузивные комплексы.

Крупные месторождения медно-молибденовых, золото-сульфидных, золото-сульфидно-теллурических, золото-свинцово-сурьмяных, полиметаллических и небольшие проявления реальгар-аурипигментовых, стибнитовых и ртутных руд связаны с поздними фазами крупных и сложных интрузивных массивов и малыми интрузиями гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров и экстрюзиями андезито-дацитов олигоцен-миоценового возраста. Развита в пределах Памбак-Зангезурской зоны золоторудная минерализация представлена золото-кварцевой, золото-сульфидной, золото-сульфидно-теллурической, золото-свинцово-сурьмяной формациями, где золото образует самые различные ассоциации минералов (золото-пирит-халькопиритовая, золото-полиметаллическая, золото-арсенопиритовая, золото-теллуридовая, золото-сульфоантимонитовая, золото-кварцевая, золото-антимонитовая и др.).

Кроме собственных месторождений, золото образует значительные концентрации в рудах родственных рудных формаций — полиметаллической, медно-молибденовой и других.

Характерной особенностью золоторудной минерализации в этой зоне является тесная генетическая и пространственная связь с медно-молибденовой формацией, в отличие от золоторудной минерализации Алаверди-Кафанской зоны, где она проявляется главным образом в связи с колчеданными рудами.

Характерными металлами для Памбак-Зангезурской зоны являются: Fe, Mo, Cu, Pb, Zn, Sb, Au, Ag, As, Bi, Se, Hg, Te, Cd, при второстепенной роли In, Ga, Ge, Re, W, Tl, Sn и других.

По числу выявленных объектов золоторудной минерализа-

ции и запасам золота Памбак-Зангезурская зона занимает второе место после Севано-Амасийской, но ее перспективы относительно большие в связи с тем, что здесь широко развиты третичные интрузивные циклы, которые являются наиболее золотоносными.

III. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА И МЕСТО ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В РЯДУ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

Изучение выявленных золоторудных месторождений и имеющиеся данные по золотоносности территории Армянской ССР позволили установить, что золоторудная минерализация связана почти со всеми интрузивными циклами, развитыми на территории республики. Золоторудные месторождения парагенетически связаны с интрузивными и экстррузивными (субвулканическими) комплексами. Богаты золотом гидротермальные образования, связанные со средними и умеренно-кислыми гранитоидами верхнетретичного возраста.

Интрузивные и жильные породы, с которыми пространственно и генетически ассоциируются золоторудные месторождения, варьируют от габбро-диоритов и диорит-порфириров до кварцевых порфиров и дацитов, а в отдельных случаях, до пород повышенной щелочности—граносиенитов и сиенитов.

Золоторудные месторождения связаны с поздними отщеплениями наиболее глубоко дифференцированных интрузивных массивов или с малыми интрузиями. На отдельных месторождениях золоторудная минерализация проявляется в связи с субвулканическими и экстррузивными образованиями (Шаумян, Халадж, Лалигюх). Богаче золотом те месторождения, где хорошо проявлены ассоциации Ag, Bi, Sb, As, Te, Hg, Pb, Zn, Cu и где гидротермальное рудообразование происходило многостадийно (Зод, Тей, Меградзор, Шаумян, Халадж), а в минеральном составе руд преобладают сульфиды, арсениды, сульфосоли и теллуриды.

Металлогеническими эпохами золоторудной минерализации в основном явились киммерийская и альпийская. Небольшие месторождения и проявления золота возникали также в другие эпохи. В киммерийскую и альпийскую эпохи золоторудная минерализация проявилась в различных стадиях развития структурно-металлогенических зон. Но главные и собственные месторождения золота образовались в поздние и конечные стадии

развития зон, в связи с поздними расколами земной коры и внедрением малых интрузий.

В киммерийскую эпоху золотая минерализация проявилась: а) в колчеданных и золото-сульфидных рудах (Кафан, Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Шаумян, Халадж и др.), на ранней стадии развития Алаверди-Кафанской зоны, в связи с субвулканическими интрузиями кварцевых порфиров и альбитофиров, возраст которых, по радиологическим данным, составляет 150—163 млн. лет; б) в колчеданных, барит-полиметаллических, кварц-гематитовых, медно-гематитовых рудах средней стадии развития зоны (Шнох, Шикахох, Срашен и др.), в связи с внедрением гранитоидов абсолютного возраста 133 ± 8 млн. лет. При этом повышенное содержание золота установлено в полиметаллических рудах. В этой зоне, в связи с процессами активизации, в эоценовое время внедряются субвулканические андезито-дациты, дациты и малые интрузии гранитоидов, в парагенетической связи с которыми образуются месторождения и проявления Лалигюх, Воскепар, Качачкут и другие.

Альпийская металлогеническая эпоха хорошо развита в Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской структурно-металлогенических зонах. В ранней стадии развития металлогении золото проявилось в колчеданных рудах Севано-Амасийской зоны, в связи с внедрением субвулканических интрузий кварцевых порфиров и альбитофиров с абсолютным возрастом 41—49 млн. лет (Тандзут, Анкадзор и др.).

В среднюю-позднюю стадию структурно-металлогенического развития зон золоторудная минерализация связывается с внедрением небольших интрузий гранитоидов с абсолютным возрастом 35—45 млн. лет (Арманис, Гамзачиман, Агви, Когес, Маймех и др.). Золото в этот период в виде примеси отлагается и в рудах медноколчеданной, полиметаллической и медно-мышьяковой формаций (Анкадзор, Мецдзор, Марцская группа, Фролово и др.).

В позднюю-конечную стадию золото проявляется в связи с малыми интрузиями и поздними дифференциатами сложных интрузивных комплексов (гранитоиды, граносиениты, кварцевые порфиры, липариты, диоритовые и диабазовые порфириты, кersантиты) с абсолютным возрастом 21—35 млн. лет (Зод, Меградзор, Тей, Гегарчин, Азатек и др.). Следует отметить, что наиболее крупные месторождения образовались в олигоцен-доверхнемиоценовое время. В эту стадию золото в виде примеси отложилось также в медных, медно-молибденовых и полиметаллических рудах (Джиндара, Каджаран, Анкаван, Айгедзор, Аткиз, Газма, Кармиркар и др.).

Продуктивными по золоту являются следующие ассоциации минералов: пирит-арсенопиритовая, пирит-висмутин-халькопиритовая, золото-шеелитовая, золото-теллуровая, золото-многосульфидная, золото-полиметаллическая, золото-сульфоантимонитовая, золото-антимонитовая, золото-кварцевая (значение небольшое). В этих ассоциациях золото является одним из поздних минералов.

Установлено, что месторождения золота в ряду родственных рудных формаций занимают промежуточное или ближе к крайнему положение. Золотоносные стадии в гидротермальном процессе являются средними или поздними, а в последовательности выделения минералов в отдельных стадиях самородное золото выделяется одним из поздних. Эта закономерность, по имеющимся данным, характерна также для магматического процесса, где повышенные концентрации золота связаны с поздними дифференциатами магматического очага, а в них—с поздними минералами. Так, например, на Зодском месторождении в перидотитах и серпентинитах содержится в среднем 0,000425 г/т золота, в поздних габбро—0,00071 г/т, а в еще более поздних плагиогранитах—0,0008 г/т (данные ядерно-активационного анализа).

Как было отмечено выше, выявленная закономерность проявляется также в развитии структурно-металлогенических зон, где высокие и повышенные концентрации золота образуются в поздних и конечных стадиях.

В зависимости от конкретных геологических условий образовались золото-сульфидно-теллуровая, золото-сульфидная, золото-свинцово-сурьмяная, кварц-золото-шеелитовая и другие формации руд.

Золото-серебряное отношение в месторождениях различных формаций, а в них в отдельных минеральных типах руд варьирует в широких пределах—от 1:150 до 1,3:1. Наиболее высокое золото-серебряное отношение характерно для руд золото-сульфидно-теллуровой формации, а низкое—для руд кварц-золото-свинцово-сурьмяной. Проба золота сравнительно высока и колеблется от 720 до 960. Самая высокая проба отмечена для россыпного золота. Для коренного золота намечается понижение пробы от сравнительно высокотемпературных руд к низкотемпературным, как для месторождений, так и для отдельных парагенетических ассоциаций минералов. Более подробные данные об изменении золото-серебряного отношения и пробности золота в различных типах руд и месторождениях приводятся в соответствующих главах работы.

Главными из эндогенных золоторудных формаций республики являются золото-сульфидно-теллуровая, золото-сульфидная,

золото-шеелитовая и золото-свинцово-сурьмяная, поэтому остановимся на выяснении связи и места золоторудных месторождений этих формаций в общей рудной минерализации территории каждой металлогенической зоны.

Золоторудная минерализация в Севано-Амасийской зоне связана главным образом с олигоцен-миоценовым магматизмом. Она здесь представлена золото-сульфидной (Арманис, Марцская группа, Караберд и др.), золото-сульфидно-теллуровой (Зод), золото-шеелитовой (Гамзачиман) формациями, вторичными кварцитами с золотом (Казачий бугор, Лермонтово и др.) и золотоносной железной шляпой колчеданных месторождений (Тандзут).

С ранними магматическими образованиями связаны железорудные, медно-гематитовые, железо-марганцевые, медно-серноколчеданные, полиметаллические и свинцовые, свинцово-цинковые месторождения и проявления Севанского, Дилижан-Тандзутского, Чкнах-Базумского и Амасия-Чкнахского рудных районов, а поздними—золото-сульфидные, золото-шеелитовые, золото-сульфидно-теллуровые, ртутные, сурьмяные, реальгар-аурипигментовые и редкометальные месторождения и проявления. Золоторудные месторождения занимают промежуточное положение в отмеченном ряду рудных формаций.

В Памбак-Зангезурской зоне проявлены золото-сульфидная (Тей-Личквас и др.), золото-сульфидно-теллуровая (Меградзор, Сарнахпюр и др.) и золото-свинцово-сурьмяная (Азатек и др.) формации руд с подчиненной ролью золотоносных вторичных кварцитов.

Оруденение золота на отмеченных месторождениях парагенетически связано с миоценовыми интрузивными комплексами и с другими типами руд образует один генетический ряд, членами этого ряда являются медная, медно-молибденовая, полиметаллическая, свинцово-цинковая, свинцовая, золото-сульфидная, золото-сульфидно-теллуровая, золото-свинцово-сурьмяная, редкометальная, сурьмяная и сурьмяно-мышьяковая формации, взаимосвязанные переходными, нехарактерными для данной формации ассоциациями минералов, геологическим положением и некоторыми общими чертами минерального-геохимического и генетического характера.

В Алаверди-Кафанской зоне в настоящее время интерес представляют золото-полиметаллические месторождения и отчасти золотоносные вторичные кварциты. Золоторудные формации здесь находятся в генетической связи с медно-серноколчеданными и полиметаллическими. Поздние формации в этой зо-

не отсутствуют в связи с тем, что завершающие стадии структурно-металлогенического развития зоны не проявились, а золоторудная минерализация в основном связана с ранними или средними стадиями ее развития.

В этой зоне золото-сульфидная минерализация проявляется в конце генетического ряда. В отдельных участках зоны золоторудная минерализация проявилась также в связи с процессами активизации, связанными с тектоно-магматическим развитием соседних структурно-металлогенических зон. В этот период она выступает самостоятельно или в связи с редкой молибденитовой и серно-медноколчеданной минерализацией.

Среди других рудных формаций зоны медноколчеданная и полиметаллическая характеризуются повышенной концентрацией золота, серебра и ассоциирующих с ним элементов.

Отсутствие крупных золоторудных месторождений в Алаверди-Кафанской зоне, по-видимому, объясняется тем, что в ней поздний этап развития проявлен слабо, а имеющиеся данные по металлогении Армении показывают, что золоторудная минерализация, скорее всего и главным образом, проявляется в поздних этапах развития складчатых областей. Установленные в зоне месторождения и проявления золота образовались в связи с повторными разрывами и внедрением субвулканических интрузий третичного времени.

Связь золоторудных формаций с другими членами рядов подтверждается сквозными минералами и их ассоциациями, взаимоотношением руд и членов ряда между собой и магматическими образованиями, геологическим положением, близким возрастом, пространственным расположением членов ряда по отношению различных дифференциатов интрузивных комплексов, геохимическими особенностями руд и приуроченностью их и ассоциирующих с ними пород к определенным структурным ярусам и этажам пород.

Хорошим и наглядным примером генетического ряда может служить ряд медной, медно-молибденовой, молибденовой, полиметаллической, золото-сульфидной и редкометальной формаций в Зангезурском рудном районе, образованный в связи с олигоцен-миоценовым интрузивным комплексом.

Генетическая связь между членами отмеченного ряда и их сходные и отличительные черты выражаются следующим образом. В существенно медных месторождениях (Джиндара) в небольшом масштабе проявляется молибденовая и еще меньше полиметаллическая минерализация. В медно-молибденовых месторождениях роль полиметаллических руд возрастает, а медные

и молибденовые становятся равнозначными, а в некоторых из них молибденовые руды преобладают над медными (Айгедзор). В отдельных месторождениях выступает медно-мышьяковая ассоциация минералов. В полиметаллических месторождениях основными типами руд являются свинцово-цинковые и полиметаллические, в подчиненном значении проявляются арсенопиритовые, сульфоантимонитовые и молибденитовые.

С переходом от полиметаллических месторождений к золоторудным в рудах возрастает роль золотоносных полиметаллических, сульфоантимонитовых, арсенопиритовых и теллурических ассоциаций минералов. Эти ассоциации или их минералы и рудные элементы в небольшом количестве выступают также в последующих формациях руд и наоборот. В вышеописанном порядке в рудах возрастает концентрация золота и сопутствующих золоту элементов, которые образуют промышленные концентрации на месторождениях золоторудных формаций, а часть из них (Sb, Au, Hg и др.) становится преобладающей в конечных членах генетического ряда.

Установлено, что в рудах всех отмеченных формаций наблюдается повышенное содержание золота, серебра, свинца, цинка, молибдена, сурьмы, висмута, меди, теллура и мышьяка, однако определенные элементы из этого ряда промышленные концентрации образуют в характерных для них формациях руд.

Отмеченные формации, объединенные общностью геологических условий образования, носят общие черты минералого-геохимического характера. Но, вместе с тем, члены генетического ряда отличаются друг от друга по присущим им минералого-геохимическим, структурно-текстурным, морфогенетическим и геолого-структурным особенностям. В частности, на медных месторождениях преобладают меденосные ассоциации минералов, на медно-молибденовых—медные, медно-молибденовые и медно-мышьяковые, в подчинении находятся полиметаллическая и золото-теллурическая, а на золоторудных месторождениях преобладают сульфиды и сульфосоли меди, свинца, цинка, мышьяка, сурьмы, висмута, арсениды, теллуриды, самородное золото и различные карбонаты. Редкометальная формация в основном представлена кварц-редкометальной и карбонат-редкометальной минерализацией, а полиметаллическая и другие имеют подчиненное значение. Сурьмяная и реальгар-аурипигментовая формации представлены антимонитом, реальгаром и аурипигментом; роль остальных минералов незначительна. Для месторождений каж-

дой отдельной формации характерны своя схема стадийности минералообразования и свои фации и формации гидротермальных метасоматитов.

Медные и медно-молибденовые руды приурочены к массивам интрузивных пород, полиметаллические и золотосодержащие—к интрузивным и вулканогенным породам кровли, а редкометальные, сурьмяные и сурьмяно-мышьяковые—преимущественно к вулканогенным породам. В рудах первых двух формаций преобладают вкрапленные и прожилковые текстуры, а в остальных—брекчиевые массивные, друзовые, лучистые и многие другие.

Отмеченные различия обусловлены геохимической и металлогенической специализацией отдельных этапов развития магматических очагов, характером растворов, составом пород, глубиной становления магматических очагов, условиями формирования месторождений, характером вмещающих пород и другими локальными геологическими факторами.

Возраст членов ряда различен, но находится в пределах олигоцен-миоцена.

Детальный анализ данных по золоторудной минерализации всех трех структурно-металлогенических зон показывает, что золоторудная минерализация занимает промежуточное или крайнее положение среди рудных формаций и тесно генетически связана с медноколчеданным, медно-молибденовым, полиметаллическим, сурьмяно-мышьяковым оруденениями, поэтому районы их проявления совпадают. Следовательно, проявления золоторудной минерализации следует искать в тех же районах, где установлено медное, медно-молибденовое, полиметаллическое и сурьмяно-мышьяковое оруденение.

Установление генетических рядов имеет важное научное и практическое значение для расшифровки процессов рудообразования и предсказания возможности проявления определенных формаций генетического ряда и организации их поисков.

Обобщая имеющиеся данные по золотоносности территории Армянской ССР, следует отметить, что в истории геологического развития структурно-металлогенических зон главными металлогеническими эпохами золоторудной минерализации являлись альпийская и отчасти киммерийская, при этом промышленные скопления золота образовались в средних и поздних стадиях их развития. В ходе последовательных процессов дифференциации магматических очагов повышенные концентрации золота образуются в связи с поздними членами дифференциации или с малыми интрузиями.

В постмагматическом гидротермальном рудообразовании золоторудные формации занимают промежуточное или крайнее положение в ряду родственных рудных формаций, а в многостадийном рудном процессе золото проявляется в средних и поздних стадиях. В отдельных стадиях минерализации оно выделяется после главных сульфидов, сульфосолей и теллуридов. Золото в рудах представлено в виде самородного золота и теллуридов.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ОПИСАНИЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

В силу сложности процессов и геологических условий рудообразования месторождения отличаются по способу отложения, минеральному составу и геохимическим особенностям руд, форме рудных тел и условиям их залегания, гидротермальным изменениям рудовмещающих пород, по температуре и глубине минералообразования и приуроченности их к различным геоструктурным элементам земной коры и другим признакам.

Определение классификационной принадлежности месторождений позволяет оценить масштабы оруденения и промышленную ценность руд, определить закономерности образования и распределения руд, выяснить возможности комплексного извлечения ценных компонентов руд и выявить перспективные участки оруденения. Поэтому исследователи придают огромное значение классификации месторождений полезных ископаемых.

Существуют многочисленные схемы классификации рудных месторождений, в том числе и золоторудных. В основу этих схем легли самые различные признаки (В. А. Обручев, 1954; В. Линдгрэн, 1933, 1935; А. Бэтман, 1949; В. И. Вернадский, 1955; Ю. А. Билибин, 1947; В. Эммонс, 1938; И. Г. Магакьян, 1950, 1961, 1967, 1969; Н. В. Петровская, 1955, 1973; Н. И. Бородаевский, 1962, 1964; С. Д. Шер, 1972; Е. А. Радкевич, 1966; И. С. Рожков, 1970; Г. П. Волярович, 1963; Д. А. Тимофеевский, 1972 и многие другие). В современный период решающее значение придается генетическим признакам.

До пятидесятых годов в рудных формациях Армянской ССР выделялись золото-сульфидная и россыпная формации руд. Далее И. Г. Магакьяном и автором (1964) были предложены следующие формации: золото-теллуровая, золото-сульфидная, золото-шеелитовая, колчеданная с золотом и россыпная (аллювиальные, элювиальные).

Для Севано-Амасийской структурно-металлогенной зоны, а

затем для всех золотых руд Армянской ССР автором (1966, 1968) были выделены: убогосульфидные, малосульфидные, умеренно сульфидные и существенно сульфидные месторождения.

Классификацией золоторудных месторождений Армянской ССР занимались также А. Г. Мидян (1958), С. А. Мовсесян (1969), А. Р. Давтян и П. М. Бартикян (1970).

Все классификационные схемы страдают одним основным недостатком—отсутствием единого классификационного признака.

В данной работе приводится более расширенная классификация золоторудных месторождений и проявлений Армянской ССР. В основу классификации вслед за Е. Е. Захаровым (1953), Р. М. Константиновым (1965) и другими положены устойчивые золотоносные минеральные ассоциации, образовавшиеся в определенных геологических условиях. Сначала выделяются рудные формации, а в них золотоносные минеральные типы руд. Таким образом, среди золоторудных формаций (эндогенных и экзогенных) рассматриваются: 1) золото-сульфидно-теллуrowая с золото-арсенопиритовым, золото-пирит-халькопиритовым, золото-полисульфидным, золото-теллуrowым и золото-антимонитовым типами; 2) золото-сульфидная с золото-медно-висмутовым, золото-полиметаллическим, золото-арсенопиритовым, золото-сульфоантимонитовым типами; 3) золото-шеелитовая с золото-шеелитовым и золото-полиметаллическим типами; 4) золото-свинцово-сурьмяная с золото-полиметаллическим, золото-антимонитовым и золото-сульфоантимонитовым типами; 5) золото-кварцевая; 6) вторичные кварциты с золотом; 7) золотоносная железная шляпа колчеданных месторождений и 8) золотоносные россыпи с типами аллювиальными (русловыми, террасовыми, долинными), элювиальными, делювиальными и пролювиальными.

Все эндогенные золоторудные формации Армянской ССР относятся к средне-низкотемпературной гидротермальной группе умеренных, малых и приповерхностных глубин.

По содержанию сульфидов среди золоторудных месторождений выделяются: убогосульфидные, малосульфидные, умеренно-сульфидные и существенносульфидные.

II. ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ И МЕСТОРОЖДЕНИЙ

А. ЭНДОГЕННЫЕ ФОРМАЦИИ

1. ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-ТЕЛЛУРОВАЯ ФОРМАЦИЯ

Золото-сульфидно-теллуrowая формация руд представлена немногочисленными месторождениями (Зод, Меградзор, Сарнах-

пюр, Намазелян, Мирак), но по перспективам и содержанию золота, серебра и других редких элементов (теллура, селена, висмута) занимает ведущее место в общем балансе золотоносных руд.

Золото-сульфидно-теллуровая формация руд генетически связана с верхнетретичными (олигоцен-миоценовыми) субвулканическими (малыми) интрузивными штоками и дайками, внедрившимися в поздние и конечные этапы геотектонического развития Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской структурно-металлогенических зон.

Главнейшими формами рудных тел этой формации являются жилы, гнезда, карманы и зоны прожилково-вкрапленной минерализации, расположенные в габбро, габбро-перидотитах, монцонитах, сиенитах, порфиритах, туффитах, туфобрекчиях и других породах.

В месторождениях этой формации рудообразование происходило в результате нескольких стадий минерализации. Парагенезисы минералов, образованные в различных стадиях рудного процесса, в основном совмещаются друг с другом. На Зодском и Меградзорском месторождениях с глубиной возрастает роль золото-сульфидных руд.

Отложение минерального вещества из коллоидных и нормальных ионнодисперсных растворов в открытых трещинах и зонах дробления пород обусловило необычайно разнообразное строение и структурно-текстурные особенности руд. Весьма сложен также минеральный состав руд. В нем, кроме обычных сульфидов, участвуют многие теллуриды золота, серебра, свинца, никеля, ртути, висмута, меди, сульфосоли серебра, меди, висмута, свинца, сурьмы; арсениды, карбонаты, окислы и другие минералы, число которых нередко составляет несколько десятков.

Судя по минеральному составу, околорудным изменениям (серицитизация, карбонатизация, окремнение, каолинизация), текстурно-структурным особенностям руд и результатам дискрепитации газожидких включений, месторождения этой формации образовались в эпитермальных условиях, хотя некоторые ассоциации начали образовываться в мезотермальных условиях.

Несмотря на телескопированность разновременных парагенезисов, на месторождениях отчетливо наблюдается зональная последовательность рудоотложения. Сульфидные ассоциации преимущественное развитие имеют на нижних горизонтах: а золото-теллуровые и сульфосолевые—на верхних.

Золото в рудах описанной формации имеет весьма неравномерное распределение и проявляется главным образом в трех

или четырех минеральных типах руд. Оно в рудах представлено самородными частицами (особенно в сульфидных рудах) и в виде химических соединений с теллуrom и серебром. Форма выделений золота разная в зависимости от структурных условий отложения. Размеры золотин небольшие, преобладают тонкодисперсные. Проба золота в сульфидной ассоциации составляет 930, а в теллуровой она снижается до 840 и ниже. Золото-серебряное отношение для этой формации руд составляет 1:10—1,3:1. Оно различно для отдельных минеральных типов руд.

Кроме золота, руды представляют интерес также на серебро, висмут, селен, теллур, кадмий и другие элементы.

ЗОДСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-ТЕЛЛУРОВЫХ РУД

Зодское месторождение в древности разрабатывалось, о чем свидетельствуют следы древних разработок и остатки орудий труда.

Сведения о наличии золота в верховьях реки Масрик имеются в заявке горного инженера Н. Лебедева с 1898 г. и в работах И. Г. Магакьяна, В. Х. Ароян и И. Г. Гаспарян 1947—48 гг.

Месторождение открыто отрядом треста «Кавзолоторазведка» в 1951 г. во главе с геологом Т. М. Степаняном. В последующие годы месторождение разведывалось сначала партией треста, а затем экспедицией Армянского Управления геологии.

В разведке и оценке месторождения принимали участие: А. Е. Наринджян, А. А. Габриелян, Г. И. Гольденберг, Л. Г. Тер-Абрамян, Э. Ш. Овсепян, Г. К. Гекчян, Э. М. Мадатян (1971), Р. А. Мкртчян, Б. Т. Батикян, Т. А. Твалчрелидзе (1960), Ш. О. Амирян (1960—1974), Н. Н. Тагунова, Л. С. Меликян (1966, 1967), Г. А. Саркисян (1966, 1968) и многие др.

Месторождение в настоящее время разрабатывается.

а. Геолого-петрографическая характеристика месторождения

Район Зодского месторождения входит в Севано-Ширако-Акеринскую геосинклинальную зону, которая по А. А. Габриеляну (1958) представляет собой дугообразный прогиб, расположенный в зоне глубинного разлома.

Геологический разрез месторождения представляется снизу вверх в следующем виде:

а) терригенно-вулканогенная толща нижнего сенона, представленная измененными, хлоритизированными, карбонатизированными, эпидотизированными диабазовыми порфиритами и их пирокластолитами: туфоконгломератами, туфобрекчиями, туфопесчаниками, туфами и различными сланцами—кварц-слюдяными, кварц-гранат-слюдяными, кварц-биотит-полевошпатовыми. Для этой толщи характерно присутствие рифовых, мраморизованных известняков, представленных глыбовыми выходами и быстро выклинивающимися пачками и линзами коньяк-сантонского возраста (К. Н. Паффенгольц, 1948; С. Б. Абовян, 1961).

Из перечисленных пород широким развитием пользуются диабазы и порфириты, меньшим—туфоконгломераты и туфобрекчии и еще меньше туфопесчаники. Мощность толщи составляет до 1000 м;

б) осадочная толща верхнего сенона, налегающая на предыдущую трансгрессивно, с базальным конгломератом. Представлена эта толща известняками, мергелями, мергелистыми и песчанистыми известняками. Мощность толщи в различных частях различна и составляет 600—1000 м.

Мощность базального конгломерата составляет 8—10 м. Гальки в них представлены туфами, диабазами, порфиритами, рифовыми известняками и ультрабазитами. Цемент песчанистый и карбонатный. Они пронизаны прожилками рудной минерализации.

Известняками сложено юг-юго-западное крыло антиклинальной складки и за пределами месторождения—северо-восточное крыло;

в) толща осадочных, туфоосадочных и вулканогенных пород эоцена, налегающая на известняки трансгрессивно, местами с базальными конгломератами в основании. Мощность толщи непостоянная и составляет 100—150 м. Преобладающими породами в этой толще являются песчанистые и глинистые известняки;

г) вулканогенная толща миоплиоцена (по старым данным олигоцена), налегающая на предыдущие толщи с угловым и азимутальным несогласием. Мощность ее составляет 200—250 м.

Породы этой толщи развиты в районе села Зод и Зодского перевала, на южном крыле антиклинальной складки. Представлены они липаритами, липарито-дацитами, дацитами, андезитами, андезито-дацитами с прослойками и линзами песчано-глинистых, мергелистых, угленосных лагунных образований;

д) четвертичные наносные отложения, которые хорошо развиты в долинах рек и в Мазринской равнине. Представлены они галечниками, галечно-щебневыми и песчано-глинистыми матери-

алами, а за пределами месторождения—озерно-лагунными отложениями.

Аллювиально-делювиальные отложения содержат значительное количество россыпного золота, особенно в долинах, примыкающих к месторождению с юга, юго-запада и севера, северо-востока.

В районе месторождения меловые вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные отложения интродированы основными и ультраосновными и кислыми породами. Устанавливается определенная последовательность внедрения интрузивных пород: ультраосновные, основные, умеренно кислые гранитоиды и субвулканические малые интрузии и дайки.

В пределах рудного поля находится крупный Инакдагский массив перидотитов с подчиненными ему участками дунитов, пироксенитов и габбро.

В районе месторождения установлены также небольшие по размерам штокообразные тела и дайки гранитоидных пород: микродиоритов, диорит-порфиритов, кварцевых диоритов, плагиогранитов, кварц-порфиров и др.

На отдельных участках рудного поля довольно широкое развитие получают серпентиниты, листвениты, сланцы, вторичные кварциты.

Все перечисленные выше породы, кроме миоплиоценовых, залегающих над пластообразным телом липаритов, являются дорудными, пересекаются рудными телами и являются рудовмещающими. Особенно значительна роль в генезисе руд верхнетретичных субвулканических малых интрузий, с которыми парагенетически связывается оруденение.

б. Структурные особенности и этапы формирования месторождения

Рудное поле Зодского месторождения расположено в зоне глубинного разлома, чем и объясняются многие особенности его структуры и геологического строения—довольно широкое развитие разнохарактерного интрузивного и эффузивного магматизма, большая мощность отложений, широкое развитие узких линейных складок, разрывных нарушений, линейная вытянутость интрузивных тел, многообразие рудной минерализации и т. д.

Участок месторождения является наиболее приподнятой частью Севано-Акеринской зоны, где породы нижних структурных ярусов находятся на более высоких гипсометрических уровнях, а отложения высших структурных ярусов характеризуются минимальными мощностями.

Временем образования глубинного разлома и заложения Севано-Акеринской геосинклинальной зоны считается альб-верхний мел, так как альбские отложения в ней трансгрессивно залегают на палеозойских образованиях.

Слагающие зону породы в пределах рудного поля образуют нижнесенонский, верхнесенонский, эоценовый и миоплиоценовый структурные ярусы. В породах наблюдаются стратиграфические, угловые, азимутальные несогласия и перерывы. Среди них размещены различные по составу и возрасту интрузивные и жильные образования, с которыми связаны рудопроявления хрома, магния, меди, никеля, золота, сурьмы, ртути и других элементов.

Севано-Акеринская зона в течение юры, мела и палеогена имела геосинклинальные тенденции развития. В эоцене-олигоцене она вступает в геоантиклинальную стадию развития. В ранние этапы складчатости формируются первые пликативные структуры с северо-западным простираанием, с которыми связано внедрение интрузивных тел офиолитовой формации и некоторой части гранитоидов.

В олигоцене-миоцене, в связи с инверсией и общим поднятием зоны, окончательно формируются линейно-вытянутые изоклинальные складки и образуются разрывы, по которым внедряются малые интрузии и субвулканические тела умеренно кислых гранитоидов. Парагенетически связана с ними минерализация золота, сурьмы, мышьяка, ртути.

Зодское месторождение приурочено к антиклинальной складке, крылья которой сложены верхнесенонскими и третичными отложениями с азимутами падения: $180-210^\circ$ под углом $55-60^\circ$ и $0-30^\circ$ под углом $35-45^\circ$. В ядре складки обнажаются нижнесенонские отложения и интрузивные породы габбро-перидотитовой и гранодиоритовой формаций.

Породы верхнесенонского и третичного структурных ярусов размыты и рудные тела находятся в породах нижнесенонского яруса. На западном фланге месторождения рудоконтролирующие структуры захватывают также породы верхнесенонского структурного яруса.

Антиклинальная структура является наиболее благоприятным местом для локализации разрывов, а впоследствии и оруденения.

Южнее указанной антиклинальной складки, параллельно ей, проходит другая антиклинальная складка меньших размеров. Между ними проходит узкая синклиналь, которая сложена верхнесенонскими и третичными отложениями.

В поздние—конечные этапы развития зоны, в связи с позд-

ними прогибами и глубинными разломами, внедряются экстрезивные тела дацитового, липарито-дацитового и андезито-дацитового состава и происходит излияние лав андезитов, андезито-дацитовых порфиритов, андезито-базальтов, дацитовых порфиритов, их туфов и туфобрекчий. Образованные в этот период разрывы имеют от широтного до меридионального направления.

С позднескладчатыми движениями связано также образование постдайковых дизъюнктивных нарушений, пользующихся на месторождении значительным развитием. По характеру среди них выделяются структуры разрыва и скола. Среди сколовых по характеру смещений выделяются сбросовые, сбросо-сдвиговые и сдвиговые, с преобладанием последних двух. Амплитуда смещения в таких нарушениях обычно небольшая и составляет первые десятки метров. Образование постдайковых структур сопровождалось дроблением пород и их предрудной лиственитизацией. На центральном участке месторождения выделяются несколько таких зон дробления и изменения пород со своими ответвлениями. Эти разрывы в плане и вертикальном сечении образуют сложную и вытянутую в субширотном направлении сеть, которая в основном предопределяет условия локализации рудной минерализации. Фактически оруденение промышленного характера в основном приурочено к центральному приподнятому блоку, который с востока и запада ограничивается разрывными нарушениями близмеридионального простираания.

Наличие многочисленных плоскостей перемещения в этих зонах в сопровождении продуктов дробления и притирания значительной мощности указывает на неоднократность проявления тектонических напряжений, фиксируемых серией взаимопересекающихся многочисленных трещин с весьма изменчивой мощностью. Породы, заключенные между этими плоскостями, подверглись неоднократному раздавливанию и дроблению, а местами превращены в перетертую брекчиевидную массу.

Структуры вышеописанного характера хорошо наблюдаются почти во всех горных выработках. Они по мощности весьма изменчивы (колебания от единиц до нескольких десятков метров). Зоны дробления, в том числе сдвиговые и сбросо-сдвиговые нарушения, в основном имеют широтное, северо-западное простираание ($275-290^\circ$), вертикальное и близвертикальное падение ($85-90^\circ$)—в различные румбы, с преобладанием на север и с перерывами прослеживаются до нескольких километров. Их ответвления простираются по азимуту СВ $15-25^\circ$, ЮЗ— 195° и СЗ $310-320^\circ$, ЮВ— $130-140^\circ$ с крутым падением на СЗ, ЮВ, ЮЗ, СВ.

Вдоль зон дробления пород довольно сильно сказывается влияние постмагматической деятельности, выражающееся в образовании кварц-карбонатных метасоматитов, особенно среди массива основной и ультраосновной формации, и импреньирования рудных минералов. Многократность проявления трещинообразования в рудный период обусловила многостадийность рудоотложения.

Изучение взаимоотношений между дайками, рудоконтролирующими и пострудными структурами позволяет выделить три этапа в формировании месторождения—дайковый, гидротермальный и пострудный. Каждый из выделенных этапов в отдельности характеризуется определенным типом и интенсивностью проявления тектонических напряжений и нарушений.

Дайковый этап развития месторождения характеризуется внедрением штоков и даек диорит-порфирита, кварцевого диорит-порфирита и кварц-порфира. Преобладающее направление простирания даек совпадает с простиранием пликативных структур, за исключением одной дайки кварцевого порфира, развивающейся в направлении поперечной оси антиклинальной складки.

Дайки диорит-порфирита и кварцевого диорит-порфирита по простиранию прослеживаются до 200—300 м.

Морфологические признаки даек и вмещающих их структур говорят в пользу разрывного характера отмеченных структур, являющихся продольными по отношению оси складки. Другое направление трещин, по которому развивались жильные породы—поперечное. По этому направлению развивается одна крупная дайка кварц-порфира и многочисленные мелкие дайки диорит-порфирита. Дайка кварц-порфира прослеживается по азимуту СВ—10° с крутым углом падения на восток. По простиранию она прослеживается на 1000—1200 м при мощности от 1,5 до 40 м и у северного конца срезается рудной зоной. На нижних горизонтах она соединяется с широтной дайкой, приобретая дугообразную, подковообразную форму. Отдельные выступы описанной дайки наблюдаются на различных горизонтах.

По простиранию меридиональная дайка в одном месте резко меняет простирание с северо-восточного на широтное и через 40—50 м снова приобретает прежнее направление, причем на месте изгиба мощность дайки уменьшается. На этом же месте порода скручена и создается впечатление о внедрении вязкой магмы под сильным давлением в открытую трещину. По сути дела она развивается по двум взаимопересекающимся трещинам. О разрывном характере этих трещин говорят непрямолинейные, волнистые контакты, колеблющаяся мощность дайки по прости-

ранию и падению и наличие многочисленных включений вмещающих пород в дайке.

Непосредственные взаимоотношения даек диорит-порфирита, кварцевого диорит-порфирита и кварц-порфира не наблюдаются, но их взаимоотношения с гидротермальными образованиями указывают на их дорудный характер. Все дайки секутся зонами дробления и изменения пород и сопряженными с ними трещинами с рудной минерализацией.

Взаимоперпендикулярные системы трещин в дайке создали плитчатую отдельность пород, поэтому в участках пересечения дайки рудоконтролирующими структурами образуются рудные столбы, линзы, карманы и нередко штокверковые зоны минерализации.

Гидротермальный этап развития месторождения характеризуется многократными проявлениями тектонических напряжений, образованием структур различного характера и направления и заполнением их различными парагенетическими минеральными ассоциациями.

Структурные предпосылки гидротермального этапа создаются всей историей геологического развития участка месторождения. Особенно четко они проявляются в прерудный период, когда образуются главные зоны дробления пород и их ответвления, которые все вместе образуют вытянутую в широтном направлении сеть с изменением пород вдоль ее отдельных составляющих. В рудный период эти зоны явились «локализаторами» рудовмещающих структур и следовательно рудной минерализации.

Преобладающая часть из отмеченных структур унаследовала первичные трещины габбровых пород, почему элементы их залегания совпадают. Особенно хорошо это наблюдается для сбlijенно-параллельных прожилков в массиве габбро в районе штолен 13 и 5.

Структуры этого периода в основном обладают признаками скалывания, но не исключены и трещины отрыва. Фактически структуры обоих видов наложены и очень тесно переплетаются. Нередко плоскости нарушения цельности пород при разрывных и сколовых нарушениях совмещались, почему и наблюдаются структуры, которые несут характерные признаки как сколовых, так и разрывных трещин.

С переходом простых эшелонированных трещин отрыва к сколовым и при сбросо-сдвиговых перемещениях разорванные блоки пород нередко соприкасаются выступающими частями, создавая благоприятные структурные возможности для образования рудных столбов и линз.

Вслед за образованием зон дробления и изменения пород происходит многократное открытие трещин и отложение продуктов гидротермальных растворов. Многократность образования трещинных полостей в гидротермальный этап развития месторождения наряду с развитием источника рудообразующих растворов обусловили многостадийность рудного процесса, который развивался прерывисто в последовательности следующих стадий: дорудной кварцевой, кварц-пирит-арсенопиритовой (золотоносной), кварц-карбонат-полисульфидной (золотоносной), кварц-карбонат-золото-теллуровой, кварц-карбонат-антимонитовой и безрудной кварц-карбонатной*.

Дорудная кварцевая стадия минерализации приурочена к трещинам разрывного характера близширотного простирания и развивается как в зонах дробления пород, так и за их пределами. Эта стадия представлена жилами, линзами и гнездами. Преобладают жилы, которые по простиранию прослеживаются на расстоянии 100—150 м, при мощности 0,5—0,3 м, с резким изменением ее по падению и простиранию. Часто такие жилы разветвляются, охватывая обломки боковых пород и создавая брекчиевые, полосчатые, кокардовые текстуры. Линзы размером в длину 15—20 м, гнезда—0,5—1 м в поперечнике.

Кварц-пирит-арсенопиритовая стадия минерализации преимущественно развита в зонах дробления или вблизи их, по структурам с азимутом падения 330—350° и 170—180° под углом 60—75°. Эта стадия в основном представлена жилами. По контактам жил породы рассланцованы, широкое развитие получают глинка трения, поверхности и штрихи скольжения. Рудное вещество сильно раздроблено и сцементировано поздними продуктами.

Структуры, предопределившие развитие пирит-арсенопиритовой стадии рудного процесса, в основном являются сколовыми, но не отрицается роль и разрывных оперяющих трещин, так как нередко пирит-арсенопиритовые руды представлены четковидными жилами с чередующимися раздувами и пережилами.

Кварц-карбонат-полисульфидная стадия минерализации развита в рудных зонах и в массиве габбро. Она представлена главным образом жилами и прожилками с азимутом падения 140—180° под углом 75—90° и азимутом падения 350—360° под углом 75—85°, прослеживающимися по простиранию и падению на несколько сот метров. Кроме жил встречаются линзы, гнезда, столбы и участки прожилково-вкрапленной минерализации в дайке кварц-порфира и зонах дробления пород. Рудоконтролирующими являются сколовые и разрывные нарушения.

* В последние годы обнаружены также небольшие гнезда реальгар-аурипигментовых руд.

Рудоконтролирующие структуры полисульфидных руд в массиве габбро унаследовали первичные трещины отдельностей пород. Характер проявления этих трещин, их форма, отсутствие признаков перемещения вдоль них, кроме некоторых исключений, прямолинейность, параллельность по простиранию и падению, характер заполнения рудными и жильными минералами, наличие гребенчатых и друзовых текстур, а также остроугольных включений пород—все это в совокупности говорит в пользу принадлежности их к единой системе трещин отрыва.

Кварц-карбонат-золото-теллуровая стадия минерализации развивается в пределах зон измененных пород и контролируется структурами северо-восточного, северо-западного и широтного простираний. Она представлена наибольшими жилами, прожилками, гнездами, приуроченными к контактовым частям зон, или же к раздробленным телам предыдущих стадий минерализации, особенно безрудным кварцевым телам. Золото-теллуровая минерализация наложена на все типы руд, она замещает и цементирует их. В результате переотложения некоторые теллуриды и золото проявляются также в поздних антимонитовых рудах.

Кварц-карбонат-антимонитовая стадия минерализации развивается по структурам, имеющим азимут падения $320-330^\circ$ под углом $30-60^\circ$, которые секут более ранние структуры и типы руд. Представлена она четковидными жилами с чередующимися пережимками и раздувами. Встречаются также гнезда и небольшие линзы. Нередко эта стадия развивается по ранним сколовым нарушениям. Основными рудоконтролирующими структурами для антимонитовых руд являются трещины разрыва.

Последняя безрудная кварц-карбонатная стадия минерализации также контролируется мелкими трещинами отрыва. Они характеризуются невыдержанностью по простиранию и падению. Преимущественно это прожилки. Развиты они повсеместно, пересекая все типы руд. Падают они в основном на СВ $10-30^\circ$ под углом $50-80^\circ$.

Изложенная краткая характеристика структур гидротермального этапа развития месторождения, основанная на детальном наблюдении, приводит к заключению, что сжимающие и растягивающие усилия часто сменялись во времени и по направлению, в связи с чем изменялся характер и интенсивность трещино- и рудообразования.

Пострудный этап развития на месторождении выражен локальными сбросо-сдвиговыми нарушениями с небольшими перемещениями (10—30 м). Эти нарушения в основном северо-западного, северо-восточного и меридионального простирания с

падением на восток, северо-восток, запад и северо-запад под углом 70—80°. Они сопровождаются глиной трения мощностью до 0,5—1 м и рудными брекчиями.

в. Формы, строение и условия залегания рудных тел

Формы, строение и условия залегания рудных тел определяются структурными условиями их образования и способом отложения минерального вещества. Последние в свою очередь зависят от физико-механических и химических свойств пород и характера тектонических движений.

Образование месторождения на умеренных, малых глубинах и в обстановке неоднократных и интенсивных тектонических движений обусловило дробление пород вдоль продольных по отношению антиклинальной складки разрывных нарушений, являющихся местом локализации жил, прожилков, линз и столбов.

По морфологии, размерам и условиям залегания среди рудных тел выделяются: жилы (простые и сложные), рудные столбы, линзы, карманы и зоны прожилково-вкрапленной минерализации.

Среди жильных тел по морфологическим признакам выделяются простые и сложные. Простые жилы приурочены к единичным трещинным структурам и в слабой степени сопровождаются боковыми невыдержанными апофизами. Простые жилы главным образом четковидные, на небольших расстояниях пережимы сменяются раздувами. Контакты с вмещающими породами четкие, нередко с глиной трения. Однообразие минерального состава жил и сопровождающих прожилков говорит о одновременности их образования и одноактности минерализации. Наблюдаемую неравномерность минерализации в этих жилах можно объяснить фракционированием и дифференциацией растворов в период рудоотложения данной стадии минерализации.

К простым жилам относятся также кварцево-сульфидные прожилки, образующие полосу сближенно-параллельных прожилков шириной несколько десятков и длиной несколько сот метров в массиве габбро. Мощность отдельных прожилков достигает до нескольких сантиметров. По простиранию и падению они прослеживаются на несколько сот метров. С падением количество прожилков убывает, но вместе с тем повышается их мощность, видимо, многие из них на глубине сливаются.

Эти прожилки прямолинейны и параллельны, вдоль них

редко наблюдаются следы перемещения. Жильное выполнение с боковыми породами образует резкие контакты, в них часто встречаются «взвешанные» обломки боковых пород. Очень часты в них пережимы и раздувы. Формы и очертания одного зальбанда обычно совпадают с соответствующими формами противоположного. Эти прожилки унаследовали первичные трещины отдельности габбровых пород.

Для простых жил характерны массивные, гребенчатые, пятнистые, друзовые текстуры и нередко брекчиевидные—обусловленные цементацией обломков пород рудным веществом.

Сложные жилы (рис. 1) развиваются по параллельным, ветвящим трещинам и их оперениям, которые прослеживаются на довольно большие расстояния. Сложные жилы, разветвляясь по простиранию и падению, нередко включают большие массы вмещающих пород, разбитых трещинами оперения и носящих прожилково-вкрапленную минерализацию. Сложность жил нередко образуется из повторного раскрытия их и отложения новых ассоциаций минералов. В результате в таких жилах, наряду с вышеперечисленными, развиваются текстуры пересечения, брекчирования, замещения, полосчатые и др.

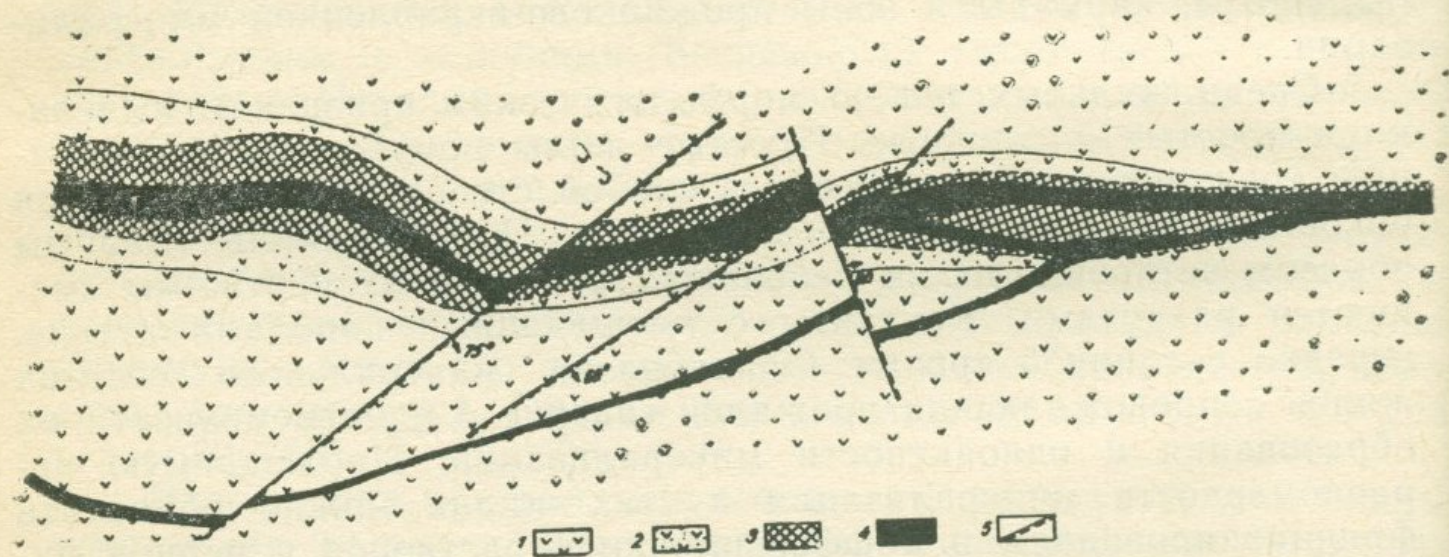


Рис. 1. Форма и строение рудного тела. Зодское месторождение. 1. Свежее габбро. 2. Измененное габбро. 3. Дорудный кварц. 4. Сульфидная минерализация. 5. Пострудные нарушения

Контактовые линии сложных жил обычно разнообразны и на небольших расстояниях резко меняются, нередко они характеризуются постепенными переходами к вмещающим породам. Нередко богатые ценными компонентами участки приурочены к

местам сочленения боковых апофиз и брекчирования ранее отложенных руд.

Жилы (простые и сложные) широкое развитие получили в субширотных зонах дробления и смятия пород, за исключением прожилков в габбровом массиве. Поэтому в определенной мере формы, размеры и условия залегания жил зависят от характера развития зон дробления пород и нередко эти зоны считаются рудными телами, особенно в случае прожилково-вкрапленной минерализации. Элементы залегания в основном совпадают с элементами залегания зон раздробленных и гидротермально измененных пород. Преобладающая их часть с азимутами падения $330-350^\circ$ и $170-180^\circ$ под углом $60-85^\circ$. Боковые ответвления простираются в северо-западном и северо-восточном направлениях с вертикальными углами падения ($70-85^\circ$).

Вторым морфологическим типом рудных тел являются зоны прожилково-вкрапленной минерализации, приуроченные в основном к зонам дробления пород. Этот тип минерализации развивается одновременно с простыми и сложными жилами и в отношении минерального состава носит собирательный характер (комплексный), так как он образуется в результате наложения продуктов всех стадий минерализации. Зоны прожилково-вкрапленной минерализации совместно с рудными столбами, линзами и гнездами находятся в дайках кварцевого липарит-порфира, которые в результате пересечения взаимопараллельных и перпендикулярных трещин приобрели плитчатую отдельность. Трещины оперения совместно с этими трещинами создали благоприятные условия для отложения прожилково-вкрапленной минерализации.

Рудные столбы, линзы и карманы образовались в местах пересечения наиболее крупных разрывов, в узлах сопряжения оперяющих трещин с главными разрывами, в полостях, образованных смещенными блоками пород, в местах изгибов, выклинивания и выступов дайки кварцевого липарит-порфира, в участках пересечения дайки дорудными и инtrarудными нарушениями, в тех участках жил (особенно кварцевых), которые подверглись дроблению и деформации.

Образование рудных столбов, линз и карманов, кроме структурных условий, обусловлено также физико-химическим режимом рудоотложения—совмещением и взаимодействием разновозрастных порций гидротермальных растворов и их продуктов. Размеры таких тел различны. Элементы залегания их совпадают с основными рудоконтролирующими структурами.

Вследствие взаимного переплетения разнохарактерных структур и наложения разнотипной минерализации вдоль одних и тех

же зон дробления пород, нередко промышленное значение приобретают уже последние, где границы кондиционных руд во многих случаях отбываются данными опробования. Такие зоны приобретают самое сложное строение в деталях. Строение зон схематически можно представить в таком виде—постепенный переход (нередко резкий с мощной глиной по тектоническим швам) от свежих пород, через промежуточные разности гидротермального изменения к сильно измененным кварц-карбонатным, кварц-серицит-карбонатным, тальк-карбонатным породам, а дальше кварцевым и кварц-карбонат-сульфидным жилам.

Примером строения зон с жилами различного минерального состава служит один из горизонтов месторождения (рис. 2), где на расстоянии нескольких десятков метров наблюдаются разнотипные изменения пород и жилы различного состава, строения и с различными элементами залегания. Среди них встречаются арсенопиритовые, полиметаллические, антимонитовые и кварц-карбонатные. Часть из них имеет сложнополосчатое строение в результате наложения продуктов различных порций растворов. Нередко встречаются брекчиевые текстуры, образованные дроблением ранее отложенных руд и отложением новых.

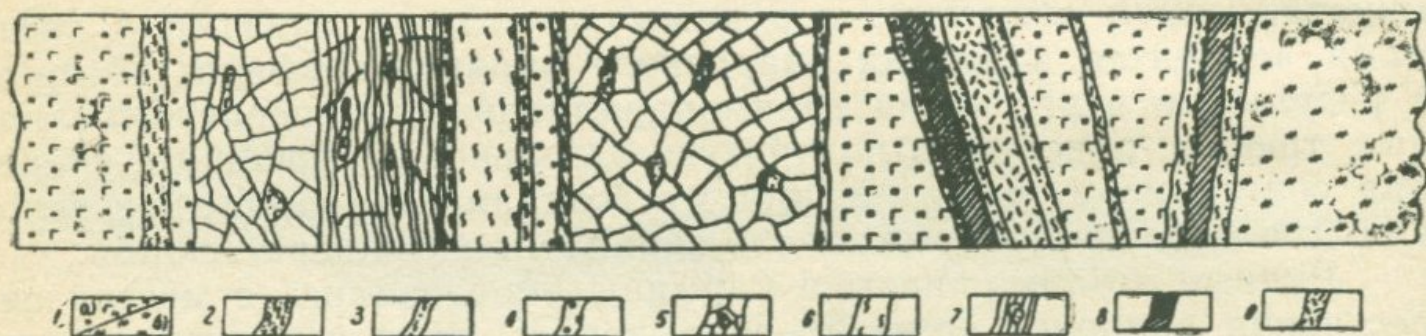


Рис. 2. Сложное строение рудного тела в рас. 3 штрека 7 штольни 5 и в стволе штольни (435—440 м). Зодское месторождение. 1. а) Гидротермально измененные габбро; б) тальк-карбонатные породы. 2. Тектоническая глина с продуктами коры выветривания. 3. Тектоническая глина. 4. Молочно-белый кварц. 5. Раздробленный ожелезненный кварц с включениями пород. 6. Кварцевая жила со вторичными продуктами меди. 7. Полосчатый кварц, пронизанный кварцем другой генерации. 8. Кварц-карбонат-полисульфидная минерализация. 9. Кварц-карбонат-антимонитовая минерализация.

Среди постдайкиковых структур главную роль играют тектонические зоны дробления и смятия пород, где они брекчированы, гидротермально изменены и в отдельных интервалах минерализованы. В основном кварцево-рудные тела сконцентрированы в пределах этих зон.

На месторождении выделяются четыре такие зоны с простиранием СЗ 275—290°, с близвертикальным падением контактовых швов в основном на север, но на различных горизонтах в разные стороны в связи с их волнистой поверхностью. Эти зоны соединяются друг с другом боковыми диагональными оперениями СВ и СЗ простирания. Заключенные между ними блоки пород разбиты разноориентированными трещинами более низких порядков.

Как основные зоны, так и их ответвления по простиранию и падению характеризуются волнистой поверхностью зальбандов и часто сопровождаются глиной трения довольно большой мощности (до 1—1,2 м), зеркалами и штрихами скольжения. Эти признаки говорят скорее всего о сдвиговых и сбросо-сдвиговых движениях в пределах зон, с небольшими амплитудами перемещения (20—50 м). Наличие нескольких поверхностей скольжения в глине, ее рассланцованность и разнообразие цветов совместно с взаимоотношением с жильными выполнениями свидетельствуют о неоднократном проявлении тектонических импульсов вдоль одних и тех же поверхностей в период рудообразования.

Зоны дробления и гидротермального изменения развиваются по всем породам нижнесенонского структурного яруса, главным образом по контактам основных и ультраосновных пород, еще реже по вулканогенным породам и серпентинитам. В зависимости от физико-механических свойств и состава пород характер развития зон дробления и других разрывных нарушений, следовательно и рудной минерализации, в них резко меняется. Более четкие и выдержанные структуры с богатым оруденением наблюдаются в липарит-порфирах, лиственитах (образованных за счет габбро и перидотитов в дорудный период) и габбро, а затем в порфиритах, перидотитах и серпентинитах.

При переходе от габбро в перидотиты и особенно серпентиниты рудоконтролирующие структуры расщепляются на тонкие, быстро исчезающие прожилки. Нередко в них наблюдаются только проводники без следов минерализации.

г. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд

Характер оруденения. Зодское месторождение характеризуется весьма своеобразным вещественным составом (Ш. О. Амрян, А. С. Фарамазян, 1974), что обусловлено многостадийностью рудного процесса, генетической связью рудообразующих раство-

ров со средними-кислыми породами и пространственным расположением руд в породах основной и ультраосновной формации, откуда заимствована часть рудных элементов.

Изучение строения рудных тел и их пространственных взаимоотношений, минерального состава, геохимии, текстурных и структурных взаимоотношений показывает, что оруденение имеет многостадийный характер.

В прерывистом и длительном рудном процессе выделяются шесть стадий минерализации, продукты которых частично обособлены в пространстве.

Дорудная кварцевая стадия развивается как в зонах дробления, так и за их пределами. К этой стадии относятся жилы, линзы, гнезда и прожилки молочно-белого массивного кварца с многочисленными включениями боковых пород. Нередко к «теневым» участкам пород приурочена незначительная вкрапленность пирита, халькопирита, пирротина, хромита и кобальт-никелевых минералов. По-видимому, металлы этих минералов заимствованы из пород.

Следует отметить, что нередко к деформированным участкам кварцевых жил приурочены карманы, гнезда, прожилки более поздних ассоциаций минералов, где концентрация благородных, редких и главных элементов руд довольно значительно повышается.

Кварц-пирит-арсенопиритовая стадия минерализации имеет значительное развитие, особенно в нижних горизонтах месторождения. Эта стадия является одной из продуктивных. Руды этой стадии сложены из крупнозернистого пирита, арсенопирита, сфалерита с незначительной примесью леллингита, халькопирита, галенита, блеклой руды и самородного золота. Арсенопирит преобладает над остальными минералами.

Из жильных минералов присутствует кварц и в небольшом количестве карбонат, 80—90% жильного выполнения составляют рудные минералы. Рудные тела в основном представлены жилами и прожилками, а в дробленных породах—также зонами прожилково-вкрапленной минерализации. Значительная часть золота в пирит-арсенопиритовых рудах представлена субмикроскопическим сингенетичным золотом, поэтому результаты пробирных анализов и микроскопических наблюдений нередко не совпадают. Для этих руд характерны: массивная, вкрапленная, брекчиевая, брекчиевидная текстуры. В них широко развиты структуры замещения.

Пирит-арсенопиритовые руды являются одними из главных

носителей не только золота, но и серебра, селена, теллура, висмута, кадмия и других элементов.

Кварц-карбонат-полисульфидная стадия минерализации проявлена как в зонах дробления и изменения пород, так и в массиве габбро. Представлена жилами, прожилками, гнездами, линзами и зонами прожилково-вкрапленной минерализации.

Руды этой стадии имеют сложный состав, что изменяется в различных жилах. Преобладающими минералами здесь являются: пирит, халькопирит, марказит, арсенопирит, блеклые руды, подчиненное значение имеют теллуриды, самородное золото, сульфосоли, арсениды и другие минералы. Из жильных минералов присутствуют кварц, кальцит, доломит, родохрозит, анкерит и др.

Полисульфидные руды характеризуются повышенным содержанием меди, мышьяка, сурьмы, цинка, свинца, кобальта, никеля, золота, серебра, теллура, висмута, кадмия, селена и являются результатом одной из продуктивных стадий.

Эти руды характеризуются массивными, гребенчатыми, пятнистыми, полосчатыми и вкрапленными текстурами. Преобладающими структурами являются графические, колломорфные, зернистые, двойниковые, зональные, замещения, взаимных границ и другие.

Кварц-карбонат-золото-теллуридовая стадия минерализации — самая интересная по минеральному составу и содержанию золота, серебра, висмута и теллура. Среди рудных минералов особый интерес представляют самородное золото, теллуриды золота, серебра, висмута, свинца, ртути, никеля и меди. Из жильных минералов участвуют халцедоновидный кварц, манганокальцит, кальцит, родохрозит и сидерит.

Золото-теллуридовая стадия представлена в виде гнезд, карманов, вкрапленности и прожилков. Часто они встречаются в наиболее сильно деформированных, катаклазированных участках кварцевых и кварцево-рудных жил, в их изгибах и пересечениях. Чаще всего они наложены на другие типы руд.

Для этих руд характерны пятнистые, прожилковые, вкрапленные текстуры и графические, коррозионные, зернистые, двойниковые структуры.

Кварц-карбонат-антимонитовая стадия минерализации образует жилы, прожилки, гнезда, главным образом в зонах изменения пород. Главным минералом этих руд являются антимонит, зелигманит, буланжерит.

Для антимонитовых руд характерны вкрапленные, массивные друзовые, гребенчатые текстуры с радиально-лучистыми, идиоморфнозернистыми структурами.

Пробирными анализами золото установлено и в антимонитовых рудах, несмотря на то, что под микроскопом оно не обнаружено. Видимо, золото представлено субмикроскопическими переотложенными частицами, подобно низкотемпературному арсенопириту, марказиту и некоторым теллуридам.

Кварц-карбонатная безрудная стадия минерализации имеет повсеместное развитие. Ею завершается рудный процесс. В составе безрудных прожилков участвуют кварц, халцедон, агат, кальцит. Эти прожилки рассекают агрегаты всех предыдущих типов руд.

Минералого-геохимические особенности руд. Минеральный состав руд характеризуется большим разнообразием. В составе различных типов руд установлены самородные элементы, сульфиды, арсениды, теллуриды, сульфосоли, окислы и гидроокислы, сульфиты и сульфаты, теллуриты и теллураты, силикаты, которые составляют самые различные ассоциации.

Среди рудных минералов широким развитием пользуются пирит, халькопирит, сфалерит, самородное золото, марказит, галенит, пирротин, антимонит, теннантит, тетраэдрит, теллуровисмутит, мелонит, алтаит, калаверит, гессит, петцит, буланжерит, зелигманит и другие.

Из жильных минералов преобладают кварц и кальцит, значительную роль играют арагонит, анкерит, доломит, манганокальцит, родохрозит, магнезит, сидерит, более редки родонит и барит, а в измененных породах, вмещающих оруденение, обычны хлорит, серицит, тальк, каолинит, диксит и другие.

В зоне окисления широко представлены различные окислы и гидроокислы железа, меди, мышьяка, сурьмы и других элементов.

Руды месторождения имеют сложную геохимическую характеристику, что обусловлено не только привнесением элементов из магматического очага, но и извлечением их из пород и отложением в рудных телах.

Характерными элементами руд являются: Au, Ag, Bi, Te, Cd, Zn, Fe, Cu, As, Sb, Pb, Ni, Co, Cr, Mn, Mg, Ca, Si, S, мало характерны: Sn, Hg, Ga, Ge, In, Tl, Se.

Наиболее ценными элементами руд, определяющими промышленное значение месторождения, являются золото, серебро, теллур, висмут. Концентрация золота связана в основном с тремя стадиями минерализации—пирит-арсенопиритовой, полисульфидной и золото-теллуровой. Золото в антимонитовых рудах переотложенное. Оно представлено в виде самородного золота и теллуридов.

Вторым ценным элементом является серебро, которое связано с теллуридами, сульфидами и сульфосолями. Редко встречается самородное серебро. Золото-серебряное отношение для месторождения составляет 1:1,5, оно меняется для различных минеральных типов руд. Самое высокое золото-серебряное отношение наблюдается в золото-теллуридных рудах—1,3:1, низкое—в полисульфидных—1:4,7.

Третий ценный металл руд—теллур, который фиксируется в рудах в виде теллуридов золота, серебра, висмута, свинца, никеля, ртути и меди, редко встречается самородный теллур. Содержание теллура в рудах составляет 45—50 г/т. Он установлен почти во всех типах руд, но довольно большие концентрации его связаны с золото-теллуридовым типом руд.

Четвертый металл, который может извлекаться попутно—висмут, связанный с теллуридами, сульфидами, сульфосолями. Редко встречается также самородный висмут. Значительные концентрации висмута связаны со всеми типами руд, но среди них наиболее высокими содержаниями характеризуются золото-теллуридные.

В рудах месторождения имеет место повышенная концентрация и ряда других элементов: Fe, Cu, Zn, Pb, Sb, As, Ni, Co, Cd, Se и других, которые представлены в основном собственными минералами и при комплексной переработке руд могут представить определенный интерес.

Метасоматические изменения пород. Рудовмещающие породы претерпели интенсивные многостадийные метасоматические изменения (Г. А. Саркисян, 1966, 1968).

Предрудные изменения, на которые наложены околожильные метасоматиты, имеют площадное развитие и представлены среднетемпературной пропилитизацией основных и серпентинизацией и лиственитизацией ультраосновных пород. На участках распространения вулканогенных пород интенсивное развитие имеют вторичные кварциты, а липарит-порфира—серицитизация и каолинизация.

Стадийное развитие процессов оруденения в зависимости от состава пород и растворов каждой стадии минерализации привело к одно- или разнотипным изменениям.

д. Генетические особенности и перспективы месторождения

Зодское месторождение относится к кварц-золото-сульфидно-теллуридной формации, образованной на умеренных и малых глубинах при средне-низкотемпературных условиях.

Парагенетически оруденение связывается с малыми, субвулканическими интрузиями верхнетретичного времени. Структурным контролем оруденения являются разрывные нарушения, осложняющие присводовую часть антиклинальной складки северо-западного простиранья.

Оруденение имело сложный и многостадийный характер, в течение которого неоднократно менялись физико-химические параметры (характер, состав, температура, давление, концентрация) растворов.

Кроме золота, руды Зодского месторождения содержат серебро, теллур, висмут и другие металлы и представляют комплексный интерес.

Перспективы месторождения связаны с глубокими горизонтами и флангами. Сложный и двойственный (наличие золото-сульфидных и золото-теллурических руд) характер оруденения обуславливает значительные перспективы рудного поля в смысле богатства оруденения и его выдержанности на глубину.

МЕГРАДЗОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-ТЕЛЛУРОВЫХ РУД

Золоторудное оруденение на Меградзорском месторождении было известно в древности и некоторые участки его разрабатывались, о чем свидетельствуют остатки древних выработок, вскрытых на глубине 25—50 м от поверхности.

Месторождение открыто в 1951 г. А. Г. Мидяном. Разведкой и изучением месторождения занимались Н. С. Хачатрян, Г. Т. Айрапетян, М. Г. Гаспарян, Г. А. Синанян, М. Х. Атабекян, М. А. Казарян, Ю. А. Давтян, Н. Е. Гульян, Ш. О. Амирян, А. И. Карапетян, П. С. Бернштейн, М. И. Константинов и другие.

а. Геолого-структурные особенности месторождения

В геологическом строении рудного поля принимают участие метаморфические, вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные породы палеозоя, мела, эоцена и мио-плиоцена, прорванные интрузивными и жильными образованиями различного возраста.

Палеозой-допалеозойскими метаморфическими породами сложены юго-западная часть Арчасарского участка, юго-восточная часть участка Ближнего, участки Зар, Новый и Ванки-дзор.

Представлены они различными сланцами и вулканитами с прослоями мраморизованных известняков.

Меловые отложения трансгрессивно и несогласно залегают на породах палеозоя-допалеозоя и в виде останцев сохранились на крайнем восточном фланге рудного поля, на контакте с Ахавнадзорским интрузивным массивом. Здесь они представлены известняками, а в других частях выступают также конгломераты, песчаники, аргиллиты, мергели, мергелистые известняки.

Меловые отложения несогласно перекрываются вулканогенной толщей эоцена, представленной туфобрекчиями, туфами, туффитами, туфопесчаниками, порфиритами и щелочными эффузивами.

Эоценовые образования, как и другие, несогласно перекрываются мио-плиоценовыми и четвертичными пемзовыми туфами, туфобрекчиями, липарито-дацитами, обсидианами, перлитами, андезитами, андезито-базальтами.

В долинах рек и на их склонах наблюдаются аллювиально-делювиальные и элювиальные отложения, отдельные участки которых содержат россыпное золото.

Кроме перечисленных пород, в рудном поле широкое развитие имеют интрузивные образования. Они прорывают породы всех структурных ярусов, кроме верхнемиоцен-плиоценового. Среди них выделяются (В. Н. Котляр, 1958; Г. П. Багдасарян, 1966, 1968) палеозойские, меловые и третичные. Представлены они плагиогранитами, кварцевыми диоритами, сиенито-диоритами, граносиенитами, габбро-сиенитами и их жильными дериватами: гранит-порфирами, граносиенит-порфирами, гранодиорит-порфирами, сиенит-порфирами, минеттами, диабазовыми порфиритами, диоритовыми порфиритами и аплитами.

Преобладающая часть жильных пород имеет СЗ (290—320°) простирание с углами падения 45—80°, другая часть—СВ или близширотное простирание. Часть интрузии прорывает складки, а другая часть выступает в их ядре, что указывает на их пост-складчатое и соскладчатое внедрение.

Среди жильных пород гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры и аплиты являются наиболее ранними образованиями, которые секутся дайками лампрофиров и диабазовых порфиритов, самыми последними являются лампрофиры сиенитового ряда, за которыми следуют кварцевые, а затем кварцево-рудные жилы.

По возрасту и составу, степени дислоцированности, взаимоотношению, характеру пликтивных и дизъюнктивных нарушений, а также проявлению магматизма породы рудного поля составляют палеозой-допалеозойский, меловой, эоценовый и верхнемио-

цен-плиоценовый структурные ярусы. В рудном поле месторождения в основном выступают породы палеозой-допалеозойского и эоценового структурных ярусов. Они приведены в соприкосновение крупным Анкаван-Зангезурским разломом.

Породы эоценового структурного яруса слагают юго-западное крыло синклинальной складки СЗ простирания, ось которой проходит по Памбакскому хребту. Этими породами сложена левобережная часть месторождения. Южная часть месторождения (правобережье р. Мармарик) сложена в основном породами палеозой-допалеозоя с прорывающими интрузиями кварцевых диоритов и их жильных дериватов.

Таким образом, по приуроченности оруденения к резко разновозрастным породам с их характерными структурными особенностями рудное поле делится на две части. В южной части, где преимущественное развитие имеют древние породы, рудная минерализация представлена главным образом зонами брекчирования и изменения пород северо-западного и северо-восточного простирания с аз. падения на юг, юго-запад и юго-восток под углом $50-85^\circ$. Северная половина рудного поля приурочена к эоценовым породам, где кварцево-рудные жилы и зоны прожилково-вкрапленной минерализации простираются в северо-восточном направлении с аз. падения $310-340^\circ$ под углом $40-90^\circ$. Нередко рудные жилы используют плоскости напластования пород, обычно пересекая их. Часто кварцево-рудные тела залегают в зальбандах даек северо-восточного простирания. По характеру рудоконтролирующие структуры относятся к разрывным и сколовым нарушениям, а также зонам брекчирования и смятия пород.

Характерной чертой структуры рудного поля является наличие крупных нарушений: Мармарик-Сарикаинского, Такарлинского, Меградзорского, Шакарсарского, Аджаридзорского и других, которыми рудное поле разбито на отдельные блоки. Рудовмещающие структуры в основном являются северо-восточными и северо-западными оперениями этих нарушений.

В развитии структурного плана рудного поля определенное место принадлежит элементам интрузивной тектоники и пликативной дислокации. Предрудные разрывы унаследовали направление трещин внутренней тектоники интрузивных массивов и элементы залегания вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород.

Кроме дорудных трещин, широким распространением пользуются внутрирудные, которые определили локализацию отдельных минеральных типов руд в пределах более крупных структур.

Пострудные структуры представлены мелкими сбросо-сдви-

говыми нарушениями с амплитудой перемещения пород 3—5 м. Наиболее крупные нарушения ограничивают рудное поле с северо-запада (Уляшикское) и юго-востока (Суримджанское).

Меградзорское месторождение состоит из нескольких участков, взаимосвязанных в геолого-структурном отношении, но несколько различающихся по составу вмещающих пород, характеру оруденения, минеральному составу руд.

Ниже приводится краткая характеристика этих участков.

Ближний участок сложен туффитами и порфиритами эоцена с прорывающими интрузивными породами монцонитового и сиенитового состава. На участке выявлено пять рудных тел, которые образуют группу параллельных жил и жильных зон близширотного простирания с падением на север под углом 60—70°.

В сложении кварцево-рудных жил участвуют пиритовая, полиметаллическая, золото-теллуровая ассоциации минералов. Они наложены друг на друга и развиваются по одним и тем же структурам.

Меградзорский (Аджаридзорский) участок расположен среди сиенитов, кварцевых диоритов и порфиритов. На участке установлены три зоны гидротермально измененных пород с невыдержанными и убогими кварц-сульфидными прожилками, носящими полиметаллическую, пиритовую и золото-теллуровую минерализацию.

Мощность зон от одного до нескольких метров. Простираются они в близширотном направлении с падением на северо-запад и северо-восток под углом 30—50°.

Арчасарский участок сложен древними метаморфическими сланцами и лейкократовыми гранитами, прорванными интрузиями кварцевого диорита мелового возраста и дайками андезитовых порфиритов и андезито-дацитов третичного возраста.

На участке установлено более десяти зон раздробленных, гидротермально измененных пород с убогой прожилково-вкрапленной минерализацией и кварцевыми, кварц-пиритовыми, кварц-полиметаллическими жилами. Простирание зон широтное с южным падением под углом 50—60°.

Шакарсарский участок сложен эоценовыми порфиритами, туффитами и их брекчиями, прорванными интрузивными породами монцонитового, сиенитового и граносиенитового составов, а также жильными породами сиенит-порфира, диорит-порфирита и минетт.

Участок характеризуется наличием многочисленных зон сильно измененных пород с кварц-сульфидными жилами и прожилками. Наиболее мощные и выдержанные жилы с высоким содержанием ценных компонентов выявлены на этом участке.

Оруденение на участке контролируется главным образом дайками сиенит-порфиров и лампрофиров. Золотоносными являются как пиритовые, так и полиметаллические и теллуридовые ассоциации минералов. Обычно они проявляются совместно, в результате чего жилы приобретают сложное строение. В приконтактных частях кварцево-рудных жил породы на расстоянии 10—20 м каолинизированы, серицитизированы, хлоритизированы и пиритизированы. Контакты зон в одних случаях резкие с глиной трения, в других—постепенные.

Рудные тела расположены параллельно друг другу и имеют северо-восточное простирание и падают на северо-запад под углом 50—80°.

Зарский участок по геологическому строению сходен с Арчасарским. Здесь вскрыты шесть кварцевых жил и прожилков с простиранием на северо-запад и падением на юго-запад 190—210°, под углом 40—55°. Некоторые из этих жил прослеживаются на несколько сот метров при мощности до 1 м в раздувах. Но они характеризуются низким содержанием золота и сульфидов.

Новый участок расположен в метаморфических породах. Здесь золоторудная минерализация приурочена к полосе гидротермально измененных пород северо-восточного простирания. В брекчированных породах находятся линзы и жилы кварц-пирит-халькопиритовых и полиметаллических руд, с довольно высоким содержанием ценных компонентов.

Восточно-Меградзорский участок сложен граносиенит-монцитовыми породами, прорывающими порфиры. На участке оруденелые зоны, жилы и прожилки встречаются через каждые 3—5 м. Рудные тела с минерализацией пирита, халькопирита, сфалерита, галенита и марказита простираются в северо-восточном направлении, с падением на юго-восток 130—140°, под углом 50—55°. Руды характеризуются низким содержанием ценных компонентов.

б. Формы, строение и условия залегания рудных тел

Оруденение на Меградзорском месторождении представлено жилами, прожилками и зонами прожилково-вкрапленной минерализации, нередко с включениями карманов, гнезд и линз сплошных сульфидных руд. В древних породах преобладают зоны дробления, смятия и интенсивно гидротермально измененных пород с убогой рудной минерализацией, а в молодых—жилы, прожилки, а затем зоны прожилково-вкрапленной минерализации.

Среди жил по морфологическим признакам выделяются простые и сложные. Простые жилы приурочены к одиноким трещи-

нам, а сложные—к субпараллельным трещинам, зонам дробления и рассланцевания пород. Сложные жилы обычно характеризуются боковыми апофизами, часть которых на небольшом расстоянии опять соединяется с главной жилой.

Характерной особенностью жил является наличие пережимов и раздувов. Они имеют грубополосчатое строение, обусловленное наличием субпараллельных тектонических трещин с глиной трения и зеркалами скольжения. Отдельные участки жил характеризуются раздробленностью, расслоенностью и густой сетью разноориентированных прожилков сульфидов. На небольших отрезках жил наблюдается тонкоплитчатое и тонкополосчатое строение, которое придает им сланцеватый облик. Местами наблюдаются участки с сетчатым строением, где отдельные жилы и прожилки пересекаются между собой и поперечными и диагональными прожилками (рис. 3).



Рис. 3. Строение рудного тела. Меградзорское месторождение. 1. Слабо измененные монзониты. 2. Измененные гранодиориты. 3. Зоны брекчирования пород с прожилково-вкрапленной пирит-халькопиритовой минерализацией. 4. Серицитизированные, каолинизированные породы с прожилково-вкрапленной минерализацией. 5. Прожилки полиметаллической минерализации. 6. Сколовые нарушения с глиной трения.

Внутреннее строение жил осложняется наложением разновозрастных систем трещин, несущих различную минерализацию. Породы, заключенные между параллельными трещинами, превращены в серицит-карбонатный и кварц-каолиновый агрегат.

Жильные тела приурочены в основном к сколовым нарушениям, а их апофизы к трещинам отрыва. Поэтому они от вмеща-

ющих пород обычно отбиваются четкими контактами, нередко с глиной трения.

По характеру жильного выполнения жилы подразделяются на два типа: жилы выполнения и замещения. Нередко зальбанды таких жил характеризуются постепенными переходами без глины трения.

Обычно кварцевые жилы характеризуются близширотным, северо-восточным и реже северо-западным простиранием с падением на юг и северо-запад под углом $50-80^\circ$.

В тех случаях, когда рудная минерализация развивается по сближенным разрывам и раздробленным, рассланцованным и смятым породам, залегающим между парными тектоническими швами, образуются зоны убогой прожилково-вкрапленной минерализации. Нередко в них наблюдаются линзообразные и гнездообразные включения богатых сульфидных руд, приуроченные к пересечениям разноориентированных трещин, изгибам и искривлениям контактов зон.

Строение зон обычно имеет такой вид: с обеих сторон развивается глина трения мощностью 10—15 см (нередко и больше), затем гидротермально измененные породы постепенно переходят к неизмененным. В приконтактных участках пород нередко наблюдаются невыдержанные прожилки с пологими углами падения. Между тектоническими швами породы независимо от состава подвергнуты раздроблению и рассланцеванию и интенсивному гидротермальному изменению. Нередко образуются кварц-серицит-каолинитовые массы, проникнутые вкрапленностью и прожилками сульфидных минералов. В результате наложения продуктов разновременных стадий минерализации оруденение в зонах приобретает сложный характер—рядом наблюдаются прожилки и включения различного состава. В отдельных случаях вдоль зон развиваются внутрирудные нарушения, придающие им зональное строение. Один из примеров строения зон приводится на рис. 4. Нередко стержневая часть зон представлена четковидными кварцевыми и кварцево-рудными жилами.

Зоны дробления пород характеризуются большой протяженностью и мощностью, но убогой рудной минерализацией. Они хорошо представлены в южной половине рудного поля, в древних породах. Минерализованные зоны простираются в близширотном направлении с падением на северо-запад, юго-запад, северо-восток, юг и юго-восток, под углами $30-60^\circ$.

На всех участках месторождения рудная минерализация наложена на жильные магматические образования. Наиболее молодые дайки кварц-порфира, граносиенит-порфира и лампрофи-

ров несут следы рудной минерализации и секутся кварцевыми и кварц-сульфидными жилами, или же последние развиваются по дайкам (уч. Арчасар) и их контактам (уч. Шакарсар).

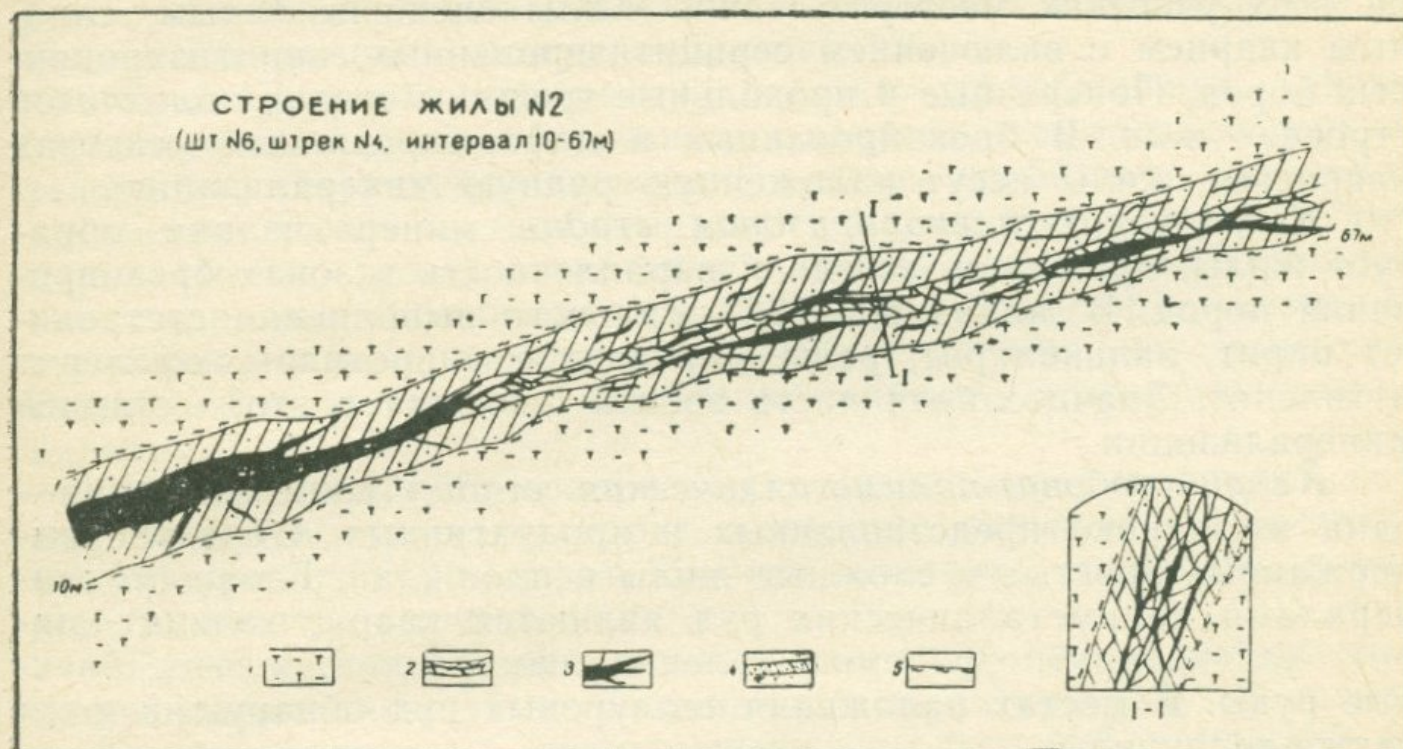


Рис. 4. Строение рудного тела. Меградзорское месторождение. 1. Слабо измененные туффи́ты. 2. Раздробленная кварцевая жила. 3. Сульфидная минерализация. 4. Кварц-карбонат-серицитовые породы. 5. Тектоническая глина.

в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд

Характер оруденения. Оруденение на Меградзорском месторождении представлено кварцево-рудными жилами, прожилками и зонами прожилково-вкрапленной минерализации, заключенными в каолинизированных, серицитизированных и пиритизированных интрузивных, вулканогенных и метаморфических породах.

Собственно рудный процесс в свете новых данных происходил в следующих стадиях минерализации: кварцевой, кварц-пирит-халькопиритовой, кварц-карбонат-полиметаллической, кварц-карбонат-золото-теллуровой и кварц-карбонатной (Ш. О. Амирян, А. И. Карапетян, 1964, 1965). Основные концентрации золота и редких элементов связаны с пирит-халькопиритовыми, полиметаллическими и золото-теллуровыми типами руд.

Рудные тела на 90—95% представлены жильными минералами. Остальные 5—10% представляют сульфиды, сульфосоли, теллуриды, окислы и другие. Сульфидная часть распределена не-

равномерно, встречаются участки с массивными сульфидами, гнезда и карманы, сложенные теллуридами.

Кварцевая стадия минерализации имеет широкое развитие на всех участках месторождения. Жилы сложены белым, сливным кварцем с включением серицитизированных, пиритизированных пород. Поперечные и продольные трещины создали плитчатое строение жил. В брекчированных и деформированных участках кварцевые жилы несут наложенную рудную минерализацию.

Кварц-пирит-халькопиритовая стадия минерализации образует жилы, прожилки, гнезда и вкрапленность в зонах брекчирования пород. В жилах 60—70% жильного выполнения составляют пирит, халькопирит, реже марказит с пирротинном, сфалерит и галенит. Значительная часть золота связана с этой стадией минерализации.

Кварц-карбонат-полиметаллическая стадия минерализации — одна из широко представленных и продуктивных. Образует выдержанные простые и сложные жилы и прожилки. Главными минералами полиметаллических руд являются кварц, кальцит, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, самородное золото, блеклые руды. В местах наложения теллуридов руд обнаруживаются также теллуриды.

Кварц-карбонат-золото-теллуридная стадия минерализации является самой интересной по минеральному составу и содержанию золота, серебра, теллура, висмута и других элементов. Имеет весьма неравномерное развитие. Эта стадия хорошо проявлена на Шакарсарском, Ближнем и Меградзорском участках. Образует гнезда и прожилки главным образом в одних и тех же структурах, что и полиметаллические и пирит-халькопиритовые руды.

В составе золото-теллуридных руд установлены: самородное золото, теллуриды золота, серебра, свинца, висмута, ртути, призматический прозрачный кварц, кальцит и нередко сидерит.

Кварц-карбонатная стадия минерализации завершает рудный процесс и имеет повсеместное развитие. Образует невыдержанные прожилки, секущие предыдущие типы руд. Представлена кварцем, кальцитом, анкеритом, халцедоном.

Перечисленные выше стадии минерализации обычно проявляются в одних и тех же структурах. Отложение руд происходит простым заполнением и часто замещением пород или ранее отложенных руд, поэтому в последних преобладают текстуры пересечения, полосчатые, кокардовые, прожилковые брекчиевые замещения,

Минералого-геохимические особенности руд. Руды Меград-

зорского месторождения характеризуются сложным минеральным составом. В них установлены самородные элементы, сульфиды, сульфосоли, теллуриды, окислы, карбонаты, силикаты, которые составляют самые различные ассоциации в зависимости от конкретных условий минералообразования.

Среди рудных минералов широко представлены: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, марказит, самородное золото, теннантит, тетраэдрит, висмутин, алтаит, сильванит, калаверит, креннерит, гессит, петцит, эмпрессит, колорадоит, нагиагит, теллуrowисмутит, редко встречаются аргенит, виттихенит, эмплектит, пирротин, арсенопирит, молибденит, киноварь, ковеллин, халькозин, борнит, самородное серебро; из жильных минералов главными являются: кварц, кальцит, анкерит, второстепенными—сидерит.

Из вторичных минералов встречаются: малахит, азурит, борнит, церуссит, куприт, тенорит, ковеллин, халькозин, брошантит, плюмбоярозит, пироморфит, бисмит, монтанит, эммонсит, данхемит, лимониты и другие.

Руды месторождения в силу многостадийности рудообразования имеют сложную геохимическую характеристику. В зависимости от конкретных физико-химических условий в каждой отдельной стадии наблюдается определенный набор элементов. Правда, есть элементы, которые являются сквозными, т. е. проявляются во многих стадиях рудного процесса, но в таких случаях отмечаются различные количественные соотношения, формы проявления, меняется последовательность отложения и т. д.

Главными элементами руд являются: Fe, Cu, Zn, Pb, As, Sb, Au, Ag, Te, Bi, S, второстепенными—Mo, Hg, Se, Cd, In, Ga, Ge, Mg, Mn, Ni, Co.

Кроме главных рудообразующих элементов (Cu, Zn, Pb и др.), наибольшую ценность представляют золото, серебро, висмут, теллур и отчасти селен и кадмий.

Золото представлено в виде самородного минерала и теллуридов. Характеризуется неравномерным распределением в каждом отдельном типе руд и в рудном процессе в целом. Наиболее высокие его концентрации связаны с полиметаллическими и золото-теллуrowыми рудами. Золото-серебряное отношение для пирит-халькопиритовых и полиметаллических руд составляет 1 : 3, а золото-теллуrowых—1 : 2. В целом для месторождения оно составляет 1 : 1,5—2.

Повышенными и высокими концентрациями серебра характеризуются золото-теллуrowые и полиметаллические руды. Серебро в рудах представлено в основном в виде изоморфной примеси в сульфидах, сульфосолях, теллуридах и самородном

золоте и в виде собственных минералов (гессита, эмпрессита, аргентита и др.).

Концентрация серебра повышается по мере понижения температуры образования руд. В отдельных типах руд минералы серебра образуются позже других. Повышенные концентрации серебра образует в поздних минералах, куда входит в качестве изоморфной примеси.

Теллур является следующим ценным компонентом руд. Основная масса теллура связана с теллуридами, остальная часть в виде изоморфной примеси находится в сульфидах и сульфосолях. Концентрация теллура повышается от пиритовых руд к золото-теллуридовым, где он образует собственные минералы.

Висмут представлен собственными минералами и в виде изоморфной примеси—в сульфидах, теллуридах и сульфосолях. Основная часть висмута накапливается в поздних порциях гидротермальных растворов.

Селен в рудах присутствует исключительно в виде изоморфной примеси. Обычными носителями селена являются пирит, халькопирит, блеклые руды, галенит и теллуриды. В золото-теллуридовым рудах содержится в два раза больше селена, чем в полиметаллических, а в последних в два раза больше, чем в пиритовых. Как и золото, серебро, висмут и теллур, селен имеет тенденцию накапливаться в поздних порциях растворов.

Каadmий—обычная примесь полиметаллических руд, где он связан главным образом со сфалеритом и блеклой рудой. Собственных минералов не образует.

Остальные элементы представлены собственными минералами (Fe, Cu, Pb, Zn, As, Sb и др.) или в виде изоморфной примеси (Ni, Co, Ga, Ge, In и др.), образуя самые различные ассоциации минералов.

Метасоматические изменения пород. Характерными типами изменения пород на месторождении являются пропилитизация и аргиллизация. Пропилитизация имеет площадное развитие и выходит за пределы распространения рудных жил, а аргиллизация представлена мощными зонами (до 15—20 м), прослеживающимися на 450—500 и более метров, к которым приурочены кварцево-рудные жилы. Зоны аргиллизации интенсивно развиты вдоль разрывных нарушений и контактов даек сиенит-порфира, граносиенит-порфира, лампрофиров или же граносиенита с порфиритами.

Последовательное развитие альбитизации, эпидотизации, хлоритизации, пиритизации и окварцевания указывает на возрастание кислотности растворов по мере развития рудного процесса. Отложение сначала серицита, а затем каолинита показы-

вает, что растворы вначале были щелочными, а позже становились кислыми.

Завершение рудного процесса с образованием карбонатных и кварц-карбонатных прожилков происходит в условиях пониженной кислотности и нейтрализации растворов.

г. Генетические особенности и перспективы месторождения

Меградзорское месторождение по генетическим признакам относится к гидротермальной группе, образованной на малых глубинах при средних температурах, а по новым классификационным признакам—к золото-сульфидно-теллуровой формации.

Возраст оруденения считается посленижнеолигоценовым в связи с тем, что оруденение наложено на породы граносиенитов, граносиенит-порфиров и лампрофиров, абсолютный возраст которых составляет 27—34,5 млн. лет (Г. П. Багдасарян, 1968). Верхний возрастной предел определяется залеганием мио-плиоценовых пород на оруденелые образования нижних структурных ярусов и рудоконтролирующих структур.

О малой глубине образования руд говорят небольшая мощность надрудной покрывки пород времени рудообразования и фации глубинности пород, с которыми ассоциирует оруденение. О средних температурах минералообразования свидетельствуют: характер изменения пород, ассоциации минералов, результаты декрепитации и гомогенизации газовой-жидких включений и другие признаки.

По числу выявленных пунктов коренного залегания золота Меградзорское рудное поле является перспективным участком золоторудной минерализации. Перспективность рудного поля определяется еще и тем, что золоторудная минерализация здесь связана с разновозрастными интрузивными породами и с различными ассоциациями минералов.

ДРУГИЕ НЕБОЛЬШИЕ И СЛАБО ИЗУЧЕННЫЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНО-ТЕЛЛУРОВЫХ РУД

Кроме Зодского и Меградзорского месторождений, золото-сульфидно-теллуровая минерализация проявлена и на других пунктах Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоны. Эти рудопроявления изучены слабо или имеют небольшое значение. Среди них можно отметить: Сарнахпюрское, Намазелянское, Миракское и др. Руды этих проявлений характеризуются низким золото-серебряным отношением (1 : 10).

Сарнахпюрское рудопроявление находится в рудном поле

Анкаванского медно-молибденового месторождения, где выступают разновозрастные интрузивные породы и различные формации руд.

В геологическом строении участка рудопроявления участвуют кварцевые диориты, гранодиориты, прорванные гранит-порфирами и гранодиорит-порфирами. Оруденение по отношению этих пород является эпигенетическим. Оно представлено кварцевыми, кварцево-сульфидными (с теллуридами) жилами, прожилками и зонами прожилково-вкрапленной минерализации.

Кварцевые и кварцево-рудные жилы прослеживаются на несколько сот метров, при мощности несколько десятков сантиметров. В составе руд установлены пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, аргентит, тетрадимит, теллуrowисмутит, сильванит, самородное золото, нагиагит, борнит, теннантит, тетраэдрит и другие минералы (Н. С. Хачатрян и Б. Д. Акопян, 1962), образующие определенные ассоциации и определенные тела в зонах изменения пород.

Намазелянское рудопроявление находится в верховьях р. Намазелян. Участок проявления сложен порфиритами и прорывающими их кварцевыми диоритами и гранодиоритами третичного возраста. Оруденение представлено кварцево-рудными и халцедоновыми жилами и прожилками с аз. падения 90—120°, под углом падения 50—65°.

Рудная минерализация представлена пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом, теллуридами золота (сильванит, калаверит), серебра (гессит)), висмута (тетрадимит, теллуrowисмутит), самородным золотом и другими минералами.

Золото и теллуриды образуют самостоятельную ассоциацию и наложены на полиметаллические руды. Кроме них, существуют пиритовые и кварцевые жилы и прожилки. Как видно, здесь проявлены те же стадии минерализации, что и на Меградзорском месторождении.

Миракское рудопроявление находится в Апаранском районе, среди гранитоидов третичного времени. Оруденение в виде прожилков и вкрапленности находится в зонах изменения пород северо-восточного простирания. Установлено несколько таких зон. В них рудная минерализация представлена пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом, марказитом, арсенопиритом, блеклыми рудами, самородным золотом, теллуридами золота и другими минералами (З. О. Чибухчян и А. С. Фарамазян, 1978). Проявление изучено слабо. Тип оруденения и геологические условия аналогичны с Меградзорским.

2. ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНАЯ ФОРМАЦИЯ

Золото-сульфидная формация руд на территории республики пользуется довольно большим распространением. Проявления этих руд установлены во всех трех структурно-металлогенических зонах. Сравнительно крупные месторождения и проявления с золото-сульфидной минерализацией находятся в Памбак-Зангезурской зоне (Личкваз, Тей, Гегарчин и др.).

Золото-сульфидная формация руд представлена золотоносными кварц-карбонат-полиметаллическими, пирит-халькопиритовыми и арсенопиритовыми жилами и оруденелыми зонами раздробленных пород, прослеживающихся по простиранию и на глубину на несколько сот метров. Судя по морфологии жил, контактовым взаимоотношениям их с боковыми породами и текстурным особенностям руд, рудоконтролирующие структуры золото-сульфидных жил принадлежат к трещинам отрыва и скола, вдоль которых позднее имели место небольшие смещения.

Минеральный состав руд этой формации довольно сложен и многообразен. В нем участвуют окислы, сульфиды, сульфосоли свинца, меди, висмута, серебра и нередко теллуриды свинца, висмута, серебра и золота. В рудах этой формации установлено несколько парагенетических ассоциаций минералов, являющихся разновременными образованиями, приуроченными к различным трещинным структурам. Такими ассоциациями являются: кварц-пиритовая (с небольшой примесью сфалерита, халькопирита), пирит-халькопиритовая, пирит-галенит-сфалерит-халькопиритовая (с блеклыми рудами), галенит-сфалеритовая, пирит-пирротин-арсенопиритовая и кварц-арсенопиритовая (арсенопирит здесь низкотемпературный с игольчатыми, радиально-лучистыми выделениями и агрегатами). На некоторых месторождениях проявляется также медно-молибденовая (Личкваз, Тей, Гегарчин) и антимонит-сульфоантимонитовая минерализация (Гегарчин).

Следует отметить, что не все перечисленные выше ассоциации являются золотоносными. Некоторые из них являются чуждыми для золоторудных месторождений, например, медно-молибденовая, которая является характерной ассоциацией, родственной медно-молибденовой формации.

Наиболее крупные месторождения и проявления золото-сульфидных руд приурочены ко вторичным брахиантиклинальным складкам, особенно к их присводовым частям, где имели место наиболее благоприятные структурные условия для локализации руд.

Крупные месторождения и проявления золото-сульфидных

руд генетически тесно связаны с умеренно-кислыми гранитоидами, главным образом верхнеэоцен-олигоценового и миоценового времени. Исключение составляет Шаумян-Халаджское месторождение, связанное с юрскими субвулканическими образованиями.

Руды золото-сульфидной формации сопровождаются хлоритизацией, серицитизацией, окремнением и карбонатизацией пород. На некоторых месторождениях наблюдаются цеолитизация и огипсование последних.

Отложение руд в приповерхностных и сложных структурных и физико-химических условиях с прерывистым поступлением рудообразующих растворов создали благоприятную обстановку для проявления самых различных текстурно-структурных особенностей руд. В них обычно встречаются текстуры пересечения, брекчирования, петельчатая, полосчатая, вкрапленная и другие. Среди структур преобладают структуры кристаллизации из растворов, катакластические, колломорфные, структуры замещения и другие.

В Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоне золото-сульфидная формация, с одной стороны, связывается с медно-молибденовой, а с другой—с сурьмяной формациями, являющимися членами единого генетического ряда.

В Алаверди-Кафанской структурно-металлической зоне золото-сульфидные руды генетически и пространственно связаны с колчеданными рудами и с ними составляют единый генетический ряд. Конечно, часть золото-сульфидных руд имеет самостоятельное развитие и проявляется в более поздних металлогенических эпохах.

Основной формой проявления золота в рудах золото-сульфидной формации является самородная; в редких случаях проявляются также теллуриды. Преобладает тонкодисперсное золото. Проба золота варьирует в широких пределах: от 700 до 927.

В рудах золото-сульфидных месторождений, кроме золота, установлены повышенные и высокие содержания серебра (золото-серебряное отношение в рудах этой формации варьирует от 1 : 90 до 1 : 1,3), висмута, селена, теллура, свинца, меди, цинка, нередко индия, кадмия, которые должны извлекаться при комплексной обработке руд.

ТЕЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ РУД

Тейское месторождение находится в Зангезурском рудном районе, в юго-восточной части Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоны. Оно открыто Мегринской экспедицией

УГ Армянской ССР (начальник экспедиции С. А. Геворкян). В разведке и изучении месторождения активно участвовали Г. И. Гольденберг, Л. С. Габриелян, Г. А. Тунян (1971, 1972), С. А. Мелян, Р. С. Чухаджян, Т. А. Казарян, Г. О. Казарян, Ш. О. Амирян (1966, 1968), П. С. Бернштейн, М. М. Константинов и др. (1969).

По геолого-структурным особенностям, магматизму и металлогении золото-сульфидные (Тей, Личквас) и медно-молибденовые (Айгедзор, Марал-Зами) месторождения составляют единое рудное поле, где эти два различных типа рудной минерализации по характеру рудовмещающих структур, минералого-геохимическим особенностям и относительному возрасту относятся к двум этапам оруденения. В первом этапе образовались медно-молибденовые месторождения, во втором—золото-сульфидные.

а. Геолого-структурные особенности месторождения

Тейское месторождение золото-сульфидных руд находится в пределах развития пород сложного Мегринского плутона. Район месторождения сложен эоценовыми вулканогенными породами (порфириты, их туфы и туфобрекчии), прорванными гранодиоритами, кварцевыми диоритами, габбро-диоритами и малыми интрузиями гранитов, гранит-порфиров, а также их жильными дериватами: аплитами, диорит-порфиритами, диабазовыми порфиритами, андезито-дацитами и лампрофирами.

Участвующие в геологическом строении месторождения породы слагают два структурных яруса. Нижний ярус сложен вулканогенно-осадочной толщей, дислоцированной по иному плану и прорванной малыми интрузиями и крупными массивами гранитоидных интрузий, с которыми генетически связана рудная минерализация рудного поля и района. Породы этого яруса образуют синклинальную складку северо-западного простирания, с падением крыльев под углом $20-25^\circ$, реже 35° . В связи с внедрением плутона и дальнейшей эрозией сохранились отдельные останцы этой структуры.

Преобладающими породами толщи являются порфириты (встречаются их туфы, туфобрекчии).

Верхний структурный ярус сложен озерно-континентальными отложениями плиоцена, которые трансгрессивно и с резко выраженным угловым несогласием и базальным конгломератом в основании залегают на породы предыдущего яруса. Эта толща дислоцирована слабо и на значительных площадях имеет почти

горизонтальное залегание. Простираение толщи северо-восточное, с падением на северо-запад под углом $10-15^{\circ}$.

В составе толщи участвуют конгломераты (гальки порфири-тов, интрузивных пород, нередко кварца), песчаники, глинистые сланцы с тонкими прослоями угля.

Отмеченные выше породы в долинах рек покрываются аллю-виально-делювиальными отложениями.

Из магматических пород на участке месторождения широко представлены кварцевые диориты и гранодиориты, а из жильных пород диоритовые и диабазовые порфириты, андезито-дациты, аплиты и керсантиты. Порядок внедрения жильных пород такой: аплиты, диоритовые и диабазовые порфириты, керсантиты и андезито-дациты. Все они являются дорудными образованиями.

Аплиты широко представлены на Айгедзорском месторожде-нии, здесь встречаются редко. Они имеют северо-восточное, ре-же северо-западное простираение с падением на северо-запад и юго-запад под углами $60-70^{\circ}$ и $30-35^{\circ}$.

Диоритовые и диабазовые порфириты наибольшее распро-странение имеют на других участках рудного поля. Здесь встре-чаются редко. Из них диоритовые порфириты приурочены к се-веро-восточным разрывам с крутыми углами ($80-85^{\circ}$) падения. Прослеживаются на $200-300$ м, при мощности $10-15$ м. Диаба-зовые порфириты прослеживаются в северо-западном направле-нии, с падением на северо-восток, под углом $30-40^{\circ}$. Длина да-ек по простираению составляет $70-100$ м, в одном случае— 550 м, при мощности $0,5-2,0$ м.

Керсантиты являются наименее распространенными в рудном поле. Простираение их северо-восточное, с падением на северо-запад под углами $60-70^{\circ}$. Мощность керсантитовых даек не пре-вышает $0,2-0,3$ м. На Тейском месторождении эти дайки обычно сопровождаются рудной минерализацией и являются дорудными.

Андезито-дациты образуют одну крупную дайку мощностью 40 м, которая простирается в северо-восточном направлении, с падением на северо-запад под углом $70-75^{\circ}$. Сильная пиритиза-ция пород вблизи дайки и гидротермальное изменение пород по-казывают дорудный возраст дайки. Она расположена на северо-западном фланге месторождения.

В рудном поле и на месторождении широким развитием пользуются разрывные нарушения, которые предопределили ход гидротермального рудообразования и локализацию рудной ми-нерализации.

Среди разрывных нарушений выделяются сбросовые и сбро-со-сдвиговые северо-западного простираения, с которыми сопря-

гаются северо-восточные более низких порядков. Из крупных нарушений следует отметить: Дебаклинский, Тейский, Личкский, Марал-Заминский и другие.

В образовании и размещении гидротермальных месторождений района, в том числе и золоторудных, особое место принадлежит Дебаклинскому нарушению сбросового характера. Другие нарушения являются ответвлениями Дебаклинского и с ним вместе образуют зону разлома шириной в несколько километров. Эта зона прослеживается в юго-восточном направлении и на отдельных отрезках контролирует оруденение медных, медно-молибденовых, полиметаллических и золото-сульфидных руд. Разлом имеет региональный характер и длительную историю развития. Плоскость разлома падает на северо-восток, под углом 60—65°.

Рудоконтролирующие структуры Тейского месторождения залегают между Дебаклинским и Тейскими разломами. Они имеют северо-восточное направление и приурочены к изгибам этих разломов. Они в основном проявляются в висячем боку разломов, где породы подвергнуты более сильному дроблению и гидротермальному изменению.

б. Формы, строение и условия залегания рудных тел

Оруденение на Тейском месторождении в отличие от Личк-вазского представлено не только жилами, но и зонами раздробленных и гидротермально измененных пород с сульфидной минерализацией.

На месторождении выделяются пять главных золоторудных зон, представленных раздробленными, местами перетертыми и обеленными породами, характеризующимися интенсивным окварцеванием, карбонатизацией, серицитизацией и каолинизацией. Золоторудная минерализация в виде кварц-карбонат-сульфидных жил и прожилков приурочена к этим зонам. В случае отсутствия крупных жил по зоне развиваются кулисообразно расположенные прожилки небольшой мощности и простираения. Крупные кварцево-рудные жилы имеют четковидный характер. На небольших расстояниях раздувы сменяются пережимами.

Зальбанды жил всегда четкие, нередко с глиной трения, изредка глина развивается по жиле и в таких случаях она отличается составом, цветом и строением. В жилах оруденение распределено неравномерно. Богатые сульфидами участки сменяются бедными. Часть жил и отдельные их участки брекчированы. Для них характерны текстуры цементации, брекчирования, кокардовые, полосчатые и другие.

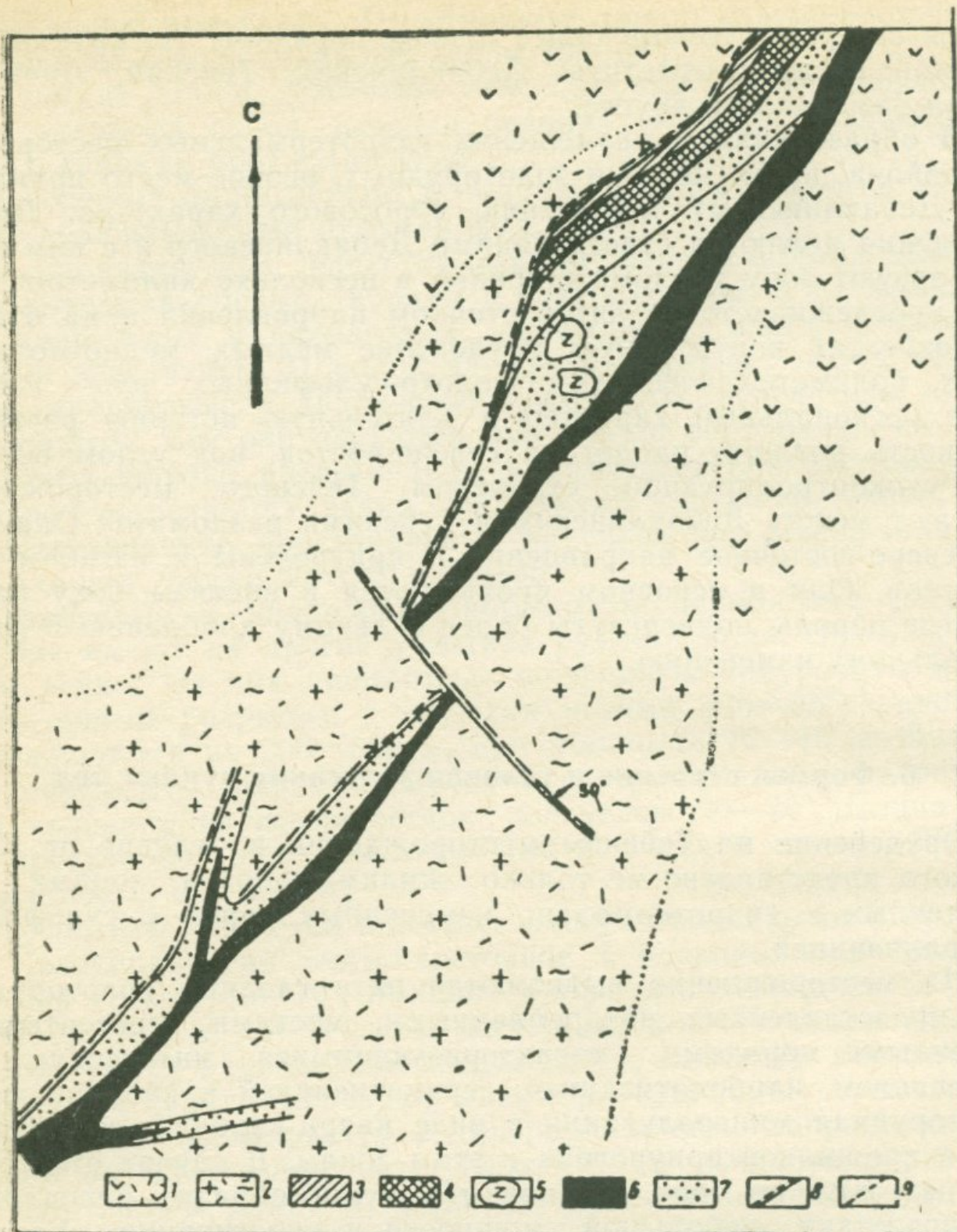


Рис. 5. Морфология и строение рудного тела. Гейское месторождение.
шт. 16 штрк 14.

1. Гидротермально измененные порфиры 2. Гидротермально измененные гранодиориты. 3. Сыпучий пирит. 4. Пиритовая жила. 5. Ксенолиты дайки керсантиста в рудной зоне. 6. Полиметаллическая жила. 7. Прожилково-вкрапленное медно-полиметаллическое оруденение. 8. Тектоническое нарушение. 9. Глинка трения.

Прожилково-вкрапленная минерализация, которая обычно сопровождает крупные кварцево-рудные жилы, образует более мощные и протяженные зоны (рис. 5). В них рудная минерализация представлена не только прожилками и вкрапленностью, но и гнездами, небольшими линзовидными телами. По минеральному составу зоны более разнообразны, чем крупные жилы. Если в крупных жилах преобладающей является одна ассоциация минералов, то в зонах встречаются почти все ассоциации, так как внутрирудные подвижки обычно происходят вдоль одних и тех же зон.

Как жилы, так и зоны прожилково-вкрапленной минерализации имеют северо-восточное простирание, с падением на северо-запад под углом $60-70^\circ$. Рудные тела находятся как в порфиритах, так и прорывающих их интрузивных породах. Переход между зонами оруденения и свежими породами обычно происходит через глинку трения, но встречаются и постепенные переходы. Зальбанды зон в гранитоидах проявлены более четко, чем в порфиритах. Мощность зон и интенсивность минерализации убывают по мере приближения к Дебаклинскому разлому. Северо-восточные фланги зон характеризуются интенсивной минерализацией, здесь содержание сульфидов составляет $15-20\%$.

Нередко рудная минерализация развивается по жильным породам и вдоль их контактов. В таких случаях рудные тела унаследуют элементы залегания жильных пород, с образованием обогащенных участков в изгибах даек или же на пересечениях контактов даек с косоориентированными трещинами. В рудных зонах и кварцево-рудных жилах интенсивность рудной минерализации наблюдается в тех участках, которые с двух сторон ограничены мощной глиной. По-видимому, она препятствовала проникновению гидротермальных растворов за их пределами и способствовала отложению руд и образованию рудных столбов.

в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд

Характер оруденения. Формирование месторождения происходило длительное время, в результате нескольких последовательных стадий минерализации: ранней дорудной кварцевой, кварц-пиритовой, кварц-пирит-халькопиритовой, кварц-карбонат-полиметаллической, кварц-арсенопиритовой и пострудной кварц-карбонатной.

Отложение руд происходило как простым заполнением от-

крытых трещин, так и метасоматическим замещением вмещающих пород и ранее отложенных руд. Перечисленные стадии минерализации развивались главным образом по одним и тем же зонам, но в них очень часто они образуют самостоятельные жилы, прожилки. Нередко продукты одной стадии служат материалом брекчии, а других—цемента или кокард.

Ранняя кварцевая стадия минерализации представлена в виде жил и метасоматических новообразований в порфиритах, гранитоидах и в зонах их дробления. Ранний кварц обычно раздроблен, деформирован и несет признаки локальной грануляции зерен с волнистым угасанием.

Кварц-пиритовая стадия минерализации имеет довольно широкое проявление. Образует гнезда и невыдержанные прожилки в рудовмещающих измененных породах, вблизи крупных разрывных нарушений. Пиритовые руды приурочены к трещинам отрыва этих нарушений. Пржилки пирита прослеживаются на 10 и более метров, при мощности до 5 см. Размер изометрических тел составляет 0,1—0,2 м в поперечнике. Большие площади занимает вкрапленный пирит. Пиритизация довольно сильно проявлена в эпидотизированных и хлоритизированных порфиритах.

Пирит этой стадии минерализации характеризуется зональным строением и включениями пород и нередко магнетита и гематита. Он ассоциирует с кварцем. Редко встречаются халькопирит, сфалерит и галенит. Пиритовые руды характеризуются небольшими содержаниями редких и благородных элементов.

Кварц-пирит-халькопиритовая стадия минерализации имеет широкое распространение. В виде прожилково-вкрапленной минерализации широко проявляется в зонах изменения и брекчирования пород. Нередко образует выдержанные жилы мощностью до 0,5 м (в раздувах) и небольшие изометрические тела.

Эта стадия представлена пирит-халькопирит-висмутин-козалитовой ассоциацией с небольшой примесью золота, тетрадимита, теллуrowисмутита, гессита, виттихенита, галенита, сфалерита, тетраэдрита, плагионита и пирротина. По сравнению с другими типами руд пирит-халькопиритовые обогащены висмутом, селеном, теллуром (табл. 4).

Кварц-карбонат-полиметаллическая стадия. Продуктами этой стадии сложены основные жилы и зоны месторождения. Среди жил выделяются простые с пережимами и раздувами и сложные.

Полиметаллические руды сложены из кварца, карбоната, сфалерита, галенита, пирита, халькопирита, самородного золота, теннантита, тетраэдрита. Преобладают сфалерит, галенит, халькопирит и пирит. Редко встречаются киноварь, борнит, бурнонит.

По содержанию благородных элементов полиметаллические руды являются наиболее ценными.

Кварц-арсенопиритовая стадия минерализации имеет локальное развитие. Она образует обособленные скопления и прожилки в пределах оруденелых пород. Эта стадия наложена на предыдущие. Образует каемки вокруг брекчии полиметаллических и пирит-халькопиритовых руд, или же цементирует их.

Кварц-арсенопиритовая стадия—вторая продуктивная по золотоносности. В составе арсенопиритовых руд установлены игольчатый низкотемпературный арсенопирит, самородное золото, в подчиненном количестве пирит, сфалерит, халькопирит, галенит и блеклые руды.

Поздняя кварц-карбонатная стадия минерализации с незначительными и редкими включениями сульфидов завершает ряд последовательно формировавшихся стадий рудного процесса. Представлена небольшими прожилками, секущими все описанные выше типы руд.

Минералого-геохимические особенности руд. По сравнению с месторождениями золото-сульфидно-теллуровой формации руды Тейского месторождения (как и всех золото-сульфидных месторождений) характеризуются сравнительно простым минеральным составом (Ш. О. Амирян, Г. А. Тунян, 1971).

Преобладающими рудными минералами являются сульфиды. Подчиненное значение имеют самородные элементы, сульфосоли, окислы. Редко встречаются теллуриды.

Самородное золото установлено в полиметаллических и арсенопиритовых рудах. По пробирным анализам золото в небольших количествах установлено также в пиритовых и пирит-халькопиритовых рудах, где оно представлено, по-видимому, в виде субмикроскопических выделений.

Самородные частицы золота характеризуются различными формами, размером и оттенками золотисто-желтого цвета. Проба их колеблется от 780 до 870.

Галенит, сфалерит, пирит и халькопирит встречаются почти во всех типах руд, но в различных количествах и структурных соотношениях.

Арсенопирит—ведущий минерал арсенопиритовых руд. Представлен низкотемпературной разностью.

Блеклые руды представлены теннантитом и тетраэдри-том. Первый часто встречается в арсенопиритовых рудах. Они являются характерными минералами полиметаллических руд.

Минералы висмута и теллура установлены в пирит-халькопиритовых рудах. Они замещают пирит, халькопирит, сфалерит и галенит. Наиболее часто развиваются по халькопириту.

Из жильных минералов главными являются кварц, кальцит и анкерит.

Кроме гипогенных минералов, список которых с отмеченными не ограничивается, в зоне окисления установлены многие гипергенные минералы, а в зоне изменения пород—продукты их метасоматоза.

Различными видами анализа в рудах месторождения установлены многие элементы.

Наиболее характерными и представляющими определенный практический интерес являются: Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Bi, Cd, Se и Te.

Имеющиеся данные позволяют отметить, что золото является своего рода «сквозным» элементом, который выделился во всех типах руд, с образованием промышленных концентраций в определенных стадиях гидротермального процесса.

Основной формой нахождения золота в рудах является минеральная. Наиболее высокие концентрации золота связаны с полиметаллическими и арсенопиритовыми рудами.

Золото-серебряное отношение в целом для месторождения равно 1:4—8, для пиритовых руд—1:23, пирит-халькопиритовых—1:38, полиметаллических—1:6, арсенопиритовых—1:3. Проба золота составляет в среднем 865. С глубиной концентрация золота повышается, а серебра, наоборот.

Повышенными концентрациями серебра характеризуются полиметаллические, пирит-халькопиритовые и арсенопиритовые руды. Основными носителями серебра являются блеклые руды, галенит, халькопирит. Оно представлено в основном в виде изоморфной примеси и только незначительная часть представлена гесситом.

Наиболее высокие концентрации висмута связаны с пирит-халькопиритовыми рудами, где он образует собственные минералы. За ними следуют пиритовые, полиметаллические и арсенопиритовые. Как видно, концентрация висмута в основном понижается по мере понижения температуры рудообразования.

Повышенными концентрациями кадмия характеризуются полиметаллические и арсенопиритовые руды, а затем следуют пирит-халькопиритовые и пиритовые. Главная масса кадмия связана со сфалеритом, где он находится в виде изоморфной примеси.

Селен и теллур характеризуются небольшими содержаниями, при этом в рудах в 2 раза больше теллура, чем селена. Селен представлен в виде изоморфной примеси в сульфидах и возможно также в теллуридах. Повышенные концентрации тел-

лура отмечены в пирит-халькопиритовых рудах, где установлены редкие теллуриды.

Индий, галлий и германий характеризуются небольшими концентрациями и находятся в виде изоморфной примеси в рудных и нерудных минералах.

Главные рудообразующие элементы (Fe, Cu, Zn, Pb, As, Sb, Mo и другие) представлены собственными минералами, которые образуют разнообразные ассоциации в различных минеральных типах руд.

Метасоматические изменения пород. Предрудные изменения гранитоидов и порфириров представлены эпидотизацией, хлоритизацией, пиритизацией и нередко альбитизацией и актинолитизацией. Концентрация рудных элементов в продуктах предрудного метасоматоза пород превышает кларк отдельных элементов от 3 до 50 000 раз, что доказывает связь этих изменений с рудным процессом в целом.

В период рудообразования все виды пород превратились в кварц-серицит-карбонатную, кварц-серицитовую, кварц-карбонат-каолиновую породу с сульфидной минерализацией. В отдельных участках месторождения в сопровождении карбонатных прожилков проявляется также цеолитизация. На поверхности развиваются ожелезнение, огипсование и гипергенная каолинизация.

Наиболее интенсивные преобразования пород проявляются вдоль рудоконтролирующих структур северо-восточного простирания. В более удаленных от кварцевых жил участках породы подверглись пропилитизации с образованием небольших концентраций магнетита, гематита и рутила.

Характер изменения пород и состав руд показывают, что физико-химические параметры растворов менялись в процессе рудообразования.

г. Генетические особенности и перспективы месторождения

По условиям формирования и минеральному составу руд Тейское месторождение относится к формации золото-сульфидных руд, образованной на умеренных глубинах, при средней температуре.

Генетические особенности Тейского месторождения определяются нахождением его в рудном поле с медно-молибденовым оруденением, приуроченным к Мегринскому многофазному плу-

тону, а в структурном отношении—крупному Дебаклинскому разлому.

Приуроченность рудных тел к гранодиоритам и пересечение даек диоритовых порфиров, андезито-дацитов, керсантитов и аплитов (возраст которых определяется 25—31 млн. лет) рудной минерализацией и нахождение рудного кварца с оруденелыми валунами и гальками гранитоидов в основании Нор-Аревикской плиоценовой толщи позволяет возраст оруденения считать миоценовым.

Генетическая связь оруденения с постбатолитовыми малыми интрузиями подтверждается не только пространственным взаимоотношением и близким возрастом, но и повышенным и высоким содержанием золота и сопутствующих элементов в породах и породообразующих минералах. В интрузивных и жильных породах концентрация золота выше кларка от 7 до 755 раз. В керсантите концентрация меди выше кларка в 20, свинца—3750, серебра—100, сурьмы—200, висмута—430, мышьяка—15 и цинка—20 раз.

Золото-сульфидная формация руд с медной, медно-молибденовой и полиметаллической составляет один генетический ряд и парагенетически связана с постбатолитовыми малыми интрузиями.

Благоприятными для циркуляции гидротермальных растворов и отложения руд были сопряженные с Дебаклинским и Тейским разломами зоны трещиноватости и скалывания пород и разрывные трещины северо-восточного простирания.

Зональное отложение разновременных минеральных ассоциаций различного состава вдоль одних и тех же структур, а также наличие глинки трения с рудным веществом, зеркал и борозд скольжения на массивных рудных агрегатах, структур и текстур замещения, цементации и пересечения указывают на неоднократное раскрытие трещинных полостей в период рудообразования.

Характер выполнения трещин и текстурно-структурные особенности руд показывают, что рудоотложение происходило как простым выполнением трещинных полостей, так и замещением ранее отложенных руд и боковых пород.

Характер изменения пород, состав руд, а также данные измерения газово-жидких включений свидетельствуют о среднетемпературных условиях отложения руд. Принимая возраст оруденения миоценовым, мощность надрудной покрывки пород во время рудообразования составляла 0,5—1 км, что наряду с фациальными особенностями пород и руд, характером окolorудных изменений и оруденения свидетельствует о малых, переходных к гипабиссальным, глубинах рудоотложения.

Перспективы рудного поля в отношении золоторудной минерализации определяются ее связью с широко распространенной медно-молибденовой и приуроченностью к трещинам разрыва, сопряженных с крупным Дебаклинским разломом. Непосредственные перспективы месторождения связаны с глубинными горизонтами и отчасти с флангами. На северо-восточном фланге месторождения вскрываются мощные зоны ожелезненных и огипсованных пород, нередко с прожилками гипогенных руд в глубоких ущельях, которые свидетельствуют о наличии первичных руд на более низких горизонтах. По геологическим и структурным особенностям перспективными могут быть также южные, юго-восточные фланги Айгедзорского и Личквазского месторождений, покрытые наносными отложениями.

Перспективными районами поисковых работ являются участки, расположенные между месторождениями Тей и Джиндара, районы Кармиркарского, Варданадзорского и Тертерасарского проявлений.

ЛИЧКВАЗСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ РУД

Личквазское месторождение золото-сульфидных руд находится в рудном поле Айгедзорского медно-молибденового и Тейского золото-сульфидного месторождений.

Месторождение открыто в 1961 году Мегринской экспедицией УГ Армянской ССР. В разведке Личквазского месторождения активное участие принимали С. А. Геворкян, Г. И. Гольденберг, С. А. Мелян, Г. А. Тунян и др., а в изучении минерального состава и геохимии руд—автор настоящей работы (Ш. О. Амирян, 1966).

а. Геолого-структурные особенности месторождения

Личквазское месторождение, которое с Айгедзорским и Марал-Заминским медно-молибденовыми и Тейским золото-сульфидным месторождениями составляет единое рудное поле, несколько отличается от последних по геологическому строению, форме рудных тел и минералого-геохимическим особенностям руд. Эти отличия особенно хорошо наблюдаются между золото-сульфидными и медно-молибденовыми месторождениями.

В смысле общности источника оруденения золото-сульфидные и медно-молибденовые месторождения составляют один генетический ряд и характеризуются некоторыми общими чертами минералого-геохимического и геолого-структурного характера. Но в дета-

лях они отличаются друг от друга и принадлежат к двум различным этапам оруденения.

В геологическом строении Личквасского месторождения принимают участие в основном габбро-диориты, диориты, гранодиориты монцонитовой фазы Мегринского плутона. В виде останцев сохранились эпидотизированные порфириды эоцена. По сравнению с Тейским месторождением на Личквасском месторождении из жильных пород широкое распространение имеют диоритовые и диабазовые порфириды.

В структурном отношении месторождение приурочено к вишачему боку регионального Дебаклинского разлома, проходящего в северо-западном направлении по западному флангу месторождения с падением на восток, северо-восток под углом $60-70^\circ$. Рудовмещающими являются оперяющие Дебаклинский разлом трещины скола и отрыва близширотного, северо-восточного и редко северо-западного простирания, по которым происходили неоднократные подвижки пород.

Формирование структурного положения рудного поля началось задолго до отложения золото-сульфидных руд. Предполагается, что дайковый комплекс рудного поля увязывается с проявлением трех систем трещин скалывания: одна система трещин имеет северо-восточное простирание, в которых внедрились аплиты и диоритовые порфириды; другая система трещин имеет в основном северо-западное простирание с дайками диабазовых порфиритов, а в разрывах северо-восточного простирания (третья система) развиты дайки керсантитов и андезито-дацитов.

На Личквасском месторождении хорошо выражена северо-восточная система трещин.

В рудный период медно-молибденовая минерализация унаследовала структуры как северо-восточного, так и северо-западного простирания, а золото-сульфидная минерализация в основном использовала северо-восточные разрывы этапа внедрения керсантитов, андезито-дацитов и более поздних лампрофиров.

Крутопадающие рудоносные структуры северо-восточного простирания в момент заложения представляли собой трещины отрыва, так как они характеризуются волнистыми поверхностями зальбандов, а заполняющие их жилы с раздувами и пережигами. По этим трещинам позднее (нередко и после рудообразования) имело место неоднократное перемещение блоков пород, и первоначальные трещины отрыва превратились в выдержанные структуры, с довольно мощной глиной трения.

Рудовмещающие структуры юго-западным концом упираются в зону Дебаклинского разлома, где и выклиниваются. В зоне разлома установлены хорошо окатанные рудные гальки, свиде-

тельствующие о пострудных подвижках вдоль разлома. Вследствие этих подвижек висячем контакте разлома рудные жилы смяты, раздроблены и смещены. За Дебаклинским разломом, в лежащем боку, наличие рудных тел не установлено.

б. Формы, строение и условия залегания рудных тел

Личквасское месторождение—типично жильное, где установлено девять жил. Из них две безрудные и кварц-пиритовые, две кварцевые с молибденовой минерализацией и пять золото-полиметаллические. Кварц-молибденовые жилы связаны с более ранним этапом оруденения и имеют лишь пространственное совмещение с золото-сульфидными.

Кварц-молибденовое оруденение широко представлено на Айгедзорском и Марал-Заминском месторождениях.

Среди золото-сульфидных жил наиболее перспективными являются три. Ниже, в качестве примера приводится описание двух жил.

Ж и л а № 1 залегает среди габбро-диоритов и в экзоконтактовых порфиритах (рис. 6). Северо-восточный конец жилы срезается пологопадающим (угол падения $30-45^\circ$) нарушением близширотного простирания, а юго-западный конец входит в зону Дебаклинского разлома, где и выклинивается. Северо-восточная часть жилы падает на северо-запад $300-320^\circ$, под углом $65-70^\circ$, в средней части жила имеет вертикальное падение, а юго-западная часть падает на юго-восток $120-130^\circ$, под углом $70-80^\circ$. Жила с раздувами и пережимами. Зальбанды жилы выражены четко, нередко с глиной трения.

Жила имеет несколько апофиз, которые сопряжены с ней под углом $20-25^\circ$ и прослеживаются на расстояние до 10 м по обоим ее зальбандам.

Жила сложена из кварца и карбоната с рудными минералами: пирита, халькопирита, сфалерита, галенита, теннантита, тетраэдрита, марказита, самородного золота. Редко встречаются молибденит и гематит.

В связи с неравномерным развитием рудной минерализации концентрация ценных компонентов подвергается резким изменениям на различных отрезках жилы.

Ж и л а № 7 залегает почти параллельно первой жиле и имеет северо-восточное простирание, с падением на юго-восток 120° под углом 20° .

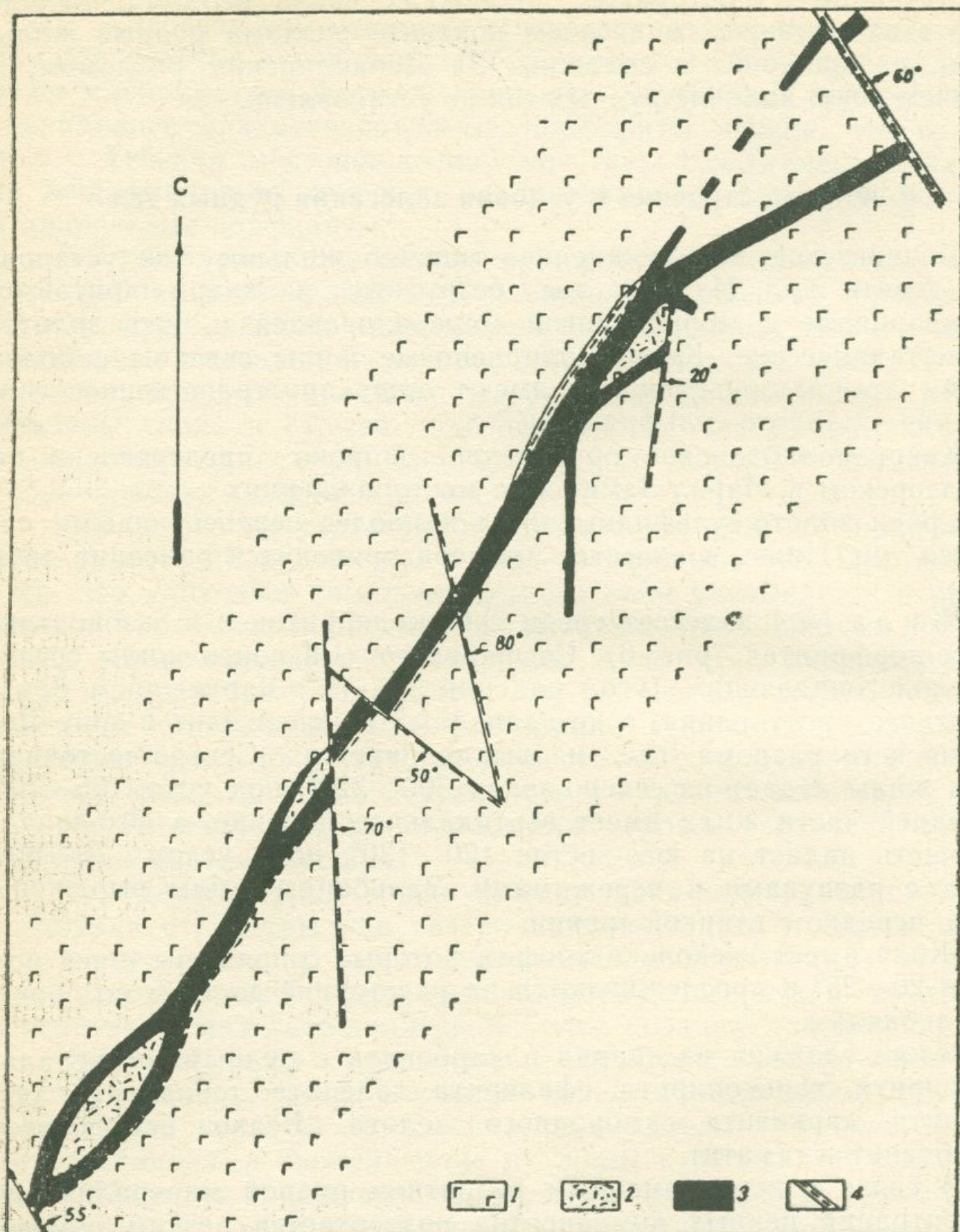


Рис. 6. Морфология и строение рудного тела. Личквасское месторождение.
 1. Габбро-диориты. 2. Гидротермально измененные окварцованные габбро-диориты. 3. Полиметаллическая жила. 4. Тектонические трещины.

Жила простого строения, приурочена к первичным трещинам отрыва, по которым позже имели место подвижки с образованием глинки трения. Жила кварц-карбонат-полиметаллического состава. Преобладающими минералами в ней являются сфалерит, галенит, блеклые руды, халькопирит, пирит, второстепенное значение имеют самородное золото, марказит, пирит. Рудная минерализация характеризуется неравномерным распределением, следовательно, пятнистыми и полосчатыми текстурами.

Жила № 7 пересечена скважиной на глубине 95 м, где она состоит из двух ветвей. Здесь жила имеет полосчатое строение, обусловленное наложением полиметаллической минерализации на пирит-халькопиритовую, вдоль одной и той же структуры.

Рудные жилы главным образом залегают в интрузивных породах—гранитоидах и габброидах, при этом характер оруденения в определенной степени зависит от состава пород. Высокие содержания золота и сопутствующих сульфидов установлены в тех участках жил, которые залегают в габброидах, что, по-видимому, объясняется осаждающими свойствами железистых пород. При переходе рудных тел в более кислые породы (гранодиориты) интенсивность минерализации понижается.

Продуктивные ассоциации минералов—носителей золота чаще приурочены к ослабленным интраминерализационным нарушениям и участкам дробления раннего кварца.

Разрывные нарушения образовались также после отложения основных продуктивных ассоциаций минералов. Рудные тела порудными нарушениями смещены на 10—15 м. Эти нарушения в основном северо-западного простирания. Неоднократное их проявление привело к образованию глинки трения темного цвета с примесью рудного вещества, а также брекчированию и расщеплению руд.

в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд

Характер оруденения. Личквасское месторождение принадлежит к золото-полиметаллическим, где наблюдения над рудными телами и их взаимоотношениями, а также минералогическое и геохимическое изучение различных типов руд позволяют в их образовании выделить следующие стадии минерализации: безрудная кварцевая, кварц-пирит-халькопиритовая (пирит преобладает над халькопиритом), кварц-карбонат-полиметаллическая и кварц-карбонатная.

Выявленные медно-молибденовые жилы относятся к более

раннему этапу рудообразовательного процесса, в результате чего формировались медно-молибденовые месторождения Айгедзор и Марал-Зами.

Безрудная кварцевая стадия минерализации развивается по наиболее ранним северо-восточным и северо-западным трещинам, образуя жилы мощностью до 0,5—0,7 м. Жилы сложены массивным крупнозернистым кварцем с включениями вмещающих пород. Одна такая жила простирается в северо-западном направлении (300—310°) с падением на северо-восток под углом 60—65°. Кварцевые жилы имеют четкие и изогнутые контакты. Нередко они раздроблены и цементированы пирит-халькопиритовыми и полиметаллическими рудами.

Кварц-пирит-халькопиритовая стадия минерализации приурочена в основном к структурам северо-восточного простирания, падающим на юго-восток 140—150° под углом 65—80°. Пирит-халькопиритовые жилы характеризуются неравномерным, кустовым распределением сульфидных минералов. Нередко вдоль пирит-халькопиритовых жил развивается полиметаллическая.

В минеральном составе, кроме кварца и кальцита, установлены пирит (преобладает над остальными), халькопирит, в качестве примеси—сфалерит, галенит, теннантит и тетраэдрит.

Пирит-халькопиритовые руды характеризуются низкими содержаниями золота.

Кварц-кальцит-полиметаллическая стадия минерализации имеет самое широкое развитие. Образует она четковидные жилы, приуроченные главным образом к трещинам разрыва с азимутом падения 330—340° и 170—180° и углом падения 50—85°.

В минеральном составе полиметаллических руд участвуют пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, самородное золото, теннантит, тетраэдрит, в редких случаях киноварь. Количественное соотношение минералов и интенсивность минерализации меняются в различных жилах и на разных горизонтах, а также при переходе жил из одних пород в другие. В рудах верхних горизонтов преобладает блеклая руда, при этом ассоциирующий с ней сфалерит здесь более светлый и маложелезистый.

Основная масса благородных металлов связана с полиметаллическими рудами.

Кварц-карбонат-гипсовая стадия минерализации завершает рудный процесс. Кварц-карбонатные прожилки обычно не имеют определенной системы развития и в виде кулисообразно расположенных прожилков приурочены к невыдержанным трещинам отрыва. Гипсовый прожилок мощностью 2—3 см (шт. 10) приурочен к трещине северо-западного простирания с азимутом падения 60° под углом 40—50°.

Минералого-геохимические особенности руд. По сравнению с Тейским месторождением руды Личквасского месторождения характеризуются простым минеральным составом. Среди гипогенных минералов главными являются: пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, теннантит, тетраэдрит и самородное золото. Редко встречаются киноварь, молибденит и марказит. Главными жильными минералами являются кварц, кальцит и гипс.

В зоне окисления встречаются малахит, азурит, борнит, ковелин, халькозин, церуссит, смитсонит, лимониты и марганцевые охры.

Характерными рудными элементами являются железо, медь, свинец, цинк, золото, серебро, мало характерны сурьма, мышьяк. Низкими концентрациями характеризуются Se, Te, Ga, Ge, Cd, Zn, Tl, Bi, Ni, Co. Из редких элементов сравнительно повышенные концентрации образуют Bi, Te, Cd.

Повышенные концентрации золота и серебра связаны с полиметаллическими рудами. Они характеризуются весьма неравномерным распределением. Отдельные интервалы жил характеризуются довольно высоким содержанием благородных металлов. Золото-серебряное отношение для пирит-халькопиритовых руд составляет 1:21, а полиметаллических—1:9, что связано в основном с повышением концентраций золота в последних.

Золото в рудах представлено самородными частицами. К фракции +0,3 мм и более принадлежит 60,2% золота. 81% золота находится в свободном состоянии и извлекается амальгамацией. Серебро и редкие элементы представлены в форме изоморфной примеси в сульфидах и сульфосолях.

Метасоматические изменения пород. Породы месторождения подверглись неоднократному воздействию гидротермальных растворов. Наиболее интенсивные изменения боковых пород, представленные серицитизацией, каолинизацией, окварцеванием и карбонатизацией, наблюдаются вдоль кварцево-рудных жил. Вдали от рудных тел развиваются альбитизация, хлоритизация, эпидотизация редко с пиритом. Последние типы изменения имеют площадное развитие.

Интенсивные изменения боковых пород вдоль рудоконтролирующих структур, их разнообразие и масштабы указывают, что рудоносные растворы были весьма подвижны, химически активны и разнохарактерны. Насыщенность растворов элементами в различных стадиях была различной, что видно по минеральному составу отдельных типов руд и гидротермальным изменениям пород.

г. Генетические особенности и перспективы месторождения

Личквасское золото-полиметаллическое месторождение с Тейским золото-сульфидным, Айгедзорским и Марал-Заминским медно-молибденовыми месторождениями составляют единый генетический ряд.

Медно-молибденовая и золото-сульфидная минерализации контролируются Дебаклинским региональным разломом. Как один, так и другой тип минерализации локализируются в трещинах оперения разлома, в его висячем боку. Наиболее богатое оруденение золота приурочено к породам кровли интрузивных массивов—андезитовым и дацитовым порфиритам.

Породы рудного поля, как интрузивные, так и вулканогенные, прорываются жилами диорит-порфиритов, диабазовых порфиритов, андезито-дацитов и керсантитов, которые в отношении оруденения являются дорудными. Возраст этих пород по геологическим и радиологическим данным (25—33 млн. лет) составляет верхний олигоцен-миоцен. Если учесть, что оруденение имело место после внедрения даек, то приходится возраст оруденения считать посленижнемиоценовым, при этом следует иметь в виду наличие рудного кварца в составе галек Нор-Аревикской плиоценовой толщи.

Формирование руд, судя по их составу, околожилным изменениям пород (серицитизация, карбонатизация, окварцевание и нередко огипсование и цеолитизация), результатам декрепитации и гомогенизации газово-жидких включений (180—400°) в жильных и рудных минералах, происходило в основном в средне-температурных условиях.

Если учесть, что возраст оруденения является миоценовым, то глубина формирования руд по мощности надрудной покрывки составляет 1—1,5 км, т. е. месторождение является среднетемпературным гидротермальным образованием малых-умеренных глубин.

По условиям образования и существующим ассоциациям минералов оно относится к золото-сульфидной (золото-полиметаллической) формации руд, где «продуктивной» ассоциацией по золоту является полиметаллическая.

Перспективы Личквасского месторождения определяются его связью с Тейским, где геологоразведочными работами установлены промышленные концентрации золота, серебра и других металлов.

Кроме северо-восточных флангов месторождения, где уже установлены руды промышленного значения, перспективными

могут быть и южные, юго-западные, на продолжении и висячем боку Дебаклинского разлома.

ШАУМЯНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ РУД

Шаумянское месторождение находится в рудном поле Кафанского медного месторождения.

Изучением геологии, минералогии, геохимии руд и характера распределения редких и благородных элементов, а также разведкой месторождения в разные годы занимались Н. М. Прокопенко, С. С. Ванюшин, И. Г. Магакьян, Г. О. Пиджян (1952—1953), Э. А. Хачатурян, Н. С. Хачатрян, В. О. Пароникян, Р. Н. Зарьян, Ш. О. Амирян, А. И. Карапетян, С. А. Зограбян, С. О. Ачикгезян (1971—1975), Р. А. Саркисян, Г. А. Амбарцумян, А. О. Акопян, Ю. Г. Аветисян, Ш. Е. Айрапетян и многие другие.

Месторождение состоит из нескольких участков, сходных по типу оруденения. Полиметаллические руды в основном сконцентрированы на юго-восточном фланге рудного поля Кафана.

а. Геолого-структурные особенности месторождения

В геологическом строении месторождения участвуют туфогенно-осадочные образования средней-верхней юры. Наиболее широким распространением пользуются породы средней юры, представленные зеленокаменноизмененными андезито-базальтами, андезито-дацитами, андезитами и их лаво- и туфобрекчиями. Эта свита пород имеет нижнебайосский возраст (В. Т. Акопян, 1962). Над этой свитой лежат эффузивно-пирокластические породы—лавы и туфы андезитов и андезито-дацитов верхнего байоса (С. О. Ачикгезян и др., 1975).

Среднеюрские образования несогласно перекрываются верхнеюрскими, представленными туфоконгломератами, туфобрекчиями, песчаниками, линзами известняков, андезитами и андезито-базальтами.

Золото-сульфидное оруденение приурочено в основном к участку распространения андезито-дацитовых кварцевых порфиров, считающихся субвулканическими образованиями.

Из жильных и субвулканических пород на участке месторождения развиты андезитовые порфиры, кварцевые андезито-дациты, диабазовые и габбро-диабазовые, андезито-дацитовые кварцевые порфиры. Даечные образования приурочены к северо-восточным и северо-западным структурам с крутым падением

преимущественно на север, северо-запад и юго-запад. Мощность даек варьирует в пределах от 1,5 до 20 м. По простиранию они прослеживаются на несколько сот метров. В основном они являются дорудными, а диабазовые дайки контролируют оруденение (С. А. Зограбян, 1974).

В структурном отношении оруденение приурочено к северо-восточному пологому крылу Кафанской брахиантиклинальной складки, осложненной многочисленными разрывами северо-западного и северо-восточного простирания. Среди них наиболее крупными являются Барабатум-Халаджский и Чинарский протяженностью 2,5—3 км, затем Западно-Тежадинский, Восточно-Шаумянский, Западно-Шаумянский, Южно-Шаумянский и Кавартский протяженностью 1—1,5 км. С этими нарушениями сопряжены более мелкие трещины скола и отрыва, контролирующие оруденение.

Антиклинальная складка крупными нарушениями разбита на несколько блоков. Золото-полиметаллическая минерализация приурочена к восточному приподнятому блоку. С запада оруденение ограничивается Барабатум-Халаджским сбросом с падением на запад под углом 65—75°, а с востока—Тежадинским разломом. Амплитуда смещения пород по ним составляет несколько сот метров. Породы, заключенные между этими нарушениями, разбиты на более мелкие блоки, которые, по Р. А. Саркисяну, постепенно и ступенчато погружаются с запада на восток. В связи с этим перспективы глубоких горизонтов связываются с восточными блоками, где на поверхности обнажаются верхние части рудных тел в виде прожилково-вкрапленной минерализации.

В оруденелых блоках пород отмечаются также внутрирудные и пострудные нарушения, по которым рудные тела и рудовмещающие породы смещены на 1—5 и более метров.

б. Формы, строение и условия залегания рудных тел

По морфологическим особенностям и характеру оруденения Шаумянское месторождение относится к жильным. Но наряду с жилами подчиненное значение имеет прожилково-вкрапленный тип, представленный зонами маломощных сближенных жил и прожилков с вкрапленной полиметаллической минерализацией вдоль главных рудных жил и участками штокверковой минерализации висячем боку крупных разрывных нарушений.

Основная масса ценных компонентов связана с кварцеворудными жилами. Число этих жил составляет несколько десят-

ков. Они приурочены к трещинам отрыва и характеризуются четкими и извилистыми контактами. Нередко вдоль контактов развивается глина трения. Жилы в основном близширотного простирания с крутым падением ($70-85^\circ$) на юг. Мощность жил варьирует в значительных пределах. Коэффициент вариации составляет 55—70%.

Обычно крупные жилы сопровождаются многочисленными мелкими прожилками и нередко боковыми апофизами, которые через определенное расстояние снова сливаются с главными.

Строение жил нередко осложняется неоднократным раскрытием рудовмещающих структур и отложением новых ассоциаций минералов.

В результате наложения новых порций растворов образуются сложные по морфологии, строению и составу жилы, скорее всего полосчатые—с брекчиевыми, кокардовыми, гребенчатыми текстурами минеральных агрегатов.

В результате наложения разновозрастных и различных по составу растворов, их дифференциации и последовательного отложения минералов жильное выполнение приобретает неравномерный характер распределения. Одни участки жил сложены кварцем, другие—пиритом и халькопиритом, третьи—сфалеритом, блеклой рудой и галенитом. На отмеченные ассоциации по участкам микробрекчирования наложены золото и теллуриды, поздние карбонаты. В связи с этим концентрация ценных компонентов подвергается значительным изменениям. Наиболее высокие содержания металлов превышают средние их содержания по жилам в 3—4 раза. Повышенные концентрации металлов приурочены к центральным частям жил. Их фланги характеризуются убогой рудной минерализацией.

в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд

Характер оруденения. Золото-сульфидное оруденение представлено жилами выполнения трещин отрыва и небольшими участками замещения пород прожилково-вкрапленной минерализацией. Минералого-геохимические особенности этих двух морфологических типов оруденения показывают их генетическую общность. Некоторые черты их отличия обусловлены структурными условиями локализации, способом отложения рудного вещества и участием определенных стадий минерализации в их образовании.

Исследователи (Э. А. Хачатурян, Р. Н. Зарьян и др.), изучавшие Кафанское рудное поле, в гидротермальном процессе минералообразования выделяют от трех до семи стадий минерализации и Шаумянское месторождение считают результатом определенных порций растворов общего для рудного поля процесса гидротермального рудообразования. Однако нам представляется, что Шаумянское месторождение образовалось в результате самостоятельного процесса со своими стадиями минерализации.

Наблюдения показывают, что на месторождении имели место следующие стадии минерализации: кварц-пиритовая, кварц-пирит-халькопиритовая, карбонат-кварц-полиметаллическая, карбонатная и ангидрит-гипсовая. Эти стадии имеют различное количественное проявление и, следовательно, их значение в формировании промышленных руд различно.

Кварц-пиритовая стадия минерализации образует жилы, прожилки, гнезда и, что главное, небольшие зоны прожилково-вкрапленной минерализации. Возможно, некоторая часть пирита образована за счет гидротермального изменения пород. В зонах прожилково-вкрапленной минерализации, кроме кварца, установлены также карбонат, серицит, диксит, каолинит, хлорит, а из рудных минералов—редкие включения сфалерита и халькопирита, магнетита и гематита.

Кварц-пирит-халькопиритовая стадия минерализации имеет более слабое проявление и представлена прожилками, гнездами и вкрапленностью. Основными минералами пирит-халькопиритовых руд являются кварц, пирит и халькопирит, которые от других генераций отличаются характерными типоморфными особенностями. В подчиненном количестве встречаются сфалерит, теннантит, борнит, халькозин, галенит и ковеллин.

Карбонат-кварц-полиметаллическая стадия минерализации является самой распространенной стадией. Продуктами этой стадии сложены почти все промышленные жилы.

Полиметаллические руды характеризуются сложным минеральным составом. В них установлены пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, теннантит, тетраэдрит, самородное золото, алтаит, гессит, петцит, теллуrowисмутит, калаверит, креннерит, тетрадимит, из жильных минералов—кварц, кальцит, манганокальцит, анкерит, гипс и ангидрит. Парагенетическая ассоциация золота и теллуридов наложена на остальные минералы по участкам микробрекчирования.

Карбонатная и ангидрит-гипсовая стадии минерализации являются завершающими. В результате этих стадий образуются маломощные прожилки и гнезда, состоящие из кварца, кальцита,

анкерита, гипса, ангидрита, барита с редкой вкрапленностью сульфидов.

По имеющимся данным основные концентрации благородных и редких элементов связаны с пирит-халькопиритовыми и особенно полиметаллическими рудами.

Минералого-геохимические особенности руд. Руды Шаумянского золото-сульфидного месторождения характеризуются довольно сложным минеральным составом и геохимией. Кроме главных рудообразующих минералов (пирит, сфалерит, халькопирит, галенит) в различных минеральных типах руд и в различных количественных соотношениях установлены теннантит, тетраэдрит, борнит, энаргит, халькозин, ковеллин, теллуриды свинца (алтаит), золота и серебра (калаверит, креннерит, петцит, гессит), висмута (теллуrowисмутит и тетрадимит), самородное золото, самородное серебро.

Основными жильными минералами являются: кварц, кальцит, манганокальцит, барит, ангидрит, гипс.

Гипергенные минералы представлены самородной медью, халькозином, ковеллином, тенноритом, купритом, малахитом, азуритом, хризоколлой, ярозитом, лимонитом.

Отмеченные минералы образуют самые различные равновесные ассоциации.

Руды Шаумянского месторождения представляют комплексный интерес в связи с повышенным содержанием в них золота, серебра, теллура, селена, кадмия, индия и других элементов.

Золото и серебро главным образом связаны с пирит-халькопиритовыми, полиметаллическими и теллуrowыми рудами. Концентрация золота и серебра в них повышается в перечисленном порядке. Золото-серебряное отношение в среднем для месторождения составляет 1 : 15—1 : 20 и обусловлено гораздо высшей концентрацией серебра. Оно в различных типах руд различно и составляет для пиритовых руд—1 : 28, пирит-халькопиритовых—1 : 12, полиметаллических—1 : 30, теллуrowых—1 : 5.

Золото и серебро представлены собственными минералами (самородное золото, серебро, теллуриды), а серебро также в виде изоморфной примеси. Селен представлен исключительно в виде изоморфной примеси в сульфидах и теллурах, где он замещает серу и теллур. Повышенные концентрации селена связаны с пиритовыми и пирит-халькопиритовыми рудами. Отношение Se : Te в пиритовых рудах составляет 1 : 1, пирит-халькопиритовых—1 : 3, а полиметаллических—1 : 12, что связано с повышением в отмеченном порядке концентрации теллура.

Теллур, кроме изоморфной примеси, образует собственные минералы с Bi, Pb, Au, Ag. Висмут образует собственные

минералы, а в сульфидах также изоморфную примесь. К а д м и й, и н д и й, г а л л и й и г е р м а н и й представлены только в виде изоморфной примеси в сульфидах и жильных минералах.

Довольно высокими концентрациями представлены основные рудообразующие металлы—медь, цинк и свинец. Содержание этих металлов в различных жилах различно и варьирует в пределах от 0,5 до 2,7% для меди, от 4 до 13,2% для цинка и от 0,1 до 0,83% для свинца. Несколько низкими концентрациями (0,1—1%) характеризуются сурьма и мышьяк.

Метасоматические изменения пород. Гидротермальному метасоматозу подверглись все типы пород, начиная от вулканогенных, кончая жильными. Детальным изучением метасоматических образований месторождения занимался С. О. Ачикгезян (1974), по которому в основном излагаются данные по этому вопросу.

Гидротермальные изменения принадлежат к формации пропилитов и вторичных кварцитов, представленных следующими минеральными фациями: эпидот-хлоритовой, хлорит-карбонатной, хлорит-серицитовой, серицитовой, диккитовой, диаспоровой и алунитовой. Первые три относятся к пропилитам, а остальные—к вторичным кварцитам.

Пропилитизация пород имеет широкое площадное распространение. Серицитовые кварциты хорошо развиты вдоль полиметаллических жил, а алунитовые и диаспоровые—на верхних горизонтах и на поверхности. Последние через диккитовые и серицитовые кварциты переходят в пропилиты.

Алунит-диаспоровые метасоматиты образовались главным образом за счет субвулканических кварцевых андезито-дацитов.

Метасоматические образования развиваются вдоль разрывных нарушений северо-восточного и северо-западного направлений, которые несут полиметаллическое оруденение. Околожильные изменения представлены главным образом серицитом и кварцем, которые с удалением от жил сменяются хлоритом и редко альбитом. Этот переход висячем боку жил совершается на расстоянии 5—7 м, а в лежащем—3—5 м, при этом метасоматические изменения висячем боку проявлены интенсивнее, чем в лежащем.

Нередко по указанным метасоматитам развиваются анкерит, ярозит и ангидрит. Минеральные фации гидротермальных метасоматитов характеризуются четко выраженной горизонтальной и слабо-вертикальной зональностью.

Сходный минеральный состав пропилитов и околожильных метасоматитов указывает на однотипность образующих их гидротермальных растворов.

г. Генетические особенности и перспективы месторождения

В отношении генезиса руд существуют различные точки зрения. По И. Г. Магакьяну, Э. А. Хачатуряну, Г. О. Пиджяну и другим, полиметаллические руды тесно связаны с медноколчеданными Кафанского месторождения и являются производными магматического очага, породившего субвулканические интрузии кварцевых порфиров и альбитофиров юрского возраста.

По Б. С. Вартапетяну и другим, рудная минерализация связана с интрузивным магматизмом криптобатолитового типа третичного возраста.

По Э. А. Сагателян и Г. О. Григоряну, медноколчеданные и полиметаллические руды оторваны друг от друга и связаны с различными этапами развития магматизма и металлогении. В связи с этим следует отметить, что теллуровая минерализация (комплекс теллуридов), установленная в последние годы на месторождении, более характерна для третичной металлогении. Следует учесть также наличие молибденовой минерализации, столь характерной для верхнетретичного магматизма, что обнаружено в Кафанском рудном поле. К этому надо добавить оторванность, наложенность и обособленность полиметаллической минерализации. Все это наряду с другими геохимическими особенностями руд указывает на самостоятельность образования Шаумянского месторождения золото-сульфидных руд, которое характеризуется своими стадиями минерализации и особенностями геохимии и минералогии руд.

Минералого-геохимические, структурно-текстурные особенности руд, околожильные изменения пород, результаты декрепитации и гомогенизации газовой-жидких включений ($130-220^{\circ}$ для сульфидов и 300° —кварца), мощность надрудной покрывки пород и другие генетические признаки свидетельствуют о принадлежности месторождения к среднетемпературным образованиям умеренных-малых глубин.

По условиям образования и минеральному составу руд месторождение принадлежит к золото-сульфидной (золото-полиметаллической) формации.

Перспективы золото-полиметаллической минерализации связаны с перифериями рудного поля и местами погружения оси антиклинальной складки в связи с проявлением вертикальной и особенно горизонтальной зональности оруденения.

В связи с постепенным погружением структурных блоков к востоку перспективы восточного фланга оцениваются положительно. Перспективными считаются блоки пород, залегающие

под алунит-диаспоровыми вторичными кварцитами, которые считаются внешними фациями изменения пород. Положительные перспективы западного фланга месторождения висячем боку Барабатум-Халаджского разлома обосновываются тем, что рудовмещающие андезит-дациты и кварцевые порфиры средней юры продолжают сюда и залегают под верхнеюрскими породами.

Расширение перспектив золото-полиметаллической минерализации связано с возможностью получения некоторого прироста запасов руд на участках Халадж, Тежадин, Хин-Хрда, Чинар-дараси, Гегануш, Хин-Барабатум и др.

Перспективы золото-полиметаллической минерализации возрастают еще и тем, что в рудах, кроме золота и основных рудобразующих металлов, установлены высокие и повышенные концентрации серебра, теллура, селена, кадмия, индия, висмута и других редких элементов.

АРМАНИССКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ РУД

Арманиское золото-сульфидное (полиметаллическое) месторождение расположено в Чкнах-Базумском рудном районе. Оно открыто в 1961 году после шлиховых работ, проведенных А. Г. Мидяном и П. М. Бартикяном в 1960 году. О перспективности территории месторождения по золоторудной минерализации отмечается автором данной работы на прогнозно-металлогенической карте Севано-Амасийской структурно-металлогенической зоны, составленной в 1966 году.

Месторождение находится в стадии предварительной разведки. Изучением месторождения занимались Р. Р. Шахбазян, Г. М. Оганесян, Ю. М. Ваградян, А. Г. Оганесян, Ш. О. Амирян, Г. О. Пиджян, Р. С. Мовсесян и другие.

а. Геолого-структурные особенности месторождения

В геологическом строении участка месторождения участвуют меловые, эоценовые и плиоценовые осадочные, вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования.

Низы стратиграфического разреза представлены нижнемеловыми известняками, алевролитами, песчаниками, туфопесчаниками, туфами, дацитовыми порфирами, различными сланцами (кварц-гранат-амфиболитовыми, кварц-хлоритовыми, известковистыми, слюдистыми, слюдисто-хлоритовыми).

По западному флангу месторождения нижнемеловые поро-

ды по крупному сбросовому нарушению северо-западного простирания приведены в соприкосновение с эоценовыми.

В разрезе эоценовых пород участвуют порфириты, туфо- и лавобрекчии андезитового и диоритового состава, туфы, туфолавы и лавы андезитов, дацитов и липаритов, прослой песчаников и линзы известняков (желтореченская свита), туфопесчаники, туфоконгломераты, песчаники, туффиты с пачками известняков, мергелей и андезиты (ширакская свита). Возраст этих пород считается средне-верхнеэоценовым.

Все эти породы по долинам рек покрываются долеритовыми базальтами и андезито-базальтами плиоцена.

Как меловые, так и эоценовые образования прорываются штоками и дайками гранодиоритов, кварцевых диоритов, диоритовых порфиритов, андезитов, фельзитов, липаритов и дацитов, габбро, габбро-пироксенитов, пироксенитов и серпентинитов. Основные и ультраосновные породы главным образом выступают по крупным разрывным нарушениям вдоль контактов меловых и эоценовых образований. Площадь штокообразных тел составляет от 0,02 кв. км до 4—4,5 кв. км. Дайкообразные тела прослеживаются на несколько километров, при мощности 5—8 м, нередко до 20—25 м. Возраст кислых и средних пород по абсолютной геохронологии составляет верхний эоцен—нижний олигоцен. Некоторые андезитовые штоки ниже-среднемиоценового возраста ($19,5 \pm 1,5$ млн. лет).

Отмеченные выше породы слагают определенные структурные ярусы и образуют пликативные структуры северо-западного простирания. Меловые отложения слагают южное, юго-западное крыло (аз. пад. $170-220^\circ$, угол падения $35-50^\circ$) антиклинальной складки, осевая часть и северное крыло которой скрыты под лавами Лорийского плато.

Небольшую антиклинальную складку образуют и породы эоцена. К востоку и юго-востоку от месторождения выступает юго-западное крыло складки с аз. падения $200-220^\circ$ под углами $20-60^\circ$. Крутые углы падения наблюдаются у разрывных нарушений и субвулканических тел.

Слагающие месторождение породы разбиты крупными и мелкими разрывными нарушениями северо-западного, меридионального, северо-восточного и близширотного направления. По более крупным нарушениям сдвинуты породы отдельных структурных ярусов, внедрены крупные жиллообразные тела интрузивных пород и образованы метаморфические сланцы. По более мелким нарушениям породы подверглись гидротермальному метаморфизму (хлоритизации, каолинизации, серицитизации) и рудной минерализации. По некоторым из них образовались квар-

цевые жилы, мощность которых местами доходит до 1—1.5 м. Вдоль этих нарушений образовались зоны прожилково-вкрапленной минерализации и жилы пирит-халькопиритового и полиметаллического состава. Мощность зон дробления и смятия пород нередко доходит до 20 и более метров.

Минерализованные зоны дробления пород и структуры, контролирующие жильный тип оруденения, сопряжены с крупным сбросовым нарушением, которое проходит по западному флангу рудного поля и служит контактом между меловыми и эоценовыми породами. Это нарушение к юго-востоку сочленяется с Маймех-Мегрутским нарушением. Нарушение простирается по азимуту 310—315° с падением на юго-запад под углом 50—80°.

б. Формы, строение и условия залегания рудных тел

По характерным особенностям, форме и характеру рудной минерализации на месторождении выделяются зоны прожилково-вкрапленной минерализации, жильные зоны и жилы.

Зоны прожилково-вкрапленной минерализации представляют собой раздробленные вулканогенные породы, превращенные в пропилиты и местами вторичные кварциты, пронизанные прожилками и вкрапленностью кварц-пиритового и полиметаллического состава. Ширина таких зон нередко доходит до 20 и более метров. Контакты зон обычно тектонические, а нередко постепенные.

Горными и буровыми работами оруденение в таких зонах характеризуется неравномерностью распределения и вообще убогостью. Только в отдельных участках содержание металлов составляет целые проценты.

Гораздо богаче рудными компонентами зоны прожилково-вкрапленной минерализации, выступающие на участке проявления кварцево-сульфидных жил. Зоны прослеживаются в северо-западном, северо-восточном и субмеридиональном направлении с падением в различные стороны под углами 60—85°. Судя по составу руд минерализация зон, как и в жилах, происходила в результате отложения разновременных и различного состава ассоциации минералов. В них встречаются брекчии и включения кварца, пирита и халькопирита, гематита, прожилки полиметаллического состава, карбонатов, гипса и цеолитов. Для таких руд характерны прожилковые, вкрапленные, брекчиевые, кокардовые, нередко полосчатые текстуры. Мощность прожилков в зонах доходит до 20 см.

Жильные зоны образуются сближенно-параллельными жилами аналогичного или различного состава. Нередко они являются ответвлениями одной сложной жилы, которые через определенное расстояние снова сливаются. Обычно такие зоны образуются в местах разветвления и выклинивания жил. Породы, заключенные между параллельными жилами, пронизаны тонкими трещинами оперения с рудной минерализацией. Состав руд в жилах неоднородный. Нередко вдоль одной и той же жилы развиваются пирит-халькопирит-гематитовые, полиметаллические и кварц-карбонатные ассоциации минералов, которые являются продуктами различных стадий минерализации. Самостоятельные жилы в жильных зонах характеризуются четковидным строением и неравномерным распределением сульфидов. Кроме того, встречаются жилы как с убогой, так и интенсивной минерализацией. Кроме жильных зон, значительная часть рудной минерализации представлена самостоятельными жилами довольно большой мощности и длины. Жилы сложного минерального состава и строения. Обычно они имеют полосчатое строение, обусловленное как включениями пород, ориентированных вдоль рассланцованного кварца, так и последовательным раскрытием трещин и отложением новых минеральных типов руд. Отдельные участки характеризуются массивным строением, другие сетчатым с многочисленными, беспорядочно расположенными обломками пород и нередко ранее отложенных руд. В таких участках наблюдаются самые причудливые текстурные рисунки, образованные отложением розового кварца, а затем различных сульфидов вокруг обломков пород.

Форма, состав и строение жил не оставляет сомнения в том, что раскрытие трещин, отложение минералов и смещение по ним часто сменялись во времени. Но довольно отчетливо видно, что рудовмещающие структуры скорее всего были трещинами отрыва, а в них отложение минералов происходило в основном простым заполнением. Видимо, раскрытие трещин и отложение минералов происходили одновременно, так как нередко обломки пород находятся в первоначальном положении, т. е. наблюдается только горизонтальное их смещение. Не исключена возможность развития оруденения по сколовым нарушениям в результате их повторного раскрытия.

Жилы приурочены к определенным системам трещин. Преобладающая их часть падает по азимуту $340-350^\circ$ под углами $60-85^\circ$. Но встречаются и такие жилы, которые имеют иные элементы залегания (меридиональные и северо-западные), число таких жил меньше. Структуры, контролирующие жильный тип

оруденения, в основном являются трещинами оперения крупных разрывных нарушений северо-западного простирания.

в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд

Характер оруденения. Рудная минерализация на собственно Арманисском месторождении приурочена к участкам наиболее интенсивного изменения пород типа вторичных кварцитов и пропилитов. По характеру, морфологическим особенностям и типу минерализации выделяются жилы (простые и сложные), жильные зоны и зоны прожилково-вкрапленной минерализации, где минералообразование происходило как простым выполнением открытых полостей (для жил), так и замещением (для зон прожилково-вкрапленной минерализации). Замещению подверглись известковистый и туфовый цемент туфобрекчий и туфопесчаников. В наиболее прочных породах образовались открытые трещины отрыва, которые выполнялись рудным веществом. Контакты рудных тел нередко четкие с глиной трения или без нее, а нередко и постепенные и отбиваются опробованием (особенно для зон).

Взаимоотношение жил различного минерального состава указывает на многократность трещинообразования и рудоотложения.

По минеральному составу и их взаимоотношениям среди рудных жил выделяются кварцевые, кварц-пирит-халькопирит-гематитовые, карбонат-кварц-полиметаллические, карбонат-сфалерит-галенитовые и кварц-карбонат-гипс-цеолитовые, являющиеся продуктами соответствующих стадий минерализации (Ш. О. Амирян, 1972).

Ранняя дорудная кварцевая стадия минерализации представлена жилами белого и фиолетового кварца удлиненно-призматического габитуса. Мощность безрудных кварцевых жил достигает до 30 и более сантиметров. Приурочены они к трещинам скола и отрыва. Более мощные жилы белого кварца (нередко до 1,5 м) развиты в меловых отложениях.

Кварц-пирит-халькопирит-гематитовая стадия минерализации представлена жилами и зонами брекчирования и смятия пород с прожилками, вкрапленностью и гнездообразными скоплениями пирита, халькопирита и гематита. В составе этих руд кроме пирита, халькопирита и гематита установлены также сфалерит, галенит, марказит, висмутин, самородное золото, тетрадимит, алтаит, саффорит, гессит, самородное серебро. Пирит-халькопирит-гематитовые руды нередко развиваются по кварцевым жилам,

образуя с ними полосчатые, брекчиевидные, пятнистые, прожилковые и вкрапленные текстуры.

Пирит-халькопирит-гематитовые жилы четковидные, в раздувах мощность составляет 25—30 см. Они прослеживаются на расстоянии нескольких десятков—сотен метров по простиранию и падению и характеризуются повышенным содержанием золота, меди, висмута, серебра, кадмия и индия.

Карбонат-кварц-полиметаллическая стадия минерализации представлена жилами, прожилками и зонами прожилково-вкрапленного оруденения. В составе полиметаллических руд установлены пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, самородное золото, кварц и кальцит.

Мощность полиметаллических жил различна и в раздувах достигает до 0,5—0,6 м. А мощность зон прожилково-вкрапленной минерализации составляет 2—3 и более метров.

По содержанию свинца, цинка, золота, серебра, индия, кадмия и висмута эта стадия является одной из продуктивных.

Карбонат-галенит-сфалеритовая стадия минерализации представлена жилами и гнездами крупнокристаллического галенита и крупнозернистого, светло-коричневого сфалерита. В первых типах руд сфалерит мелко-среднезернистый, темного цвета. В свинцово-цинковых рудах, кроме галенита и сфалерита, в резко подчиненном количестве встречаются также пирит, халькопирит и самородное золото. Свинцово-цинковые руды проявляются также на участке Холодные родники, где жильным минералом является барит.

В раздувах мощность сфалерит-галенитовых жил составляет 0,5 м. Развиваются они в зонах общей трещиноватости и брекчирования пород и предыдущих типов руд.

Этот тип руд характеризуется повышенным содержанием свинца, цинка, серебра, висмута, кадмия и индия. Эта стадия имеет небольшое развитие.

Поздняя кварц-карбонат-гипс-цеолитовая стадия минерализации имеет повсеместное развитие и образует невыдержанные прожилки кварца, кальцита, гипса и цеолитов, пересекающие вышеописанные типы руд. Эти прожилки развиваются как в зонах рудной минерализации, так и за их пределами.

Минералого-геохимические особенности руд. Руды месторождения характеризуются довольно сложным минеральным составом. В нем комплексно проявляются металлогенические особенности рудного района. Медно-гематитовые, полиметаллические, свинцово-цинковые руды в рудном районе имеют самостоятельное проявление, а на Арманисском месторождении они про-

являются совместно, составляя отдельные стадии рудного процесса.

В составе руд установлены следующие гипогенные минералы: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, марказит, гематит, магнетит, висмутин, самородное золото, самородное серебро, сафлорит, тетрадимит, алтаит, гессит, блеклые руды, самородная медь и полидимит (последние на участке Холодные родники), кварц, кальцит, барит, гипс, цеолит и др. Главными минералами руд являются пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, марказит, гематит, кварц и кальцит. Остальные имеют резко подчиненное значение и даже являются редкими.

Некоторые из перечисленных минералов образуют несколько генераций, отличающихся размерами зерен, цветом, габитусом, содержанием примесей, ассоциациями и их взаимоотношениями.

В зоне окисления первичных руд наблюдаются гетит, гидрогетит, малахит, азурит, куприт, тенорит, халькозин, ковеллин, борнит, самородная медь, церуссит, смитсонит и другие продукты окисления первичных руд.

Несколько различные ассоциации минералов составляют продукты изменения пород.

По минеральному составу руд и условиям образования Арманисское месторождение относится к полиметаллической формации, с повышенным содержанием золота и особенно серебра.

Характерными геохимическими особенностями руд являются: обогащенность их медью, свинцом, цинком, золотом, серебром, кадмием, висмутом, кобальтом, обедненность сурьмой, мышьяком, селеном, никелем, теллуром, индием, галлием и отсутствием молибдена, вольфрама, германия, хрома и олова.

Золото повышенные концентрации образует в пирит-халькопиритовых и полиметаллических рудах, а низкие—в свинцово-цинковых. Представлено в самородном виде и редко в гессите. Характеризуется весьма неравномерным распределением. Золото-серебряное отношение колеблется в пределах от 1:3 до 1:70 для различных типов руд, а в среднем составляет 1:15.

Серебро высокие и повышенные концентрации образует в трех минеральных типах руд. Представлено как собственными минералами (сам. серебро, гессит), так и в виде изоморфной примеси в сульфидах. Как и золото, оно тоже распределено неравномерно. С глубиной концентрация серебра понижается.

Висмут представлен в форме собственных минералов и изоморфной примеси. Высокие концентрации висмута отмечены в пирит-халькопиритовых рудах. В связи с наличием минералов

висмута и неповсеместного их проявления руды характеризуются неравномерным содержанием висмута.

Кадмий является характерной примесью сфалеритов, поэтому во всех трех типах руд образует повышенные концентрации. Но в связи с тем, что сфалерит в отмеченных типах руд распределен в неодинаковой степени, концентрация кадмия также подвергается резким изменениям. В темных разностях сфалерита больше кадмия, чем в светлых.

Селен и теллур повышенные концентрации образуют в пирит-халькопиритовых рудах. Селен представлен исключительно в виде изоморфной примеси, а теллур вместе с тем и собственными минералами. Отношение селена к теллуру в рудах в среднем составляет 3 : 1.

Остальные редкие элементы не характерны для руд и образуют небольшие концентрации (10—30 г/т). Медь, свинец и цинк образуют довольно высокие концентрации (1,24—1,65% для Cu, 1,49—1,97% — Pb, 2,87—3,2% — Zn) и представляют определенный интерес.

Сурьма, мышьяк, молибден, никель, кобальт, олово, ртуть характеризуются низкими концентрациями и нехарактерны для руд.

Отмеченные элементы в зависимости от физико-химических условий минералообразования образуют различные минералы и ассоциации. Среди многочисленных рудных элементов интерес для комплексного извлечения представляют: Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Bi, Se, Te, Cd.

Метасоматические изменения пород. Вторичные изменения вулканогенных и вулканогенно-осадочных рудовмещающих пород представлены в основном пропилитами и вторичными кварцитами, которые тяготеют к разрывным нарушениям. Пропилитизация выражается в образовании актинолит-эпидотовых, хлорит-эпидотовых метасоматитов. Пропилиты главным образом развиваются по средним и основным и, в меньшей мере, по кислым эффузивам. Наиболее широким развитием пользуется хлорит-эпидот-альбитовая фация пропилитов.

Актинолит-эпидотитовые пропилиты развиваются по дайкам диабазовых порфиритов. Среди пропилитов Р. Т. Джрбашяном (1970) выделяются несколько зон, сложенных различными ассоциациями минералов.

Вторичные кварциты имеют широкое распространение, особенно вдоль рудоконтролирующих разрывных нарушений. В составе вторичных кварцитов установлены: кварц, серицит, каолинит, алунит, диаспор, топаз, пирит и другие минералы. Состав вторичных кварцитов подвергается значительным изменениям.

Широким распространением пользуются кварц-серицитовые, кварц-серицит-каолинитовые с пиритом вторичные кварциты. Наиболее сильные изменения пород сопровождаются образованием кварцевых и кварцево-сульфидных жил.

На участке развития рудной минерализации породы подвергнуты также огипсованию и цеолитизации. Гипс отчетливо проявляется в приразломных участках в виде прожилков, самостоятельных включений и сплошных жилковатых масс. Гипсовые и цеолитовые прожилки наложены на рудные стадии минерализации и завершают рудный процесс. Цеолиты также образуют прожилки, гнезда, самостоятельные включения в рудовмещающих породах.

Кроме того, на участках распространения ультраосновных пород широкое развитие получают листвениты и оталькование пород с убогой сульфидной минерализацией. Они подвергнуты также серпентинизации с образованием прожилков асбеста и магнетита. Листвениты развиты также вдоль повторных молодых разрывов. По-видимому, с ними связаны проявления киновари в шлихах.

г. Генетические особенности и перспективы месторождения

Арманиское золото-сульфидное (полиметаллическое) месторождение приурочено к участку проявления средне-верхнеэоценовых вулканогенных пород, которые слагают юго-западное крыло антиклинальной складки северо-западного простирания и интенсивно гидротермально изменены, разбиты разрывными нарушениями и по крупному разлому приведены в соприкосновение с меловыми отложениями.

Важным рудоконтролирующим фактором является наличие разрывного нарушения взбросового характера, которое из Амасия-Чкнахского рудного района переходит в Чкнах-Базумский, а далее Севанский рудный район и на всем своем протяжении контролирует проявление рудной минерализации (Зод, Казачий бугор, Фролова балка, Гамзачиман, Арчут, Холодный родник, Арманис и т. д.).

Вдоль этого разлома на различных его участках развиты мощные зоны брекчирования и милонитизации, ороговикования и скарнирования, вторичных кварцитов и пропицитов, с которыми связаны разнотипные рудопроявления отмеченных рудных районов.

На Арманиском месторождении рудоконтролирующими яв-

ляются сопряженные с главным разломом структуры разрывного и сколового характера, которые имеют северо-восточное, северо-западное и близмеридианальное простирание с падением на различные стороны (на СЗ, СВ, ЮЗ, ЮВ) под углами 50—80°. Рудоконтролирующие структуры находятся в породах лежащего бока разлома, по-видимому, швы разлома с мощной глиной трения являлись своего рода экраном на пути гидротермальных растворов, которые просачивались по трещинам оперения и образовали существующие рудные тела.

Состав жил, их строение и взаимоотношения указывают на многократность трещинообразования и рудоотложения. Структурно-текстурные особенности руд свидетельствуют о том, что минералообразование происходило как простым выполнением открытых полостей, так и замещением.

Рудная минерализация на Арманисском месторождении и в соседних районах находится в вулканогенно-осадочных и прорывающих их самых молодых интрузивных породах. Молодые интрузии этой зоны датируются как верхнеэоцен-послеэоценовые. Значит, возраст оруденения следует считать послеэоценовым. Верхний возрастной предел оруденения для этой зоны определяется как досреднемиоценовый.

В рудном поле месторождения акцессорная рудная минерализация и кварцевые прожилки находятся в субвулканических породах олигоцен-нижнемиоценового возраста. Все это вместе доказывает верхнетретичный возраст оруденения.

Характер изменения пород—пропилитизация и образование низкотемпературных фаций вторичных кварцитов, огипсование и цеолитизация пород, ассоциации минералов (сульфиды, гематит, золото, теллуриды), отсутствие структур распада твердых растворов, маложелезистость сфалеритов и результаты гомогенизации газовой-жидких включений, наряду с небольшой мощностью надрудной покрывки пород времени рудообразования, возраст оруденения и его связь с субвулканическими образованиями указывают на то, что рудообразование происходило в среднетемпературных условиях и на умеренных-малых глубинах. По минеральному составу и условиям образования месторождение относится к золото-сульфидной (золото-полиметаллической) формации с умеренным содержанием сульфидов.

Перспективы оруденения окончательно не выяснены, однако значительны и связаны как с глубокими горизонтами, так и с восточными и юго-восточными флангами, которые находятся в стадии изучения.

Выдержанность рудоконтролирующих структур и широкое развитие продуктов гидротермального метасоматоза пород,

связанного с процессами рудообразования, а также проявления аналогичного типа минерализации на других участках рудного поля в значительной степени повышают перспективы золото-полиметаллического оруденения.

ДРУГИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ПРОЯВЛЕНИЯ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ РУД

а. Гегарчинское месторождение

Гегарчинское месторождение золото-полиметаллических руд выявлено в 1958 году. Оно расположено в рудном поле Азатекского золото-свинцово-сурьмяного месторождения Айоцзорского рудного района.

В геологическом строении месторождения принимают участие среднеэоценовые вулканогенно-осадочные образования, представленные туфопесчаниками, туфобрекчиями, туфоконгломератами, андезитами и порфиритами. Указанные породы прорваны Каялинской интрузией гранодиорит-сиенит-граносиенит-монцонит-диоритового состава и жильными породами аплитов, граносиенит-аплитов, диоритовых и диабазовых порфиритов. Жильные породы имеют северо-восточное и северо-западное простирание с крутым падением ($70-85^\circ$) на юго-запад и юго-восток.

Оруденение приурочено к среднеэоценовым отложениям и нередко переходит в интрузивные породы. Рудная минерализация представлена кварцеворудными жилами и зонами прожилково-вкрапленной минерализации, которые развиваются как в пиритизированных андезитах и порфиритах, так и в гранитоидах. Среди жил по минеральному составу различаются: кварцевые, кварц-карбонатные, кварц-пирит-халькопиритовые, кварц-халькопирит-молибденитовые, карбонат-кварц-полиметаллические, кварц-карбонат-сульфоантимонитовые, кварц-карбонат-антимонитовые. В экзоконтактовых участках Каялинской интрузии проявляется пирит-пирротин-арсенопиритовая прожилково-вкрапленная минерализация вытянутой полосой в северо-восточном направлении вдоль разрывного нарушения с азимутом падения $305-310^\circ$ под углом $80-85^\circ$.

В структурном отношении жилы и прожилки приурочены к сколовым нарушениям и трещинам отрыва, а изредка к контактам жильных пород. Нередко жилы развиваются по трещинам отдельности интрузивных пород. Следует отметить, что развитые в рудном поле различные типы рудной минерализации составля-

ют одно генетическое единство. В распределении этих типов, по отношению к Каялинской интрузии, наблюдается определенная горизонтальная зональность. Сурьмяная и сурьмяно-полиметаллическая минерализация развиты в более удаленных от интрузии участках, а медно-молибденовая, пирит-халькопиритовая, полиметаллическая, пирит-пирротин-арсенопиритовая—в непосредственной близости интрузивного массива или же в нем. Все они являются продуктами отдельных порций растворов, связанных с одним очагом, но проявленных в различные периоды его развития.

На месторождении проявлены следующие стадии рудной минерализации: кварц-пиритовая, кварц-пирит-халькопирит-молибденитовая, кварц-пирит-пирротин-арсенопиритовая, карбонат-кварц-полиметаллическая, кварц-карбонат-сульфоантимонитовая, кварц-карбонат-антимонитовая. Из них на Гегарчинском месторождении широкое развитие получили первые четыре стадии, а промышленное значение по золотоносности имеет полиметаллическая.

Руды месторождения характеризуются довольно сложным минеральным составом. В них установлены: пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, галенит, марказит, самородное золото, энаргит, теллуrowисмутит, тетрадимит, галеновисмутит, айкинит, матильдит, козалиит, эмплектит, виттихенит, гессит, молибденит и многие сульфосоли Cu, Pb, Sb, As. Из жильных минералов присутствуют кварц, кальцит, анкерит, реже сидерит и барит. Довольно много гипергенных минералов, среди которых следует отметить: самородное золото, самородное серебро, самородную медь, халькозин, куприт, борнит, ковеллин, базобисмутит, малахит, азурит, сурьмяные охры и другие.

Геохимические особенности руд Гегарчинского месторождения обусловлены связью золото-полиметаллической минерализации с медно-молибденовой, с одной стороны, и с золото-свинцово-сурьмяной, с другой. Характерными элементами руд являются: Au, Ag, Se, Te, Bi, Sb, As, Cu, Pb, Zn, Fe, Cd, Mo, Si, Ca. Малохарактерны: Cr, Ni, Co, W, Ga, Ge, Zr, Hf, Re, Hg.

Основная масса золота, серебра, висмута, селена, теллура и кадмия связана с полиметаллическими и сульфоантимонитовыми рудами. Из них золото, серебро, висмут и теллур представлены собственными минералами и в виде изоморфной примеси (Ag, Bi, Te), остальные (Cd, Ga, Ge, Zr, Hf, Re)—в виде изоморфной примеси.

Среди золото-полиметаллических месторождений, связанных с медно-молибденовой формацией, руды Гегарчинского месторождения характеризуются низким золото-серебряным отноше-

нием, что в среднем составляет 1 : 65 и обусловлено повышенным содержанием серебра. Соотношение Se : Te составляет 1 : 0,7, что обусловлено обилием сульфидов и сульфосолей, где возможности изоморфного вхождения селена больше, чем теллура, и незначительным содержанием теллуридов. В рудах наблюдаются прямая корреляционная связь между содержаниями Pb, Au, Sb, As, Bi, Te, Ag, с одной стороны, Zn, Cd, Ga, Ge, Sn—с другой. Все это обусловлено образованием совместных минералов и взаимным изоморфным замещением. Из благородных и редких металлов наиболее характерными для данного месторождения являются Ag, Au и Bi, которые концентрируются главным образом в блеклой руде, галените, арсенопирите, в некоторой степени также халькопирите и борните. Селен и теллур присутствуют во всех сульфидах с некоторым возрастанием их содержаний в пирите, халькопирите и борните. Cd, Ga, Ge, Sn в основном связаны с сфалеритом и блеклой рудой, Tl—с блеклой рудой и галенитом.

Предрудные изменения пород представлены турмалинизацией и скарнированием. Рудоотложение сопровождается серицитизацией, хлоритизацией, каолинизацией, карбонатизацией, пиритизацией и нередко огипсованием вулканогенных и интрузивных пород.

Пространственная приуроченность рудной минерализации к интрузивным массивам, зональное расположение отдельных ее типов по отношению к интрузии, минералого-геохимические, петрохимические, акцессорно-минералогические особенности пород и руд, их взаимоотношение и возраст показывают, что рудная минерализация парагенетически связана с Каялинской интрузией нижнемиоценового возраста.

Ассоциация минералов, среди которых много сложных сульфосолей, теллуридов, характер гидротермальных изменений, структурно-текстурные особенности руд совместно с небольшой надрудной покрывкой пород в момент рудообразования свидетельствуют о формировании месторождения в переходных к низкотемпературным условиям, на малых глубинах.

По составу руд и условиям образования месторождение относится к золото-полиметаллической (золото-сульфидной) формации.

6. Лалигяхское месторождение

Лалигяхское месторождение золото-полиметаллических руд находится в Иджеванском рудном районе.

В геологическом строении месторождения участвуют вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования мела (андези-

товые и базальтовые порфириды, их туфы, туфобрекчии, песчаники, известняки), которые слагают северо-восточное крыло Шамшадинского антиклинория. На участке месторождения отмеченные породы прорываются экстррузией дацитового состава, штоками и дайками габбро-диоритов, диорит-порфиритов и диабазовых порфиритов. Мощность даек колеблется от 1 до 20 м. По простиранию они прослеживаются на расстоянии 200—250 м, в близмеридианальном и близширотном направлении.

Лалигюхское месторождение приурочено к Шамшадинскому антиклинорию, который разорван крупным сбросовым нарушением северо-восточного простирания. По сбросу известняки и вулканогенные породы верхнего мела приведены в соприкосновение с отложениями юры и эоцена. Амплитуда смещения пород, по А. Т. Асланяну (1958), составляет 800—900 м. По повторным движениям вдоль разлома раздроблены также дациты и андезитовые порфириды. Вдоль нарушения породы каолинизированы и серицитизированы. Мощность измененной части составляет 250—300 м. Контактные швы падают по азимуту 110—120° под углом 70—75°.

Рудовмещающими являются оперяющие главный разлом трещины северо-западного направления с падением на северо-восток под углом 80—85°. Такие структуры прослеживаются на расстоянии до 400 м, при мощности раздробленной части пород до 20 м. На месторождении выделяются пять зон раздробленных и гидротермально измененных пород с рудными жилами и прожилками. По минеральному составу выделяются кварцевые, кварц-пирит-халькопиритовые, карбонат-кварц-полиметаллические и кварц-карбонатные жилы и прожилки.

Жилы сложного строения по простиранию и падению разветвляются с охватом рудовмещающих пород. Контакты жил четкие без смещения, а нередко и с глиной трения. Контакты зон постепенные. Кварцево-рудные жилы сопровождаются прожилково-вкрапленной минерализацией. Околорудные изменения пород представлены серицитизацией, каолинизацией, карбонатизацией, окварцеванием и редко баритизацией пород. В удалении от рудных тел породы хлоритизированы и эпидотизированы.

По содержанию сульфидов руды являются убого-малосульфидными. Сульфиды характеризуются кустовым распределением, а некоторые из них представлены несколькими генерациями.

В составе руд установлены: пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, редко самородное золото и гессит, из жильных минералов—кварц, кальцит и редко барит. Установлено, что золото в основном связано с полиметаллическими рудами и тесно сростается с гесситом. Оно находится во всех сульфидах в виде мел-

ких редких включений. Размер золоти составляет 0,001—0,03 мм. Самородное золото характеризуется темно-желтым цветом, низкой твердостью, что доказывает высокопробность золота.

Сульфиды характеризуются низкими концентрациями редких и благородных элементов. Характерными элементами руд являются: Cu, Fe, Pb, Zn, Au, Ag, Cd, Ca, Ba, S и Si. Мало характерны: Se, Te, Bi, Zn, Sn, Ga, Mn, Ni, Co. Не характерны: Mo, Cr, Ge, W, Sb, As, Tl, Hg.

Ценные компоненты характеризуются весьма неравномерным распределением. Золото-серебряное отношение в пирит-халькопиритовых рудах составляет 1 : 8, а в полиметаллических— 1 : 15. В последних концентрация серебра по сравнению с пирит-халькопиритовыми рудами повышается в 3 раза, а золота—около 2 раз.

Золото, серебро и теллур в рудах представлены собственными минералами и в виде изоморфной примеси (Ag, Te), а остальные редкие элементы—в виде изоморфной примеси.

Для руд характерны текстуры пересечения, цементации, брекчиевидные, пятнистые, вкрапленные прожилковые, нередко полосчатые и друговые, а также зернистые, графические, коррозионные структуры минералов.

Лалигюхское месторождение находится в Алаверди-Кафанской зоне и своим образованием обязано эоценовому циклу магматизма и металлогении (в связи с процессами активизации). Приуроченность оруденения к полям развития дацитов, диоритовых и диабазовых порфириров и пересечение последних рудными жилами показывает, что они имели общий источник питания.

Пересечение кварцевых жил пирит-халькопиритовыми, последних—полиметаллическими, а полиметаллических—кварц-карбонатными и редкими баритовыми прожилками указывает на неоднократность трещинообразования и многостадийность рудоотложения.

Установленные на месторождении ассоциации минералов и сопровождающие их изменения пород (серицитизация, каолинизация, карбонатизация и баритизация) являются типичными среднетемпературными образованиями.

Средне-верхнеэоценовая стадия развития Алаверди-Кафанской структурно-металлогенической зоны характеризуется ограниченностью проявления и небольшой мощностью вулканогенно-осадочных пород, поэтому рудные образования этого периода являются приповерхностными, малоглубинными. О малых глубинах образования руд говорят также переход рудовмещающих

субвулканических дацитов к поверхностным излияниям и баритизация пород (окислительные условия образования руд).

Возраст оруденения определяется приуроченностью рудной минерализации к средне-верхнеэоценовым интрузивным и вулканогенным образованиям, прорывающим и несогласно залегающим на породы юры и мела.

По условиям образования и составу руд Лалигюхское месторождение относится к золото-полиметаллической (сульфидной) формации малых глубин и средних температур.

Месторождение изучено слабо и перспективы не ясны.

в. Пхрутское месторождение

Месторождение находится в Зангезурском рудном районе с характерными медно-молибденовыми, полиметаллическими и золоторудными месторождениями.

Участок этот сложен исключительно интрузивными породами, представленными гранодиоритами, диоритами, сиенито-диоритами, габбро-диоритами и монцонитами. Из жильных пород отмечаются диорит-порфиры, гранодиорит-порфиры и лампрофиры, простирающиеся в северо-восточном и северо-западном направлении.

Мощность даек варьирует в пределах от 5 до 50 м. Они прослеживаются на расстоянии 1—1,2 км. В отношении рудной минерализации являются дорудными.

По контакту монцонитов и габбро-диоритов проходит Пхрут-Бугакарское разрывное нарушение, которое падает на северо-запад под углом 65—70°. Породы в приконтактных участках разлома сильно раздроблены и гидротермально изменены. Значительная часть кварцево-сульфидных жил и прожилков находится в зоне разлома и приурочена к сопряженным трещинам.

На месторождении установлены 30—35 кварцевых и кварц-карбонат-сульфидных жил и прожилков. Жилы в основном имеют северо-восточное простирание с азимутом падения 310—320° под углом падения 60—75°. Жилы четковидного сложения, где пережимы на небольших расстояниях сменяются раздувами. Они сопровождаются прожилково-вкрапленной минерализацией в приконтактных серицитизированных, каолинизированных, окварцованных и пиритизированных породах.

Как в жилах, так и в зоне прожилково-вкрапленной минерализации установлены: кварц, кальцит, пирит, халькопирит, сфалерит, арсенопирит, марказит, пирротин, галенит, блеклая руда, самородное золото, из вторичных минералов малахит, азурит, ковеллин, халькозин, церуссит и другие.

Перечисленные выше минералы образуют разновременные ассоциации и, следовательно, жилы и прожилки различного состава—кварцевого, кварц-пиритового, кварц-карбонат-полиметаллического и кварц-карбонат-гипсового. Как и на других месторождениях рудного района, оруденение образовалось в результате ряда последовательных стадий минерализации.

В жилах полезные компоненты имеют неравномерное распределение, что обусловлено кустовым распределением сульфидов и связью благородных элементов преимущественно с полиметаллической стадией минерализации.

Содержание золота в жилах колеблется от 0,1 г/т до 28,7 г/т, Ag—от 7,5 г/т до 540 г/т, Cu—от 0,05 до 0,76 %, Pb—от 0,05 до 4,6 %, Zn—от 0,1 до 3,3 %, Mo—от сл. до 0,017 %.

Месторождение в отношении золоторудной минерализации изучено слабо и его перспективы не выявлены. Но изложенные данные позволяют перспективы золоторудной минерализации оценить положительно.

г. Карабердское месторождение

Карабердское месторождение золото-сульфидных руд находится в Гугаркском районе.

В геологическом строении месторождения участвуют средне-верхнеэоценовые порфириты, туффиты, туфопесчаники, туфы, туфобрекчии, известняки, прорванные интрузивными породами габбро, габбро-диоритов, гранодиоритов, граносиенитов и их жильных дериватов. Отмеченные породы покрываются средне-верхнеплиоценовыми песчаниками, глинами, известняками и андезитами.

Оруденение представлено двумя зонами брекчирования и изменения пород северо-западного простирания с аз. падения 200—220° под углом 50—80°. По простиранию зоны рудной минерализации разбиваются на несколько подзон.

Оруденение в зонах представлено убогосульфидной прожилково-вкрапленной минерализацией. В составе руд установлены пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, самородное золото, блеклые руды, гематит, марганцовые минералы, малахит, азурит и другие продукты окисления сульфидов.

Полезные компоненты руд характеризуются весьма неравномерным распределением. Концентрация золота варьирует от следов до 153,3 г/т, серебра—от 4 г/т до 74,9 г/т, меди от сл. до 5,92 %, свинца—от сл. до 1,55 %, цинка от сл. до 15,6 %.

Месторождение принадлежит к убогосульфидной золото-по-

лиметаллической формации малых глубин. Перспективы месторождения ограничены.

д. Марцигетская группа месторождений и проявлений

Марцигетское рудное поле находится в бассейне р. Марцигет и включает три наиболее перспективных в отношении золоторудной минерализации участка—Првашен-Будагидзорский, Марц-Икатакский и Папни-Тали-джур-Икатакский.

Перечисленные месторождения и проявления приурочены к свите вулканогенных пород среднего эоцена, прорванных дайками диабазовых порфиров. Рудовмещающие порфиры вдоль разрывных нарушений раздроблены, гидротермально изменены и носят прожилково-вкрапленную и жильную минерализацию золото-полиметаллической формации.

В минеральном составе руд установлены: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, самородное золото, кварц, барит, кальцит и вторичные минералы.

В рудном поле обнаружены более двух десятков жил и зон прожилково-вкрапленной минерализации северо-восточного—северо-западного простирания с углом падения $45-50^\circ$. Жилы и зоны простираются на несколько сот метров при мощности жил от 0,15 м до 1,5 м (в раздувах) и зон—от 1 м до 8 м.

Ценные компоненты в жилах и зонах распределены неравномерно и характеризуются следующими содержаниями (С. Г. Алоян и др., 1972): золото—сл.—15 г/т, Ag—7,8—21,3 г/т, Pb—сл.—3,72%, Zn—0,35—2,88% и Cu—1,05—1,37%.

Рудное поле имеет определенные перспективы и находится в процессе изучения.

3. ЗОЛОТО-ШЕЕЛИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ

Золото-шеелитовая формация руд на территории республики представлена единственным—Гамзачиманским месторождением.

Золоторудная минерализация здесь представлена убогими золото-сульфидными и золото-шеелитовыми рудами, которые наложены на кварц-пиритовые и кварц-молибденитовые. Кварцеворудные жилы и прожилки приурочены к широтным разрывным нарушениям и зонам раздробления пород. Основными формами рудных тел являются жилы и прожилковые зоны.

Кварцеворудные жилы, прожилки и зоны прожилково-вкрап-

ленной минерализации находятся как в граносиенитах, так и в экзоконтактовых порфиритах. Среди рудных тел наиболее протяженными являются минерализованные зоны брекчирования и изменения пород. Золото-шеелитовые, золото-сульфидные жилы и прожилки находятся в этих зонах и небольшого размера.

В составе руд установлены: золото, шеелит, сульфиды, теллуриды, из жильных минералов—кварц, кальцит, манганокальцит. Золото представлено в виде теллуридов и самородного золота. Теллуриды золота по сравнению с золото-сульфидно-теллуровой формацией здесь имеют резко подчиненное значение. Самородное золото образует субмикроскопические частицы в жильных и рудных минералах.

Руды описанной формации бедны сульфидами и характеризуются низким содержанием золота, серебра и редких элементов. Золото-серебряное отношение составляет 1 : 10—1 : 2.

Рудовмещающие граносиениты и порфириты вдоль жил и в зонах минерализации серицитизированы, пиритизированы, карбонатизированы, окремнены, хлоритизированы и эпидотизированы, а в отдельных случаях превращены в обеленные каолинизированные массы.

Генетическая принадлежность золото-шеелитовых руд к среднетемпературным образованиям малых глубин подтверждается составом руд, их структурно-текстурными особенностями, характером изменения (аргиллизация), данными декрепитации газовой-жидких включений, мощностью надрудных пород времени минералообразования.

Оруденение генетически связано с интрузией граносиенитов верхнеэоцен-нижнеолигоценового времени.

ГАМЗАЧИМАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТО-ШЕЕЛИТОВЫХ РУД

Гамзачиманское месторождение находится в верховьях р. Агстев, в Гугаркском районе.

Месторождение, судя по найденным орудиям горного производства и вскрытым древним горным выработкам, было известно и разрабатывалось еще в VII—VIII вв. В 1955—1958 гг. поисковыми работами были оконтурены участки Муравятник, Цклаки-ахпюр, Акопи-джур и Гилут с повышенным содержанием в россыпях золота, шеелита и ортита.

Работами последующих лет установлены зоны гидротермально измененных пород с золото-шеелитовым и золото-сульфидным оруденением среди порфировидных граносиенитов Гамзачиманского массива и экзоконтактовых порфиритов эоцена.

Изучением Гамзачиманского месторождения занимались

Э. М. Мадатян (1961), Ф. Г. Шамцян, Г. Г. Саакян (1963), Д. Г. Салия (1963), Ш. О. Амирян (1966, 1968) и другие.

а. Геолого-структурные особенности месторождения

В геологическом строении месторождения принимают участие порфириты, их туфы, туфобрекчии эоцена, мергелистые известняки сенона, прорванные интрузией граносиенитов и ее жильными образованиями. Все перечисленные породы покрываются мио-плиоценовыми андезито-базальтами на крайнезападном фланге рудного поля.

Интрузивные породы представлены граносиенитами Гамзачиманского и гранодиоритами и кварцевыми диоритами Хндзуртского массивов. В пределах рудного поля вскрываются также породы многофазного Каджеринского интрузивного комплекса. Гамзачиманский массив площадью около 20 кв. км вскрывается непосредственно на месторождении, где он внедрен в зону разрывных нарушений и вытянут в северо-западном направлении, прорывая отложения сенона и эоцена, а также комплекс интрузивных пород Памбакского и Базумского хребтов.

Жильные породы, связанные с интрузивами и эффузивами, представлены аплитами, диоритовыми порфиритами, реже пегматитами, диабазовыми порфиритами, андезитами, диабазами, андезито-дацитами и липаритами. В толще щелочных эффузивов встречаются жилы щелочных пород. Мощность даек обычно составляет 5—8 м, нередко 20—25 м. По простиранию они прослеживаются на несколько сот метров. Дайки простираются преимущественно в северо-западном направлении и падают под углом 75—80°.

Все перечисленные дайки являются дорудными и в отдельных случаях контролируют локализацию серно-медноколчеданных, полиметаллических, золото-шеелитовых и золото-сульфидных руд.

Структурное положение рудного поля Гамзачиманского месторождения определяется общностью пликативных и разрывных структур, внутренней тектоникой интрузивного массива граносиенитов и вулканическими аппаратами. Последние рудоконтролирующими структурами были для серноколчеданных руд Тандзутского месторождения (К. М. Мурадян, 1971).

Основной пликативной структурой является Агстевская антиклинальная складка субширотного, северо-западного простирания (300—315°), с падением крыльев под углами 25—45°. Антиклинальная складка осложнена более мелкими складками. Породы, слагающие геологическое строение рудного поля, составляют

следующие структурные ярусы: альб-верхнемеловой, эоценовый, олигоцен-миоценовый и плиоценовый.

В формировании структуры рудного поля главная роль принадлежит региональным и локальным нарушениям. Наиболее крупной разрывной структурой является Маймех-Мегрутское сбросовое нарушение, протяженностью 40—45 км, мощностью раздробленных пород от 50 до 450 м. Плоскость сброса падает на юго-запад под углом 60—65°. Нарушение проходит в приосевой части Агстевской антиклинали, вдоль которой внедрены небольшие вытянутые в близширотном направлении и дайкообразные тела гранитоидов.

Вдоль этого нарушения и его ответвлений расположены месторождения и проявления медных, полиметаллических, золото-шеелитовых золото-сульфидных руд и вторичных кварцитов с золотом (Маймех, Арцруни, Казачий бугор, Фролова балка, Фиолетово, Гамзачиман, Лермонтово и др.).

На всем протяжении Маймех-Мегрутского нарушения породы каолинизированы, хлоритизированы, эпидотизированы и окварцованы, а отдельные их участки превращены в золотосодержащие вторичные кварциты (Казачий бугор, Тандзут, Лермонтово).

Гамзачиманское месторождение золото-шеелитовых руд приурочено к месту положительной ундуляции оси Агстевской антиклинальной складки, к участку сопряжения и пересечения разрывных нарушений, проходящих по присводовой части складки.

Рудоконтролирующими структурами являются трещины оперения крупных разрывных нарушений, приуроченных к Агстевской антиклинали. Указанные структуры в граносиенитах унаследовали элементы внутренней тектоники массива, нередко выходя за пределы интрузивных пород, охватывая экзоконтактовые порфириты. Оруденение представлено измененными, пиритизированными зонами скалывания и дробления пород с прожилково-вкрапленной минерализацией и маломощными жилами.

По территориальному признаку выделяются несколько участков месторождения: «Муравятник», «Акопи-джур», «Цхлаки-ахпюр» и «Малый гилут».

На участке «Муравятник» в граносиенитах выделены 8 зон гидротермально измененных пород с золото-полиметаллическим и золото-шеелитовым оруденением. Падение зон юго-восточное 170—180° под углом 25—30°, протяженность по простиранию несколько сот метров.

Участок А к о п и - д ж у р находится в пределах порфировидных граносиенитов. Здесь выделены зоны: «Главная», «Отблеск»

и «Верхняя». Представлены они серицитизированными и пиритизированными породами. Падение контактовых швов зон юго-западное $200-210^\circ$ под углом $25-55^\circ$.

Участок Фиолетово приурочен к порфиритам и прорывающим их граносиенитам. На участке установлена крутопадающая зона смятия пород, которая приурочена к контакту дайкообразной интрузии граносиенитов с порфиритами. Эта самая мощная и выдержанная зона на месторождении. Контакты ее представлены мощной глиной трения. В зоне установлены невыдержанные жилы и прожилки золото-полиметаллической минерализации. В составе руд участвуют: пирит, арсенопирит, золото, теллуриды висмута, свинца и серебра.

Все зоны на всех участках характеризуются убогой минерализацией, в связи с чем не представляют промышленного интереса.

б. Формы, строение и условия залегания рудных тел

Первичное оруденение на Гамзачиманском месторождении представлено невыдержанными жилами и пологопадающими зонами прожилково-вкрапленной минерализации. Отличительной чертой морфологии этих зон является то, что они как в плане, так и в разрезе имеют дугообразную форму, выпуклой стороной обращенную к югу.

Кроме пологопадающих зон на Фиолетовом участке выделяется мощная крутопадающая зона с рудной минерализацией. Она приурочена к Маймех-Мегрутскому нарушению и играет определенную роль в размещении оруденения.

Большую роль в образовании рудных тел сыграли три системы трещин: трещины скола, трещины растяжения и зоны брекчирования. В развитии этих структур определенное место принадлежит первичным трещинам интрузивного массива. Морфологическими особенностями отмеченных трещин и обусловлены формы, нередко и размеры рудных тел. Трещины растяжения определяют неправильные, четкообразные формы жил с неравными и сухими контактами. Трещины отдельности пород и происходящие по ним скаловые нарушения предопределили прямолинейные контакты жил и зон брекчирования пород нередко с мощной глиной трения.

Неоднократные движения по одним и тем же структурам создали зоны брекчирования пород со сложным строением и составом руд. На месторождении выявлены 16 зон с наложенной и убогой минерализацией золота, вольфрама, молибдена, меди, цинка, свинца, теллура, висмута и других элементов. Зоны па-

дают по азимуту 170—180° до 195—205° (шестая зона) под углом 25—30°.

По контактам зон и нередко по их оси развиваются мало-мощные кварцево-рудные жилы. Между жилами и по их контактам порода пронизана тонкими прожилками и вкрапленностью кварца, пирита, халькопирита, редко галенита, теллуридов и блеклой руды. Кварцево-рудные жилы имеют прямолинейные контакты без глинки трения. Жилы гребенчатого строения, в середине жилы, в друзовых пустотах кварца находятся карбонат, пирит, галенит, халькопирит, сфалерит, блеклые руды, теллуриды и другие минералы.

В зонах дробления и смятия пород наблюдаются жилы и прожилки различного состава, кварц-пиритового, кварц-шеелитового, полиметаллического с теллуридами, кварц-молибденитового и карбонатного.

Несколько иное строение имеет крутопадающая зона Фиолетовского участка. Она приурочена к контакту дайкообразного выхода граносиенитов с порфиритами. Вдоль зоны перемещения пород имели место неоднократно, глинка трения наблюдается в нескольких местах. У Лежачего бока, за мощной глиной трения наблюдается полоса сильно измененных порфиритов и граносиенитов, мощностью 5 м, с обломками и вкрапленностью пирита, арсенопирита и халькопирита, за ней следуют сильно раздробленные дресвовидные граносиениты мощностью 4 м, которые переходят в окварцованные, серицитизированные и пиритизированные граносиениты мощностью 7 м. Здесь наблюдаются многочисленные невыдержанные кварцевые, кварц-сульфидные прожилки. Кварц находится также в виде гнезд размером 0,5 м в поперечнике. За описанной полосой с глиной трения следуют свежие граносиениты, которые опять сменяются измененными и оруденелыми породами мощностью 1,5—2 м. Далее следует тектонический контакт с порфиритами, в которых отмечаются еще две подзоны с вкрапленностью сульфидов.

Основные перспективы оруденения связаны с крутопадающими зонами, которые на глубину не изучены.

в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд

Характер оруденения. Поисково-разведочными работами в рудном поле Гамзачиманского месторождения установлены два источника получения золота: коренные выходы золотосодержащих руд и россыпи р. Агстев и ее притоков (русловые, долинные и террасовые россыпи).

Гамзачиманское месторождение рудного золота охватывает всю интрузию порфировидных граносиенитов и их экзоконтакты, где выделены 15 зон гидротермально измененных березитизированных пород с золото-полиметаллическим, золото-шеелитовым, кварц-молибденитовым оруденением.

В свете новых данных намечается следующая схема стадийности в рудной минерализации (Ш. О. Амирян и др., 1972): безрудная кварцевая, кварц-пиритовая, кварц-молибденитовая, кварц-золото-шеелитовая, золото-полиметаллическая и пострудная карбонатная.

Кварцевая стадия минерализации образует невыдержанные, по простиранию и падению, маломощные жилы и прожилки, приуроченные к пологопадающим структурам северо-восточного простирания. Мощность таких жил составляет 1—5 см (редко до 20—30 см).

Кварц-пиритовая стадия минерализации образует прожилки, гнезда и вкрапленность в приконтактовых участках кварцевых жил и нередко в обособленных структурах разрывного характера.

В составе кварц-пиритовых прожилков, кроме кварца и пирита, участвуют кальцит, магнетит, гематит, реже сфалерит, пирротин и халькопирит. Такие прожилки сопровождаются серицитизацией граносиенитов и хлоритизацией и эпидотизацией порфиров.

Пиритовая минерализация метасоматическим путем развивается также по породам рудных зон, особенно по порфирирам, образуя прожилково-вкрапленный тип оруденения.

Кварц-молибденитовая стадия минерализации представлена небольшими прожилками и маломощными зонами прожилково-вкрапленной минерализации в граносиенитах. В редких случаях молибденит с кварцем встречается в миароловых пустотках редких пегматитовых жил, что свидетельствует о генетической связи оруденения с интрузией граносиенитов. Кварц-молибденитовые прожилки выполняют субширотные трещины оперения крупных нарушений и трещины отдельности граносиенитов.

В составе кварц-молибденитовых руд установлены кварц, молибденит, пирит и редко халькопирит. Эта ассоциация практического интереса не представляет, но указывает на принадлежность золото-шеелитовой формации к такому генетическому ряду, членом которого является медно-молибденовая формация руд.

Кварц-золото-шеелитовая стадия минерализации образует небольшие прожилки в серицитизированных, каолинизированных граносиенитах. Она выполняет трещины отрыва и продольные трещины массива граносиенитов. Мощность таких прожилков

редко достигает до 5—10 см. Нередко эта стадия совместно с другими проявляется в одних и тех же зонах, образуя сложного состава типы руд.

В составе шеелитовых руд установлены: кварц, кальцит, золото, шеелит, пирит, реже сфалерит, халькопирит, молибденит и галенит. Вдоль кварцево-шеелитовых жил граносиениты окварцованы, карбонатизированы, каолинизированы и серицитизированы.

Кварц-карбонат-полиметаллическая стадия (золотоносная) минерализации является наиболее продуктивной и распространенной, но вместе с тем убогосульфидной. Образует четкие жилы и прожилковые зоны. Полиметаллические руды сложного состава. В них, кроме пирита, сфалерита, золота, халькопирита и галенита установлены: арсенопирит, теннантит, тетраэдрит, энаргит, висмутин, теллуrowисмутит, тетрадимит, калаверит, сильванит, гессит, петцит, алтаит, киноварь и борнит, которые имеют весьма неравномерное распределение и представлены в виде локальных небольших скоплений.

Полиметаллическая ассоциация хорошо представлена в крутопадающих зонах Фиолетовского участка, где она в виде рудной брекчии, карманов и гнезд находится в мощной зоне милонитизированных и измененных пород.

Кварц-карбонатная стадия минерализации завершает рудный процесс и имеет повсеместное развитие. Особенно хорошо представлены жилы крупнокристаллического кальцита.

По содержанию ценных компонентов (золота, серебра, висмута, теллура и др.) выделяются золото-шеелитовая и золото-полиметаллическая стадии минерализации.

Минералого-геохимические особенности руд. Гамзачиманское месторождение золото-шеелитовых руд по классификации Н. В. Петровской (1971) относится к убогосульфидным, поэтому руды характеризуются простым минеральным составом и геохимией.

В составе первичных руд установлены: пирит, арсенопирит, халькопирит, молибденит, сфалерит, галенит, марказит, шеелит, пирротин, теннантит, тетраэдрит, энаргит, киноварь, висмутин, борнит, самородное золото, тетрадимит, теллуrowисмутит, алтаит, петцит, гессит, калаверит, сильванит, магнетит и гематит. Жильные минералы представлены кварцем, кальцитом, халцедоном. За счет окисления первичных руд образовались: браунит, пиролюзит, манганит, псиломелан, окислы и гидроокислы железа, малахит, азурит, ковеллин, борнит, церуссит, смитсонит, ярозит, повеллит, бротантит, скородит и др.

Перечисленные гипогенные минералы составляют самые

различные парагенетические ассоциации, образование которых связано с пульсирующим действием гидротермальных растворов.

Как основные рудообразующие, так и благородные и редкие элементы характеризуются низкими концентрациями и только ограниченное число из них (Au, Ag, Bi, Te и W) может представить практический интерес.

Золото повышенные концентрации образует в кварц-шелитовом и полиметаллическом типах руд. Небольшие его концентрации установлены также в пиритовых и молибденитовых рудах. При этом золото присутствует в двух формах: самородного золота и теллуридов. Самые высокие концентрации золота связаны с золото-теллуридовым парагенезисом, который, к сожалению, имеет ограниченное развитие.

Повышенные концентрации золота связаны с блеклыми рудами, галенитом, гесситом, пиритом (III—IV генерации), сфалеритом, халькопиритом, шеелитом, в полях которых встречаются включения самородного золота.

Серебро является вторым ценным элементом руд, поведение которого в общих чертах совпадает с золотом. Концентрация этих элементов в рудах повышается по мере понижения температуры растворов. Самые высокие содержания серебра связаны с полиметаллическими рудами. Серебро в качестве изоморфной примеси находится в сульфидах и сульфосолях, кроме того, оно образует и собственные минералы—гессит, петцит и селванит.

Золото-серебряное отношение для различных минеральных типов различно и варьирует в пределах от 1 : 10 до 1 : 2.

Теллур проявляется во всех минеральных типах руд, но сравнительно высокие концентрации его связаны с полиметаллическими рудами, где он присутствует в виде теллуридов свинца, золота, серебра и висмута.

Висмут представлен в виде изоморфной примеси и собственных минералов (висмутин, тетрадимит, теллуридовисмутин). По данным химанализов, висмут по типам руд распределяется следующим образом: в полиметаллических рудах 46 г/т, пиритовых—22 г/т, шелитовых—20 г/т.

Селен нехарактерный элемент руд, если учесть, что он в основном накапливается в сульфидах, а последние на месторождении пользуются слабым развитием. Самые высокие для месторождения концентрации селена установлены в пиритовых рудах (21 г/т). Полиметаллические, шелитовые, молибденитовые руды содержат 8—11 г/т селена.

Кадмий, галлий, германий, индий и рений не

характерны для руд месторождения. Эти элементы собственных минералов не образуют и находятся в других минералах в виде изоморфной примеси. Концентрация этих элементов в рудах и минералах обычно составляет 1—5 г/т, изредка 10—15 г/т для Ga и 300—400 г/т для Cd в сфалерите и блеклой руде, 160 г/т Re в молибдените.

Главные рудообразующие элементы (Cu, Pb, Zn, Sb, As, W, Mo и др.) характеризуются низкими содержаниями. Проявляются они во всех минеральных типах руд, но из них Pb, Zn, As, Sb повышенные концентрации образуют в полиметаллических рудах, Mo—в кварц-молибденитовых, W—в золото-шеелитовых, а Cu и Fe—в пиритовых и полиметаллических. Основная масса их представлена собственными минералами и отчасти в виде изоморфной примеси.

Метасоматические изменения пород. Основными типами гидротермального метасоматоза пород являются: серицитизация, хлоритизация, эпидотизация, каолинизация, окварцевание и пиритизация. Эпидотизация и хлоритизация преимущественное развитие имеют в порфиритах, а серицитизация и каолинизация—в граносиенитах. Окварцевание широко представлено в порфиритах на контакте с интрузивными и жильными породами.

Гидротермальные метасоматиты широко распространены в субширотных зонах брекчирования пород, которые прослеживаются на расстоянии 1,5—2 км. Мощность зон изменения пород местами составляет 10—15 м.

г. Генетические особенности и перспективы месторождения

Порфировидная структура граносиенитов и небольшая мощность надинтрузивной покрывки (500—600 м), непосредственная связь эффузивных и интрузивных щелочных комплексов, а также некоторые петрохимические особенности пород свидетельствуют о малых глубинах становления граносиенитов, а следовательно, и связанной с ней рудной минерализации. Характер же гидротермальных изменений, минеральный состав руд (сульфиды, сульфосоли, теллуриды, карбонаты), их структурно-текстурные особенности, а также результаты декрепитации газовой-жидких включений позволяют говорить о среднетемпературных условиях рудообразования.

Возраст оруденения считается посленижнеолигоценовым, так как рудные жилы секут породы эоцен-нижнеолигоценового возраста (по радиологическим данным возраст рудовмещающих граносиенитов составляет 37 млн. лет; Г. П. Багдасарян, 1966).

Перспективы золото-шеелитового оруденения связаны с крутопадающими зонами. Необходимо вести поисковые работы для выявления новых участков рудной минерализации, о наличии которых говорят обломки гидротермально переработанных пород, найденных за пределами известных участков месторождения, а также нахождение золота в аллювиальных отложениях рек, широко распространенных за пределами месторождения, южнее Маймех-Мегрутского крупного нарушения. Следует при этом учесть, что на южном склоне Памбакского хребта находятся Меградзорское золоторудное месторождение и ряд проявлений золота, а на восточном и западном флангах месторождения установлены многие участки коренного залегания золота.

Гамзачиманское рудное поле является дозольно перспективным в отношении золоторудной минерализации и представляет комплексный интерес в отношении золота, серебра, теллура, вольфрама и других металлов.

4. ЗОЛОТО-СВИНЦОВО-СУРЬМЯНАЯ ФОРМАЦИЯ

Золото-свинцово-сурьмяная формация руд представлена двумя небольшими месторождениями—Азатекским и Софи-бина в Айоцдзорском рудном районе. Свинцово-сурьмяные руды с золотом и серебром в небольшом количестве развиты также на Гегарчинском золото-сульфидном месторождении.

Золото-свинцово-сурьмяные руды тесно связаны с золото-полиметаллическими взаимными переходами минералов, ассоциацией минералов и элементов. Как полиметаллические руды Гегарчинского месторождения, так и золото-свинцово-сурьмяные Азатека и Софи-бина пространственно и генетически связаны с небольшими интрузиями миоценовых гранитоидов и находятся как в эоценовых вулканогенных и вулканогенно-осадочных, так и в интрузивных породах.

Золото-свинцово-сурьмяные руды представлены жилами и минерализованными зонами, которые сложены из кварца, халцедона, кальцита, барита, сульфидов и сульфосолей Pb, Cu, Sb, As, Zn, реже теллуридов Bi, Pb, Ag.

Преобладающими типами руд в этой формации являются полиметаллические, сульфоантимонитовые и антимонитовые, с которыми в основном и связано золото. Установленные в рудах повышенные концентрации золота, серебра, висмута и теллура обусловлены наличием собственных минералов.

Вдоль рудных жил и в зонах прожилково-вкрапленной минерализации породы серицитизированы, каолинизированы и нередко баритизированы и огипсованы. Мощность зон гидротер-

мальных изменений варьирует в зависимости от состава пород, тектонической переработанности и мощности жил.

Характерными текстурами руд являются катаксластические, брекчиевые, прожилковые, гребенчатые, вкрапленные, взаимного пересечения и др. Среди структур отличаются идиоморфно-зернистые, волокнисто-зернистые, радиально-лучистые, аллотриоморфно-зернистые, неравномерно-зернистые, двойниковые, зональные, колломорфные и др.

Основная масса золота в рудах золото-свинцово-сурьмяной формации представлена самородным золотом, только незначительная часть находится в виде редких теллуридов и, возможно, в изоморфной форме в минералах серебра, которые характеризуются повышенным содержанием золота. Самородное золото образует небольшие выделения, в основном изометрической формы в сульфидах и сульфосолях.

Среди всех золоторудных формаций руды этой формации характеризуются самым низким золото-серебряным отношением ($Au : Ag = 1 : 150$), что обусловлено высоким содержанием серебра. Помимо золота и главных элементов, руды этой формации представляют определенный интерес также для серебра, висмута, селена, теллура и кадмия.

АЗАТЕКСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗОЛОТО-СВИНЦОВО-СУРЬМЯНЫХ РУД

Азатекское золото-свинцово-сурьмяное месторождение находится в Айюцдзорском рудном районе.

Месторождение открыто в 1951 г. геологом А. А. Асатрянном и в последующем изучалось С. И. Аванесяном, Э. А. Амирбеком, Г. О. Григоряном, И. Г. Магакьяном, Э. А. Сагателян, З. М. Арутюняном, А. В. Габриеляном, Ш. О. Амиряном, А. Г. Акопяном, В. О. Пароникьяном, Г. О. Пиджяном, А. И. Карапетяном и многими другими.

а. Геолого-структурные особенности месторождения

В геологическом строении Азатекского месторождения принимают участие среднеэоценовые вулканогенно-осадочные породы, представленные пироксен-плагиоклазовыми и амфиболовыми порфиритами, туффитами, туфобрекчиями, туфоконгломератами и отчасти олигоценовые оливиновые базальты, жильные диабазовые порфириты и современные аллювиально-делювиальные отложения.

Отмеченные породы прорываются небольшими выходами

интрузивных и жильных пород. Интрузивные породы выступают в районе г. Цицкар и Каялинского месторождения и, по-видимому, являются составными частями одного интрузивного массива, вытянутого в северо-восточном направлении. В составе пород установлены сиениты, монцониты, гранодиориты, кварцевые диориты, порфировидные граниты и их жильные дериваты (аплиты, диоритовые и диабазовые порфиры, сиенит-порфиры и др.).

На контакте интрузий с эоценовыми породами образовались роговообманковые, кварц-биотит-серицитовые, кварц-биотит-турмалиновые, биотит-полевошпатовые роговики и вторичные кварциты.

В эндоконтактовых ороговикованных порфиритах в 1963 г. нами обнаружен новый тип оруденения для Айоцзорского рудного района, представленный прожилково-вкрапленной пирит-пирротин-арсенопиритовой минерализацией.

Породы месторождения смяты в небольшую антиклинальную складку северо-восточного простирания, с пологими углами падения крыльев ($15-25^\circ$). В формировании структурных особенностей рудного поля и локализации оруденения важное место принадлежит разрывным нарушениям, которыми пересечены все породы рудного поля, в том числе также интрузивные и жильные.

В локализации оруденения определенную роль играли также межформационные срывы и плоскости напластования пород. Среди рудоконтролирующих структур выделяются трещины скола и отрыва, они являются сопряженными трещинами с более крупными нарушениями. Нередко рудные жилы и прожилки развиваются по трещинам отдельности интрузивных пород.

Одно из крупных нарушений проходит на юго-западе месторождения в северо-восточном направлении вдоль оси антиклинальной складки, через правобережный участок, Гегарчинское и Каялинское месторождение, пересекает Каялинскую интрузию и переходит в ущелье р. Гергер. Оно контролирует разнотипные минерализации отмеченных месторождений. Мощность зоны нарушения составляет от 5 до 20 м. Плоскости нарушения падают на северо-запад $305-310^\circ$ под углом $70-85^\circ$. Второй разлом аналогичного характера прослеживается к востоку от первого с азимутом падения $310-320^\circ$ и углом падения $85-88^\circ$. Часть жил приурочена к оперяющим их трещинам.

Небольшие разломы типа сбросов и сдвигов прослеживаются на участке проявления антимонитовой и сульфоантимонитовой минерализации. Плоскости этих нарушений падают на северо-восток, юго-восток и на юго- и северо-запад, под углами $45-75^\circ$.

Рудные жилы контролируются разноориентированными структурами и поэтому имеют различные азимуты простирания и углы падения.

б. Формы, строение и условия залегания рудных тел

Наличие на месторождении зон брекчирования пород, а также трещин отрыва и скола обусловили морфологические особенности, размеры и условия залегания рудных тел.

В морфологическом отношении наиболее характерными для месторождения является жильный тип оруденения, в котором по условиям залегания и особенностям строения выделяются согласные и секущие жилы. Согласные жилы обычно связаны с теми нарушениями, которые происходили по слоистости пород. Они залегают согласно с напластованием пород и падают под углами $20-30^\circ$, как породы. Пластовые жилы развиваются главным образом по контактам порфиритов с туфопесчаниками. Азимут простирания жил юго-восток $165-175^\circ$. Контакты жил с вмещающими породами резкие, нередко по ним развивается глина трения.

Секущие жилы широко развиты на восточном крыле складки и в присводовой части. Они характеризуются крутыми углами падения ($75-85^\circ$) и азимутами падения на северо-запад $330-350^\circ$ и юго-восток $155-175^\circ$. На Правобережном участке они падают также на юго-запад $220-250^\circ$.

Из выявленных к 1965 г. 104 жил (З. М. Арутюнян, 1966) 55 падают на СЗ $310-355^\circ$, 20—на ЮЗ $190-240^\circ$, 13—ЮВ $135-180^\circ$ и 16—на СВ $10-85^\circ$.

Секущие жилы характеризуются непостоянством залегания и мощности. Углы падения меняются в пределах от 40° до 85° , преобладают крутые углы падения. По своему типу жилы относятся как к простым, так и сложным, нередко представляя собой зоны прожилково-вкрапленной минерализации с многочисленными включениями пород.

Строение рудных тел и текстурные особенности и вещественный состав руд определяются тектоническим режимом, стадийным развитием рудного процесса и физико-химическими условиями минералообразования. Нередко наблюдаются полосчатые, асимметрично-полосчатые, гребенчатые жилы, которые сложены продуктами различных стадий минерализации. В отдельных случаях образуются неоднородные по составу жилы, где изменения минерального состава обусловлены зональностью отложения и дифференциацией рудных растворов.

Кроме жил на месторождении установлены зоны прожилково-вкрапленной минерализации. Мощность зон варьирует в широких пределах. При этом в оруденелых зонах рудная минерализация представлена продуктами многих стадий минерализации. Вследствие неоднократного проявления тектонических подвижек наложения последовательных стадий минерализации руды характеризуются брекчиевыми, кокардовыми текстурами, а также текстурами пересечения и замещения.

в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд

Характер оруденения. Наблюдения над строением рудных тел, структурно-текстурные особенности руд и наличие жил различного вещественного состава показывают, что рудный процесс на месторождении происходил в сложных физико-химических условиях, при последовательном изменении состава растворов.

В настоящее время выделяются следующие стадии минерализации: кварцевая, кварц-пиритовая, полиметаллическая, сульфоантимонитовая, антимонитовая и кварц-карбонат-баритовая (Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1963), которые имеют неравномерное распределение и проявляются на различных участках месторождения.

Пиритовая, полиметаллическая и сульфоантимонитовая стадии минерализации широко представлены на правобережном участке и на месторождении Софи-бина, сульфоантимонитовая минерализация кроме того хорошо развита на правом склоне ущелья р. Азатек. Антимонитовые руды преобладают между ущельями рек Кумушлуг и Азатек, и несколько слабее—на правом склоне ущелья р. Афтара и между ущельями рек Афтара и Гетарчин (правые притоки р. Арпа).

Кварцевая стадия минерализации имеет слабое развитие. Она представлена маломощными прожилками массивного кварца. Мощность кварцевых прожилков доходит до 10—15 см. По простиранию прожилки прослеживаются на несколько десятков м, реже, сотен метров.

Кварц-пиритовая стадия минерализации имеет повсеместное распространение, но хорошо представлена на правобережном участке, где образует жилы и прожилки северо-восточного и северо-западного простирания с падением на юго-запад и северо-восток под углом 70—80°. В составе руд установлены кварц и пирит. В виде примеси находятся также халькопирит, сфалерит, галенит и блеклая руда.

Полиметаллическая стадия минерализации пользуется по-

всеместным, но слабым развитием. Она в виде жил сравнительно хорошо представлена на правобережном участке. Жилы с пережимами и раздувами. Они приурочены к структурам северо-восточного и северо-западного простираний с падением на северо-запад и юго-восток под углом $50-75^\circ$.

В минеральном составе полиметаллических руд установлены пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, самородное золото, теннантит, тетраэдрит, нередко теллуrowисмутит, алтаит, гессит, тетрадимит, пирротин, марказит, сульфовисмутиты свинца, меди и серебра. Из жильных минералов присутствуют карбонаты и кварц.

Сульфоантимонитовая стадия минерализации характеризуется наибольшей интенсивностью развития. Она представлена жилами и зонами раздробленных пород с вкрапленностью и прожилков сульфоантимонитов свинца, меди. Наряду с буланжеритом, цинкенитом, плагионитом, семсеитом, бурнонитом, теннантитом и тетраэдритом значительным развитием в этих рудах пользуются также сфалерит, самородное золото, галенит и пирит. Главным жильным минералом является халцедоновидный кварц с небольшой примесью кальцита.

Антимонитовая стадия минерализации представлена жилами гребенчатого кварца. Рудные тела приурочены к пологопадающим трещинам, совпадающим с плоскостями напластования пород. Среди антимонитовых жил встречаются также секущие. Антимонитовые жилы прослеживаются в северо-восточном направлении с азимутом падения $280-300^\circ$ под углом $20-40^\circ$ (нередко $65-70^\circ$).

В антимонитовых рудах установлены кварц, антимонит, самородное золото и, в подчиненном количестве, пирит, сфалерит и блеклые руды, которые приурочены к призальбандовым участкам жил.

Кварц-карбонат-баритовая стадия минерализации имеет слабое и весьма неравномерное развитие. Представлена она невыдержанными прожилками кварца, карбоната и барита, выполняющими повторные разрывы и цементирующие предыдущие типы руд.

Как видно, каждый импульс гидротермального процесса характеризуется своим специфическим составом и характером растворов. В отношении золота, серебра и редких элементов наиболее важными являются полиметаллические, сульфоантимонитовые и антимонитовые.

Минералого-геохимические особенности руд. Минералого-геохимические особенности руд Азатекского месторождения обусловлены его своеобразием, представляющим собой переходный

тип от среднетемпературных золотосодержащих полиметаллических месторождений к низкотемпературным золотосодержащим сурьмяно-ртутным месторождениям малых глубин.

Детальными минералогическими исследованиями в различных типах руд месторождения установлены следующие минералы. Рудные гипогенные минералы, главные: антимонит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, теннантит, тетраэдрит, буланжерит, плагионит, геокронит, семсеит, цинкенит, бурнонит; второстепенные: самородное золото, самородное серебро, теллуrowисмутит, тетрадимит, алтаит, гессит, марказит, пирротин, арсенипирит, аурипигмент, пираргирит, айкинит, эмплектит, виттихенит, молибденит. Гипергенные: самородное золото, самородное серебро, самородная медь, малахит, азурит, халькозин, борнит, ковеллин, теннорит, куприт, кермезит, сервантит, стибиоконит, лимониты, базобисмутит, церруссит, смитсонит, гипс, хлорит, эпидот, каолинит и другие. Нерудные: кварц, барит, в меньшей степени кальцит, анкерит, сидерит. Перечисленные минералы образуют самые различные парагенезисы и равновесные ассоциации.

Многостадийность рудного процесса и многообразие минерального состава руд свидетельствует о сложности и многокомпонентности рудообразующих растворов, которые наряду с главными элементами руд (Pb, Cu, Zn, Fe, As, Sb, Si, S, Ca) содержали значительные количества золота, серебра, висмута, кадмия, селена, теллура, галлия, германия, индия и других.

Золото является характерным элементом полиметаллических и сульфоантимонитовых, и меньше, антимонитовых руд. Представлено в виде самородного золота. Сульфиды и сульфосоли содержат от 15 до 50 г/т золота.

Серебро проявляется во всех типах руд, но главная часть его связана с полиметаллическими, сульфоантимонитовыми и антимонитовыми рудами, где содержание серебра составляет от 170 г/т до 550 г/т.

Высокие и повышенные концентрации серебра связаны с блеклыми рудами (до 3 кг/т), сульфоантимонитами (от 300 г/т до 3 кг/т), галенитом (до 1 кг/т). В остальных минералах содержится от 10 г/т до 300 г/т серебра. Оно представлено как собственными минералами, так и в виде изоморфной примеси.

Висмут—наиболее характерный элемент для полиметаллических и сульфоантимонитовых руд, и меньше—для антимонитовых. В первых двух типах руд содержание висмута составляет от 270 г/т до 486 г/т, в антимонитовых—45 г/т. Висмутом богаты сульфоантимониты свинца, меди, мышьяка и галенит (от 300 г/т до 2740 г/т).

Висмут образует собственные минералы и изоморфную примесь.

Селен представлен в виде изоморфной примеси в сульфидах и сульфосолях. В рудах содержится от 20 г/т до 50 г/т селена. В минералах содержится от 12,0 г/т до 185 г/т селена.

Теллур образует собственные минералы в полиметаллических рудах и изоморфную примесь в остальных. В рудах содержание теллура составляет 25—50 г/т, а в минералах—от 15 г/т до 75 г/т.

Кадмий и индий характерны для полиметаллических руд (200 г/ Cd, 3—4 г/т In), где главным образом связаны со сфалеритом (5100 г/т Cd и 30 г/т In). В небольшом количестве кадмий и индий находятся и в других типах руд (15—100 г/т Cd и 1—3 г/т In). Собственные минералы этих элементов не установлены, следовательно, представлены в виде изоморфной примеси.

Галлий и германий мало характерны и образуют небольшие концентрации (5—20 г/т Ga, 1—3 г/т Ge).

Из описанных элементов комплексный интерес могут представить: свинец, сурьма, золото, серебро, висмут, селен, теллур и кадмий.

Метасоматические изменения пород. Характер метасоматических изменений различен в различных породах и в сочетании различных типов руд. Так, например, эпидотизация и хлоритизация хорошо развиты в порфиритах и андезитах, серицитизация и каолинизация—в интрузивных породах. Ороговикование и турмалинизация вулканогенных пород сопровождается пирит-пирротин-арсенопиритовой минерализацией на экзоконтакте Каялинского интрузивного массива. Полиметаллические, сульфоантимонитовые жилы сопровождаются серицитизацией, каолинизацией, карбонатизацией, окварцеванием и нередко баритизацией и огипсованием пород. Высокотемпературные парагенезисы гидротермальных метасоматитов в горизонтальном и вертикальном направлении сменяются низкотемпературными.

Мощность зон гидротермальных метасоматитов варьирует в широких пределах—от нескольких сантиметров до нескольких метров, а в зонах прожилково-вкрапленной минерализации до 20 м и более. По простиранию зоны гидротермального изменения пород нередко прослеживаются на 2—3 км.

г. Генетические особенности и перспективы месторождения

В Айоцзорском рудном районе рудные проявления находятся в тесной ассоциации с магматическими породами, что на-

ряду с другими фактами показывает генетическую связь оруденения с интрузивным магматизмом. Зональное размещение медно-молибденовых, пирротин-арсенопиритовых, полиметаллических, сульфоантимонитовых и антимонитовых руд по отношению к Каялинской интрузии, взаимоотношение разнотипных оруденений с интрузивными и жильными породами, обогащенность последних рудными элементами, близкий возраст оруденения и интрузивных пород свидетельствует о связи оруденения с магматическим очагом Каялинской интрузии.

Золото-свинцово-сурьмяные руды Азатекского месторождения и Софи-бина являются продуктами поздних стадий рудного процесса, локализованными в периферических участках рудного поля.

Возраст интрузивных пород по геологическим и радиологическим данным считается миоценовым, при этом глубина залегания интрузивного массива А. Т. Асланяном (1958) считается от нескольких сот метров до дневной поверхности. Учитывая это, глубину формирования рудных месторождений, находящихся в интрузивных породах и в экзоконтактовых андезитах, следует считать приповерхностной. О небольшой глубине образования пород и ассоциирующих руд свидетельствуют также структурно-текстурные, петрохимические и геохимические особенности пород и руд.

Рудообразование в рудном поле началось выделением высокотемпературных пирротин-арсенопиритовых руд в ороговикованных, турмалинизированных андезитах в экзоконтакте интрузивного массива. В дальнейшем эти руды сменяются среднетемпературными пирит-халькопиритовыми, медно-молибденовыми и золото-полиметаллическими, а еще позже и дальше от интрузивного массива—низкотемпературными золото-сульфоантимонитовыми и золото-антимонитовыми рудами.

Рудоконтролирующими структурами служили трещины отрыва и скола, а также зоны брекчирования пород и межпластовых подвижек и плоскости напластования пород. В ходе многостадийного рудного процесса продукты отдельных (последовательных) стадий разместились в определенном горизонтальном и в меньшей мере вертикальном удалении от Каялинского интрузива.

Таким образом, приведенные данные указывают на образование руд в средне-низкотемпературных и приповерхностных условиях в парагенетической связи с гранитоидами Каялинской интрузии.

Айюцзорский рудный район по проявлению полиметаллической и свинцово-сурьмяной минерализации является одним из ин-

тересных районов республики. Проведенные за последние годы работы показали, насколько тесно связаны золоторудная и полиметаллическая, золоторудная и свинцово-сурьмяная минерализации. Больше того, установлено, что золотоносными являются полиметаллические месторождения, связанные с медно-молибденовой формацией, поэтому перспективы рудного района и поля в отношении золоторудной минерализации благоприятны, так как они находятся в пределах медно-молибденового пояса. Кроме того, перспективы золоторудной минерализации определяются широким проявлением здесь верхнетретичного магматизма, с которым, как показали исследования автора и других, больше всего связана золоторудная минерализация.

Перспективы золоторудной минерализации рудного поля связаны с его флангами и глубокими горизонтами. Если учесть, что в рудном поле наблюдается вертикальная и горизонтальная зональность в распределении разнотипных минерализаций, то перспективы глубоких горизонтов возрастают. С точки зрения зонального расположения оруденения по отношению к Каялинской интрузии перспективными участками можно считать также северо-западные, северные и северо-восточные ее контакты, где породы подвергнуты сильной гидротермальной переработке.

Другие рудопроявления золото-свинцово-сурьмяных руд

а. Золото-свинцово-сурьмяное месторождение Софи-бина

Месторождение расположено в 3,5—4 км к северу, северо-востоку от Азатекского месторождения.

В геологическом строении месторождения участвуют эоценовые туффиты, туфоконгломераты, туфобрекчии и порфириты, прорванные интрузией сиенито-диоритов и жилами роговообманково-пироксеновых и полевошпатовых порфиритов миоценового времени.

Разведочными работами на участке месторождения установлены две жилы и многочисленные прожилки. По характеру оруденения и условиям залегания они аналогичны с Азатекским. По минеральному составу среди жил и прожилков выделяются кварц-пиритовые, золото-полиметаллические, золото-сульфоантимонитовые и золото-антимонитовые. Преобладающими являются золото-полиметаллические и золото-сульфоантимонитовые.

Главная жила прослежена в северо-запад-юго-восточном направлении с падением на юго-запад 200° под углом 80° . Жила сложного строения в результате наложения разновременных ас-

социаций минералов: кварц-пиритовой, полиметаллической, сульфoантимонитовой и антимонитовой. В составе руд установлены: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, антимонит, самородное золото, буланжерит, геокронит, бурнонит, кварц, кальцит и другие минералы.

Среднее содержание элементов в полиметаллических рудах составляет: Sb—2,03%, Pb—1—3,18%, Cu—0,3—0,5%, Zn—3,0—6,85% (11 проб). Содержание золота по трем пробам составляет 1,9 г/т, серебра—72,3 г/т, висмута—100—300 г/т, Cd—200—500 г/т, Ga—20 г/т.

В антимонит-сульфoантимонитовых прожилках установлены антимонит, буланжерит, сфалерит, редко галенит, пирит, самородное золото, бурнонит, геокронит и плагионит, а из жильных минералов—кварц, кальцит и, редко, барит. В этом типе руд содержится: медь—0,2—0,3%, Pb—от 3% до 50%, цинк—3—10%, мышьяк—0,4—0,5%, сурьма—4%, золото—от 2 г/т до 30 г/т, серебро—от 200 г/т до 1 кг/т, висмут—30—40 г/т, кадмий—800—1000 г/т, галенит—0,3 г/т.

По содержанию меди, свинца, цинка, сурьмы, золота, серебра, висмута и кадмия руды месторождения представляют определенный интерес, но перспективы месторождения на данной стадии изучения ограничены.

В геологическом и минералого-геохимическом отношении руды месторождения Софи-бина сходны с Азатекским и имеют аналогичное происхождение.

5. ЗОЛОТО-КВАРЦЕВАЯ ФОРМАЦИЯ

Золото-кварцевая формация руд является типичной формацией древних металлогенических эпох, поэтому для территории Армянской ССР она нехарактерна.

Золото-кварцевая формация представлена небольшими линзообразными жилами и линзами кварца с убогой сульфидной минерализацией в породах метаморфической толщи Памбакского рудного района (Зар, Ванкидзор и другие проявления) и убогосульфидными жилами в Айоцдзорском рудном районе (Капутсар).

Морфология жил, их текстура, размеры, минеральный состав, содержание золота и сульфидов, а также количество жил в рудных полях варьирует в широких пределах. Редко встречаются одиночные жилы, прослеживающиеся на расстоянии более чем 1 км при значительной мощности (до 1,5—2 м). Жилы расположены вдоль зон скалывания или в крупных разрывах и сопровождаются изменением боковых пород. Образование жил, по-види-

мому, связано в одном случае с палеозойским гранитоидным магматизмом, в другом—с олигоцен-миоценовым.

В Памбакском рудном районе линзы и линзовидные жилы массивного брекчированного кварца заключены в кристаллических сланцах и метаморфизованных вулканитах. Размер линз в поперечнике составляет 2—3 м, а в длину—5—10 м. Линзообразные жилы прослеживаются на несколько сот метров, где раздувы сменяются пережимами, и даже наблюдаются тонкие проводники. В кварце наблюдаются многочисленные включения пород, ориентированные нередко параллельно залеганию пород толщи. Эти включения совместно с кварцем смяты и брекчированы, трещины катаклаза из кварца переходят в включения пород. Как вмещающие породы, так и кварц в линзах рассланцованы и характеризуются полосчатой текстурой.

В составе жил, где 95—98% жильного выполнения составляет кварц, установлены редкие включения пирита, сфалерита, халькопирита и галенита. Содержание золота и серебра в кварцевых жилах низкое и составляет 0,5—2,1 г/т и 5,1—48,0 г/т соответственно.

Убогосульфидные кварцевые жилы на участке Капутсарского проявления находятся в вулканогенных породах эоценового возраста. Здесь установлены более двух десятков жил, которые по простиранию прослеживаются на один и более километра, при мощности 0,5 м. В раздувах мощность жил составляет 1,5—2 м, а вместе с вмещающими, гидротермально измененными породами—10 и более метров. Жилы падают на запад, северо-запад 270—310°, под крутым углом падения—65—85°.

Жильное выполнение в основном представлено молочно-белым, трещиноватым, пористым крупнозернистым массивным кварцем, где встречаются редкие вкрапленники пирита и халькопирита, а еще реже сфалерита, самородного золота и галенита.

Содержание золота и серебра в кварцевых жилах весьма неравномерное и низкое. Оно колеблется в пределах от следов до 2,4 г/т, в единичных пробах до 6,2—16,4 г/т для золота, и от следов до 416,7 г/т (обычно 0,6—18,2 г/т) для серебра.

По форме жилы относятся к простым, четковидным, где раздувы на небольшом расстоянии сменяются пережимами. В редких случаях от жил ответвляются небольшие апофизы. Контакты жил с вмещающими породами четкие, нередко с глиной трения. В них наблюдаются многочисленные включения измененных порфириров, беспорядочно расположенных в общей жильной массе.

Низкое содержание золота и серебра и весьма неравномерное их распределение в жилах, невыдержанность оруденения по па-

дению и быстрое выклинивание жил на глубину делают их неперспективными.

а. Капутсарское месторождение золото-кварцевых руд

Капутсарское месторождение находится в верховьях р. Арпа. Рудопроявление относится к золото-кварцевой формации.

Участок рудопроявления сложен среднеэоценовыми, пироксен-плагиоклазовыми и амфиболовыми порфиритами, туффитами, туфобрекчиями и туфоконгломератами и олигоценовыми андезито-базальтами и жильными диабазовыми порфиритами.

Месторождение приурочено к юго-западному крылу антиклинальной складки северо-западного простирания, разбитой северо-восточными разрывными нарушениями. Здесь геологом А. А. Асатрянном обнаружено 30 жил массивного кварца с небольшим содержанием золота, серебра, свинца, цинка, сурьмы, мышьяка и других элементов. Рудные жилы залегают среди сильно измененных вулканогенных пород. Простирание жил в основном северо-восточное.

Среди кварцевой жильной массы установлена вкрапленность пирита, халькопирита, сфалерита, галенита, редко висмутина. Содержание золота и серебра в рудах низкое.

Ниже приводится краткое описание наиболее представительных жил (З. М. Арутюнян и др., 1966).

Жила № 1 представлена пористым кварцем с убогой вкрапленностью пирита. Она находится в гидротермально измененных—каолинизированных, серицитизированных и пиритизированных породах мощностью до 10 м. Азимут падения жилы 290—310°, угол падения—80—85°. Содержание золота по 15 пробам составляет 0,13 г/т, серебра—1,2 г/т.

Жила № 2 простирается параллельно первой жиле в северо-восточном направлении, с азимутом падения 270—310°, при угле падения 80—85°. Жила сложена пористым, трещиноватым кварцем. Мощность гидротермально измененных пород составляет 8,5 м. Содержание золота в жиле составляет 0,3 г/т, серебра—8,6 г/т.

Жила № 3 находится в зоне гидротермально измененных пород мощностью 5—7 м. Азимут падения жилы 275—310°, угол падения—65—75°. Содержание золота составляет от следов до 16,4 г/т, серебра—от следов до 49,5 г/т.

Жила № 7. Азимут падения жилы 270°, угол падения 85°. Она имеет две апофизы, сложенные молочно-белым кварцем с вкрапленностью пирита, халькопирита и вторичных минералов. В них установлено золото (0,3—6,2 г/т), серебро (от 1,6 г/т до 416,7 г/т). Содержание свинца, цинка, меди составляет сотые

доли процента, сурьмы—десятые. Остальные жилы имеют аналогичные элементы залегания, строение и состав.

Перспективы месторождения ограничиваются низкими содержаниями благородных металлов в жилах и выклиниванием последних на глубине, где содержание металлов становится более низким.

Генетически Капутсарское месторождение золото-кварцевых руд связано с Джермукской группой гранитоидных интрузий верхнетретичного времени, что доказывается расположением золотоносных кварцевых жил в экзоконтактовых вулканогенных породах и нередко, в самых интрузивных породах, фацией глубинности, возрастным взаимоотношением оруденения и пород, геохимическими и минералогическими особенностями руд и пород.

б. Зарский и Ванкидзорский рудопроявления золото-кварцевых руд

Зарский и Ванкидзорский рудопроявления находятся в рудном поле Меградзорского золоторудного месторождения.

Район рудопроявлений сложен древними метаморфическими сланцами и вулканогенными породами, прорванными палеозой-допалеозойскими и третичными интрузиями.

Оруденение представлено убогосульфидными кварцевыми жилами и линзами, заключенными в сланцах и метаморфизованных вулканитах. Жилы северо-восточного и северо-западного простирания с падением на юго-восток ($150\text{--}170^\circ$) и юго-запад ($190\text{--}210^\circ$) под углами от 40° до 80° .

Кварц в жилах и линзах рассланцован, брекчирован и содержит многочисленные включения пород. Следы деформации наблюдаются и на рудных минералах. Нередко жилы секутся апофизами и жилами третичных интрузивных массивов. Все это говорит о древнем возрасте золото-кварцевого оруденения.

В составе кварцевых жил и линз кроме крупнозернистого сливного кварца установлены редкие включения (до 0,5%) пирита, халькопирита, сфалерита, галенита, блеклых руд и очень редко висмутовых минералов (висмутина, тетрадимита).

Жилы характеризуются низкими содержаниями золота (0,9—2,4 г/т), серебра (2,5—48,0 г/т), селена, теллура и других металлов. В рудном концентрате содержится: Cu—0,07%, Pb—1,3%, Zn—0,09%, Sb—0,001%, As—0,46%, Se—10 г/т, Te—120 г/т, Bi—500 г/т, а в пирите из кварцевых жил—Te—60 г/т, Bi—200 г/т, Ag—290 г/т. Повышенные содержания висмута и теллура связаны с наличием висмутина и тетрадимита.

Убогость руд ценными компонентами и ограниченные их запасы делают рудопроявления неперспективными.

6. ЗОЛОТОНОСНЫЕ ВТОРИЧНЫЕ КВАРЦИТЫ

На территории Армянской ССР вторичные кварциты имеют широкое распространение. Известны около 150 месторождений и проявлений вторичных кварцитов, сопровождающихся нередко рудной минерализацией. Только на немногочисленных месторождениях и проявлениях вторичных кварцитов установлены повышенные содержания золота (Каварт), в остальных оно колеблется от сл. до 0,7—1 г/т, при этом золотосодержащими являются кварциты (Каварт, Анкаван, Казачий бугор, Ньюади, Шекерц и др.), образование которых сопровождалось сульфидной минерализацией или предшествовало собственно рудному процессу.

Вторичные кварциты развиваются вдоль крупных разрывных нарушений и имеют вытянутую пластообразную форму длиной 300—350 м и мощностью до 260—300 м при ширине 100—125 м. Занимаемая ими площадь составляет от 5 тыс. кв. м до 45—50 тыс. кв. м. В исключительных случаях вторичные кварциты развиваются по контактам субвулканических интрузий гранитоидов, а также за счет вулканических пород, слагающих жерловую и околожерловую фации (Тандзут и Лермонтово).

Минеральный и химический состав вторичных кварцитов подвергается значительным колебаниям в зависимости от того, за счет каких пород они образовались и какими рудами они сопровождаются. Содержание кремнезема во вторичных кварцитах, образованных за счет кислых и средних эффузивных образований, составляет 93—94%, а во вторичных кварцитах, образованных за счет основных эффузивов и вулканогенно-осадочных пород, преобладают богатые глиноземом минералы (алунит, каолинит, пирофиллит), а кварц занимает подчиненное положение.

Обычно по вторичным кварцитам развиваются кварцеворудные жилы и прожилки, несущие основную долю золоторудной минерализации, т. е. повышенная концентрация золота образуется в связи с отложением продуктивных минеральных ассоциаций собственно рудного периода.

Золото во вторичных кварцитах очень мелкое и распределено крайне неравномерно, в различных весовых соотношениях, достигая в единичных случаях промышленных концентраций (Каварт). Форма золотинок жилковидно-пластинчатая, комковидная, пленоч-

ная, реже губчатая и дендритовидная. Оно ассоциирует с халькопиритом, энаргитом, теннантитом, сфалеритом, галенитом, гематитом, магнетитом, редко молибденитом и вторичными медными минералами.

а. Кавартское месторождение золотоносных вторичных кварцитов

Месторождение находится у с. Каварт, над шестым рудником Кафанского медного месторождения (М. С. Апресян, 1968, 1969).

Площадь вторичных кварцитов составляет 0,03 кв. км, а глубина распространения 250—300 м. В составе вторичных кварцитов Г. А. Саркисяном и Э. М. Налбандяном выделяются следующие фации: монокварцевая, серицит-кварцевая и хлорит-серицит-кварцевая с пиритом, которые переходят к окварцованным, хлоритизированным, серицитизированным и пиритизированным порфиритам. В расположении различных фации вторичных кварцитов наблюдается горизонтальная и вертикальная зональность. В вертикальном разрезе с глубиной монокварциты переходят к серицит-кварцевым метасоматитам, а последние—к серицит-хлорит-кварцевым, а затем к хлорит-кварцевым. На более глубоких горизонтах развиваются диккитовые кварциты, переходящие в околорудной зоне в диаспор-пирофиллит-диккитовые пиритизированные породы.

Вторичные кварциты сопровождаются рудной минерализацией, представленной пиритом, марказитом, энаргитом, халькопиритом, редко самородным золотом, сфалеритом, галенитом, блеклой рудой и другими минералами.

Кроме золота и серебра, во вторичных кварцитах по химическим и спектральным анализам установлены: Cu до 2,2%, Pb—0,007%, Ni—0,003%, Co—0,001%, Sb—0,005%, As—0,28%, Zn—0,05%, Bi—10 г/т, Te—8,5 г/т, Ga—1,85 г/т, Ge—2,5 г/т.

Генезис вторичных кварцитов. В геолого-структурном отношении вторичные кварциты приурочены к пересечениям дорудных рудоконтролирующих разломов. Вторичные кварциты охватывают верхние горизонты доверхнеюрских вулканогенных образований и проявляют пространственную и генетическую связь с выходами субвулканических тел дацитовых порфиров. По Г. А. Саркисяну и Э. М. Налбандяну (1967), вторичные кварциты образовались за счет андезитовых порфиров и туфов андезиодацитового состава. За счет более основных пород образуются хлорит-серицит-кварцевые и серицит-хлорит-кварцевые фации, а за счет кислых—серицитовые, серицит-кварцевые и кварцевые.

Абсолютный возраст вторичных кварцитов по вышеуказанным авторам составляет 142—155 млн. лет. Наряду с этим гальки вторичных кварцитов были обнаружены в толще туфоконгломератов основания верхнеюрского осадочного комплекса. В отношении медно-полиметаллического оруденения пропилиты и вторичные кварциты являются дорудными образованиями и генетически связываются с очагами субвулканических кварцевых порфиров.

6. Другие проявления золотосодержащих вторичных кварцитов

Золотосодержащие вторичные кварциты (Анкаванская группа, Казачий бугор, Лермонтово, Гюмур, Бурма, Пограничные, Шек-Керц, Ньюади и др.) обнаружены почти во всех рудных районах Армянской ССР (Туманянском, Ноемберянском, Памбакском, Айоцдзорском, Зангезурском и др.). Образовались они за счет эффузивных и интрузивных пород под влиянием кислых гидротермальных растворов. Формы и размеры вторичных кварцитов различны (М. С. Апресян, 1968, 1969).

Рудная минерализация во вторичных кварцитах представлена пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом и другими минералами, образующими редкие и тонкие включения. В них низко также содержание благородных металлов—золота (до 1,5—1,6 г/т) и серебра (1,5—14,5 г/т).

Б. ЭКЗОГЕННЫЕ ФОРМАЦИИ

1. ЗОЛОТОНОСНАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ШЛЯПА СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Известно, что золото в виде примеси находится в рудах колчеданных, полиметаллических и медно-молибденовых месторождений. При окислении сульфидов находящееся в них золото высвобождается и отлагается в зоне окисления и вторичного сульфидного обогащения, образуя в отдельных случаях промышленные концентрации, пригодные для самостоятельной разработки.

Зона окисления и вторичного сульфидного обогащения на золотосодержащих сульфидных месторождениях Армянской ССР не имеет широкого развития и достигает глубины первых десятков метров.

На тех сульфидных месторождениях, где имело место наложение продуктов более поздних золотоносных гидротермальных растворов на ранние сульфидные руды (Тандзут), продукты зо-

ны окисления представляют практический интерес и могут служить источником извлечения золота.

Золотоносная железная шляпа в зоне окисления Тандзутского месторождения образует полосу близширотного простира-ния, прослеживающуюся до участка Акопи-джур Гамзачиман-ского месторождения. Общая длина полосы составляет 2—2,5 км, при средней ширине несколько сот метров и мощности от 10 м до нескольких десятков метров. Содержание золота на отдельных участках железной шляпы колеблется в широких пределах.

Золото в зоне окисления в основном представлено тонкозер-нистыми моховидными агрегатами и мельчайшими включениями более темного цвета и нехарактерного для золота блеска. Оно находится в трещинах и ячеистых структурах лимонитов и других минералов зоны окисления.

В зоне окисления золото ассоциирует с кварцем, халцедо-ном, гидратами окиси железа и марганца, баритом, различными карбонатами, халькозином, ковеллином, нередко самородным серебром, медью, теллуратами и другими продуктами коры вы-ветривания.

Распределение золота в железной шляпе и в зоне вторично-го сульфидного обогащения неравномерное—богатые золотом участки чередуются с пустыми и бедными. Богатые участки со-средоточены вдоль определенных структур, по которым циркули-ровали рудничные воды, в узлах пересечения разноориентирован-ных трещин и в поверхностных участках первичных руд.

а. Золотоносная железная шляпа Тандзутского серноколчеданного месторождения

Тандзутское месторождение как серноколчеданное известно издавна и эксплуатировалось с перерывами с 1903 по 1926 гг. Данные о золотоносности колчеданных руд были известны еще с 1930—1935 гг. В 1935 г. в качестве источника россыпного золо-та р. Агстев в числе других Г. Эристави указывал и Тандзутское месторождение, в серноколчеданных рудах которого по 4 пробам определялось золото в количестве 1,2—4,2 г/т. Дальнейшие ра-боты по золоту проводились с 1950 г.

В геологическом строении месторождения принимают учас-тие кварцевые порфириты и альбитофиры среднеэоценового воз-раста, на которые несогласно налегают туфогенные породы. Эти породы секутся дайками плагиоклазовых порфиритов, к зальбан-дам которых тяготеет медноколчеданное, полиметаллическое ору-дование. Измененные кварцевые порфириты, порфиры и аль-

битофиры образуют брахиантиклинальную складку северо-западно-восточного простирания, которая с юга и севера ограничивается разрывными нарушениями, соединяющимися друг с другом к востоку от месторождения. Оруденение контролируется южным—Тандзутским нарушением.

Главным типом руд является серноколчеданный, представленный тремя линзами—«Основной», «Южной» и «Северной», залегающими среди измененных кварцевых порфиров и альбитофиров.

В минеральном составе серноколчеданных руд установлены: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, энаргит, блеклая руда, виттихенит, станнин, рутил, ковеллин, самородное золото и серебро. Руды имеют массивную, колломорфную, брекчиевидную, тонкополосчатую, прожилково-вкрапленную текстуру.

В рудообразовании выделяются серноколчеданная и полиметаллическая стадии минерализации.

В отношении золота большой интерес представляют прожилково-вкрапленные медные и полиметаллические руды, имеющие площадное распространение. Следует отметить, что повышенные содержания золота в рудах Тандзутского месторождения в некоторой степени связаны с наложенностью золоторудной минерализации в связи с формированием Гамзачиманского золото-шеелитового месторождения. Золото-полиметаллические руды занимают восточный фланг месторождения и переходят в участок Аюк-Джур Гамзачиманского месторождения. Обнаруженная золото-теллуровая ассоциация минералов в этих рудах подтверждает выдвинутое соображение.

Содержание золота и серебра на отдельных участках этой полосы колеблется в широких пределах. Золотоносны также гипогенные медные и полиметаллические руды, в составе которых установлены халькопирит, сфалерит, галенит, энаргит и другие сульфосоли совместно с золотом.

Кроме благородных элементов, в рудах установлены концентрации ряда редких элементов: селена 101 г/т, теллура—33 г/т, германия—1 г/т, висмута—29 г/т, таллия—1—2 г/т.

При комплексной переработке окисленных и серноколчеданных руд из них попутно можно извлекать золото, серебро, селен, теллур и висмут.

2. ЗОЛОТОНОСНЫЕ РОССЫПИ

Среди россыпных месторождений золота для территории Армянской ССР в основном можно выделить следующие типы:

элювиальные и аллювиальные. Последние подразделяются на русловые, долинные и террасовые.

В зависимости от геологических и геоморфологических особенностей строения территории республики, скорости эрозии и сноса эродированного материала отсутствовали благоприятные условия для образования крупных россыпных месторождений. Отсутствие древних золоторудных месторождений исключило возможность образования морских и ископаемых россыпных месторождений. Только в результате разрушения верхних горизонтов молодых золоторудных месторождений образовались небольшие по размеру и запасам элювиальные и аллювиальные месторождения в бассейнах рек Мармарик, Сот и Агстев. Золото в количестве нескольких знаков было установлено в аллювиальных отложениях почти всех остальных рек—Дебед, Арпа, Воротан, Памбак, Касах, Ахурян, Гехи, Дзорагет, Мегригет и др. Но условия, необходимые для образования россыпных месторождений золота, существовали не для всех рек.

Небольшие элювиальные россыпи установлены на Зодском, Меградзорском, Гамзачиманском и Тейском месторождениях, где они занимают площадь 0,05—0,1 кв. км. Среди них отличаются элювиальные россыпи Зодского месторождения, откуда извлечены самородные частицы весом до 150,5 г. Мощность элювиального покрова составляет 0,2—3 м. Золото находится в трещинах коренных пород и углублениях рельефа, а в отдельных случаях среди корней растений. Золотины характеризуются неокатанностью, неправильными пластинчатыми формами, размером до 1 см, а изредка и более. Преобладает мелкая фракция.

Аллювиальные (русловые, долинные и террасовые) россыпи развиты в бассейнах рек Агстев, Сот, Мармарик, Головинка, Русская балка. Длина русловых россыпей нередко достигает до нескольких десятков километров. Например, для р. Агстев она составляет 70 км, начиная от с. Лермонтово до г. Иджевана. Этот тип аллювиальных россыпей характеризуется шириной 10—60 м для русловых и 100—150 м, редко до 600 м (для р. Мармарик)—для долинных. Мощность речных отложений достигает до 120—150 м. Содержание золота в долинных и русловых россыпях достигает до 1,56 г/м³ песка.

Террасовые россыпи развиты в долине р. Агстев, на участке Большой Гилут Гамзачиманского месторождения, в районе г. Дилижана и в долинах рек Головинка и Русская балка. Здесь золото находится на нескольких горизонтах и характеризуется неравномерным, кустовым распределением.

Содержание золота в отдельных террасах составляет до 2,0 г/м³ песка. Золото в них приурочено к горизонту плотных

речников, прослеживающихся на 400—500 м, при ширине в среднем 50—60 м и мощности плотика 1—1,5 м.

Золото в русловых, долинных и террасовых россыпях встречается в ассоциации с кварцем, магнетитом, бурым железняком, нередко шеелитом, пиритом, ортитом, ильменитом, галенитом, халькопиритом. Оно представлено в виде золотинок овальной, пластинчатой (чешуйчатой) формы и, очень редко, в виде зерен размером 0,5—2 мм в поперечнике. Наиболее крупные самородки весят 146 г. Доминирующая фракция меньше 1 мм. Проба золота 750—960.

Практический интерес представляют россыпи рек Сот, Мармарик и Агстев.

а. Золотоносные россыпи Зодского месторождения

Золотоносные россыпи Зодского месторождения были известны издавна и разрабатывались. Образование россыпей связано с разрушением коренных выходов золотоносных кварцево-рудных жил и зон Центрального и Тигранасарского участков.

Золотоносные россыпи хорошо развиты в бассейнах рек Сот, Тигранaget, Соютлу, Сейдляр. Россыпи по условиям образования делятся на аллювиальные, элювиальные, делювиальные и пролювиальные. Среди отмеченных типов широкое развитие имеют аллювиальные россыпи, которые представляют практический интерес.

В аллювиальных россыпях выделяются русловые, долинные и террасовые. Из них широко представлены долинные с промышленным содержанием золота. Русловые россыпи характеризуются низким содержанием золота. Только для русловых отложений р. Тигранaget оно высокое и составляет до 3 г/м³ песка.

Среди россыпей месторождения хорошо изучены россыпи реки Сот и Тигранaget. Разведочными работами (Э. М. Мадатян, 1971) вскрыты поверхности двух надпойменных террас высотой 0,8 м и 2,5—4 м над уровнем реки Сот.

Первая терраса прослеживается шириной от нескольких метров до 50—60 м, вторая терраса имеет небольшое развитие и сохранилась лишь на отдельных участках. Ширина поймы р. Сот составляет 10—25 м, уклон современного русла реки равняется 1—1,2°.

Протяженность разведанных россыпей р. Тигранaget составляет 2 км при ширине продуктивного пласта 20 м, мощности слоя 2—3 м. Среднее содержание для разведанной части составляет 0,9 г/м³ породы. Общая протяженность россыпей р. Сот составляет более 10 км. Из них разведаны 3 км со средней шириной плас-

та 20 м, мощностью пласта 1,5 м и средним содержанием золота 0,6 г/м³ песка.

Золото распределено по всему разрезу аллювий, но высокие содержания его обнаружены в породах, залегающих на коренные породы или вблизи них. Мощность металлоносного пласта долины р. Сот составляет 2—3 м (в отдельных случаях 4—6 м), ширина пласта 40—120 м. Размер золотинок от долей миллиметра до 4—5 мм. Количество золотинок от нескольких знаков до 400—500. Промывкой в россыпях р. Тигрангет обнаружены самородки весом до 150,5 г.

Золотины в россыпях средне- и плохоокатанные, встречаются также неокатанные. По форме установлены пылевидные, игольчатые, чешуйчатые, пластинчатые золотины. Поверхность зерен неровная, мелкоямчатая и шероховатая.

В россыпях золото ассоциирует с галенитом, пиритом, серебром, магнетитом, лимонитом, киноварью, нередко с халькопиритом и теллуридами, цирконом, рутилом, апатитом и другими минералами.

Более 10—15 км составляет протяженность россыпей рек Сейдляр и Соютлу, при ширине пласта от 6 м до 200 м (в ср. 10 м), мощности 1,5—5 м и ср. содержания Au 0,6 г/м³. Здесь преобладает крупная фракция, среди них найдены самородки весом 15,2 г. Золото находится в приплотиковой части россыпи, где оно сконцентрировано в щелях и углублениях пород.

Масштабы развития россыпей и высокие содержания золота делают их перспективными.

б. Месторождения золотоносных россыпей р. Агстев

Дилижанское месторождение. Район месторождения охватывает бассейн верхнего течения р. Агстев, в районе гор. Дилижана вплоть до слияния с ней притока Агарцин.

О золотоносности верхнего течения р. Агстев, судя по остаткам древних выработок, было известно в 1806—1808 гг. В 1851 г. между г. Дилижаном и р. Блдан были выявлены россыпи, которые с перерывами разрабатывались старателями. В 1944—45 гг. месторождение изучалось С. Г. Асламазовой, А. С. Горбаченко и Т. М. Степаняном.

Россыпи протяженностью 5 км, шириной 25—50 м и мощностью песков до 3 м приурочены к аллювиальным отложениям, состоящим из горизонтов плотных и рыхлых речников. Содержание золота составляет от 100 мг до 20 г на 1 куб. м породы.

Золото встречается главным образом в плотных речниках в виде золотинок овальной, пластинчатой (чешуйчатой) формы и

очень редко в виде зерен размером 0,5—2 мм в поперечнике. Крупные пластинки не встречаются, наибольшие из них не превышают 1—2 мм, реже 3—4 мм, доминирующая фракция меньше 1 мм. Вес золотинок очень редко превышает 50—100 мг. Цвет золота светло-желтый, проба от 720 до 960. Спутниками золота в шлихах являются магнетит и бурый железняк.

Россыпные золотоносные месторождения долины р. Агстев получают исходный материал из ее притоков, текущих с северного склона Памбакского хребта.

Россыпное золото района Дилижана связано с участками окварцованных гидротермально измененных и оруденелых пород, которые установлены у сс. Головино, Фиолетово и в ряде других пунктов, а также с золото-сульфидными, золото-шеелитовыми рудами Гамзачиманского месторождения и с вторичными кварцитами участка Казачий бугор и других, расположенных вдоль Маймех-Мегрутского разлома.

в. Золотоносные россыпи Гамзачиманского месторождения

1. Русловые россыпи были установлены по правым притокам р. Агстев—Муравьятник, Аколи-джур, Малый Гилут, Большой Гилут, Чангили-тапа, Спитак-джур, Цклаки-ахпюр. Длина россыпей достигает 1—2 км при ширине 15—20 до 30 м. Мощность продуктивных песков достигает 1—1,5 м. Эти россыпи перспективны.

Россыпь по р. Цклаки-ахпюр содержит Au—0,139 г/м³, ортита до 2242 г/м³ и шеелита в среднем 45 г/м³. Россыпь по р. Аколи-джур при длине в 2 км и ширине 25—30 м содержит Au—0,1—0,26 г/м³, ортита—400—5320 г/м³, шеелита—30—164 г/м³.

Россыпь р. Муравьятник содержит Au—0,04—0,45 г/м³, шеелита 90 г/м³, а россыпь по р. Чангили-тапа—Au 0,06—0,1 г/м³ и ортита 2—10 кг/м³ песка.

2. Долинные россыпи развиты по р. Агстев и между правыми ее притоками, где они перекрыты конусами выноса. Длина долинной россыпи по р. Агстев 8,5 км. Мощность отложений 70—120 м, в отдельных пробах содержание золота составляет 0,91—1,56 г/м³.

3. Террасовые россыпи по р. Агстев. Первая надпойменная терраса на участке Большой Гилут содержит в среднем: Au—0,533 г/м³, ортита—3211,6 г/м³, шеелита—154 г/м³, на отдельных участках содержание золота достигает 1,5—2,9 г/м³, ортита—до 14,4 кг/м³, шеелита—до 982 г/м³.

Описанные россыпи образовались за счет размыва коренных выходов золото-сульфидных и золото-шеелитовых руд Гамзачиманского месторождения.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ

1. МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Минеральный состав руд золоторудных формаций Армении довольно сложен и разнообразен и включает большое число самородных элементов (Au, Ag, Bi, Sb, Cu, Te), сульфидов, арсенидов, теллуридов, сульфосолей, окислов, карбонатов, сульфатов, вольфрамов и силикатов (Ш. О. Амирян, 1960—1978).

Перечисленные минералы образуют самые разнообразные парагенезисы и ассоциации, выделившиеся во многих стадиях рудного процесса и в различных физико-химических условиях в зависимости от формационной принадлежности месторождений.

Установленные в рудах золоторудных месторождений минералы отличаются не только многообразием видов, ассоциациями, но и количественным и качественным проявлением, распространенностью, структурно-текстурными особенностями, числом генераций и их химизмом, типоморфными свойствами и другими признаками.

Среди обнаруженных минералов особые группы составляют теллуриды золота, серебра, висмута, свинца, никеля, ртути и меди, арсениды железа, никеля и кобальта, сульфосоли свинца, висмута, сурьмы, мышьяка и меди.

Для руд золоторудных месторождений характерными являются минералы меди, свинца, цинка, сурьмы, мышьяка, теллура, висмута, в отдельных случаях—вольфрама, молибдена, никеля и кобальта. Среди жильных минералов главными являются кварц, халцедон, кальцит, анкерит и родохрозит.

Установлено, что наиболее часто встречаются следующие ассоциации: золото-арсенопиритовая, пирит-халькопиритовая, золото-полисульфидная, золото-полиметаллическая (золото, сфалерит, галенит, халькопирит, блеклые руды), золото-теллуровая, кварц-

карбонат-антимонитовая, золото-шеелитовая, кварц-молибденитовая, кварц-золото-сульфоантимонитовая, галенит-сфалеритовая, пирит-пирротин-арсенопиритовая, кварц-пиритовая и другие.

Совместное проявление и нахождение минералов цветных, благородных и редких элементов придает рудам золоторудных месторождений комплексный характер и повышает их промышленную ценность.

Описание минералов приводится по следующим группам: гипогенные минералы (самородные элементы, сульфиды и сульфосоли, теллуриды, окислы, вольфраматы), жильные минералы, гипергенные минералы и минералы гидротермально измененных пород. Минералы описаны различной детальностью в зависимости от степени их изученности, распространенности, практического и научного значения. Большое внимание уделено описанию гипогенных рудных минералов, особенно редких, которые в других регионах Союза в таком количестве и сочетании не встречаются.

1. ГИПОГЕННЫЕ РУДНЫЕ МИНЕРАЛЫ

а. Самородные элементы

Золото установлено в рудах всех золоторудных формаций. Оно находится в следующих минеральных типах руд: золото-арсенопиритовом (Зод, Тей), золото-теллуровом (Зод, Меградзор), пирит-халькопиритовом (Арманис, Меградзор), золото-полисульфидном (Зод, Гамзачиман, Гегарчин, Меградзор), золото-полиметаллическом (Арманис, Лалигюх, Азатек, Шаумян-Халадж), золото-шеелитовом (Гамзачиман), золото-сульфоантимонитовом (Азатек, Гегарчин) и золото-кварцевом. Самородное золото установлено также в россыпях в ассоциации с пиритом, магнетитом, ильменитом и редко с теллуридами (Зод).

Наиболее тесно золото ассоциирует с галенитом, блеклыми рудами, энаргитом, теллуридами серебра, золота, свинца, висмута, никеля, ртути и меди, сульфосолями свинца и сурьмы, висмута, серебра, меди и мышьяка, а также с кварцем, кальцитом, родохрозитом, сидеритом, анкеритом и другими минералами.

Широким распространением золото пользуется в золото-теллуровых, золото-арсенопиритовых, золото-полиметаллических типах руд. Как в этих, так и в других типах руд золото из растворов выделялось после всех минералов. Оно развивается по трещинкам, контактам зерен и агрегатов жильных и рудных минералов, в друзовых пустотках кварца и карбоната, нередко образуя прожилки длиной 1,5—5 см.

В более крупных выделениях золота нередко содержатся включения сульфидов, теллуридов и кварца, которыми обусловлены примеси железа, сурьмы, мышьяка, свинца, теллура и других элементов (табл. 1).

Самородное золото представлено в пластинчатых, скелетообразных, амёбовидных, губчатых, изометрических, дендритообразных, палочковидных и других формах (рис. 7—10). Нередко образует мелкие недоразвитые кристаллы (рис. 10). Размер золотинок колеблется в широких пределах—до 0,3 и более сантиметра для изометрических, 0,5 см в длину для удлинённых и 1—1,5 кв. см—для листоватых, пластинчатых. Преобладает тонкодисперсное золото (60—80%). На Зодском месторождении в одной и той же ассоциации выделяется раннее и позднее золото. Раннее золото в виде тонких округлых включений находится в арсенопирите, сфалерите, пирите, пирротине и других минералах, а позднее золото в виде прожилок пересекает агрегаты и зерна

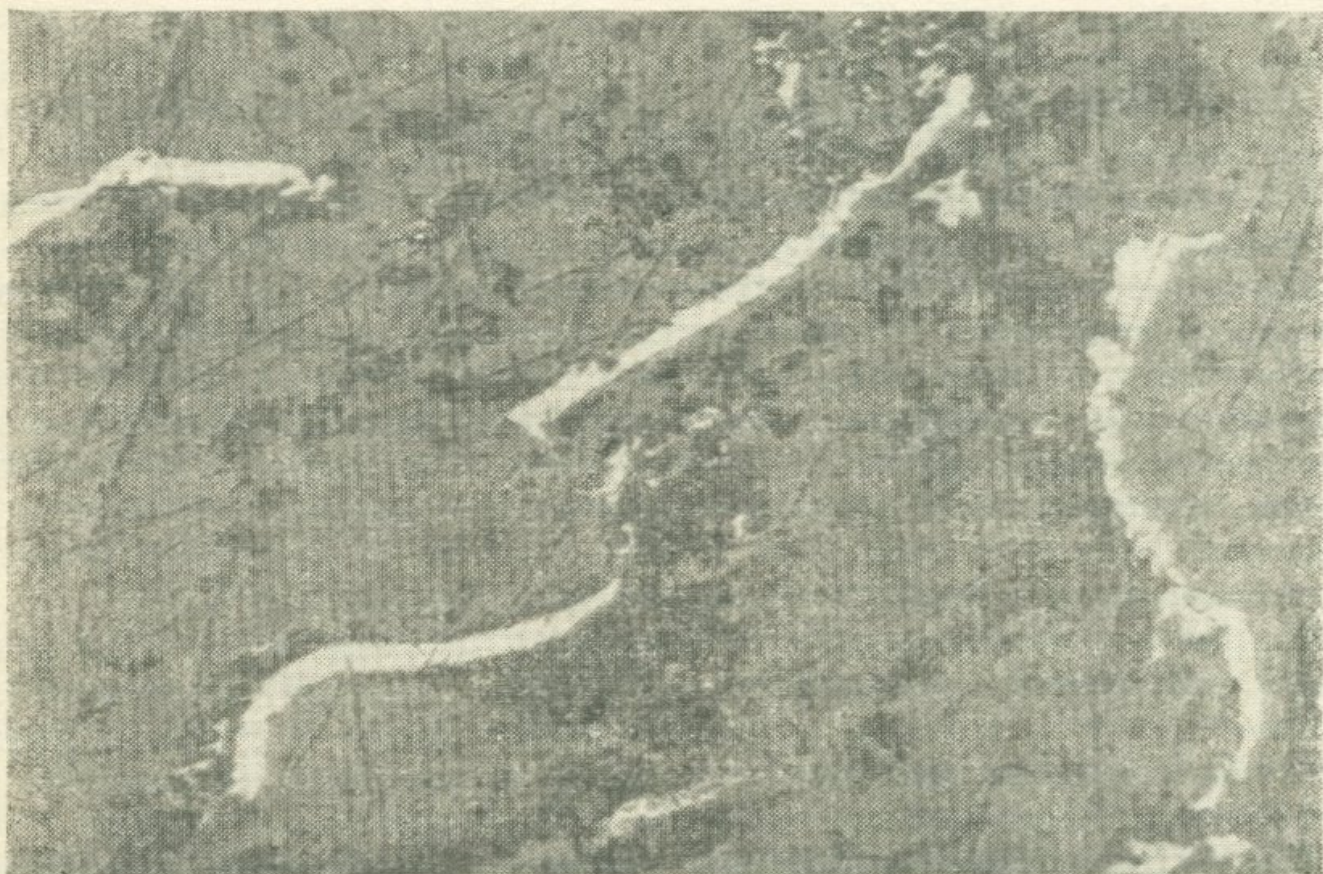


Рис. 7. Пластинки золота (белое), развивающиеся по краям зерен кальцита (серое), черное—выбоины. Зодское месторождение. Полированный шлиф. х 60.

всех сульфидов и теллуридов. Кроме гипогенного, самородное золото на Зодском и Меградзорском месторождениях имеет также

гипергенное происхождение, где оно образовалось от разложения теллуридов и сульфидов. Вторичное золото имеет тонкозернистое строение. В агрегатах вторичного золота участвуют многочисленные зерна изометрической формы. Цвет такого золота тусклый, без особого блеска. Вторичное золото наблюдается в трещинах усыхания лимонитов и вокруг выделений первичного происхождения, от которых отличаются отражательной способностью, цветом и структурой.

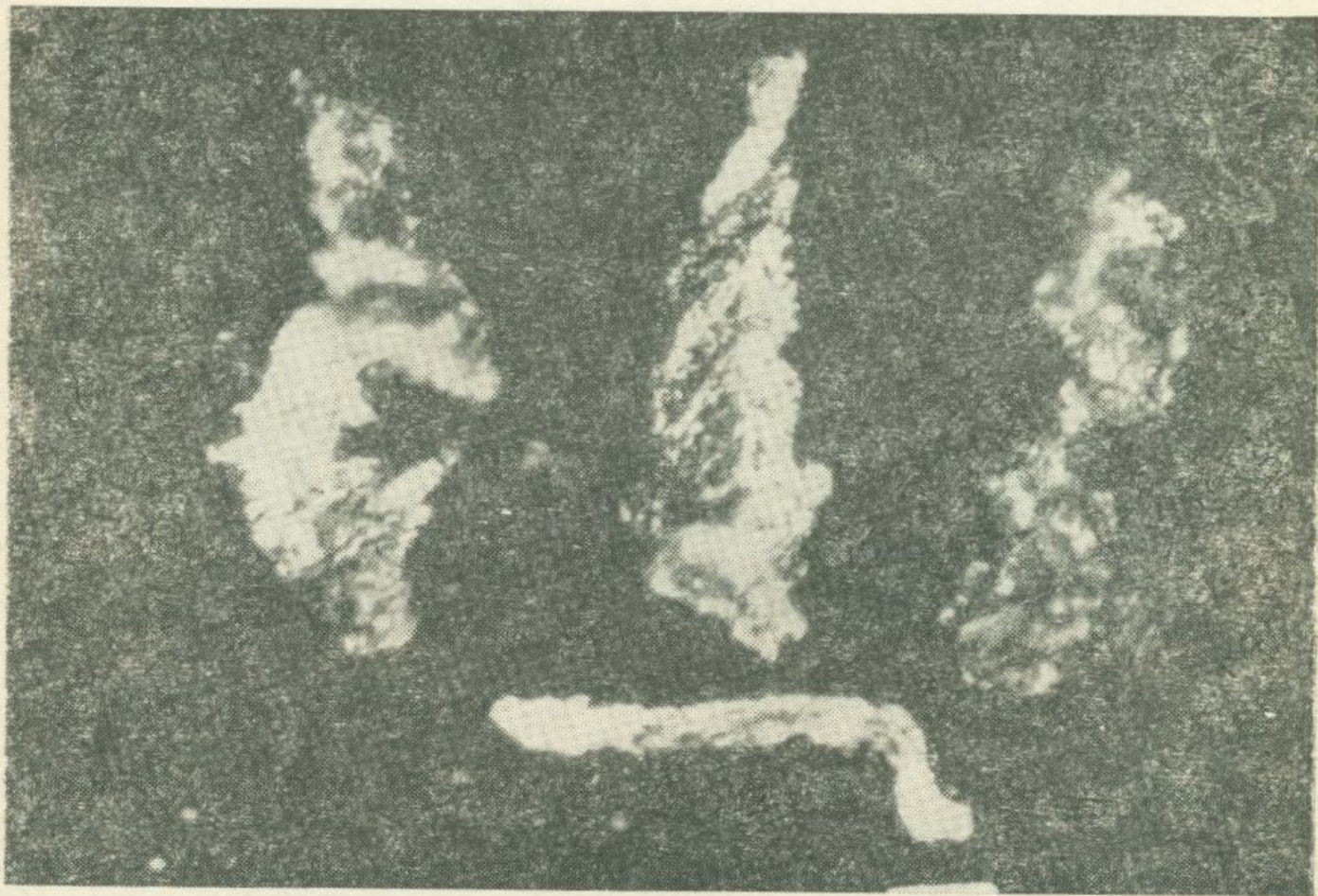


Рис. 8. Удлиненные формы самородного золота. Меградзорское месторождение.
Ув. 16 х.

Самородное золото установлено в пирите, арсенопирите, сфалерите, галените, гессите, теллуrowисмутите, алтаите, герсдорфите, ваэсите, полидимите, пирротине, халькопирите и многих других минералах. Прожилковые формы золота чаще всего встречаются в пирите, сфалерите и арсенопирите. Особо следует отметить срастание золота с теллуридами—гесситом, петцитом, сильванитом и другими. Гессит и петцит обычно сопровождаются тонкими прожилками золота. Последние в полях гессита и петцита отлагаются вокруг включений кварца и карбоната.

Самородные частицы золота под бинокулярным микроскопом и макроскопически характеризуются различными оттенками цвета—золотисто-желтого, красновато-желтого и зеленовато-желтого.

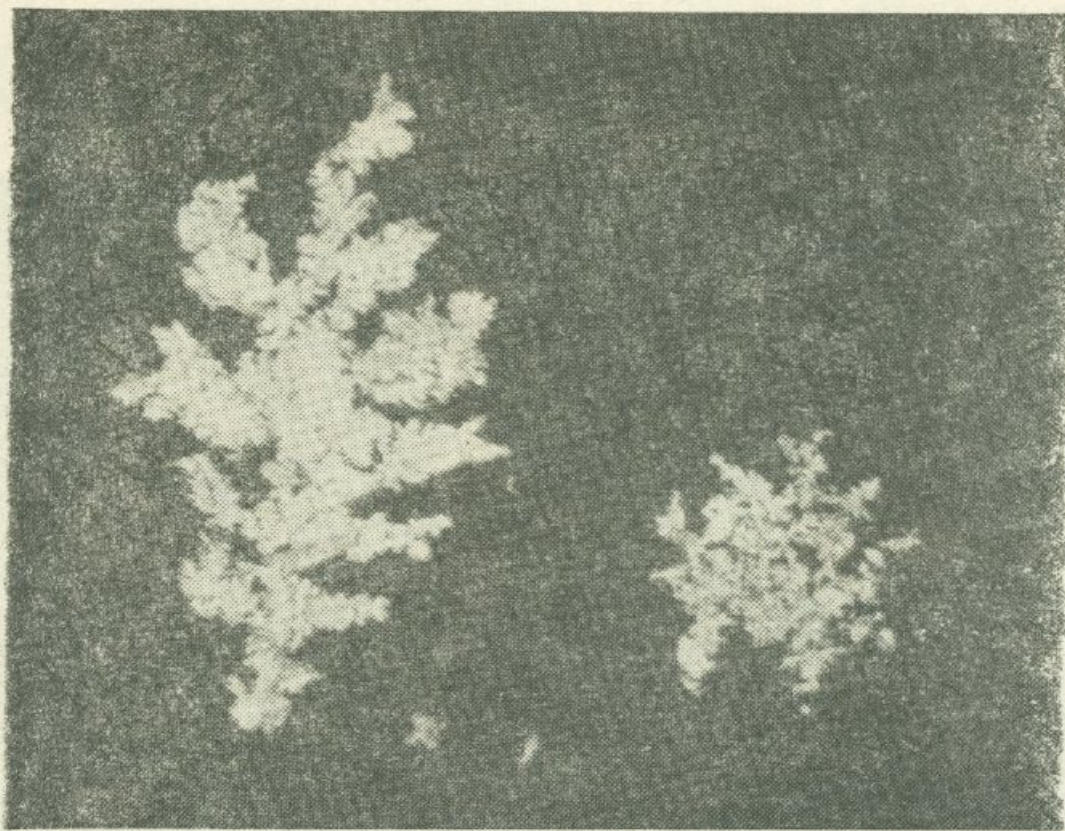


Рис. 9. Дендритовые формы самородного золота. Зодское месторождение.
Ув. 16 х.

Самородное золото характеризуется высокопробностью (табл. 1): 780—870 для Тейского, 840—953 для Зода, Гамзачимана, Гегарчина; 825—950 для Меградзора, 720—960 для россыпного золота. Среди золоторудных месторождений низкой пробой характеризуется золото из Арманинского месторождения, что по микроскопическим наблюдениям и золото-серебряному отношению приближается к электруму с пробой 700—750.

Золото из различных ассоциаций минералов характеризуется различной пробой. На Зодском месторождении самая высокая проба у вторичного золота—953, дальше следует золото из арсенипиритовых и полисульфидных руд—930, а еще ниже проба у золота из золото-теллуровой ассоциации—840. На Азатекском месторождении золото из полиметаллической ассоциации более высокопробное (927), чем из сульфоантимонитовой (830). На Тейском месторождении более высокой пробой характеризуется

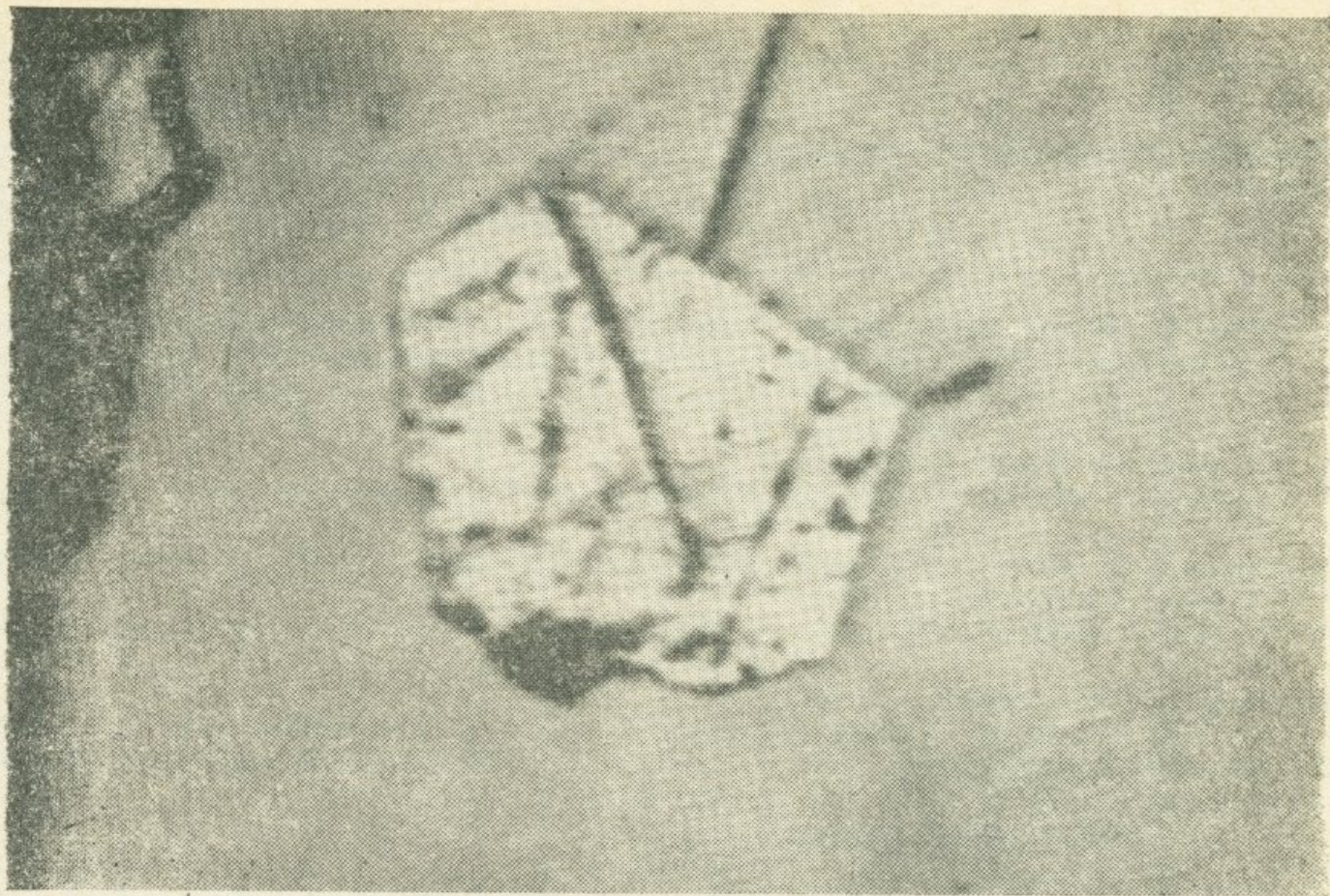


Рис. 10. Метакристалл золота. Черное—карбонат. Личквасское месторождение. Полированный шлиф. х 210.

золото из полисульфидных руд (870), а в арсенопиритовой ассоциации она составляет 780. В полисульфидных рудах Меградзорского месторождения проба золота составляет 913—950, а в золото-теллурических—825—850. Как следует из приведенных данных, по мере понижения температуры минералообразования проба золота понижается.

Основной примесью, определяющей пробность золота, является серебро, концентрация которого повышается в последовательности отложения руд и минералов. В тех ассоциациях, где самородное золото характеризуется низкой пробой, совместно с золотом установлены самородное серебро и другие минералы серебра.

Установлено, что степень срастания золота с рудными и жильными минералами на различных месторождениях различна и варьирует в широких пределах. При этом свободное золото составляет 11,5—27,5%, золото в сростках 48,5—83,5%, в суль-

Химический состав золота из золоторудных месторождений

Месторождения	Ассоциации минералов	Содержание					
		Au	Ag	Fe	Cu	Sb	As
Зод	Золото-теллуровая	84,14	14,85	0,024	0,01	0,005	0,004
	Золото-сульфидная	93,03	6,13	0,26	0,005	0,005	0,009
	Вторичное золото	95,3	5,00	0,051	0,005	0,005	0,001
	Золото-теллуровая и золото-сульфидная вместе	93,22	5,07	0,18	0,43	—	0,01
Гегарчин	Золото-сульфидная	92,7	6,95	0,30	0,003	0,007	0,01
	Золото-сульфоантимонитовая	83,04	15,58	0,03	0,14	0,015	0,06
Меградзор	Золото-теллуровая и золото-сульфидная	91,31	6,79	0,13	0,003	0,06	0,006
	Золото-теллуровая	82,5 — 85,0	5,6	0,02	0,003	0,01	0,001
	Золото-сульфидная	92,5 — 95,0					
Тей	Золото-арсенопиритовая	78,0					
	Золото-полиметаллическая	87,0	4,0	0,2	0,03	—	0,1

фидах от 5 до 79,3%, а с пленкой—2,4—4,2%. Это значит, что к различным рудам следует применять различные технологические схемы обработки.

В рентгенограмме золота получены следующие сильные линии: (10) 1.229; (9) 1.431; (9) 2.32; (8) 1.178; (7) 2.00.

Серебро установлено в рудах Зодского, Гегарчинского, Меградзорского и Арманинского месторождений (Ш. О. Амирян, 1961, 1968, 1971). Оно встречается в самых различных парагенетических ассоциациях и минералах—халькопирите, блеклой руде, сфалерите, галените.

На Зодском месторождении самородное серебро находится в двух ассоциациях—золото-теллуровой и полиметаллической, на Арманиском—в пирит-халькопиритовой, где оно ассоциирует с золотом, висмутином, саффоритом, на Меградзорском—золото-теллуровой и золото-полиметаллической, а на Гегарчинском—в золото-полиметаллической.

элементов в %								Аналитик и автор
Ni	Bi	Te	Se	Zn	Pb	н. о.	Σ	
—	0,007	0,01	0,002	—	—	0,52	99,572	Ф. А. Ферьянчик (Ш. О. Амирян)
—	0,005	0,03	0,003	—	—	0,58	100,57	
—	0,005	0,02	—	—	—	0,26	100,677	
0,01	—	0,025	0,004	—	0,15	1,13	100,229	Ф. А. Ферьянчик (Н. Н. Гагунова)
—	0,002	—	—	0,008	0,005	0,30	100,312	Ф. А. Ферьянчик (Ш. О. Амирян и А. Г. Акопян, 1964)
—	0,007	—	—	—	0,001	1,13	99,003	
—	—	0,03	0,039	—	—	2,30	100,668	Ф. А. Ферьянчик (Ш. О. Амирян, 1968; П. С. Бернштейн и др., 1968)
—	0,001	0,02	0,003	0,001	—	—	—	
—	0,001	—	—	0,02	0,002	—	—	Л. А. Николаева (Ш. О. Амирян, 1971)

Самородное серебро представлено дендритообразными, червеобразными, изометрическими и другими частицами размером от 0,001 до 1 мм. Кроме первичного серебра на Зодском месторождении совместно со вторичным золотом встречается также гипергенное серебро. В таких случаях выделения серебра состоят из многочисленных зерен, что хорошо видно при травлении. Нередко оно образует тонкие пленки и прожилочки в сульфидах. По времени выделения самородное серебро является одним из поздних минералов, более поздним, чем золото.

Для серебра из Зодского месторождения получена рентгенограмма (Ш. О. Амирян, 1974), которая сходна с эталоном (В. И. Михеев, 1957) и содержит следующие сильные линии: (10) 2.31; (9) 2.02; (10) 1.435; (10) 1.220; (7) 1.168.

В и с м у т. Самородный висмут является редким минералом и был встречен только в рудах Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961), где он образует зернистые агрегаты размером

0,015—0,05 мм. Висмут ассоциирует с арсенопиритом, сфалеритом и галенитом, находясь в них в виде тонких включений. Нередко развивается по контакту рудных минералов и по спайности карбоната.

Теллур обнаружен в рудах Зодского месторождения, в ассоциации с теллуrowисмутитом, алтаитом, гесситом, галенитом, бурнонитом, теннантитом, пильзенитом и волинскитом (Ш. О. Амирян, 1961).

Самородный теллур заполняет промежутки зерен и агрегатов теллуrowисмутита, алтаита и сульфидов, что свидетельствует о позднем отложении его по сравнению с ассоциирующими минералами.

Сурьма является редким минералом в рудах золоторудных месторождений. Установлена только на Зодском месторождении (Ш. О. Амирян, 1971), где концентрация сурьмы в растворах была довольно высокой, и из них выделялись многие ее сульфиды и сульфосоли.

Самородная сурьма ассоциирует с антимонитом, буланжеритом, джемсонитом, бертьеритом и геокронитом. Она в виде небольших аллотриоморфных выделений размером 0,001—0,01 мм находится в полях антимонита, бертьерита, буланжерита и джемсонита, замещая последние.

б. Сульфиды и сульфосоли

Никелин установлен только на Зодском золоторудном месторождении, где он ассоциирует с миллеритом, хлоантитом и гарниеритом (Ш. О. Амирян, 1961, 1973).

Никелин образует овальные, каплевидные выделения и концентрические агрегаты с радиально-лучистым строением. Размер агрегатов составляет 0,2—0,5 см. Агрегаты никелина окаймляются или пересекаются прожилками хлоантита и миллерита. По указанным минералам, на верхних горизонтах развиваются гарниерит, скородит, аннабергит и нередко эритрин.

Полученная рентгенограмма (Ш. О. Амирян, 1974) сходна с эталоном (В. И. Михеев, 1957) и содержит следующие сильные линии: (6) 2.63; (5) 1.778; (5) 1.490; (5) 1.328; (5) 1.035.

Ковеллин первичного происхождения был установлен в рудах Зодского, Меградзорского (Ш. О. Амирян, 1961, 1968) и Тандзутского месторождений, где он ассоциирует с пиритом, халькопиритом, блеклыми рудами, энаргитом, халькозином, галенитом и борнитом.

Молибденит установлен на Тейском, Личкваском, Меградзорском, Гамзачиманском и Гегарчинском месторождениях,

где образует самостоятельные ассоциации с халькопиритом, пиритом и редко сфалеритом и галенитом. Кроме того, молибденит в виде примеси проявляется в пирит-халькопиритовых, медно-мышьяковых и полиметаллических рудах (Гегарчин, Меградзор). В молибдените установлены повышенные концентрации: Se (50 г/т), Te (40 г/т), Bi (40 г/т) и Re (до 160 г/т).

Лёллингит присутствует в виде второстепенной примеси в пирит-арсенопиритовых рудах Зодского месторождения, где он тесно сростается с пиритом и арсенопиритом. Образует зернистые агрегаты размером 0,01—0,5 мм (Ш. О. Амирян, 1961). В отличие от арсенопирита травится от FeCl_3 , а от концентрированной HNO_3 травится скорее и лучше, чем арсенопирит.

Раммельсбергит установлен только в рудах Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961, 1973), где он ассоциирует с другими сульфидами и арсенидами (ваэситом, линнеитом, полидимитом, бравоитом, арсенопиритом и др.).

Серия скуттерудита установлена под микроскопом в ассоциации с никелином, миллеритом, линнеитом, кобальтином, арсенопиритом и другими сульфидами полисульфидной стадии минерализации (Ш. О. Амирян, 1961, 1973).

Описанные минералы представлены идиоморфными кристаллами и зернистыми агрегатами размером 0,01—0,05 мм. Самостоятельные выделения имеют зональное строение, что хорошо выявляется травлением HNO_3 .

Минералы группы образуют прожилки и каймы внутри полей и вокруг агрегатов никелина, пирита и арсенопирита, а сами секутся и замещаются миллеритом, халькопиритом, блеклой рудой и галенитом.

Из этой группы получена рентгенограмма порошка хлоанти-та, где определены следующие сильные линии: (10) 6.40; (9) 3.18; (9) 2.97; (5) 2.72; (5—7) 2.55; (6) 2.32; (8) 1.966; (5) 1.892; (6) 1.666; (6) 1.450.

Халькозин установлен на Меградзорском месторождении в медно-мышьяковой, а на Зодском—в полисульфидной ассоциации. Представлен двумя разностями: гипогенным и гипергенным (Ш. О. Амирян, 1961, 1968).

На Меградзорском месторождении ассоциирующими с халькозином минералами являются: халькопирит, борнит, ковеллин, теннантит, энаргит, марказит, а на Зодском—пирит, халькопирит, люцит, энаргит и блеклые руды.

Галенит—один из распространенных минералов в рудах золотоносных месторождений (Ш. О. Амирян, 1973). Установлен на всех месторождениях. Особенно много галенита на Арманиском, Шаумян-Халаджском, Тейском и Гегарчинском месторож-

дениях. Основная масса галенита встречается в полисульфидных, полиметаллических, сфалерит-галенитовых и свинцово-сурьмяных типах руд. В виде небольших включений находится в других типах. Обычно он ассоциирует с халькопиритом, пиритом, сфалеритом, блеклыми рудами, редко с теллуридами, сульфоантимонитами и сульфо-висмутитами меди, серебра и других элементов.

В рудах Меградзорского, Зодского, Шаумян-Халаджского, Гегарчинского и Гамзачиманского месторождений галенит образует графические структуры замещения с теллуридами, бурнонитом, теннантитом и тетраэдритом. Нередко (Гегарчин, Меградзор, Лалигюх) в полях галенита наблюдаются тонкие включения алтаита, расположенные вдоль спайности, оставляя впечатления распада твердых растворов. В таких случаях алтаит обычно ассоциирует с гесситом и теллуrowисмутитом.

В рудах отдельных месторождений (Зод, Гегарчин, Азатек) вокруг зерен и агрегатов галенита, а также по линиям спайности развиваются новообразования, представленные буланжеритом, джемсонитом, цинкенитом, бурнонитом, геокронитом, семсеитом, зелигманитом и другими минералами. При этом в непосредственном контакте с галенитом образуется в одном случае буланжерит (Зод), в другом—семсеит, дальше бурнонит с буланжеритом или бурнонит с геокронитом (Гегарчин, Азатек). На контакте с арсенопиритом и халькопиритом образуется зелигманит. На Тейском месторождении галенит тесно сростается с плагионитом, висмутином и козалитом. Козалит обычно встречается на контакте галенита с висмутином.

Галенит замещается самородным золотом, которое образует вросстки и включения с извилистыми контурами. Изредка включения галенита сохраняются в полях золота.

Нередко в галенитах (Меградзор) проявляются процессы деформации и катаклаза. Зерна галенита искривляются и брекчируются, особенно по линии спайности, и по трещинкам катаклаза развиваются поздние минералы. Различные генерации галенита отличаются как ассоциациями, так и агрегатным состоянием и примесями. В рентгенограмме галенита установлены следующие сильные линии: (10) 2.954; (9) 2.082; (9) 1.144; (8) 1.781; (8) 1.291; (8) 1.210; (7) 1.003; (7) 0.990; (7) 0.940; (7) 0.895; (6) 1.707; (6) 1.359; (6) 1.052; (6) 1.036.

С ф а л е р и т—один из главных минералов всех золоторудных месторождений (Ш. О. Амирян, 1973). По количеству сфалерит уступает пириту, и отчасти халькопириту и арсенопириту.

Сфалерит встречается в самых различных минеральных типах руд и нередко в рудовмещающих породах. Обычной ассоциацией, где встречается сфалерит, являются полиметаллическая и

сфалерит-галенитовая, но вместе с тем он встречается также в пирит-халькопиритовой, пирит-арсенопиритовой, халькопирит-молибденитовой, кварц-пирит-шеелитовой, свинцово-сурьмяной и других ассоциациях.

По агрегатному состоянию, размеру зерен и агрегатов, цвету, содержанию примесей и взаимоотношению с другими минералами встречаются самые различные разности сфалерита.

Общей закономерностью является проявление темных разностей сфалерита в наиболее ранних ассоциациях минералов и наиболее глубоких горизонтах, а светлых—в поздних ассоциациях и близ поверхности. В светлых разностях отсутствуют пойкилитовые включения халькопирита. У них наблюдаются высокие содержания ртути, олова, кадмия, галлия, индия. В темных разностях, наоборот, высока концентрация главных рудообразующих элементов—железа, меди, свинца, марганца, мышьяка, сурьмы.

Сфалерит образует зернистые агрегаты и идиоморфные выделения размером нередко до 2 см. Структура сфалеритов аллотриоморфнозернистая и двойниковая. Нередко самостоятельные зерна имеют зональное строение, что обнаруживается замещением его поздними минералами.

Обычно сфалерит содержит пойкилитовые включения халькопирита, станнина, пирротина, которые располагаются в определенных направлениях или беспорядочно (рис. 11).

В полях сфалерита наблюдаются многочисленные включения и прожилочки золота, теллуридов, сульфосолей и других поздних минералов.

Пирротин часто встречающийся минерал в рудах Зодского, Меградзорского, Гамзачиманского, Гегарчинского, Личкваского и Тейского месторождений (Ш. О. Амирян, 1961, 1968, 1971, 1973). Особенно часто и в сравнительно большом количестве пирротин встречается в пирит-пирротин-арсенопиритовых рудах Гегарчинского и полисульфидных рудах Зодского месторождений. В остальных месторождениях он установлен в пирит-халькопиритовых и полиметаллических рудах, а на Зодском месторождении еще и в рудовмещающих основных и ультраосновных породах.

В окислительных условиях за счет пирротина образуются марказит и мельниковит. Он замещается халькопиритом, галенитом, арсенидами Ni, Co, золотом и теллуридами (рис. 12). Последние в полях пирротина образуют округлые и овальные включения. В рентгенограмме пирротина установлены следующие сильные линии: (10) 2.05; (10) 1.714; (9) 2.615; (9) 1.318; (9) 1.103; (9) 1.093; (9) 1.042; (7) 3.00.

Киноварь в рудах золоторудных месторождений является

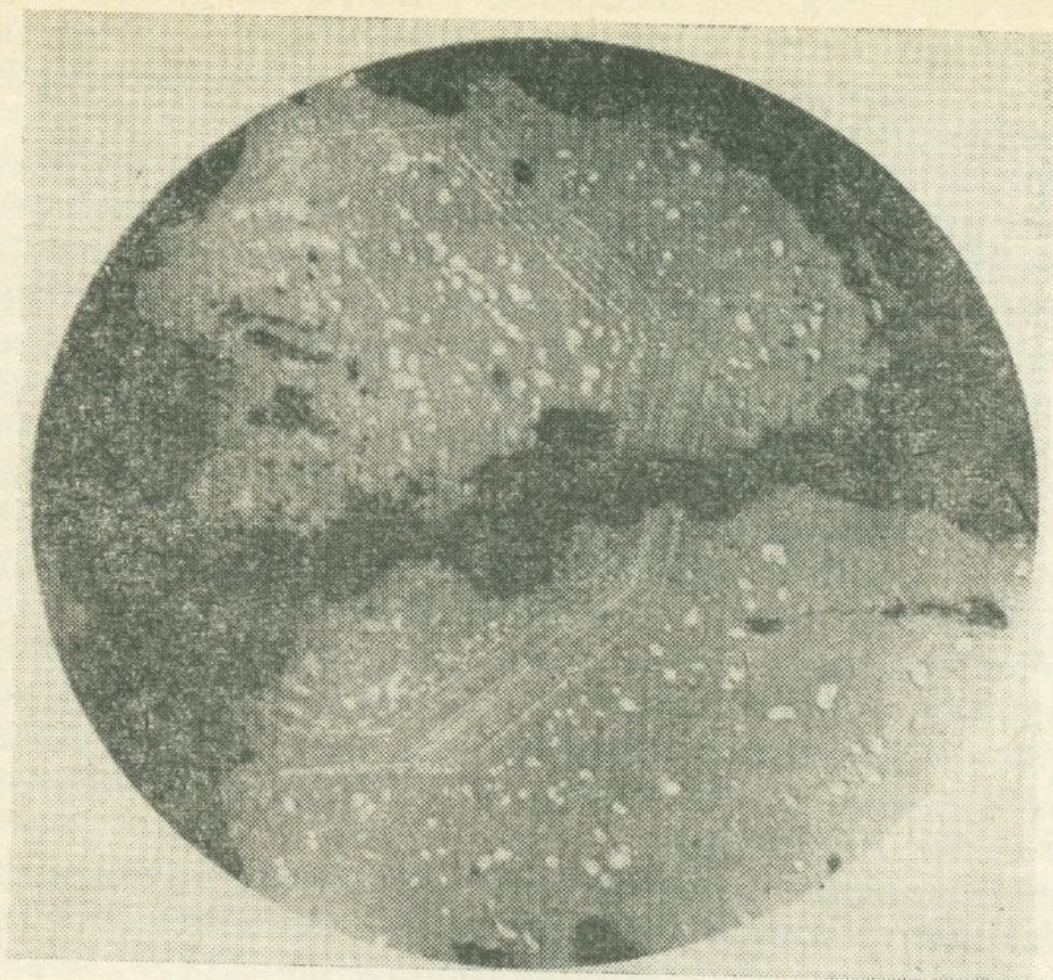


Рис. 11. Пойкилитовые включения халькопирита расположены по граням роста кристалла сфалерита. Меградзорское месторождение. Полированный шлиф. х 60.

редким минералом. Установлена в полиметаллических рудах Зодского, Меградзорского, Гамзачиманского и Личквазского месторождений (Ш. О. Амирян, 1961, 1968, 1971). Возможно, присутствует также в рудах Арманисского месторождения, где содержание ртути составляет 0,005—0,05%. На Меградзорском и Личквазском месторождениях киноварь ассоциирует с блеклыми рудами, галенитом, сфалеритом, халькопиритом, висмутином, а на Зодском и Гамзачиманском месторождениях наряду с сульфидами (арсенопиритом, галенитом, халькопиритом, антимонитом) встречаются также золото, теллуровисмутит, алтаит, гессит, зелигманит, бурнонит, бертьерит.

В и с м у т и н встречается спорадически в пирит-халькопиритовых и полисульфидных рудах Меградзорского, Зодского, Арманисского, Гегарчинского, Гамзачиманского и Тейского месторождений (Ш. О. Амирян, 1961, 1963, 1968, 1971, 1972).

В рудах золоторудных месторождений висмутин ассоциирует с халькопиритом, теллуrowисмутитом, виттихенитом, эмплектитом, калаверитом, айкинитом, козалитом и другими сульфидами, сульфосолями и теллуридами.



Рис. 12. Включения золота (белое) и гессита (темно-серое) в пирротине (общее поле). Зодское месторождение. Полированный шлиф, х 100.

Саффорит установлен только в рудах Арманинского золото-сульфидного месторождения, где он находится в ассоциации с пиритом, халькопиритом, золотом, висмутином, тетрадимитом, алтаном и марказитом (Ш. О. Амирян, 1972, 1973).

Миллерит редко встречающийся минерал. Установлен на Зодском золоторудном месторождении (Ш. О. Амирян, 1961, 1973), где рудные тела приурочены к основным и ультраосновным породам и откуда частично были заимствованы Co и Ni с образованием арсенидов и сульфидов. Ассоциирует с никелином, хлоантитом и гарниеритом, образуя тесные сростки.

Линнеит установлен в рудах Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961, 1973), где рассеян в жильных минералах и

измененных породах. Образует идиоморфные выделения октаэдрического габитуса размером 0,005—0,03 мм, а также цепочковидные и петлеобразные агрегаты в интерстициях зерен жильных и породообразующих минералов, вокруг агрегатов пирита, арсенопирита и пирротина. Размер таких агрегатов составляет 0,05—0,1 мм, нередко и больше.

Полидимит установлен в рудах Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961, 1973), где ассоциирует с линнеитом, миллеритом, ваэситом, бравоитом и другими арсенидами и сульфидами полисульфидной стадии минерализации. Характерно тесное срастание полидимита с линнеитом. В таких сростках под микроскопом в масле наблюдаются различные оттенки цвета—от светло-серых, фиолетовых, сиреневых до розовых.

Антимонит—один из широко распространенных минералов Зодского, Азатекского и Гегарчинского месторождений (Ш. О. Амирян, 1973). Является основным компонентом антимонитовых руд. Представлен в ассоциации с буланжеритом, самородной сурьмой, бурнонитом, бертьеритом, пиритом, халькопиритом, игольчатым арсенопиритом на Зодском месторождении и с пиритом, галенитом, тетраэдритом, сфалеритом—на Азатекском и Гегарчинском.

В выделениях антимонита отчетливо наблюдается полисинтетическая пластинчатая сдвойникованность, в них еще часты следы деформации—кристаллы изогнуты и скручены. В рентгенограмме антимонита получены следующие сильные линии: (10) 2.294; (10) 1.946; (8) 2.545; (8) 1.692; (6) 3.57; (6) 1.873; (5) 3.25; (5) 3.08; (5) 2.81; (5) 2.761; (5) 2.108; (5) 1.449; (5) 1.320.

Пирит—самый распространенный минерал золоторудных месторождений (Ш. О. Амирян, 1973). Образуется начиная от предрудного этапа гидротермального изменения пород, кончая отложением поздних безрудных кварц-карбонатных прожилков. Основная масса пирита образуется в пирит-халькопиритовой и полиметаллической стадии гидротермального процесса.

Во всех месторождениях и ассоциациях минералов пирит выделяется раньше всех рудных минералов. Для пирита характерны пентагон-додекаэдрические и кубические формы и их комбинации. Наиболее ранние образования характеризуются включениями пород, зональным строением, бедностью элементов-примесей из поздних стадий минерализации. В них высоко содержание элементов вмещающих пород. Твердость по микровдавливанию у наиболее ранних пиритов в зависимости от посторонних включений варьирует в широких пределах, в частности для первых генераций пирита из Зода она составляет от 700 до 1500 кгс/мм², ТЭДС меняется от 0 до 240 мкв/град. Для пирита

из антимонитовых руд твердость по микровдавливанию составляет 700—1800 кгс/мм², ТЭДС—от 0 до 440 мвк/град, а пирита из пирит-арсенопиритовых руд—1000—1800 кгс/мм² и ТДЭС от 200 до 600 мвк/гр. Для пирита из полиметаллических руд значения твердости по микровдавливанию и ТЭДС составляют 700—1300 кгс/мм² и от +50 до 500 мвк/град. соответственно.

Пириты из различных месторождений и ассоциаций различаются также содержанием примесей. Наиболее богатыми примесями являются пириты из средних и поздних ассоциаций минералов, так как в этих пиритах часто встречаются прожилки и включения поздних минералов—золота, теллуридов, сульфосолей Cu, Bi, Ag, Sb, Pb и других элементов.

С другими минералами руд наблюдаются самые различные взаимоотношения—в одних он находится в виде включений, с другими образует структуры замещения, с третьими—пересечения и цементации. Среди всех сульфидов пирит больше всего носит влияние динамических усилий, поэтому он обычно катаклизирован и в нем создаются большие возможности для отложения золота, теллуридов и сульфосолей.

Бравойт установлен только в полисульфидных рудах Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961). Образует идиоморфные кристаллы пентагондодекаэдрического и кубического облика, а также зернистые агрегаты размером 0,01—1 мм.

Диагностические признаки минерала таковы: интенсивность отражения ниже пирита, выше галенита. Коэффициент отражения для желтых лучей составляет 48—49%. Изотропный, цвет колеблется (по всей вероятности, в зависимости от состава): розовый, кремово-розовый, коричневый, темно-коричневый или слегка фиолетовый. Розовый цвет хорошо наблюдается в сростках с алтаитом, а в сростках с мелонитом и теллуrowисмутитом оттенок фиолетовый.

Твердость также колеблется, чаще всего ниже пирита. Твердость по микровдавливанию составляет 762 кгс/мм². Рельеф ниже пирита, но выше халькопирита, пирротина. Спайность не наблюдается. Часто имеет зональное строение. Травится концентрированной HNO₃. Рентгенограмма (Ш. О. Амирян, 1974) сходна с эталоном (П. Рамдор, 1962) и содержит следующие сильные линии: (5) 2.95; (10) 2.49; (8) 1.598; (9) 1.465; (4) 1.090; (4) 0.857.

Ваэсит установлен в полиметаллических рудах Зодского золоторудного месторождения. В тех частях рудных тел, где довольно много включений вмещающих пород (Ш. О. Амирян, 1971).

Ваэсит встречается в ассоциациях с бравоитом, полидимитом, линнеитом, пиритом, арсенопиритом, хлоантитом и миллеритом,

образуя идеоморфные включения в гидротермально измененных включениях пород или же каемки вокруг породообразующих минералов, в том числе и минералов вторичного изменения пород (рис. 13).

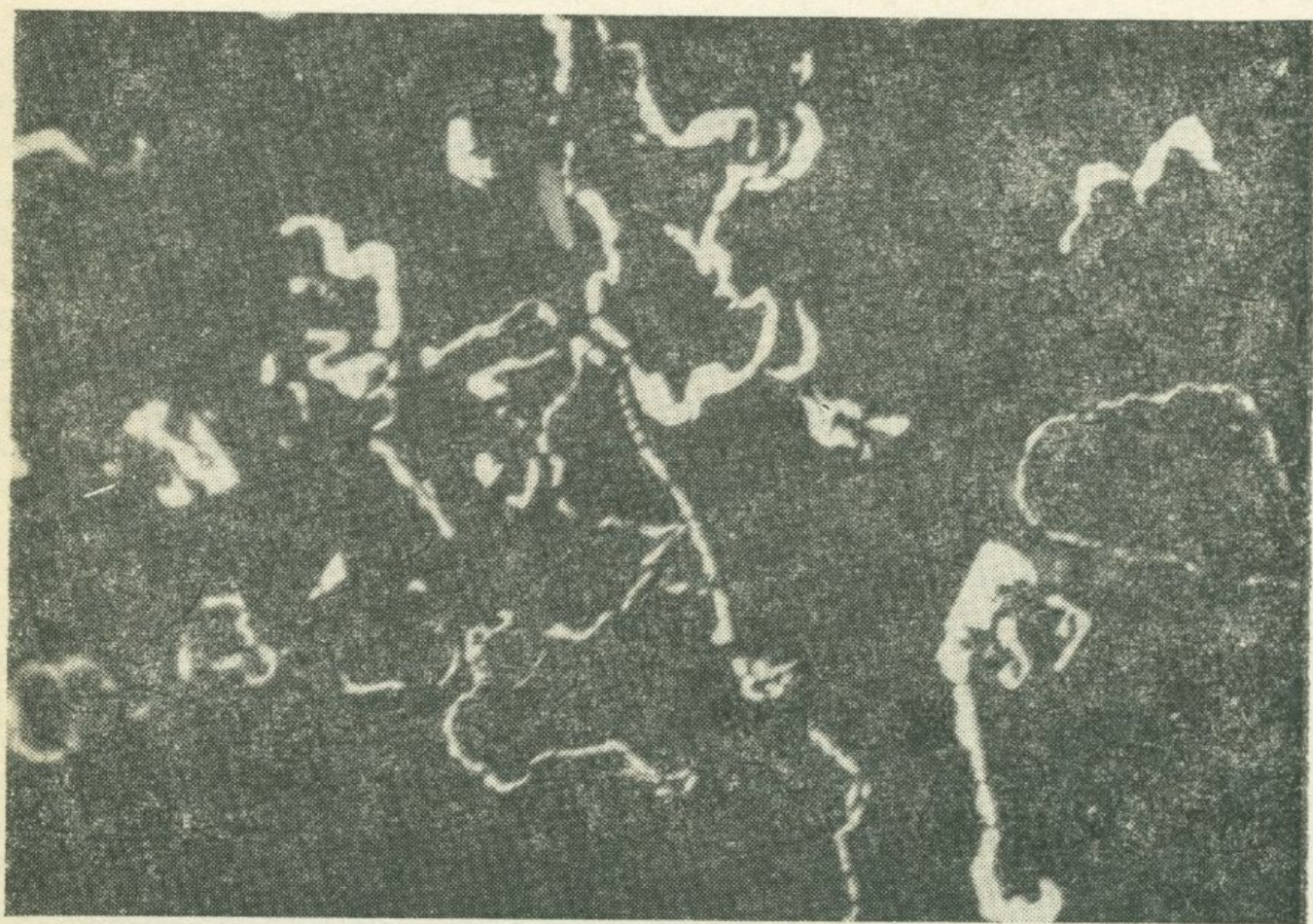


Рис. 13. Тончайшие каемки ваэсита вокруг зерен карбоната и нерудных минералов. Зодское месторождение. Полированный шлиф. $\times 90$.

Зерна ваэсита представлены октаэдрическими, додекаэдрическими и их комбинированными формами. Непрозрачный, с металлическим блеском. Интенсивность отражения как у бравоита (45—58%). Цвет в кремово-розовых, фиолетово-кремовых тонах. Цвет меняется даже на одном зерне. Изотропный. Спайность не наблюдается. Твердость средняя. Твердость по микровдавливанию составляет 750 кгс/мм^2 . Полируется хорошо. Травится от HNO_3 . Микрохимия на Ni положительна. Микроспектрально в нем определены: Ni (много), Fe, Co, As (мало).

Рентгенограмма сходна с таковой ваэсита из Катанги (В. И. Михеев, 1957) и содержит следующие сильные линии: (7) 2.81; (8) 2.51; (7) 2.28; (6) 1.99; (10) 1.692; (5) 1.505; (7) 1.085.

Марказит—распространенный минерал в рудах золоторудных месторождений, где он ассоциирует с пиритом, халькопиритом, арсенопиритом, сфалеритом, галенитом и другими сульфидами.

Образует короткостолбчатые и копьевидные кристаллы, зернистые, перьевидные, радиально-лучистые агрегаты, а также скрыто-кристаллические скопления за счет пирротина и пирита. Нередко наблюдаются сферические и зональные агрегаты марказита, в литературе известные под названием «птичьего глаза» (рис. 14).



Рис. 14. Структура «птичьего глаза» у марказита и мельниковит-пирита (темные концентры). Азатекское месторождение. Полированный шлиф. х 353.

Марказит тесные сростки образует с пиритом и пирротином. В одних случаях марказит замещается халькопиритом, в других сам образует прожилки в халькопирите с мозаичной структурой.

Кобальтин—редко встречающийся минерал третьей стадии минерализации Зодского месторождения. Ассоциирует с герс-

дорфитом, арсенопиритом, пиритом, хлоантитом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом и другими минералами указанной стадии (Ш. О. Амирян, 1961, 1962, 1973). Представлен изометрическими, идиоморфными выделениями октаэдрического, гексаэдрического облика, размером 0,01—0,05 мм. Рентгенограмма кобальтина, которая сходна с рентгенограммой эталона (В. М. Михеев, 1957), содержит следующие сильные линии: (9) 3.23; (9) 2.82; (10) 2.53; (9) 2.30; (9) 1.703; (7) 1.085; (6) 1.047; (6) 0.997.

Герсдорфит—редкий минерал в золоторудных месторождениях. Установлен только на Зодском месторождении (Ш. О. Амирян, 1961), где он ассоциирует с пиритом, арсенопиритом, хлоантитом, кобальтином, линнеитом, полидимитом, ваэситом, бравоитом и другими сульфидами. Образует изометрические идиоморфные выделения и зернистые агрегаты размером 0,05—0,1 мм. Самостоятельные выделения имеют зональное строение, что наглядно видно при замещении его золотом и теллуридами.

Локальными микроспектральными анализами в минерале определены Fe, Ni, Co, As, Sb, Mg и Ca. Последние два элемента связаны с жильными минералами, куда включен герсдорфит. Присутствие кобальта и сурьмы связано с наличием переходной к ульманиту разности—коринита, который рентгенометрически установлен П. С. Бернштейном и группой (1968), со следующими сильными линиями: (10) 3.21; (8) 2.84; (10) 2.54; (6) 2.32; (8) 1.716; (5) 1.519.

Арсенопирит является одним из распространенных минералов золоторудных месторождений. Установлен в рудах Зодского, Тейского, Гегарчинского, Меградзорского и Гамзачиманского месторождений (Ш. О. Амирян, 1961, 1966, 1971, 1973).

На Зодском месторождении арсенопирит установлен в трех ассоциациях: пирит-лёллингит-арсенопиритовой, полисульфидной и антимонитовой, при этом в последней ассоциации он более низкотемпературный, игольчатый. В первых двух ассоциациях представлен толстопризматическими и крупнозернистыми агрегатами, размером 0,5—3 см. Размер зерен составляет 0,3—1 мм.

Ассоциация низкотемпературного арсенопирита встречается на контакте антимонитовых жил, где он образует радиально-лучистые агрегаты, крестообразные двойники, звездчатые тройники и иные формы (рис. 15). Размер зерен составляет 0,2—0,3 см в длину.

Ранние генерации арсенопирита катаклазированы и по трещинам развиваются поздние сульфиды, золото, теллуриды и жильные минералы. Разновременные образования арсенопирита

отличаются друг от друга не только внешними формами, но и микротвердостью, содержанием примесей и ассоциациями минералов.

Твердость по микровдавливанию для ранних генераций арсенопирита составляет 700—1400 кгс/мм², ТЭДС—от 400 до 600 мкВ/град, а тонкопризматического—600—1200 кгс/мм² и 450—600 мкВ-град (П. С. Бернштейн и др., 1968). Во всех генерациях установлены повышенные концентрации золота и редких элементов.

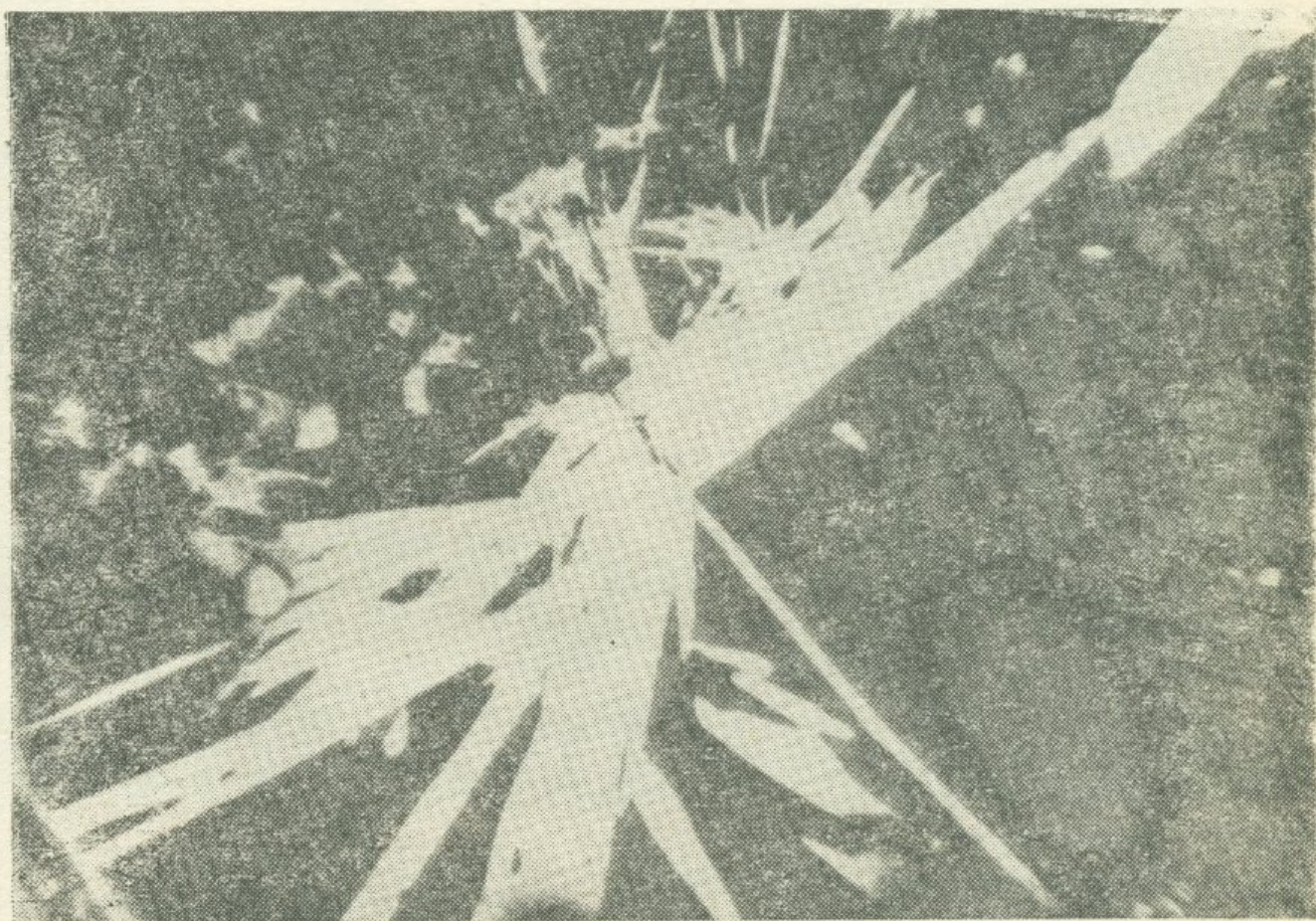


Рис. 15. Радиально-лучистый агрегат арсенопирита (низкотемпературного) в карбонате. Эллипсоидное зерно—кварц. Зодское месторождение. Полированный шлиф. х 47.

На Тейском месторождении арсенопирит представлен низкотемпературной разновидью. На Гегарчинском месторождении присутствуют обе разновидности арсенопирита. В рудах Меградзорского и Гамзачиманского месторождений он встречается редко и в полиметаллической ассоциации.

На всех месторождениях арсенопирит и арсенопиритовая ассоциация золотоносны. Кроме золота в них установлены довольно высокие концентрации серебра, висмута, теллура и других эле-

ментов. В рентгенограмме арсенопирита получены следующие сильные линии: (10) 2.638; (9) 2.410; (9) 1.808; (6) 1.623; (5) 1.752; (4) 1.990.

Халькопирит является существенным компонентом руд золоторудных месторождений (Ш. О. Амирян, 1961, 1964, 1966, 1973). Он широким распространением пользуется в рудах Тейского, Арманинского и Меградзорского месторождений, в остальных—имеет подчиненное значение. Халькопирит проявляется в самых различных ассоциациях минералов, но основная масса его выпала в пирит-халькопиритовую стадию и, отчасти, в полиметаллическую. В виде редких включений он находится в рудовмещающих породах месторождений.

Халькопирит совместно с пиритом и другими подчиненными минералами образует жилы (Гегарчин, Меградзор), прожилки, зоны прожилково-вкрапленной минерализации (Тей, Арманис), гнезда и массивные скопления в измененных породах. Представлен аллотриоморфнозернистыми агрегатами размером нередко 5—10 см. Зерна халькопирита часто полисинтетически сдвойникованы, что выявляется травлением.

В рудах выделяются несколько генераций халькопирита, отличающихся друг от друга агрегатным состоянием, размером выделений, взаимоотношением с другими минералами, содержанием примесей, цветом и другими свойствами. Более тесные сростки он образует с пирротинном, блеклыми рудами, висмутином и козалитом. Халькопирит замещается золотом (рис. 16), теллуридами, галенитом, висмутином, козалитом, зелигманитом и другими сульфосолями.

В виде пойкилитовых включений он находится в определенных генерациях сфалерита. В редких случаях в халькопирите наблюдаются звездчатые включения сфалерита, являющиеся результатом распада твердых растворов (Тей). В медно-мышьяковом типе руд халькопирит участвует в решетчатых структурах распада с борнитом, халькозином и энаргитом.

Халькопирит характеризуется повышенной и высокой концентрацией золота, серебра, висмута, кадмия, индия, теллура, селена.

Станнин—редкий минерал и в небольших агрегатах встречается в полисульфидной стадии минерализации Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961).

Станнин представлен выделениями неправильной формы, замещающими сфалерит, бурнонит и блеклые руды. Размер агрегатов составляет 0,01—0,02 мм. Изредка образует тонкую эмульсионную вкрапленность в полях сфалерита, вблизи сплошных агрегатов.

Гудмундит—редкий минерал руд золоторудных месторождений. Установлен в рудах Зодского золоторудного месторождения, где он встречается в ассоциации арсенидов и сульфидов Ni, Fe, Co, а также с буланжеритом, зелигманитом, бертьеритом и другими минералами.



Рис. 16. Золото цементирует идиоморфные выделения арсенопирита в поле халькопирита. Тейское месторождение. Полированный шлиф. х 42.

Идиоморфные выделения гудмундита находятся в приконтактовых участках сульфоантимонитовых и антимонитовых жил и прожилков. Представлен идиобластическими выделениями размером 0,01—0,3 мм, включенными в кварц и карбонат.

Теннантит и тетраэдрит являются обычными минералами в рудах Зодского, Тейского, Личкваского, Меградзорского, Шаумян-Халаджского, Гегарчинского и Гамзачиманского месторождений и некоторых рудопроявлений. Следует отметить практическое отсутствие этих минералов в рудах Арманисского и Лалигюхского месторождений. По распространенности подчинены остальным сульфидам.

Блеклые руды обычно встречаются в полиметаллических рудах и отчасти в других типах. В арсенопиритовых рудах преобладает теннантит, в сульфоантимонитовых—тетраэдрит, а в остальных проявляются совместно. В рудах Зодского месторождения установлена обогащенная ртутью разность блеклых руд—шватцит.

Теннантит и тетраэдрит образуют прожилочки и каемки в агрегатах пирита, халькопирита, арсенопирита, сфалерита и других ранних сульфидов, а сами замещаются золотом, теллуридами, бурнонитом, станнином и другими сульфосолями. Очень часто в них наблюдаются включения золота и теллуридов, обуславливающие высокие концентрации редких и благородных элементов.

Наличие всех разновидностей блеклых руд подтверждается химическими, спектральными и рентгенометрическими анализами (Ш. О. Амирян, 1974).

Колусит установлен лишь в золото-теллуриновых рудах Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961) в тесной ассоциации с мелонитом, теллуровисмутитом и алтанитом, замещающим халькопирит, пирротин, бравоит, арсенопирит и марказит полисульфидной стадии минерализации. Он тесно срастается с тетраэдритом и халькопиритом. Халькопирит замещается колуситом, а тонкие выделения тетраэдрита сидят в трещинке колусита.

В отраженном свете колусит характеризуется розово-серым, розово-коричневым цветом. Бурнонит и тетраэдрит рядом с колуситом голубоваты и несколько темны. Интенсивность отражения как у тетраэдрита и чуть выше. Для желтых лучей R составляет 35%, а для красных—40—43%. Изотропный. Твердость чуть ниже твердости халькопирита, явно ниже бравоита. Твердость по микровдавливанию равна 180—205 кгс/мм². Полируется хорошо, но остается исштрихованным. Наблюдается спайность. По спайности развивается тетраэдрит.

Энарцит и люцонит установлены в рудах Зодского и Гегарчинского месторождений, а энарцит—Меградзорского и Гамзачиманского (Ш. О. Амирян, 1961, 1963, 1968).

Во всех случаях энарцит и люцонит проявляются в полиметаллических рудах, в ассоциации халькопирита, теннантита, тетраэдрита, бурнонита и других сульфосолей. Нередко энарцит встречается в медно-мышьяковых рудах (Меградзор), где он ассоциирует с борнитом, ковеллином, халькозином, халькопиритом. Здесь он образует структуры распада с перечисленными минералами.

Энарцит образует аллотриоморфнозернистые агрегаты размером 0,01—0,05 мм. Люцонит характеризуется тонкой пластин-

чатой сдвойникованностью, чем отчетливо отличается от энаргита. Кроме того эти минералы отличаются интенсивностью отражения, что выше у люцонита (вообще она близка к R блеклой руды).

Гео к р о н и т—редко встречающийся минерал. Установлен на Зодском (Ш. О. Амирян, 1961), Азатекском (Э. А. Сагателян, 1961) и Гегарчинском (Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1964) месторождениях. На Зодском месторождении ассоциирует с буланжеритом, бурнонитом, джемсонитом, бертьеритом, антимонитом и самородной сурьмой, а на Азатекском и Гегарчинском—с плагионитом, цинкениом, семсеитом, буланжеритом, бурнонитом. Образует зернистые агрегаты и самостоятельные выделения с ромбическим сечением. Размер зерен и агрегатов колеблется в пределах 0,01—0,1 мм. Геоокронит обычно развивается по галениту. Из растворов выделился после буланжерита.

Спектральными и микроспектральными анализами в минерале определены целые проценты Pb, Sb, As, десятые—Fe, Cu, сотые Bi и Ag. В рентгенограмме смеси джемсонита, буланжерита и цинкениита получены линии геоокронита. Для геоокронита из Азатека получена рентгенограмма (Э. А. Сагателян, 1961).

Б у р н о н и т один из распространенных сульфосолей меди и свинца. Установлен в рудах Зодского и Тейского (Ш. О. Амирян, 1961, 1971), Азатекского (Э. А. Сагателян, 1961) и Гегарчинского (Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1964) месторождений.

На Зодском, Гегарчинском и Азатекском месторождениях бурнонит находится в двух ассоциациях: а) с пиритом, сфалеритом, блеклыми рудами, халькопиритом, станнином и галенитом и б) антимонитом, буланжеритом, геоокронитом, джемсонитом и цинкениом. В редких случаях участвует в графических структурах замещения галенита алтаитом и гесситом. Обычно бурнонит находится на контакте галенита с халькопиритом и блеклыми рудами или халькопирита и буланжерита, буланжерита и галенита. Образует зернистые агрегаты размером 0,5—1,0 мм. В них обычно наблюдаются полисинтетические двойники в двух направлениях с различными углами сочетания.

З е л и г м а н и т установлен (Ш. О. Амирян, 1970) в рудах Зодского месторождения. Обычно совместно с доломитом заполняет друзовые пустотки кварца и сульфидов, замещая их. Представлен тонковолокнистыми агрегатами и волосовидными выделениями с поперечным изометрическим сечением. Под бинокулярным микроскопом стально-серый минерал, с металлическим блеском, хрупкий.

В отраженном свете цвет минерала белый с розовато-зеленым оттенком. Сурьмяные сульфосоли по сравнению с зелигманитом зеленовато-желтовато-белые. Коэффициент отражения порядка 30—35%. Слабо двуотражает, в розово-серых, светло-серых, грязно-серых тонах. В скрещенных николях имеет сильные эффекты анизотропии в голубых, синих, зеленовато-синих тонах. Твердость низкая, как у галенита и теннантита. От HNO_3 покрывается иризирующим налетом.

Микроспектральными анализами в минерале определены: Cu, Pb, As (много) Mg, Fe, Sb. Полуколичественными спектральными анализами, кроме основных элементов, в нем определены: Ag, Bi, Sn, Sb (0,02—0,05%). Рентгенограмма (Ш. О. Амирян, А. С. Фарамазян, 1974) сходна с эталоном (В. И. Михеев, 1957) и содержит следующие сильные линии: (10) 2.72; (6) 2.67; (5) 2.57; (6) 1.830; (9) 1.176; (5) 1.418; (5) 1.390; (4—5) 1.105.

Айкинит—редкий минерал, установлен в рудах Зодского (Т. А. Твалчрелидзе, 1959) и Гегарчинского месторождений (В. О. Пароникян, 1962). Айкинит находится в полисульфидных рудах, где ассоциирует с галенитом, блеклыми рудами, халькопиритом, бурнонитом, висмутином, галеновисмутитом, козалитом, замещающий пирит, халькопирит, галенит и другие ранние сульфиды. Размер агрегатов составляет 0,01—0,1 мм. Встречается в виде удлиненных, призматических выделений в друзовых пустотках пирита. В полях айкинита наблюдаются включения теллуrowисмутита, козалита, золота. Айкинит замещается эмплектитом и виттихенитом.

Под микроскопом айкинит характеризуется следующими признаками: цвет белый с кремовым оттенком, рядом с галенитом отличается кремовым оттенком. Коэффициент отражения порядка 40—43%. Двуотражение в воздухе отчетливо, в масле усиливается (кремово-белый, серо-белый или светло-коричневый).

Твердость по микровдавливанию по В. О. Пароникяну составляет 157 кгс/мм². Твердость ниже, чем у галенита. Выделения айкинита характеризуются продольными трещинами. Местами наблюдаются редко выраженные треугольники выклевывания.

Микроспектральными анализами в минерале определены: Pb, Cu, Bi, Ag, Au, Sb. Рентгенограмма (В. О. Пароникян, 1962) сходна с эталоном (В. И. Михеев, 1957) и содержит следующие сильные линии: (5) 4.16; (10) 3.66; (10) 3.22; (8) 2.89; (4) 2.72; (4) 2.60; (4) 1.41.

Буланжерит установлен в рудах Зодского (Ш. О. Амирян, 1959), Азатекского (Э. А. Сагателян, 1961), Гегарчинского месторождений и Софи-бина (Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1964),

в ассоциации с сульфoантимонитами, а на Зодском месторождении—еще и в полисульфидных рудах.

Представлен в виде игольчатых, волосовидных, спутанно-волокнистых агрегатов (рис. 17) и идиоморфных выделений, размером отдельных призматических зерен до 0,5 см. Самородное золото вырастает в буланжерит.

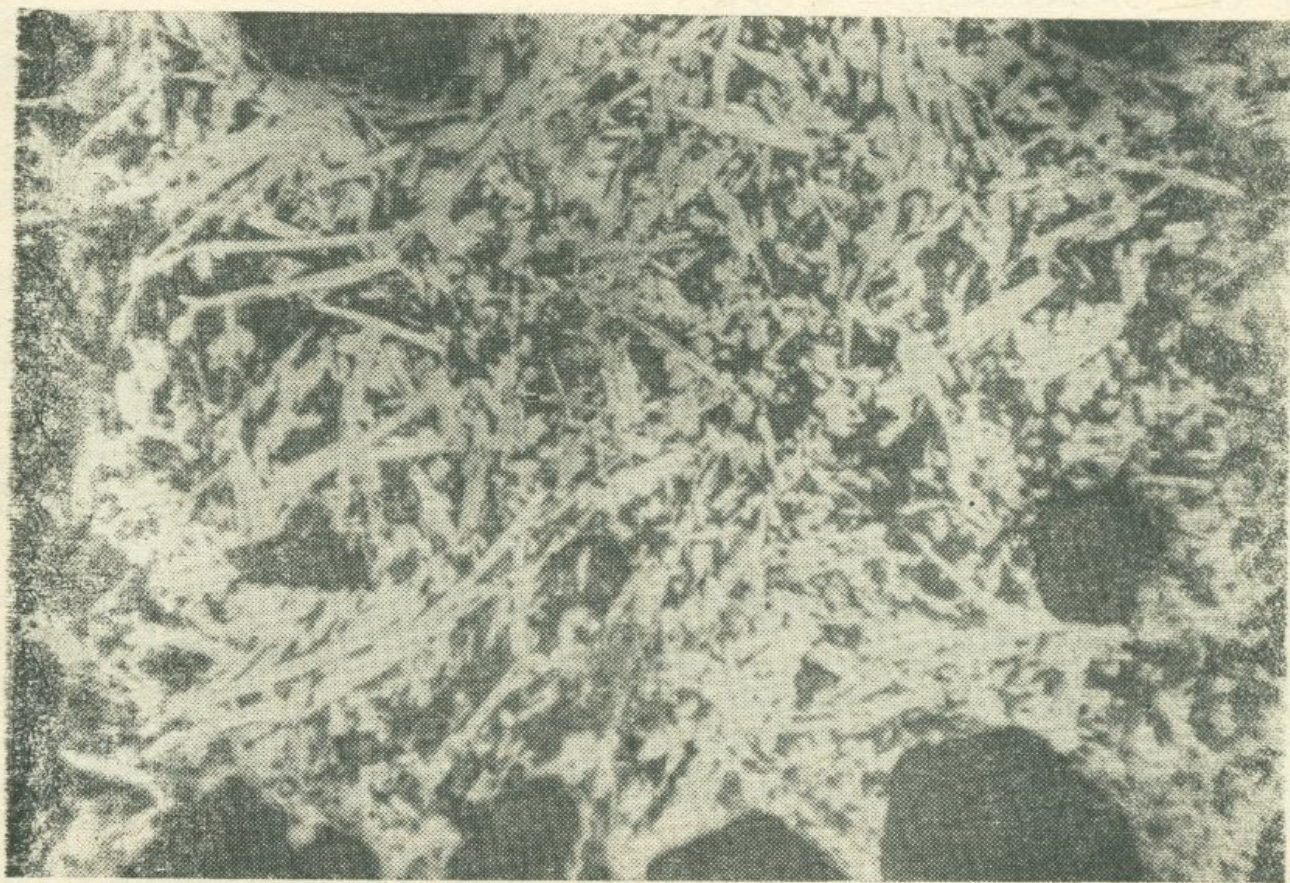


Рис. 17. Спутанно-волокнистый агрегат буланжерита в промежутках зерен кварца. Азатекское месторождение. Полир. шлиф. х 100.

Рентгенограммы порошков буланжерита из Зодского (П. С. Бернштейн и др., 1968) и Азатекского (Э. А. Сагателян, 1961) месторождений сходны с эталоном (В. И. Михеев, 1957) и содержат следующие сильные линии: (10) 3.72; (8) 3.00; (9) 2.81; (5) 2.02; (6) 1.867; (5) 1.765 (Зод); (9) 3.70; (6) 3.32; (6) 3.22; (8) 2.97; (10) 2.77; (6) 1.91; (10) 1.85; (7) 1.76 (Азатек).

М а т и л ь д и т установлен В. О. Пароникяном (1962) в рудах Гегарчинского месторождения. Представлен тонкими игольчатыми выделениями размером 0,08 мм в длину. Находится в полиметаллической ассоциации минералов и приурочен к полям галенита.

По В. О. Пароникяну, матильдит в отраженном свете белый минерал с едва заметным кремовым оттенком. Слабо-умеренно двуотражает с цветным эффектом в кремово-белых, серо-белых, нежно-зеленоватых тонах. Анизотропия средняя. Твердость по микровдавливанию составляет 115—124 кгс/мм². В минерале микроспектральным анализом определены Ag и Bi.

Халькостит бит установлен в рудах Зодского месторождения (П. С. Бернштейн и др., 1968) в виде аллотриоморфнозернистых выделений размером 0,3—0,5 мм, в ассоциации с пиритом, марказитом, арсенопиритом, блеклой рудой и сульфоантимонитами свинца.

Цвет минерала в отраженном свете серо-белый с синеватым, зеленоватым оттенком. Коэффициент отражения для зеленых лучей составляет 41—42%, красных 34—35%. Двуотражающий и анизотропный минерал, со спайностью. Твердость низкая. Твердость по микровдавливанию равна 172—223 кгс/мм². Микроспектральным анализом в халькоститите определены Sb, Cu (много) Fe, Pb, As (мало). Получена рентгенограмма (А. С. Бернштейн и др., 1966) со следующими сильными линиями: (10) 3.12; (10) 2.99; (8) 2.30; (7) 2.12; (7) 1.823; (8) 1.757; (5) 1.441.

Эмплектит и виттихенит установлены в рудах Меградзорского, Тейского (Ш. О. Амирян, 1966, 1971) и Гегарчинского (В. О. Пароникян, 1962) месторождений. В одном случае они находятся в полиметаллической ассоциации (Меградзор, Гегарчин), в другом—пирит-халькопиритовой (Тей). Эмплектит и виттихенит тесно срastaются между собой и другими висмутовыми минералами (висмутином, козалитом, айкинитом, тетрадимитом, теллуrowисмутитом).

В отраженном свете виттихенит кремово-серый (в блеклых тонах), по сравнению с теннантитом светлый, эмплектит кремово-белый. Интенсивность отражения близка к R блеклой руды. Эмплектит сильно двуотражающий и анизотропный, а у виттихенита эти свойства проявляются слабо. Цветной эффект анизотропии в коричневых, розово-желтых, голубоватых тонах. Твердость низкая, без внутренних рефлексов. Микроспектральным анализом в них установлены: Cu, Bi, Ag, Pb, As.

Козалит установлен в рудах Гегарчинского (В. О. Пароникян, 1962, Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1963) и Тейского (Ш. О. Амирян, 1966) месторождений.

Козалит довольно часто и в значительных количествах встречается в пирит-халькопиритовых (Тей) и отчасти в полиметаллических (Гегарчин) рудах. Образует удлиненно-зернистые полосчатые агрегаты размером до 0,5—1 мм.

На Тейском месторождении козалиит совместно с висмутином, виттихенитом и эмплектитом образует секущие жилы и вроски в пирите и особенно в халькопирите (рис. 18). Редко находится в жильных минералах. На Гегарчинском месторождении, по описанию В. О. Пароникяна (1962), на краях агрегатов козалиита с халькопиритом и блеклой рудой образуются айкинит, реже эмплектит и виттихенит в виде реакционной каемки.

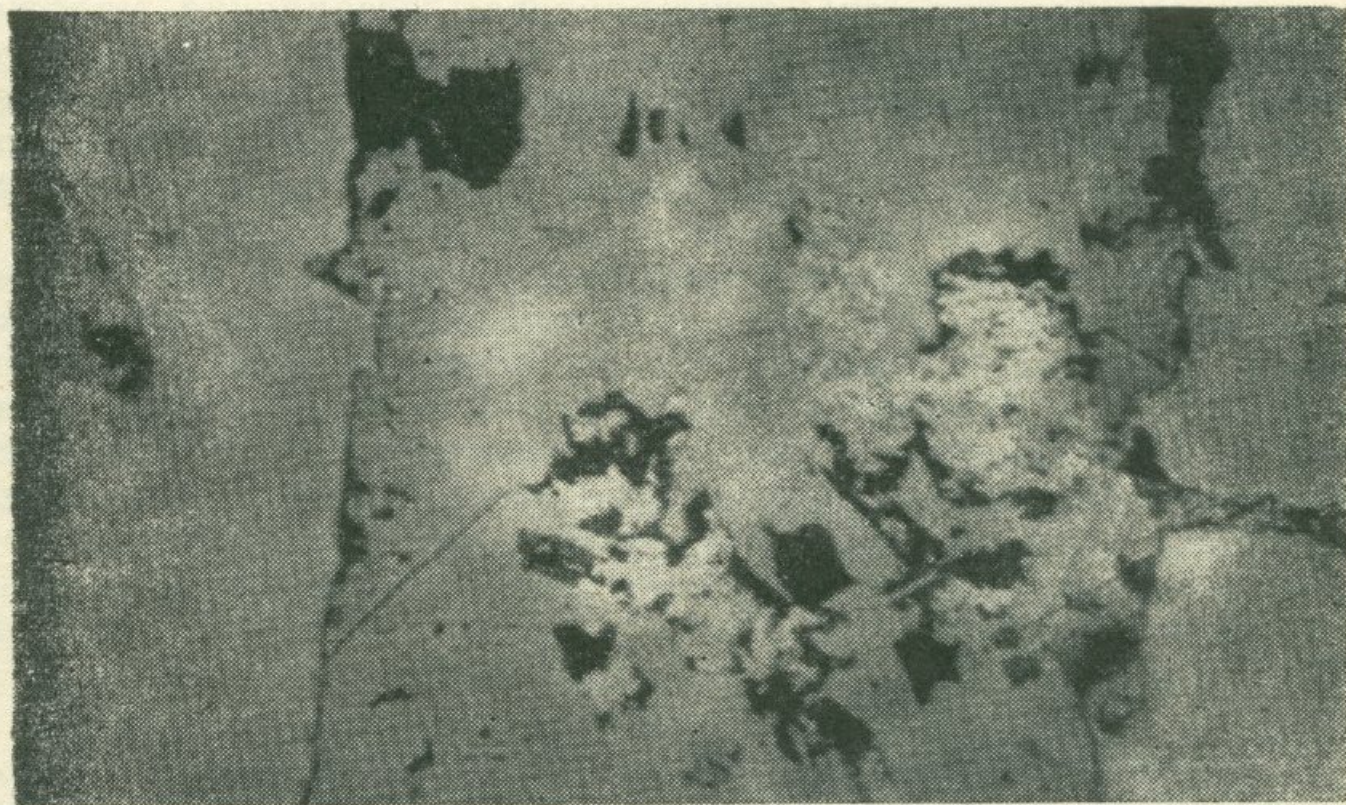


Рис. 18. Козалиит (серое) замещается тетрадимитом (светлое). Светло-серое — пирит. Тейское месторождение. Полир. шлиф. $\times 60$.

Цвет минерала галенито-белый. Коэффициент отражения $R_g = 45,3\%$, а $R_p = 43,6\%$, измеренная на фотомножителе ФМЭ-3, по В. О. Пароникяну — $22,7\%$. Разница между R_g и R_p хорошо согласуется со слабым двуотражением. Анизотропия умеренная, с цветным эффектом в коричневых, розово-желтых, голубоватых тонах. Спайность наблюдается параллельно удлинению зерен. Твердость по микровдавливанию составляет: $H_{срI} = 154,8$ кгс/мм², $H_{срII} = 172,1$ кгс/мм², а по В. О. Пароникяну, для Гегарчинского козалиита — $H_{срI} = 107$ кгс/мм², $H_{срII} = 132$ кгс/мм².

В агрегатах козалиита пластинки расположены субпараллельно. Двойники наблюдаются очень редко. Совместно с другими висмутовыми минералами играет важную роль в концентрации висмута и его промышленном значении. Рентгенограммы сходны

с таковой козалиита из Канады и Казахстана (Ш. О. Амирян, 1966; В. О. Пароникян, 1962) и содержат следующие сильные линии: (8) 3.42; (5) 3.03; (10) 2.91; (5) 2.11; (8) 2.01; (5) 1.38 (Тей); (5) 4.16; (10) 3.22; (8) 2.89; (4) 2.72; (4) 2.60; (4) 1.41 (Гегарчин).

Джемсонит—редкий минерал в рудах золоторудных месторождений. Установлен нами в сульфoантимонитовой ассоциации Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1962). В тех участках рудных тел, где антимонитовая ассоциация наложена на полиметаллическую. Джемсонит тесно срastается с галенитом, цинкенитом, геокронитом и буланжеритом. При этом, при замещении галенита образуется такой зональный ряд: буланжерит, джемсонит, цинкенит с уменьшением содержания свинца в минералах ряда.

Под микроскопом от других сульфосолей Pb и Sb отличается с трудом. Цвет в отраженном свете белый с зеленовато-желтоватым оттенком. Интенсивность отражения близка к галениту, несколько ниже. Заметно двуотражающий с цветным эффектом в зеленовато-желтовато белых, серо-зеленовато-белых тонах. Эффекты анизотропии сильные, в зеленовато-голубоватых, зеленовато-серых, зеленовато-желтовато-серых тонах. Спайность хорошая параллельно удлинению зерен. Твердость низкая. Рельеф как у галенита. Твердость по микровдавливанию равна 95—125 кгс/мм². Микроспектрально в минерале установлены сильные линии Pb, Fe, Sb и слабые As, Cu, Ag, Bi.

В рентгенограмме смеси буланжерита, цинкенита обнаружены следующие линии джемсонита: (10) 3.40; (9) 2.75; (7) 2.13; (8) 1.97; (8) 1.921; (5) 1.710; (5) 1.648; (4) 1.452; (3) 1.341.

Плагионит—слабо распространенный минерал. Установлен в рудах Азатекского (Э. А. Сагателян, 1961) и Тейского (Ш. О. Амирян, 1971) месторождений.

На Азатекском месторождении находится в сульфoантимонитовой ассоциации, а на Тейском—с пиритом, халькопиритом, галенитом, висмутином и блеклыми рудами. Здесь плагионит срastается с галенитом и развивается по нему.

Интенсивность отражения плагионита выше бурнонита, но ниже буланжерита. Отчетливо двуотражающий, параллельно удлинению белый, перпендикулярно—серо-белый, с коричнево-розоватым оттенком. Заметно анизотропный с цветным эффектом в розовых, коричневых и голубых тонах. Угасание косое. Цвет белый, серовато-белый, по сравнению с галенитом темнее и кремово-зеленый. Твердость низкая, ниже, чем у галенита, бурнонита и буланжерита.

Спектральным и микроспектральным анализом в минерале установлены: Pb, Sb, Hg, Bi, Fe, As, Hg. Азатекский плагионит Э. А. Сагателян (1961) считает серебро-висмутовой разностью.

Для Азатекского плагионита получена рентгенограмма (Э. А. Сагателян, 1961).

Семсеит установлен в рудах Азатекского (Э. А. Сагателян, 1961), Гегарчинского и Софи-бинского (Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1964) месторождений. Представлен тонкозернистыми агрегатами размером 0,01—0,1 мм, в тесных сростках с бурнонитом, буланжеритом, галенитом, тетраэдритом, золотом. Совместно с бурнонитом замещает галенит, где на непосредственном контакте с галенитом образуется семсеит, а затем бурнонит или геохронит и плагионит.

Среди сульфосолей сурьмы и свинца семсеит характеризуется высокой интенсивностью отражения, при R_g она равна $R_{галениту}$ и отличается от него слегка желто-зеленым оттенком, при R_p зеленовато-серый и значительно темнее галенита. Отчетливо анизотропный в светло-серых, голубовато-серых, коричневых, темно-серых тонах, твердость низкая. Рельеф ниже, чем рельеф галенита. Твердость по микровдавливанию равна 151 кгс/мм².

Спектральным и микроспектральным анализом в минерале установлены целые проценты Pb, Sb, десятые—As, Ag, Fe, Zn и тысячные доли процента Bi, Au, Te.

Для семсеита Азатекского месторождения получена рентгенограмма (Э. А. Сагателян, 1961).

Галеновисмутит отмечен в рудах Зодского (Т. А. Твалчредидзе, 1959) и Гегарчинского (Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1964) месторождений. Галеновисмутит установлен в полиметаллической ассоциации минералов, где участвуют теллуриды висмута, золото, висмутин и блеклые руды.

Галеновисмутит представлен изометрическими выделениями размером 0,05—0,1 мм, замещающими галенит, халькопирит и блеклую руду, а сам замещается теллуридами висмута и золотом. Коэффициент отражения составляет 34,5—45,5%. Сильно двуотражает, с дисперсией в желто-белых, розовато-серых, голубовато-серых тонах. Сильно анизотропный (в желтоватых, темно-коричневых тонах). Цвет галенито-белый (с желтым оттенком). Висмутин незначительно желтее. При R_g галеновисмутита и R_p висмутита эти минералы трудно отличимы. Твердость низкая. Она по микровдавливанию составляет 143—153 кгс/мм². Спайность наблюдается параллельно удлинению. Микроспектрально в минерале определены: Bi, Pb, Ag, Au, As, Sb, Cu.

Цинкениит—редкий минерал. Установлен нами в рудах

Зодского и Гегарчинского, а Г. О. Григорьяном (1962)—Азатекского месторождений. В обоих случаях цинкенит является членом сульфoантимонитовой ассоциации. На Зодском месторождении в качестве реакционного образования наблюдается также в полиметаллических рудах.

Цинкенит образует лучистые агрегаты столбчатых, призматических кристаллов размером 0,01—1 мм. В сростках с галенитом занимает периферические части каевок за буланжеритом, джемсонитом, плагионитом и геокронитом, в зависимости от содержания в них свинца.

От буланжерита и джемсонита в отраженном свете цинкенит отличается беловато-серым цветом, несколько низкой интенсивностью отражения. Коэффициент отражения для желтых лучей составляет 37,2, красных—34,2, синих—39,3%, с двуотражением. Эффекты анизотропии хорошие, особенно в лучистых агрегатах и в перпендикулярных сечениях. Угасание прямое. Спайность наблюдается редко. Твердость низкая, она по микровдавливанию равна 135—187 кгс/мм². Минерал анизотропный по твердости.

Локальными микроспектральными анализами в минерале определены: Pb, Sb, Bi, As, Ag. Получены рентгенограммы (Ш. О. Амирян, 1974; П. С. Бернштейн и др., 1968), которые сходны с эталоном (В. И. Михеев, 1957) и содержат следующие сильные линии: (10) 3.40; (9) 2.75; (7) 2.13; (8) 1.97; (8) 1.821; (Гегарчин); (10) 3.42; (6) 3.12; (8) 2.26 (Зод).

Бертьерит—редко встречающийся минерал. В рудах АрмССР описывается впервые. Установлен нами в антимонитовых и сульфoантимонитовых рудах Зодского месторождения.

Агрегаты бертьерита окружаются и рассекаются прожилками антимонита и теллуридов. Скорее всего он образуется за счет сульфидов полиметаллических руд под влиянием сурьмянистых растворов антимонитовой стадии минерализации. Бертьерит образует пучкообразные, волокнистые агрегаты. Встречаются также стебельчатые кристаллы, расположенные между выделениями арсенопирита и пирита. В полях бертьерита, вдоль удлиненных зерен наблюдаются включения самородной сурьмы.

Под микроскопом бертьерит белый с серовато-коричневым оттенком, что хорошо наблюдается в сростках с антимонитом и буланжеритом. Двуотражение отчетливое. Анизотропия сильная. Эффекты анизотропии более яркие, чем у антимонита, и проявляются в светло-серовато-синих, серовато-белых, коричневых, розово-коричневых тонах. Интенсивность отражения чуть ниже, чем у буланжерита и антимонита. Полируется хорошо. Твердость несколько выше, чем у антимонита, по микровдавливанию она

составляет 150—190 кгс/мм². Внутренние рефлексy не наблюдаются. Спайность отсутствует. Травится от HNO₃, KOH и NaOH.

Локальным микроспектральным анализом в минерале обнаружено много Fe и Sb и следы Pb, As, Ag.

в. Теллуриды

Теллуrowисмутит—один из широко распространенных теллуридов, установлен в рудах Зодского (И. Г. Магакьян, 1957), Меградзорского (А. И. Карапетян, Ш. О. Амирян, 1963), Гамзачиманского, Тейского (Ш. О. Амирян, 1966), Гегарчинского (В. О. Пароникян, 1962) месторождений.

Широк круг минералов, с которыми ассоциирует теллуrowисмутит (мелонит, тетрадимит, верлит, алтаит, гессит, петцит, золото, висмутин, козалит и др.), но тесные сростки он образует с тетрадимитом, мелонитом, алтаитом, нагиагитом, висмутином, козалитом и другими сульфовисмутитами Pb, Ag, Cu. Представлен пластинчатыми, листоватыми агрегатами и самостоятельными чешуйками, пластинками, пластинчатыми скоплениями размером до 2×3 см (рис. 19). Размер отдельных пластинок состав-

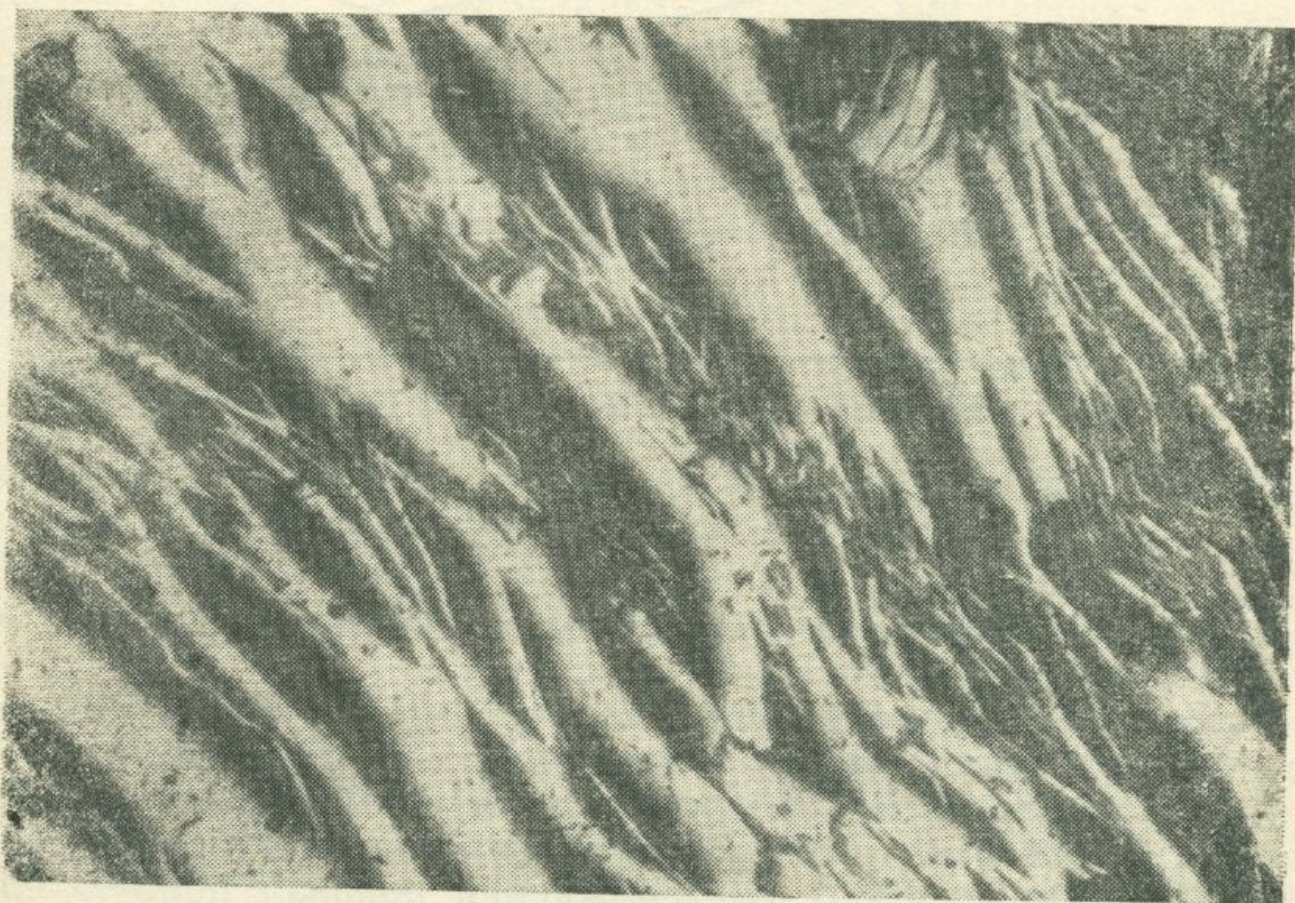


Рис. 19. Катаклазированный кварц. По трещинам кварца развивается теллуrowисмутит. Зодское месторождение. Полир. шлиф. х 47.

ляет до 1 кв. см по площади. Макроскопически оловянно-белый минерал с сильным блеском. Мягкий, пластинки гибки, но не эластичны. С совершенной спайностью.

В отраженном свете кремово-белый с розовым оттенком, что хорошо видно в совместных сростках с алтаитом. Интенсивность отражения для зеленых лучей составляет 53, желтых—55—56, а красных 58—60% (рис. 20), что обуславливает розовый оттенок минерала. Слабо двуотражает (в розово-белых, кремово-белых тонах). Заметно анизотропный (в серовато-голубоватых и желтовато-серых тонах). Твердость по микровдавливанию: $H_{срI} = 46,3$ кгс/мм², $H_{срII} = 60,2$ кгс/мм² (Зод), 35—80 кгс/мм² (Гамзачиман и Меградзор). Рельеф выше тетрадимита, алтаита, гессита, но ниже мелонита и золота.

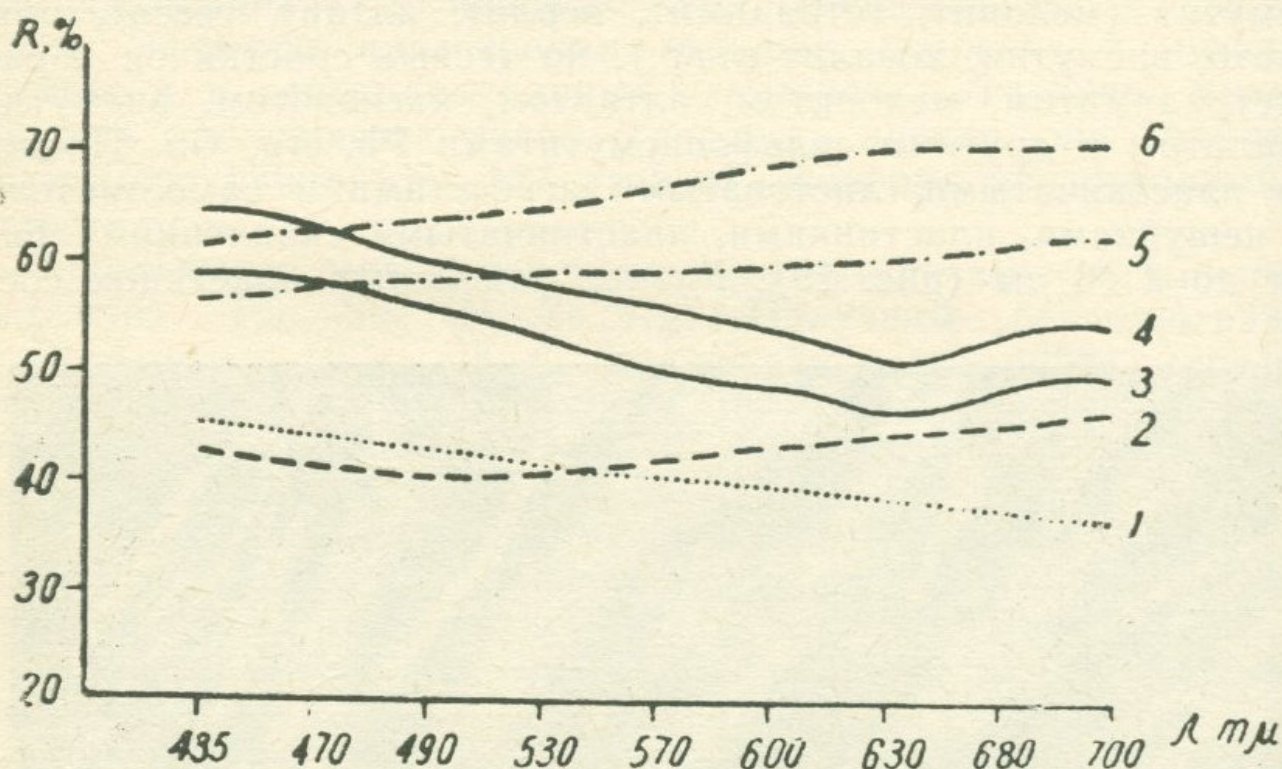


Рис. 20. Дисперсия отражательной способности нагиагита (1), верлита (2), тетрадимита (3, 4) и теллуrowисмутита (5, 6).

В табл. 2 приведены результаты химических анализов теллуrowисмутита из Зодского месторождения.

Повышенные содержания Sb, Pb, Cu, Au, Ag в минерале обусловлены механическими и изоморфными примесями.

Рентгенометрическое изучение теллуrowисмутитов из Зодского (И. Г. Магакьян, 1957), Меградзорского и Гамзачиманского (Ш. О. Амирян, 1966) месторождений показал полную идентичность с эталоном (В. И. Михеев, 1957; картотека ASTM, L. G. Berry, R. M. Thompson, 1962). В рентгенограммах определены

Химический состав теллуровисмутита Зодского месторождения

Содержание элементов в %										Аналитик и автор
Bi	Te	S	Au	Ag	Sb	Pb	Cu	н/ост.	сумма	
46,90	47,50	0,45	—	—	2,70	—	—	1,55	99,43	М. М. Стукалова и А. К. Иванян, И. Г. Магакян, 1957 К. Капалцян, Ш. О. Амирян 1964
49,87	47,62	0,70	0,03	0,03	0,05	0,5	0,003	1,054	99,837	

следующие сильные линии: (9) 3.22; (10) 2.37; (7) 2.03; (10) 1.489; (6) 1.415 (Зод); (10) 3.17; (9) 2.34; (8); (6) 2.00; (7) 1.80; (6) 1.60; (7) 1.477; (6) 1.394 (Меградзор); (10) 3.15; (10) 2.35; (6) 2.16; (6) 2.011; (8) 1.481 (Гамзачиман).

Тетрадимит—часто встречающийся минерал в рудах золоторудных месторождений. Установлен в рудах Зодского (Т. А. Твалчрелидзе, 1959), Гамзачиманского, Тейского, Арманинского, Гегарчинского (Ш. О. Амирян, 1964, 1966, 1971) месторождений и других проявлений (Сарнахпюр, Апаранский перевал и др.).

Часто встречающимися ассоциациями для тетрадимита являются: теллуровисмутит-тетрадимит, теллуровисмутит-тетрадимит-висмутин, теллуровисмутит-тетрадимит-верлит (пильзенит) (Зод, Гамзачиман, Арманис), теллуровисмутит-галеновисмутит-козалит (Гегарчин), висмутин-козалит-тетрадимит-теллуровисмутит-виттихенит-эмплектит (Тей), теллуровисмутит-тетрадимит-алтаит-нагнагит-гессит-мелонит-теллуриды золота—волынскит-золото (Зод). Отмеченные ассоциации в одних случаях проявляются в полиметаллических рудах (Зод, Гегарчин, Гамзачиман), в других—медных (Тей, Арманис) и золото-теллуридных (Зод). Частая ассоциация тетрадимита с сульфидами показывает, что он образуется при более сернистой среде, чем теллуровисмутит. Тетрадимит является обычным спутником золота, поэтому он, наряду с другими теллуридами, служит поисковым критерием для золота.

Тетрадимит представлен в сплошных листоватых и зернистых агрегатах размером 0,01—1 мм. Развивается по теллуровисмутиту. В виде небольших пластинок развивается по козалиту и виттихениту (Тей) или по висмутину (Арманис, Тей).

Макроскопически стально-серый, с сильным металлическим блеском и совершенной спайностью минерал. Мягкий, медная

игла оставляет канавку без крошения. Структура слоистая. От теллуровисмутита отличается темным и тусклым цветом, слабым блеском.

В отраженном свете имеет белый цвет со слабым кремовым оттенком. В сростках с теллуровисмутитом имеет серо-зеленоватый оттенок. Интенсивность отражения для желтых лучей 52% (рис. 20). Обычно ниже, чем у теллуровисмутита. Двуотражение слабо в воздухе, усиливается в масле. Анизотропия слабая (заметно в зернистых агрегатах), с эффектом в светлых, темно-серых тонах. Рельеф ниже теллуровисмутита, золота, но выше, чем у гессита, петцита. Твердость по микровдавливанию составляет 35—54,8 кгс/мм².

Химическим анализом в тетрадимите из Зодского месторождения (Н. Н. Тагунова, 1962) и Намазелянского проявления определены: Bi, Te, S, Fe, Pb, Sb (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав тетрадимита из Зодского месторождения и Намазелянского проявления

Месторождения	Содержание элементов							Автор
	Bi	Te	S	Fe	Pb	Sb	сумма	
З о д	57,30	38,90	4,0	0,92	0,05	0,01	100,28	Н. Н. Тагунова, 1962
Намазелян	58,80	35,64	4,46	0,80	—	0,03	99,73	Ш. О. Амирян, 1966

Спектральными анализами в тетрадимите (Зод, Намазелян) установлены: Au, Ag—0,3, Mn, Zn, Cu—0,1—0,3, Sb—0,3—1, Ba—0,01, Pb, As—0,5—1, Hg—0,001, изредка Sn—0,001%.

Рентгенометрические анализы показали сходность тетрадимитов (Ш. О. Амирян и др., 1972) с эталоном (В. И. Михеев, 1957; картотека ASTM, L. G. Berry, R. M. Thompson, 1962). В рентгенограммах определены следующие сильные линии: (10) 3.20; (8) 2.56; (6) 2.34; (6) 2.20 (Зод); (10) 3.12; (9) 2.30; (7) 1.94; (8) 1.64; (10) 1.30; (6) 1.26; (7) 1.21 (Гамзачиман); (9) 3.07; (9) 2.27; (7) 1.635; (10) 1.293; (7) 1.208 (Намазелян). В межплоскостных расстояниях тетрадимитов наблюдаются небольшие различия, что позволяет предположить наличие членов группы тетрадимита и вообще членов Bi—Te—S системы, мало отличающихся друг от друга микроскопическими, макроскопическими свойствами и структурой.

П и л ь з е н и т (верлит)—редко встречающийся минерал.

Установлен только в золото-теллуридовом руде Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961) в тесных сростаниях с теллуридовым висмутидом, нагиагитом, золотом и петцитом, замещающим арсенопирит, галенит, пирит, герсдорфит, бравоит и ваэсит. Теллуридовым висмутидом замещается пильзенитом, а оба вместе—алтаитом.

В отраженном свете цвет минерала белый-кремово-белый с бледно-розовым оттенком. В масле усиливается различие между цветами пильзенита и теллуридовым висмутидом. Он становится более розоватым, фиолетовым, чем теллуридовым висмутидом. Интенсивность отражения для желтых лучей ~ 47 , а для красных—55%, чем обусловлен розовый оттенок минерала в отраженном свете. Двухотражение слабое, заметно в масле. Слабо анизотропный (в серых, голубых, коричневых тонах). Твердость низкая. Рельеф выше, чем у алтаита, теллуридовым висмутидом и гессита. Заметна совершенная спайность. Твердость по микровдавливанию: $H_{с\lambda} = 65$, $H_{срII} = 73,2$ кгс/мм².

От HNO_3 иризирует, чернеет. Микроспектральным анализом в нем определены Bi, Te (много), Ag, Sb, Au, Pb (следы).

Минерал подтвержден рентгенометрическим анализом (Т. А. Твалчрелидзе, 1959).

По рентгенограмме минерал принадлежит к группе верлита.

Волинскит—новый теллурид висмута и серебра. Обнаружен М. С. Безсмертной и Л. Н. Соболевой (1963) в руде Зодского золоторудного месторождения, в ассоциации с теллуридовым висмутидом, алтаитом, гесситом, золотом и другими теллуридами, замещающими арсенопирит, бравоит, пирит, ваэсит и другие сульфиды и арсениды. Особенно тесные сростки он образует с теллуридовым висмутидом, алтаитом и гесситом.

Под микроскопом по отражательной способности и цвету при наблюдении с сухим объективом волинскит, по М. С. Безсмертной и Л. Н. Соболевой, несколько похож на теллуридовым висмутидом. При наблюдении с масляной иммерсией теллурид висмута и серебра по общей освещенности занимает промежуточное положение между теллуридовым висмутидом и галенитом. Цвет минерала бледно-пурпурный с фиолетовым оттенком. Отражательная способность в масле для различных частей спектра колеблется в пределах от 40,7 до 45,4%, при этом высокие значения характерны для красной части спектра.

При скрещенных николях минерал слабо анизотропен. Двухотражение слабое. Полируется хорошо и по отношению теллуридовым висмутидом, алтаита и гессита обладает несколько повышенным рельефом. Спайность совершенная в одном направлении и несовершенная—в двух других. Наблюдаются редкие треугольники

выкрошивания. Микроспектральным анализом в минерале обнаружены: Bi, Ag, Te, Sb, Pb. Для минерала получена (М. С. Безсмертная и Л. Н. Соболева, 1963) рентгенограмма со следующими сильными линиями: (10) 3.17; (4) 2.25; (3) 2.17; (2) 1.82.

Нагиагит—редкий минерал золото-сульфидно-теллуровой формации. Установлен в золото-теллурических рудах Зодского (Ш. О. Амирян, 1961) и Меградзорского (А. И. Карапетян, Ш. О. Амирян, 1963) месторождений.

На Зодском месторождении нагиагит ассоциирует с теллуридами золота и серебра, теллуровисмутитом, тетрадимитом, золотом, мелонитом, пильзенитом, буланжеритом и галенитом, на Меградзорском—с теллуровисмутитом, сильванитом, калаверитом, золотом, петцитом, гесситом, которые замещают пирит, сфалерит, галенит и халькопирит.

В отраженном свете—светло-серый, по сравнению с алтаитом и теллуровисмутитом—серый, темно-серый, с гесситом—серый с голубоватым оттенком, по сравнению с галенитом чуть темнее. Интенсивность отражения для желтых лучей составляет 40%. Двуотражение заметно в иммерсии. Слабо анизотропный. Твердость низкая. Со спайностью. Погасание близко к прямому. Твердость по микровдавливанию: $H_{срI} = 106$ кгс/мм², $H_{срII} = 118,5$ кгс/мм². Рельеф выше алтаита, пильзенита, гессита.

Локальным спектральным анализом в минерале определены: Pb, Te, Sb, Au, Ag. Микрохимия на Pb, Te, Sb положительна. Для нагиагита из Зодского и Меградзорского месторождений получены рентгенограммы (Ш. О. Амирян, 1961; П. С. Бернштейн и др., 1968) со следующими сильными линиями: (10) 2.99; (8) 2.82; (8) 2.45; (6) 2.05; (6) 1.81; (6) 1.698; (9) 1.509 (Зод); (6) 7.32; (10) 2.99; (6) 2.34; (7) 2.13; (6) 2.06 (Меградзор).

Образует прямоугольные, пластинчатые выделения и зернистые агрегаты размером 0,5—1 мм, которые тесно сростаются с теллуридами.

Гессит имеет довольно широкое распространение. Установлен в рудах Зодского (Ш. О. Амирян, 1961), Меградзорского (А. И. Карапетян, Ш. О. Амирян, 1963), Гамзачиманского (Ш. О. Амирян, 1966), Гегарчинского (Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян, 1964), Тейского, Лалигюхского (Ш. О. Амирян, 1971) и Шаумян-Халаджского (Р. Н. Зарьян, 1962) месторождений.

Гессит встречается в полиметаллических (Гегарчин, Гамзачиман, Зод, Лалигюх), золото-теллурических (Зод, Меградзор) и отчасти пирит-халькопиритовых (Тей) рудах. Обычно он ассоциирует с галенитом, теннантитом, тетраэдритом, теллуровисмутитом, алтаитом, калаверитом, сильванитом и другими теллуридами и золотом. Самые тесные сростки он образует с петцитом,

золотом и алтаитом. В группе теллуридов является самым поздним минералом.

Гессит представлен зернистыми агрегатами размером 0,01—5 мм, нередко прожилочками в карбонате. В виде включений находится в сульфидах и арсенидах. Любопытно отметить, что обычно в полях гессита наблюдаются тонкие включения и прожилочки золота (рис. 21).



Рис. 21. Гессит с золотом выполняет друзовую полость, образованную идиоморфными выделениями вазсита. Серое, катаклазированное—хромит. Зодское месторождение. Поляр. шлиф. х 100.

Макроскопически стально-серый минерал с металлическим блеском, мягкий, чертится медной иглой. Цвет минерала в отраженном свете светло-коричневый. По сравнению с галенитом светловато-серый, с петцитом—светло-коричневый, с колорадоитом—светлый, с теллуrowисмутитом—серый в коричневых тонах. Интенсивность отражения (рис. 22) для желтых лучей составляет 41%, больше, чем у нагиагита, петцита и меньше, чем у галенита. Заметно двуотражающий с цветным эффектом в серо-синих, светло-коричневых тонах. Отчетливо анизотропный с цветным эффектом в темно-оранжевых, темно-синих тонах. Анизотропия

пятнистая. Твердость низкая, ниже, чем у ассоциирующих с ним остальных теллуридов, она по микровдавливанию составляет: Нср. = 37 кгс/мм². Наблюдается спайность.

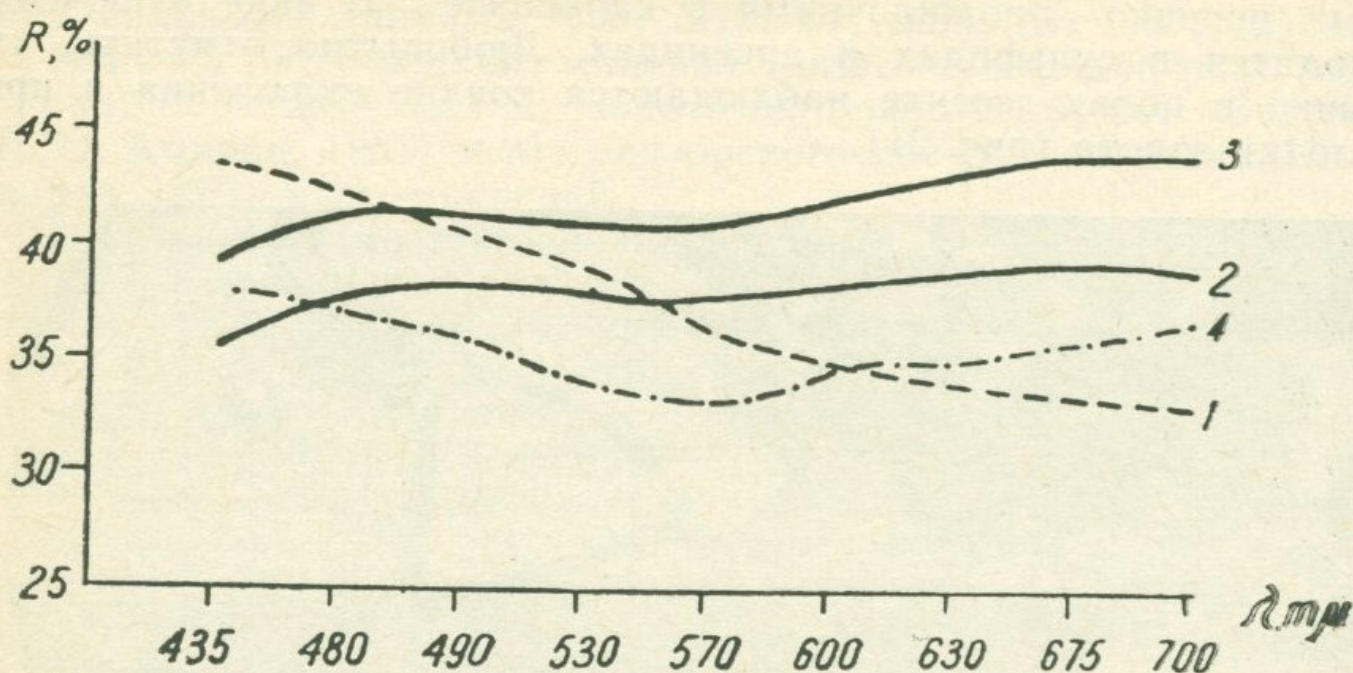


Рис. 22. Дисперсия отражательной способности петцита (1), гессита (2, 3) и колорадоита (4).

Локальными спектральными анализами в минерале установлены: Ag, Au, Te (много), Bi, Pb, As, Sb (следы), последние, по-видимому, связаны с механическими включениями собственных минералов.

Получены рентгенограммы для гесситов из Зодского и Меградзорского месторождений (Ш. О. Амирян и др., 1972), которые сходны с эталоном (В. И. Михеев, 1957, картотека ASTM, L. G. Berry, R. M. Thompson, 1962) и где установлены следующие сильные линии: (10) 2.72; (6) 2.41; (6) 2.29; (8) 2.094; (7) 2.004; (6) 1.383; (7) 1.316 (Зод); (10) 2.99; (10) 2.87; (7) 2.71; (6) 2.32; (7) 2.123; (7) 1.896; (6) 0.984; (6) 0.939; (6) 0.893 (Меградзор).

Петцит — довольно часто встречающийся минерал в рудах золоторудных формаций. Обычно встречается в рудах месторождений золото-сульфидно-теллуровой формации и отчасти в золото-полиметаллических рудах золото-шеелитовой (Гамзачиман) и золото-сульфидной (Шаумян-Халадж) формаций. Во всех месторождениях петцит установлен в ассоциации теллуридов золота, висмута и свинца. Петцит тесно сростается с гесситом, креннеритом, сиванитом и калаверитом, которые замещают теллуровисмутит, тетрадимит и алтаит. В совместных сростаниях гессит более поздний, чем петцит. На Меградзорском месторождении преобладающими минералами системы Au—Ag—Te являются сива-

нит и петцит, остальные имеют подчиненное значение, а на Зодском, наоборот, преобладают калаверит, креннерит и гессит, при этом встречается также самородный теллур. По-видимому, в последовательности выделения теллуридов золота и серебра важное место принадлежит теллуру. Сначала выделяются обогащенные теллуrom минералы, а затем бедные.

Петцит представлен аллотриоморфнозернистыми агрегатами размером 0,005—0,1 мм. Нередко петцит образует совместные сплошные агрегаты с сиванитом размером до 2—3 см. В таких случаях в полях петцита встречаются тонкие пластинки и прожилки золота, калаверита и гессита. Совместные петцит-гесситовые агрегаты имеют стально-серый цвет с умеренно металлическим блеском.

Под микроскопом характеризуется серо-белым цветом с фиолетовым оттенком. По сравнению с гесситом слегка голубоватый (гессит коричневый), с теллуrowисмутитом—серый с голубоватым оттенком. Очень сходен с галенитом как по цвету, так и отражательной способности. Интенсивность отражения для зеленых лучей составляет 40% (рис. 22). Она повышается в сторону синей части спектра, поэтому под микроскопом характеризуется голубоватым оттенком.

Существуют изотропные (Зод, Шаумян-Халадж) и анизотропные (Меградзор, Шаумян-Халадж) разновидности петцита. У сильно анизотропных разновидностей при сильном освещении заметно слабое двуотражение. Наличие изотропных и анизотропных разновидностей петцита подтверждается данными Красек и Ксанда (1940), Хельге и Фру («Минералогия редких элементов», 1964).

У анизотропных разновидностей наблюдается цветной эффект анизотропии в желто-зеленых, коричнево-темно-синих тонах. Твердость низкая, она по микровдавливанию составляет 51—53 кгс/мм². Спайность наблюдается в нескольких направлениях, что наблюдается по редким треугольникам выкрошивания.

Микроспектральным анализом в петците установлены: Au, Ag, Te (много), Bi, Sb, As, Pb (следы). Спектральным анализом в петците из Меградзорского месторождения определены: Au, Ag, Te больше 10%, Cu—0,03, Pb—0,1, Zn—0,01, Bi—0,003%.

Рентгенограммы петцита (Ш. О. Амирян и др., 1972) сходны с эталоном (В. М. Михеев, 1957; картотека ASTM, L. G. Berry, R. M. Thompson, 1962), но содержат некоторые линии сиванита, калаверита и гессита, с которыми он тесно сростается. В них определены следующие сильные линии: (10) 2.72; (6) 2.41; (6) 2.29; (8) 2.094; (7) 2.004; (6) 1.383; (7) 1.316 (Зод); (10) 2.99; (10) 2.87; (7) 2.71; (6) 2.32; (7) 2.123; (7) 1.896; (6) 0.984; (6) 0.939; (6) 0.893 (Меградзор).

Эмпрессит—редкий минерал в рудах золоторудных месторождений. Установлен в рудах Меградзорского месторождения (Ш. О. Амирян, 1968), где он ассоциирует с петцитом, калаверитом, золотом. Эмпрессит развивается по галениту, где контакт представлен тонкой оторочкой сильванита. Образует графические структуры замещения с калаверитом и сильванитом. В полях эмпрессита находятся червеобразные выделения сильванита и золота.

В отраженном свете эмпрессит сине-белый, по цвету сходен с петцитом. От галенита отличается синеватым, более серым оттенком. Интенсивность отражения как у галенита, незначительно ниже. Двухотражение заметно довольно четко (от светло-серого до голубого-белого). Анизотропия с цветным эффектом в бело-желто-зеленых, коричнево-темно-синих тонах. Твердость низкая, рельеф выше гессита и петцита, ниже галенита. Полируется хорошо не по всем срезам, твердость по микровдавливанию: $H_{ср} = 55—60$ кгс/мм². Образует тонкозернистые агрегаты размером 0,01—0,5 и более миллиметра, замещающие сильванит, калаверит, теллуrowисмутит и алтаит.

Локальными спектральными анализами в минерале определены: Ag, Te (основа), Au, Bi, Pb, Cu. Последние элементы из окружающих минералов.

Калаверит в рудах золоторудных месторождений распространен довольно широко. Установлен в золото-теллуrowых рудах Зодского (Ш. О. Амирян, 1961) и Меградзорского (А. И. Карапетян, Ш. О. Амирян, 1963), полиметаллических—Гамзачиманского (Ш. О. Амирян, 1966) и Шаумян-Халаджского (В. О. Пароникян, 1966) месторождений.

Калаверит представлен пластинчатыми и зернистыми агрегатами размером 0,01—0,1 мм (нередко до 2—3 мм). Встречается в виде каемки вокруг агрегатов сильванита, проникая внутрь агрегатов и замещая сдвойникованные зерна его. Совместно с эмпресситом, петцитом и креннеритом образует тонкие мирмектиновые структуры срастания. Замещает скелетообразные выделения сильванита. По сравнению с креннеритом образовался раньше. Калаверит замещается гесситом и эмпресситом. Совместно с самородным золотом в виде тонких прожилков наблюдается в поле петцита.

Наиболее часто встречается в парагенезисе с креннеритом, сильванитом, гесситом, петцитом, эмпресситом и золотом. Даже в полиметаллических рудах, где он встречается редко, все же проявляется в парагенезисе этих минералов или с некоторыми его членами. По распространенности второй теллурид золота, после сильванита.

Макроскопический цвет калаверита белый с зеленовато-желтым оттенком. Хрупкий. Блеск металлический. Под микроскопом характеризуется кремово-желтым цветом, по сравнению с пиритом светлый, с сильванитом—более желто-кремовый (сильванит белесоватый). Интенсивность отражения выше, чем у пирита, но ниже, чем у золота, примерно как у алтаита. Для желтых лучей она составляет 61%. R_p калаверита близка к R_g сильванита (рис. 23) и для всех длин волн идет параллельно с ней и имеет одинаковое значение, поэтому срезы калаверита с R_p сильванита с R_g не отличимы или трудно отличимы под микроскопом. R_g калаверита больше R_g сильванита примерно на 5%. И для калаверита, и для сильванита интенсивность отражения повышается в желтой и красной части спектра. Все указанные взаимоотношения отражательных способностей теллури-

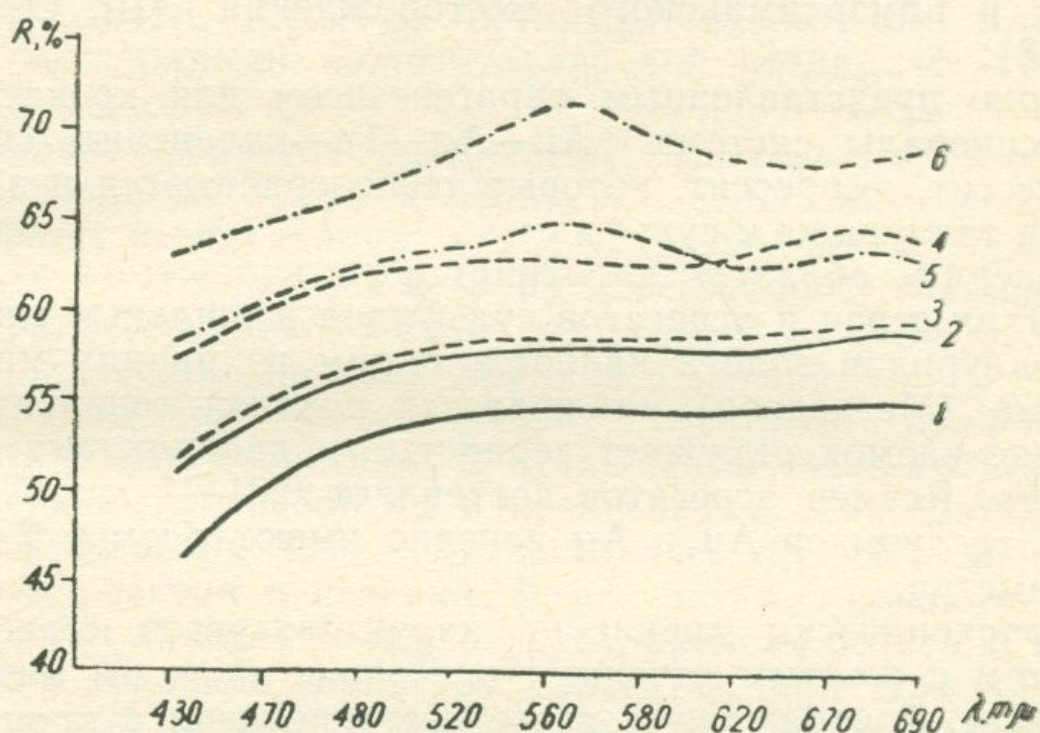


Рис. 23. Дисперсия отражательной способности сильванита (1, 2), калаверита (3, 4) и креннерита (5, 6).

дов золота хорошо наблюдаются под микроскопом. Желто-розовый, кремовый оттенок описанных минералов как раз и обусловлен повышением отражательной способности для желтых и красных волн спектра.

Небольшая разница между R_g и R_p калаверита, что составляет 5—10%, обусловила слабое двуотражение, которое едва заметно в воздухе и усиливается в иммерсии, особенно у зернистых агрегатов. Минерал анизотропный с цветным эффектом от светло-кремово-желтого до темно-коричневого. Низкой твердости.

Рельеф ниже, чем у золота, галенита, выше, чем у гессита. Твердость по микровдавливанию: $H_{срI} = 61,2$ кгс/мм², $H_{срII} = 92$ кгс/мм². Спайность наблюдается не всегда и в одном направлении.

В межплоскостных расстояниях калаверитов из Зодского, Меградзорского и Гамзачиманского месторождений (Ш. О. Амирян, 1961, 1968) получены следующие сильные линии: (10) 2.98; (8—9) 2.09; (6) 1.515 (Меградзор); (6) 3.37; (10) 2.92; (9) 2.07; (9) 1.768; (7) 1.701; (7) 1.353; (8) 1.318; (8) 1.203; (7) 1.137; (6) 1.045; (7—8) 1.00; (7—8) 0.986; (7) 0.936; (6) 0.893; (7) 0.830; (7) 0.822; (7) 0.792 (Зод); (9) 3.03; (10) 2.87; (9) 2.05; (8) 1.881; (8) 1.762; (7) 1.610; (9) 1.541; (7) 1.348; (9) 1.315 (Гамзачиман).

Креннерит встречается реже, чем остальные теллуриды золота. Установлен в золото-теллуриковых рудах Зодского, Меградзорского и Гамзачиманского месторождений (Ш. О. Амирян, 1961, 1968).

Широко представленным парагенезисом для креннерита являются минералы системы $Au-Ag-Te$ —калаверит, сильванит, петцит, гессит, эмпрессит, которые тесно срastaются и замещают остальные теллуриды и сульфиды.

Креннерит образует аллотриоморфнозернистые агрегаты в промежутках зерен и агрегатов сульфидов и жильных минералов. Среди теллуридов золота является одним из ранних минералов, но нередко (Меградзор) наблюдается поздняя генерация, которая в виде каемок окружает зернистые и двойниковые агрегаты сильванита. Размер агрегатов составляет 0,01—1 мм. Сплошные агрегаты теллуридов Au и Ag нередко имеют размер 2—3 и более сантиметра.

Макроскопически креннерит характеризуется серебряно-белым цветом с желтым оттенком и с очень сильным металлическим блеском. В отраженном свете цвет креннерита кремово-желтый со слабо-розовым, желто-розовым оттенком. Интенсивность отражения для зеленых лучей составляет 63, для желтых—64, 5, для красных—66% (средние значения). Двуотражение очень слабое, так как ΔR небольшая (5—6%). Заметно анизотропный с цветным эффектом в светло-серых, желтовато-коричневых тонах. Рельеф ниже, чем у мелонита, калаверита, выше, чем у алтаита и петцита. Твердость по микровдавливанию: $H_{срI} = 36,7$ кгс/мм², $H_{срII} = 62,5$ кгс/мм². Спайность при хорошей освещенности заметна в двух направлениях.

Локальными микроспектральными анализами в минерале определены Au , Te (основа), Ag , Bi , Pb , Sb , As . Последние представлены из ассоциирующих минералов. За счет креннерита также в зоне окисления образуется вторичное золото. Рентгенограм-

мы креннерита (Ш. О. Амирян и др., 1972) сходны с эталоном (В. И. Михеев, 1957; картотека ASTM, L. G. Berry, R. M. Thompson, 1962) и содержат следующие сильные линии: (10) 3.02; (9) 2.23; (9) 2.11; (7) 1.78; (7) 1.52 (Меградзор); (10) 2.97; (7) 2.88; (9) 2.09; (7) 1.771 (Зод); (10) 2.91; (10) 2.07; (10) 1.781; (8) 1.700; (8) 1.322; (8) 1.207; (8) 0.985 (Гамзачиман).

Сильванит по сравнению с калаверитом, креннеритом и петцитом распространен шире. Установлен в рудах Зодского, Гамзачиманского (Ш. О. Амирян, 1961, 1966) и Меградзорского (А. И. Карапетян, Ш. О. Амирян, 1963) месторождений.

Сильванит в одном случае совместно с теллуrowисмутитом, гесситом, алтаитом проявляется в полиметаллических рудах (Зод, Гамзачиман), завершая эту стадию минералообразования, в другом—ассоциирует с теллуrowисмутитом, золотом, калаверитом, креннеритом, гесситом, петцитом, нагиагитом, алтаитом и другими теллуридами золото-теллуrowой стадии минерализации (Зод, Меградзор).

Сильванит образует удлиненные, шестоватые, хорошо раскристаллизованные зерна и зернистые агрегаты в промежутках идиоморфных зерен кварца, пирита, арсенопирита. Размер агрегатов нередко доходит до 2—3 см (Меградзор). Макроскопически серебряно-(свинцово)белый, непрозрачный минерал с сильным металлическим блеском. Хрупкий и мягкий.

От группы креннерит-калаверит отчетливо отличается по своим оптическим свойствам. В отраженном свете кремово-белый, по сравнению с калаверитом и креннеритом белесоватый. Интенсивность отражения (рис. 23) составляет 43—60% для различных частей спектра и сечений. В результате большого значения ΔR (25—30%) отчетливо видно двуотражение, особенно на sdвойнированных зернах и зернистых агрегатах, при этом хорошо выражен цветной эффект двуотражения от светло-кремово-белого до темно-кремового, бело-коричневого. Сильно анизотропный с цветным эффектом от грязно-серо-коричневого до светло-серого, серо-белого. Твердость низкая. Рельеф выше, чем у гессита, петцита, калаверита, алтаита. Спайность в двух направлениях. Для сильванита очень характерны полисинтетические двойники, которые наблюдаются даже на самых маленьких выделениях (рис. 24). Твердость по микровдавливанию: $H_{срI} = 139,8$ кгс/мм², $H_{срII} = 148,4$ кгс/мм².

Химическим и спектро-фотометрическим анализом в сильваните (Меградзор) определены: Au—23,3—23,8, Te—60,83, Se—0,2, Ag—12,7, Fe—0,71, As—0,015, S—0,08, Cu—0,002, Sb—0,03, Bi—0,21, Pb—0,33%, н. о. 1,4% (сумма 99,907%).

Рентгенограммы сильванита (Ш. О. Амирян и др., 1972) сходны с эталоном (В. И. Михеев, 1957; картотека ASTM, L. G. Berry, R. M. Thompson, 1962), где установлены следующие сильные линии: (10) 3.02; (5) 2.97; (6) 2.23; (6) 2.14; (5) 1.97; (5) 1.787; (5) 1.673; (9) 1.37 (Меградзор); (10) 3.03; (5) 2.97; (7) 2.79; (6) 2.23; (6) 2.13 (Зод).

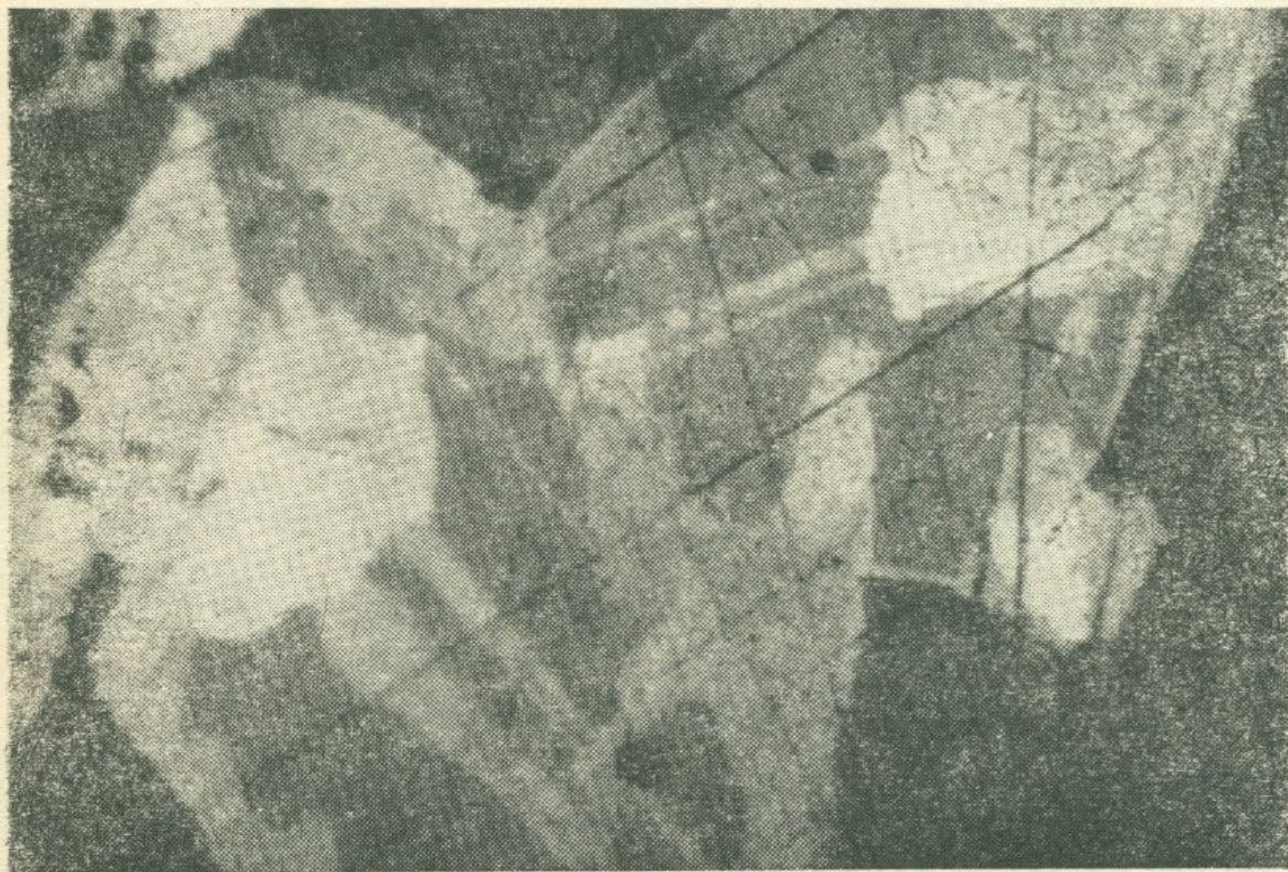


Рис. 24. Двойниковое строение зерен сильванита. Двойники разъедаются калаверитом, что свидетельствует о более позднем выделении его по сравнению с сильванитом. Меградзорское месторождение. Полир. шлиф. х 210.

Мелонит—редкий минерал. Установлен автором (Ш. О. Амирян, 1961) в рудах Зодского месторождения, где нередко образует довольно большие скопления таблитчатых, листоватых агрегатов.

Мелонит ассоциирует с алтаитом, теллуrowисмутитом, ваэситом, бравоитом, герсдорфитом, гесситом, нагиагитом, калаверитом, замещая сульфиды и арсениды Ni и Co. Среди группы теллуридов является одним из ранних минералов, окаймляется и замещается теллуrowисмутитом, алтаитом, калаверитом, гесситом (рис. 25).

Макроскопически представлен в виде таблитчатых, листоватых агрегатов, размером 0,02—0,5 см. Цвет бронзово-красный, красновато-белый. Пластины гибкие. Блеск сильно металлический. Твердость низкая—1—1,5.

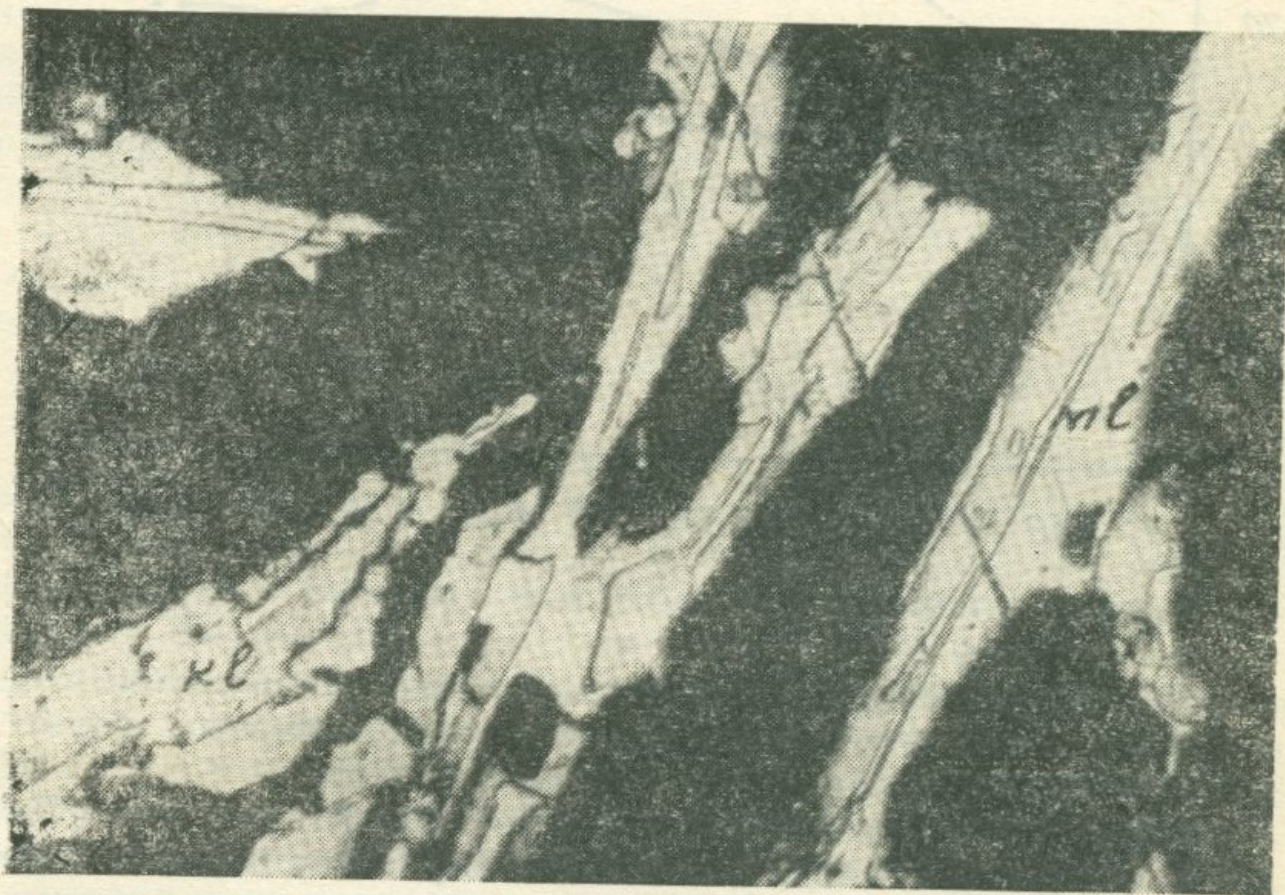


Рис. 25. Скелетные формы выделений мелонита (рельефное—светлое) и калаверита (светлое с низ. рельефом) в кварце. Серое рельефное—ваэсит. Зодское месторождение. Полир. шлиф. х 60.

В отраженном свете цвет минерала кремово-розовый, розовый. Интенсивность отражения для зеленых лучей 49%, для желтых—56, для красных—64, чем обусловлен кремово-розовый или розовый оттенок под микроскопом (рис. 26). Двуотражение заметно в воздухе (кремово-белый, кремово-розовый). Отчетливо анизотропный—в светло-желтых, коричневых, фиолетовых тонах. Твердость различна в разных сечениях. Она по микровдавливанию составляй $H_{срI} = 86,6 \text{ кгс/мм}^2$, $H_{срII} = 161 \text{ кгс/мм}^2$. Рельеф выше, чем рельеф кренрита, нагиагита, алтаита и теллуrowисмутита. Полируется хорошо, но по некоторым сечениям плохо. Наблюдается спайность. Часто с трещинами деформации. Образует короткопризматические, пластинчатые агрегаты, где

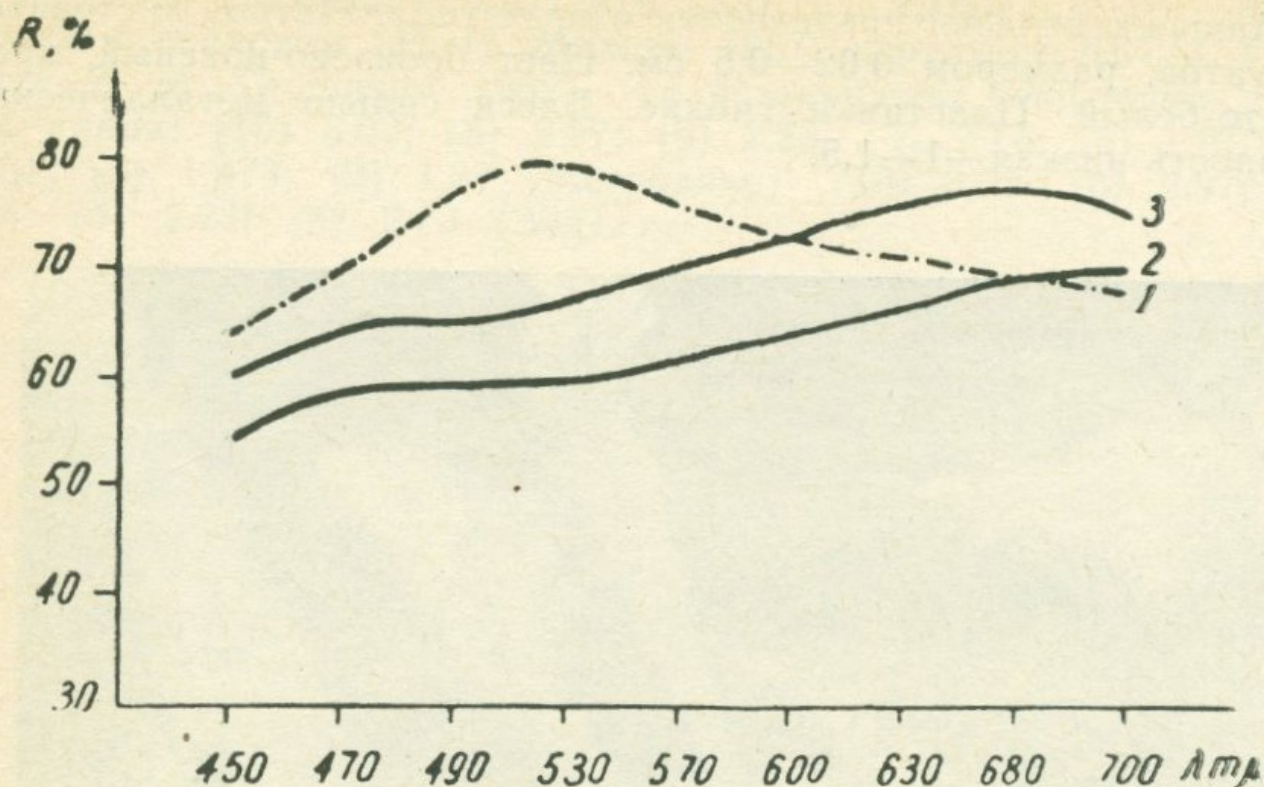


Рис. 26. Дисперсия отражательной способности алтаита (1) и мелонита (2, 3).

зерна расположены перпендикулярно и под различными углами друг относительно друга. Наблюдаются пластинчатые, веретенообразные двойники. Травится от HNO_3 , FeCl_3 , HCl .

Химическим анализом в минерале определены: Ni —77,4%, Te —18%. Остальная часть составляет нерастворимый остаток и примеси других элементов, определенные спектральным анализом— Au , Fe , Co , Sb , Bi , As —0,3—1%, Si , Mg , Ca , Pb —0,1—0,3%, Mn , Al , Ti , Cu , Ag , Zn —0,001—0,003%.

Рентгенограмма (Ш. О. Амирян и др., 1972) сходна с эталоном (В. И. Михеев, 1957; картотека ASTM, L. G. Veggy, R. M. Thompson, 1962), где установлены следующие сильные линии: (5) 5.14; (9) 2.79; (10) 2.60; (10) 2.053; (6) 1.581; (10) 545; (5) 1.226; (6) 1.209; (7) 1.195; (10) 1.085; (8) 0.230.

Колорадоит—очень редкий теллурид. В Советском Союзе впервые обнаружен в рудах Зодского золоторудного месторождения (Ш. О. Амирян, 1961), а затем Меградзорского (Ш. О. Амирян, 1966). В обоих месторождениях колорадоит находится в ассоциации с теллуридами висмута, золота, серебра, свинца, а на Зодском еще и никеля. Колорадоит представлен изометрическими зернистыми агрегатами размером 0,001—0,3 мм. Содержание ртути в теллуридных рудах и минералах составляет сотые и десятые доли процента, что с микроскопией и рентгенометрией (П. С. Бернштейн и др., 1968) подтверждает принадлежность ми-

нерала колорадоиту. В рентгенограмме определены следующие сильные линии: (10) 3.70; (10) 2.28; (9) 1.946; (7) 1.380; (5) 1.243; (7) 1.092; (5) 1.027.

Локальными спектральными анализами в минерале определены: Hg, Te, слабо Au, Ag, Bi.

В отраженном свете цвет минерала серый с коричневым оттенком. По сравнению с галенитом розово-коричневый и более темный, гесситом—розово-коричневый, алтаитом—коричнево-серый, с калаверитом, креннеритом—темно-серый. Интенсивность отражения (рис. 22) для желтых лучей составляет 38%. Изотропный. Твердость низкая, полируется хорошо. Рельеф примерно такой, как у петцита, гессита и алтаита. Твердость по микровдавливанию составляет: $H_{cp} = 39$ кгс/мм². Спайность не наблюдается.

От HNO₃ бурет, иризирует, FeCl₃—иризирует. Микрохимия на Hg и Te положительна.

Алтаит является одним из широко распространенных теллуридов. Установлен в рудах Зодского, Гамзачиманского, Гегарчинского, Арманинского (Ш. О. Амирян, 1961, 1966, 1968), Азатекского (В. О. Пароникян, 1962), Меградзорского (А. И. Карапетян, Ш. О. Амирян, 1963), Шаумян-Халаджского (Э. А. Хачатурян, 1958) месторождений и Кармиркарского проявления.

Алтаит находится в полиметаллической (Зод, Шаумян-Халадж, Гегарчин, Арманис, Меградзор), пирит-халькопиритовой (Арманис) и золото-теллуровой (Зод, Меградзор) ассоциации минералов.

Алтаит является одним из ранних теллуридов. Теллуровисмутит, мелонит, тетрадимит замещаются алтаитом, а он сам замещается теллуридами золота и серебра, золотом и колорадоитом.

Алтаит представлен изометрическими зернами и зернистыми агрегатами размером до 3—4 см (Меградзор, Шаумян-Халадж, отчасти Зод). Нередко с другими теллуридами образует гнезда, прожилки в кварце, сульфидах и карбонате. Он образует интересные мirmekитовые структуры прорастания с бурнонитом и нагиагитом на контакте галенита с теллуровисмутитом (рис. 27). В полях алтаита наблюдаются включения герсдорфита, бравонита, ваэсита, мелонита, теллуровисмутита.

В зоне окисления по краям агрегатов и зерен, по спайности и трещинам развивается данхемит (рис. 28). Химическими анализами в алтаите определен ряд элементов (табл. 4). Основная часть элементов, обнаруженная химическим анализом в алтаите, связана с механическими примесями.

Макроскопически оловяно-белый минерал с нежным желтоватым оттенком, мягкий, с металлическим блеском.

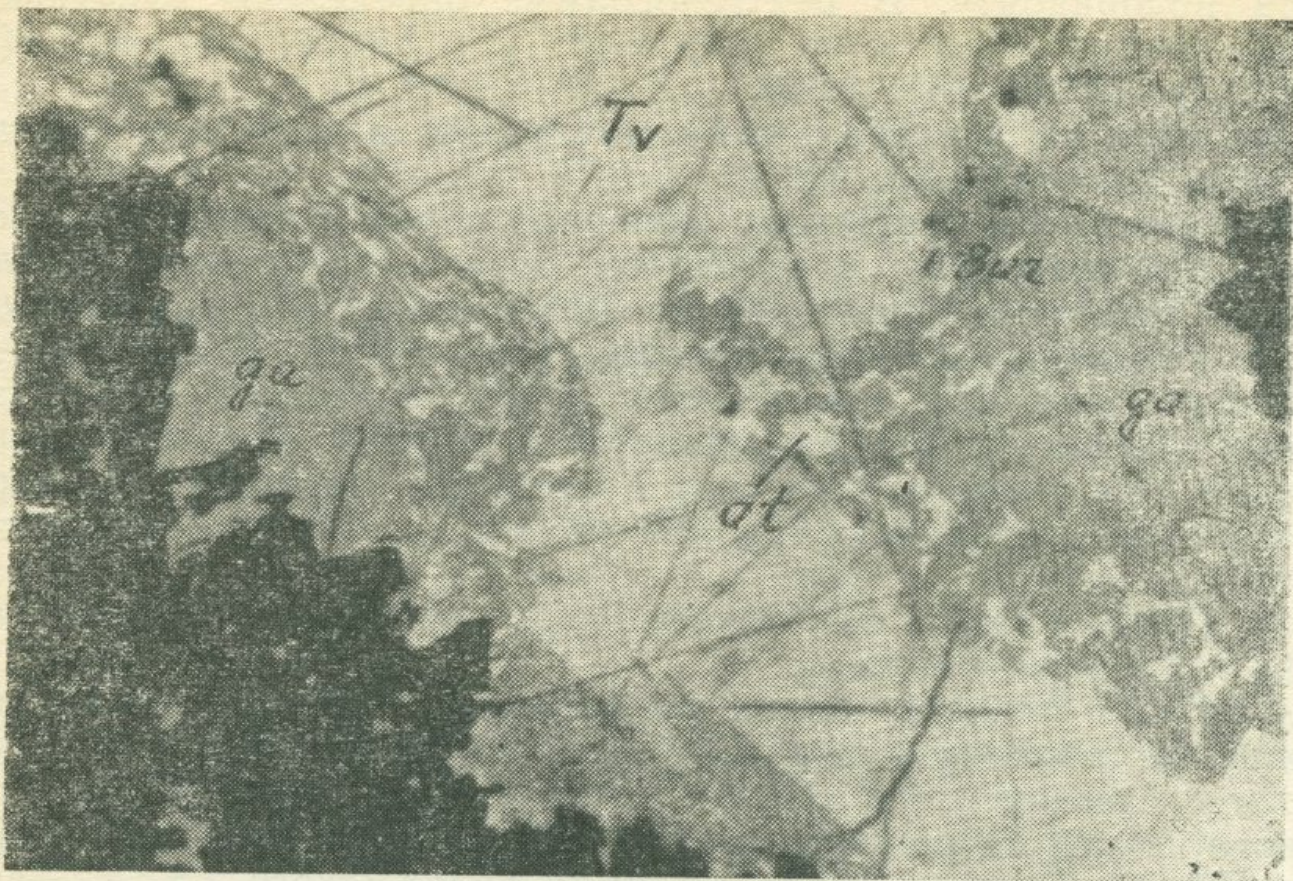


Рис. 27. Графические структуры замещения, образованные на контакте галенита и теллуrowисмутита реакционным способом. В сростании участвуют галенит, алтаит и бурнонит. Черное—карбонат. Зодское месторождение. Полир. шлиф. $\times 100$.

В отраженном свете белый с нежно-зеленым оттенком. Интенсивность отражения для зеленых и желтых лучей составляет 61% (рис. 26), чем обусловлен нежно-зеленоватый оттенок. Изотропный. Твердость по микровдавливанию $H_{cp} = 37—54,5$ кгс/мм² для различных месторождений. Рельеф ниже мелонита, креннерита, калаверита, сильванита, выше гессита. Заметна спайность в трех направлениях, в результате при полировке, как у галенита, получаютя треугольники выкрошивания.

Рентгенометрическими анализами алтаит подтвержден из Зодского, Меградзорского, Гамзачиманского (Ш. О. Амирян, 1968) и Шаумян-Халаджского месторождений (Р. Н. Зарьян, 1963). В рентгенограммах определены следующие сильные линии: (10) 3.20; (10) 2.27; (7) 1.86; (10) 1.438; (7) 1.317; (8) 1.077; (7) 0.864 (Зод); (9) 3.11; (10) 2.27; (9) 1.851; (7) 1.607; (10) 1.437; (9) 1.314; (9) 1.07; (8) 1.02 (Меградзор); (9) 3.22; (10) 2.28; (8) 1.858; (9) 1.320; (9) 1.076 (Гамзачиман); (10) 3.23; (9) 2.29;

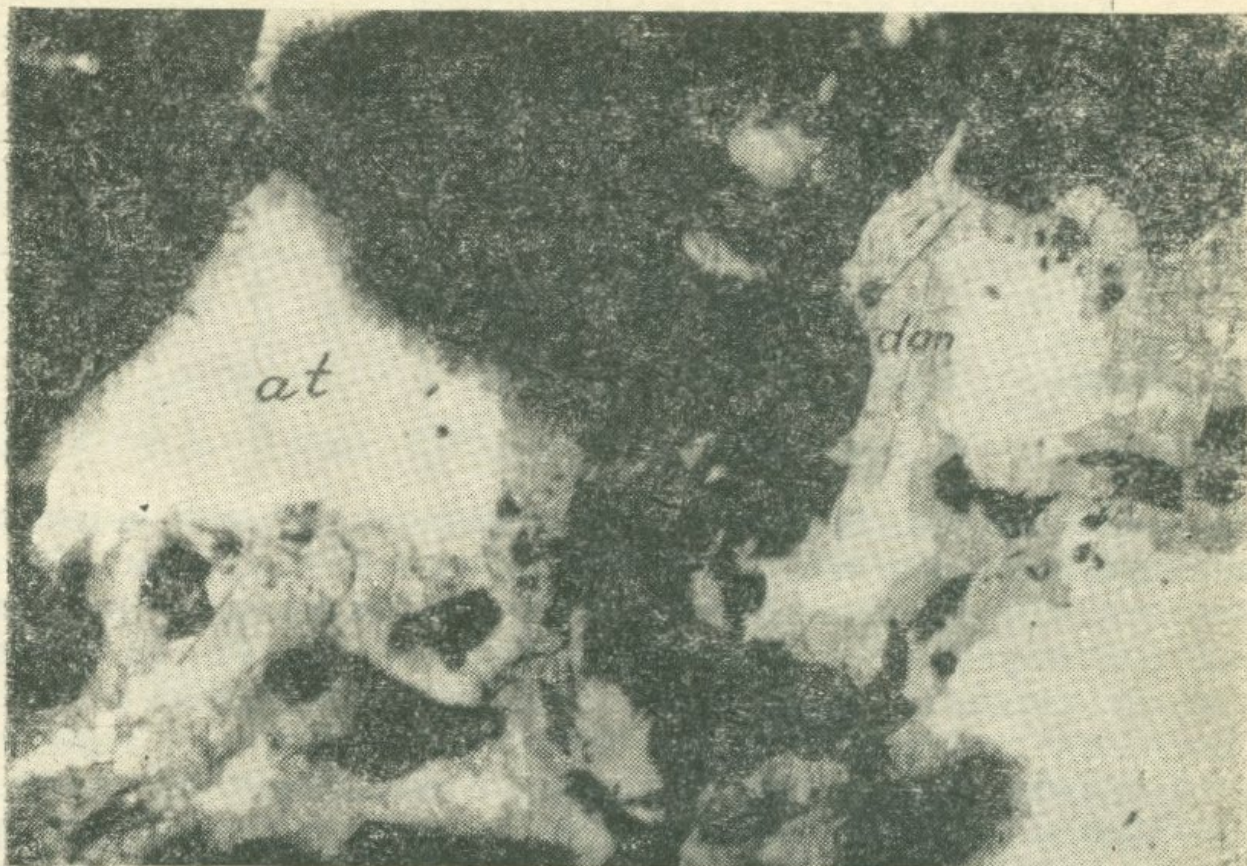


Рис. 28. Структура замещения алтаита данхемитом. Черное—кварц. Мегра-
дзорское месторождение. Полир. шлиф. $\times 100$.

(8) 1.614; (9) 1.445; (9) 1.315; (7) 1.141; (8) 1.077; (7) 1.022
(Шаумян).

Р и к к а р д и т—редко встречающийся минерал, установлен только в рудах Зодского месторождения, где он ассоциируется с теллуrowисмутитом, вейсситом, золотом, мелонитом, калаверитом и вторичными минералами теллура и висмута в верхних горизонтах рудных тел.

Обычное нахождение риккардита со вторичными продуктами теллура, висмута, меди и железа указывает на вторичное его происхождение. Образует зернистые агрегаты размером 0,01—0,05 мм, приуроченные к полуокисленным выделениям теллуrowисмутита, калаверита и мелонита.

В отраженном свете характеризуется своеобразным пурпурно-красным, серо-фиолетовым, оранжевым цветом. Интенсивность отражения 20—22%, выше, чем у сфалерита, но ниже, чем у блеклой руды. Сильно двуотражающий (в красных, фиолетово-серых тонах). Сильно анизотропный (в желтых, коричнево-красных тонах). Твердость низкая. Рельеф выше, чем у вейссита, ра-

Химический состав алтаита из Шаумян-Халаджского, Зодского и

Месторождение	Содержание элементов в %					
	Pb	Te	Se	Ag	Au	As
Зод	57,85	30,05	0,18	2,0	2,0	1,0
Шаумян-Халадж	60,0	32,75	0,30	—	—	—
Меградзор	61,0	36,20	0,05	1,0	0,95	0,10

вен рельефу золота. Наблюдается спайность. Твердость по микровдавливанию: $H_{срI} = 54,5$ кгс/мм², $H_{срII} = 65,8$ кгс/мм². Микрохимия на Cu и Te положительна. Микроспектральным анализом в минерале определены: Cu, Te (много), Au, Fe, Pb, Bi (следы). Последние элементы представлены собственными минералами.

Вейссит—весьма редкий минерал. Встречен в виде мелких, изолированных, неправильной формы частиц размером 0,001—0,3 мм в рудах Зодского месторождения. Вейссит представлен в ассоциации с теллуридами и сульфидами: алтаитом, нагнагитом, гесситом, теллуrowисмутитом, креннеритом, колусситом, халькопиритом, золотом и риккардитом.

Обычно вейссит с риккардитом встречается в зоне вторичного сульфидного обогащения, на границе зоны окисления и первичных руд. Отсутствие в первичных рудах нижних горизонтов доказывает вторичность его происхождения. Совместно с риккардитом образует каемки вокруг медных и теллуrowых минералов, заполняет промежутки и трещины зерен и агрегатов. Изредка сопровождается вторичным золотом.

В отраженном свете цвет минерала светло-серый с голубоватым оттенком. Интенсивность отражения близка к тетраэдриту (25—28%). Слабо двуотражающий. Заметно анизотропный. Твердость низкая, она по микровдавливанию составляет $H_{срI} = 46,4$ кгс/мм², $H_{срII} = 54,5$ кгс/мм². Рельеф ниже, чем у риккардита, выше, чем у гессита, петцита и алтаита.

Микрохимические испытания на Cu и Te положительны. Микроспектральными анализами в минерале определены Cu, Te, Fe.

г. Окислы и вольфраматы

Магнетит встречается спорадически. Ассоциирует с гематитом, ильменитом, нередко с хромитом (Зод), пиритом, халь-

Меградзорского месторождений

						Сумма	Аналитик и автор
Sb	Zn	Fe	Cu	Bi	н. о.		
0,8	—	—	—	3,0	2,44	99,32	Т. Т. Авакян, Ш. О. Амирян, 1969 Т. Т. Авакян, Р. Н. Зарьян, 1963 К. Минасян, (НИГМИ), Ш. О. Амирян, 1968
—	2,61	0,16	0,15	—	3,53	99,47	
0,10	—	—	0,15	0,10	0,80	100,45	

копиритом. На Зодском месторождении установлена магниевая разность магнетита—магнезиоферрит, что подтверждается аналитическими данными и рентгенометрически. В рентгенограмме определены следующие сильные линии: (5) 2.93; (10) 2.51; (4) 2.09; (5) 1.611; (7) 1.478.

Гематит встречается часто. Одна генерация гематита ассоциирует с магнетитом и ильменитом, другая—развивается за счет железа сульфидов. Установлен на всех месторождениях. Изредка пластинки и чешуйки гематита наблюдаются в промежутках зерен и агрегатов сульфидов. Образуют спутанно-пластинчатые, чешуйчатые выделения размером до 2—3 м.

Рутил представлен в той же ассоциации, что и гематит. Образует зернистые сростки и призматические идиоморфные кристаллы. Характеризуется пластинчатыми и коленчатыми двойниками. Является скорее всего аксессуарным минералом в породах. В рентгенограмме установлены следующие сильные линии: (9) 3.22; (4) 2.46; (4) 2.13; (10) 1.680; (5) 1.631; (3) 1.356.

Хромит установлен только на Зодском месторождении, где ассоциирует с магнетитом, рутилом, гематитом, нередко с пиритом и халькопиритом. Находится в околорудных породах, а в рудных жилах приурочен к тeneвым участкам включений пород. Обычно хромит раздроблен и сцементирован сульфидами, золотом, теллуридами.

Ильменит встречается в ассоциации с магнетитом и гематитом в тeneвых участках включений пород. Образует изолированные вкрапленники, представленные таблитчатыми кристаллами.

Шеелит установлен только в рудах Гамзачиманского золото-шеелитового месторождения, где он ассоциирует с пиритом и кварцем, редко сфалеритом.

Шеелит заполняет промежутки идиоморфных и призматичес-

ких зерен кварца. Образует зернистые агрегаты, вкрапленность и изредка прожилочки в серицитизированных граносиенитах. Нередко встречаются тетрагональные призмы шеелита размером 1—2 см в длину. Обычно шеелит находится в приконтактовых участках кварцевых прожилков. Встречаются бурые, желтые и белесоватые разности шеелита. В полях шеелита наблюдаются идиоморфные включения пирита и кварца.

В шеелите спектральным анализом установлены: Si, Al, Mg, Fe—0,03—0,8%, Ti, V, Mo, Sc, Zn, Ag, Cu—0,001—0,005, Bi—0,007, Au—0,007, Ca и W больше 10%. Химическими анализами определены: Se—20 г/т, Te—22 г/т. Рентгенограмма сходна с эталоном (В. И. Михеев, 1957). В ней определены следующие сильные линии: (7) 4.65; (10) 3.07; (6) 2.82; (6) 2.61; (5) 1.987; (9) 1.916; (7) 1.848; (8) 1.682; (9) 1.585; (6) 1.548; (9) 1.245; (6) 1.204; (6) 1.127; (7) 1.082; (7) 1.035; (6) 1.012.

2. ЖИЛЬНЫЕ МИНЕРАЛЫ

Кварц является основным компонентом жильного выполнения. Существуют несколько генераций кварца, которые отличаются друг от друга по агрегатному состоянию, цвету, кристаллическому облику, ассоциации минералов, взаимоотношению с другими минералами и примесями. Различаются: молочно-белый, фиолетовый, водяно-прозрачный, полупрозрачный, дымчатый, фарфоровидный, халцедоновидный кварц и опал.

Молочно-белым кварцем сложены дорудные кварцевые жилы. Такой кварц крупнозернистый, трещиноватый, массивный, нередко рассланцованный. Он характеризуется структурами грануляции и волнистым угасанием. Водяно-прозрачный, призматический, темный кварц участвует в сложении кварц-карбонат-сульфидных жил. Здесь кварц катаклазирован и обычно цементируется и замещается карбонатами и рудными минералами. Халцедоновидный кварц участвует в сложении более поздних жил и прожилков, а также в продуктах окисления. Фарфоровидный кварц и агат встречаются на Зодском месторождении, а фиолетовый (аметист)—на Лалигюхском и Арманисском.

Кальцит—один из распространенных карбонатов. Обычно участвует в кварцево-рудных жилах и отчасти в пострудных жилах и прожилках. Среди кальцитов также выделяются разновидности по кристаллическому облику, агрегатному состоянию, цвету и содержанию примесей.

Арагонит встречается редко, при этом в приповерхностных участках рудных тел, где он, по-видимому, гипергенного происхождения. В виде радиально-лучистых образований и на-

течных форм широко развит на Зодском месторождении, в коре выветривания перидотитов.

Манганокальцит установлен на Зодском и Гамзачиманском месторождениях. На Зодском месторождении он заполняет промежутки натечных образований родохрозита, а нередко чередуется с ним в натечных образованиях, слагая отдельные зоны сферических выделений. На Гамзачиманском месторождении манганокальцит участвует в сложении полиметаллических и безрудных карбонатных жил.

Анкерит по сравнению с кальцитом имеет слабое распространение. Анкерит хорошо представлен на Тейском, Меградзорском и Зодском месторождениях, где он участвует в сложении рудных и безрудных жил и прожилков.

Доломит установлен на Зодском и Тейском месторождениях. Участвует в ассоциации с кальцитом, анкеритом, кварцем как в рудных, так и в безрудных жилах. Доломит обычно наблюдается в тех жилах или их частях, которые находятся в основных и ультраосновных породах.

В рентгенограмме доломита определены следующие сильные линии: (10) 2.84; (6) 2.171; (6) 1.797; (6) 1.773; (5) 2.377; (5) 2.001; (5) 1.541; (5) 1.390; (4) 1.465; (4) 1.339; (4) 1.239.

Сидерит установлен на Зодском и Меградзорском месторождениях, где участвует в сложении золото-теллурических руд. Образует мелкозернистые агрегаты, замещающие кальцит, анкерит и кварц.

В рентгенограмме Меградзорского сидерита определены следующие сильные линии: (10) 2.80; (8) 1.738; (7) 3.59; (7) 2.34; (7) 2.13; (7) 1.961.

Родохрозит установлен только на Зодском месторождении, где он ассоциирует с сульфидами, золотом и теллуридами. Образует почковидные, шарообразные агрегаты с радиальнолучистым строением. В ядрах почек находятся сульфиды, кварц или обломки пород, а вокруг них чередуются полоски родохрозита и манганокальцита с золотом и теллуридами.

Магнезит встречается только на Зодском месторождении, где он преимущественно развит в измененных перидотитах и тальк-карбонатных породах. Незначительное количество магнезита встречается и в рудных жилах, где он, по-видимому, переотложен из пород.

Родонит встречается в виде рогоподобных выделений с дымчатым кварцем или опалом в жилах и породах Зодского месторождения. За счет родонита на поверхности образуются вторичные марганцевые минералы.

Барит встречается на Азатекском, Лалигяхском и редко

на Зодском месторождениях, где он участвует в составе безрудных жил и прожилков.

А н г и д р и т встречается на Шаумян-Халаджском месторождении совместно с гипсом в безрудных жилах и прожилках (Р. Н. Зарьян, 1963).

Г и п с встречается на Личквасском, Арманиссском и Шаумян-Халаджском месторождениях, где он образует небольшие прожилки, пересекающие полиметаллические руды.

3. ГИПЕРГЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ

Зона окисления на отдельных золоторудных месторождениях имеет довольно хорошее развитие. Глубина проникновения зоны окисления на различных месторождениях различна и колеблется в пределах от 25 до 200 м, в зависимости от характера рудовмещающих пород, раздробленности жильного выполнения, условий залегания рудных тел и характера рельефа.

Зона вторичного сульфидного обогащения четкого проявления не имеет. Зоны окисления и вторичного сульфидного обогащения проявляются совместно—минералы одной зоны находятся в пределах другой и наоборот.

З о л о т о. Вторичное золото установлено в зоне окисления золото-сульфидно-теллурических месторождений (Зод и Меградзор), где оно, кроме самородных частиц, находится также в виде теллуридов, которые в поверхностных условиях легко разрушаются и содержащееся в них золото восстанавливается и отлагается в виде вторичного (горчичного) золота. Оно отлагается в трещинах лимонитов (рис. 29), сохранившихся от окисления сульфидов, вокруг выделений первичного золота. В таких случаях теллур отчасти уносится в виде растворимых соединений, отчасти остается на месте в виде теллурита (TeO_2) или теллуристых соединений Fe, Pb, Cu и Bi (типа эммонсита, монтанита, тейнеита, данхемита и др.).

Вторичное золото представлено светло-коричневыми массами, смешанными с вторичными продуктами теллуридов и сульфидов. Вторичное золото от первичного отличается внутренней тонкозернистой структурой, цветом, пробой (более высокой), агрегатным состоянием и тусклым блеском. Вторичное золото представлено чешуйками, пылевидными, шаровидными частицами.

С е р е б р о. Вторичное серебро установлено в ассоциации с гипергенным золотом и теллуристыми соединениями. Оно образуется за счет разрушения первичных минералов серебра—теллу-

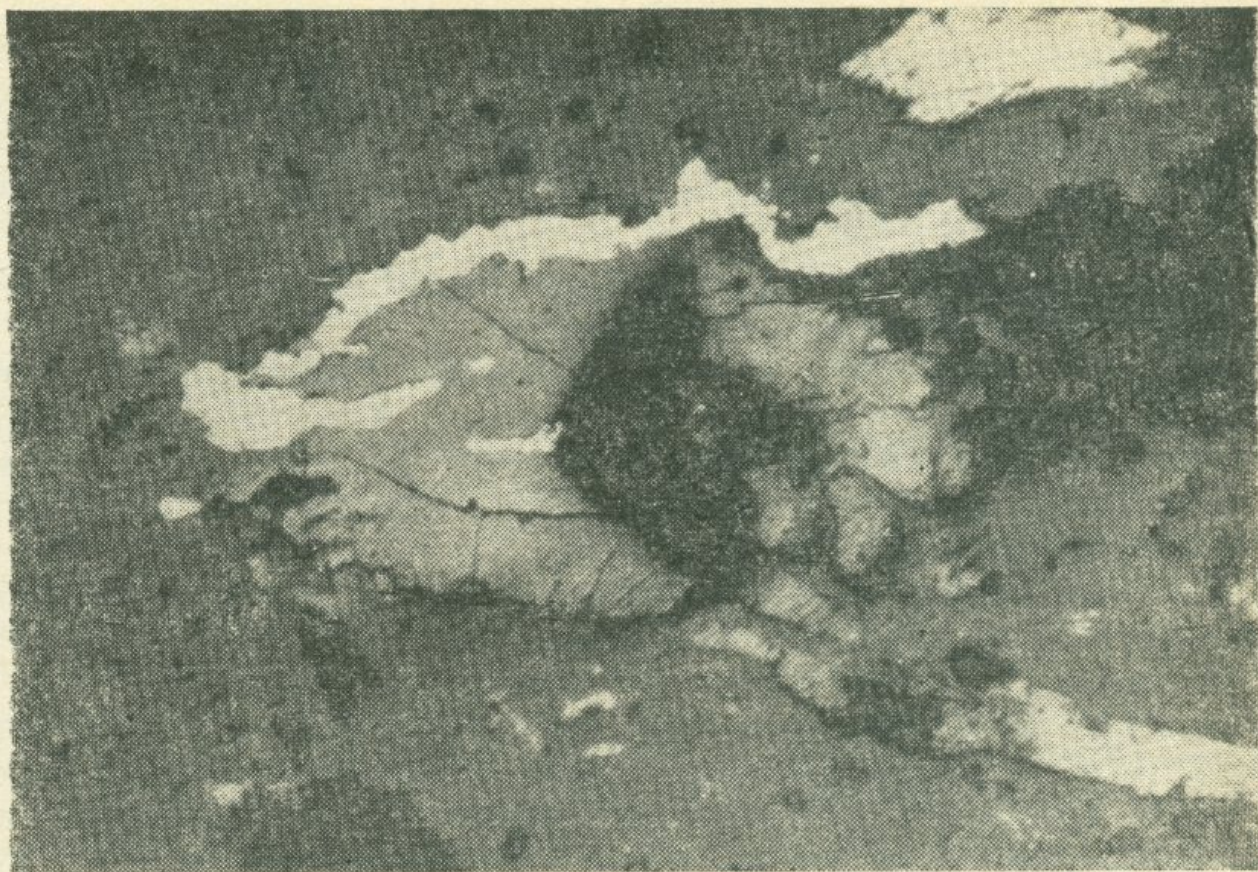


Рис. 29. Золото в трещинке и вокруг лимонита. Серое—кварц. Черное—выбоины. Зодское месторождение. Полир. шлиф. х 100.

ридов (гессита, петцита, эмпрессита), сульфосолей (айкинита) и других серебросодержащих минералов (блеклых руд, галенита, верлита).

Медь. Самородная медь установлена в окисленных рудах Зодского, Гегарчинского, Арманисского, Тейского и Меградзорского месторождений. Она развивается по куприту. Ассоциирует с вторичными карбонатами, окислами и сульфидами меди.

Халькозин установлен в ассоциации ковеллина, борнита и других продуктов окисления. Развивается по борниту, ковеллину и другим первичным минералам (халькопириту, галениту, бурнониту).

Ковеллин ассоциирует с халькозином, борнитом, малахитом, азурином и другими продуктами зоны окисления. Развивается по галениту, сфалериту, блеклым рудам, халькопириту, бурнониту, борниту и другим сульфидам.

Борнит имеет широкое распространение. Замещает халько-

пирит, теннантит, тетраэдрит и другие медные минералы. На непосредственной поверхности первичных минералов сначала образуется борнит, а затем по периферии его—ковеллин.

К е р м е з и т установлен только в полуокисленных антимонитовых рудах Зодского и Азатекского месторождений. Образуется по антимониту, поэтому наследует текстурные особенности антимонита.

Макроскопически характеризуется вишнево-красным цветом, низкой твердостью и алмазным блеском.

К у п р и т установлен в зоне окисления Зодского, Гегарчинского, Меградзорского, Гамзачиманского и Арманинского месторождений. Образуется небольшие выделения в ассоциации с самородной медью, теноритом, халькозином, ковеллином и другими гипергенными минералами.

Т е н о р и т представлен мелкозернистыми агрегатами аллотриоморфной структуры и землистыми массами черного, серовато-черного цвета.

Б и с м и т встречается в зоне окисления тех месторождений, где в рудах установлены гипогенные минералы висмута (Зод, Меградзор, Гегарчин, Тей, Арманис, Гамзачиман). Встречается в виде порошковых, землистых масс в продуктах окисления первичных руд.

Т е л л у р и т установлен в рудах Меградзорского и Зодского месторождений, где он образуется за счет золото-теллуридов руд. Представлен в виде порошкового налета белого, желто-белого цвета на поверхности измененных теллуридов.

С е н а р м о н и т, в а л е н т и н и т и сервантит установлены на Зодском, Гегарчинском и Азатекском месторождениях, где они развиваются за счет антимонитовых и сульфоантимонитовых руд. Представлены корками, призматическими, таблитчатыми или порошковатыми и плотными массами. Нередко образуют псевдоморфозы по антимониту и сульфоантимонитам.

Цвет перечисленных минералов различный—серый, желтый, голубовато-желтый. Среди «сурьмяных охр» М. К. Чичинадзе (1963) на Зодском месторождении установлен также гидроромеит, который развивается по антимониту.

В рентгенограмме гидроромеита определены следующие сильные линии: (8) 2.94; (10) 1.812; (9) 1.547; (5) 1.168; (5) 1.149; (5) 1.045.

Л и м о н и т ы являются самыми распространенными минералами зоны окисления. Установлены на всех месторождениях. Лимонитизацией охвачены огромные площади пород. На отдельных месторождениях лимониты развиваются даже на глубине 120—130 м от поверхности (Зод).

Лимониты представлены в виде корок, налетов, сплошных скоплений, рассеянных выделений, выполнений пустот и трещин. Они образовались за счет пирита, сфалерита, халькопирита, арсенопирита и других минералов, при этом лимониты характеризуются различным цветом и оттенками: красными, желтыми, коричневыми, бурыми, каштановыми, охристыми и сургучными. Отличаются они также по блеску и структуре. Лимониты, возникшие за счет окисления рудного вещества, темно-бурые, хрупкие, со смоляным блеском. Для лимонитов, образованных за счет изменения пород, характерна светлая окраска и полосчатая, древесная текстура.

Среди лимонитов можно выделить: остаточные и переотложенные. Преобладают последние.

Пиролюзит и псиломелан—широко распространенные минералы зоны окисления. Особенно много этих минералов на Зодском, Гамзачиманском, Меградзорском и Тейском месторождениях, где жильные карбонаты характеризуются повышенным содержанием марганца.

Пиролюзит и псиломелан представлены землистыми, рыхлыми массами, дендритовыми, шаровыми образованиями. Нередко совместно с лимонитами пиролюзит и псиломелан образуют «рубашку» на поверхности пластинок золота (Зод, Тей, Меградзор, Гамзачиман).

Ба з о б и с м у т и т установлен И. Г. Магакьяном в Каялинском рудном поле, в шлихах, а нами—на Зодском, Тейском, Арманисском и Меградзорском месторождениях совместно с другими вторичными продуктами Cu, Sb, As, Pb, Zn, Te, в зоне окисления. Проявляется в порошковатых, землистых массах, развивающихся по висмутовым и теллутовым минералам.

С м и т с о н и т и ц е р у с с и т установлены нами в полуокисленных полиметаллических рудах Меградзорского, Тейского, Арманисского, Гегарчинского, Зодского и Гамзачиманского месторождений. Церуссит преобладает над смитсонитом. Представлены зернистыми агрегатами, развивающимися по галениту и сфалериту.

В церуссите и смитсоните спектральным анализом установлены: Pb, Zn > 10%, Cu—2—3%, Au, Ag, Te—0,1%, Cd, Sb, As—0,01—0,03%.

В рентгенограмме церуссита установлены следующие сильные линии: (10) 2.032; (10) 1.938; (8) 1.849; (7) 3.613; (7) 2.491; (6) 3.321; (5) 1.801; (4) 1.477; (4) 1.192.

М а л а х и т и а з у р и т являются широко распространенными карбонатами меди в зоне окисления первичных руд. Пред-

ставлены зернистыми массами, налетами, корками, радиально-лучистыми агрегатами. Малахит преобладает над азуритом. В полях малахита и азурита нередко наблюдаются тонкие включения золота.

Г и п с встречается на Гегарчинском, Азатекском, Личкваском и Тейском месторождениях. Представлен в виде пластинчатых, таблитчатых зерен и агрегатов. Нередко образует прожилки мощностью до 1 см. Ассоциирует с лимонитами, окислами марганца, гипергенными минералами сурьмы, мышьяка, каолинитом и серицитом.

С к о р о д и т встречается на Зодском, Тейском и Гегарчинском месторождениях, где развивается по арсенопириту, образуя плотные агрегаты зеленовато-белого, яблочно-зеленого, голубовато-зеленого цветов. Образует петельчатую микротекстуру замещения по арсенопириту. В дальнейшем переходит в лимонит.

Б р о ш а н т и т установлен на Арчасарском и Зарском проявлениях золото-сульфидных руд, в ассоциации с малахитом, азуритом, смитсонитом, церусситом, плюмбоярозитом и пироморфитом, которые развиваются по пирит-халькопиритовым и полиметаллическим рудам. Представлен корками и землистыми массами изумрудно-зеленого, черновато-зеленого цвета.

П л ю м б о я р о з и т установлен нами на Меградзорском, Тейском, Гамзачиманском, Зарском и Арчасарском месторождениях и проявлениях, где он в виде налета, примазок и корок развивается по свинцовым и полиметаллическим рудам и отчасти по галениту.

М о н т а н и т встречается спорадически в рудах Меградзорского и Зодского месторождений, а также Сарнахпюрского и Намазелянского проявлений, где он развивается по золото-теллурическим рудам, особенно по теллуризовисмутиту и тетрадимиту (Ш. О. Амирян, 1961, 1968). Представлен в виде пластинчатых, таблитчатых агрегатов, псевдоморфно замещающих тетрадимит и теллуризовисмутит. Цвет минерала белый, серый с зеленоватым, желтоватым оттенком. Под микроскопом монтанит характеризуется низкой отражательной способностью, анизотропностью, серым цветом, неоднородностью цвета и низкой твердостью. Обладает бесцветными внутренними рефлексами. Содержит включения золота.

Б л е к э и т установлен в окисленных рудах Зодского месторождения (Ш. О. Амирян, 1961) в ассоциации с монтанитом, данхемитом и золотом. Представлен в виде корочек и землистых масс бурого, красновато-бурого цвета.

В отраженном свете серого цвета. Отражательная способность составляет 10—12%. Изотропный. Низкой твердости. С бурыми,

красными внутренними рефлексами.

От HNO_3 и HCl чернеет. Микроспектрально в минерале определены: Bi , Te , Fe (много), Cu , Pb , Sb , Al (следы). Полуколичественными спектральными анализами в блеклите установлены: Fe , Te , Bi от 3 до 10 и более процентов, Au , Cu —1—3%, Ni , Co , Ti , Cr , Pb , Ag , As , Zn —0,001—0,1%.

Данхемит образуется за счет алтаита. Встречается в зоне окисления золоторудных месторождений Зод, Меградзор, (Ш. О. Амирян, 1961, 1968) и Шаумян-Халадж (Р. Н. Зарьян, 1962).

Данхемит под микроскопом характеризуется матово-коричнево-желтым цветом. Отражательная способность варьирует в зависимости от сильного двуотражения. Но в среднем она близка к отражательной способности блеклой руды (~ 22 — 25%). Двуотражение сильное, в серых, коричнево-серых, желто-коричневых тонах. Эффекты анизотропии сильные. С внутренними рефлексами в коричневых, желтых тонах. Твердость низкая. Рельеф как у алтаита. Микротвердость: $H_{\text{ср}} = 11$ — 13 кгс/мм².

В виде каемок развивается по алтаиту (рис. 28), от HNO_3 быстро чернеет.

Данхемит из Шаумян-Халаджского месторождения изучен рентгенометрически, где установлены следующие сильные линии: (10) 3.37; (10) 2.96; (10) 1.867; (9) 1.092; (8) 1.132; (7) 1.259; (6) 1.226; (6) 1.113; (5) 2.39; (5) 2.05; (4) 3.23; (4) 3.06; (4) 1.690; (4) 1.075 (Р. Н. Зарьян, 1966).

Эритрин и аннабергит. О наличии в рудах Зодского месторождения выцветов Ni и Co указывается в рукописных работах Т. А. Твалчрелидзе (1953). Встречаются в виде налетов, землистых масс и корок, развивающихся по арсенидам и сульфидам Ni и Co .

Описанные минералы легко узнаются по характерным для них розовым, красным (эритрин) и яблочно-зеленым, темно-зеленым (аннабергит) цветам и по ассоциации.

Для аннабергита получена рентгенограмма, в которой установлены следующие сильные линии: (10) 2.848; (9) 2.970; (6) 3.307; (6) 3.146; (4) 2.179; (3) 2.692; (3) 2.425; (3) 2.280 (Ш. О. Амирян, 1971).

Пироморфит установлен нами в рудах Зодского и Арчасарского месторождений, где он в ассоциации с плюмбоярозитом, церусситом, смитсонитом и другими гипергенными минералами развивается по галениту. Встречается в виде зеленой, желтой и бурой массы.

Хризоколла установлена в ассоциации с малахитом,

азуритом, ковеллином и борнитом в приповерхностных участках рудных тел преимущественно с медной минерализацией. Установлена на Тейском, Зодском, Меградзорском и Арманиссском месторождениях.

Представлен в опаловидных массах в виде корочек с натечной пузырчатой поверхностью. Обладает голубоватым, голубовато-зеленым, синим цветом. Излом раковистый, твердость низкая, разлагается в соляной и других кислотах.

Под микроскопом обладает низкой отражательной способностью, двуотражением, анизотропностью и внутренними рефlekсами в малахитово-зеленых, синевато-зеленых тонах.

Г а р н и е р и т широко распространенный минерал в зоне окисления Зодского месторождения. Является результатом выветривания как ультраосновных пород, так и сульфидов и арсенидов Ni. Гарниерит совместно с хлоантитом, миллеритом и никелином встречается в виде гнезд в ультраосновных породах.

Гарниерит с другими продуктами коры выветривания нисходящими водами переотложен в приконтактных частях рудных тел, заполняя пустотки и каверны кварца, карбоната и образуя линейно-трещинные, линейно-контактные скопления. Гарниерит представлен скрыто-кристаллическими агрегатами, натечными формами, землистыми массами и чешуйками.

4. МИНЕРАЛЫ ГИДРОТЕРМАЛЬНО ИЗМЕНЕННЫХ ПОРОД

П и р и т. Как продукт гидротермального изменения пирит является одним из широко распространенных сульфидов. Он в виде вкрапленной минерализации наблюдается во всех типах пород.

Х а л ь к о п и р и т в измененных породах встречается редко. Он установлен на Арманиссском, Тейском, Зодском и Меградзорском месторождениях.

С ф а л е р и т образует редкие включения в гидротермально измененных породах Меградзорского, Тейского, Арманиссского месторождений.

М а г н е т и т вторичного происхождения встречен в серицитизированных, каолинизированных и хлоритизированных гранитоидах всех золоторудных месторождений.

Г е м а т и т представлен пластинчатыми, чешуйчатыми выделениями в хлоритизированных порфиритах, габбро и гранитоидах. Нередко гематит развивается по магнетиту.

Х р о м и т в виде раздробленных, разъеденных выделений

наблюдается в лиственитизированных, аргиллизированных основных и ультраосновных породах Зодского месторождения.

Р у т и л—обычный минерал гидротермально измененных пород. Ассоциирует с эпидотом, хлоритом, актинолитом, серицитом, карбонатом и пиритом.

К в а р ц—главный минерал гидротермально измененных пород. Нередко первичные породы превращены в мономинеральные кварциты с небольшим содержанием карбоната и серицита. Обычно он участвует в кварц-карбонат-серицитовых, кварц-карбонат-альбит-актинолит-серицитовых, кварц-карбонатных породах. Кварц является главным минералом на месторождениях вторичных кварцитов с золотом (Каварт и др.).

Л и м о н и т ы—главные минералы в гидротермально измененных породах, но своим происхождением они обязаны гипергенным процессам, под влиянием которых сульфиды, первичные окислы железа и железистые породообразующие минералы превращены в лимонит.

Д и а с п о р установлен во вторичных кварцитах Тандзутского (С. О. Ачикгезян, 1964), Кавартского месторождений и других проявлений. Диаспор ассоциирует с алунитом, кварцем, пирофиллитом и нередко с пиритом. Представлен изометрическими, короткопризматическими, изредка удлиненными кристаллами. Нередко содержание диаспора в породах составляет 30—40% породы.

Г и п с в качестве продукта гидротермального изменения установлен на Тейском, Азатекском, Тандзутском и Шаумян-Халаджском месторождениях, где он образует пластинчатые включения и тонкие прожилки в измененных рудовмещающих породах.

Б а р и т развит в гидротермально измененных рудовмещающих породах Азатекского, Тандзутского и Лалигюхского месторождений.

К а л ь ц и т является обычным минералом измененных пород почти всех золоторудных месторождений.

Д о л о м и т как продукт гидротермального изменения установлен на Зодском месторождении в кварц-карбонатных породах.

А н к е р и т в виде мелкозернистых агрегатов участвует в серицитизированных породах Меградзорского, Тейского, Гамзачиманского, Зодского и других месторождений.

М а г н е з и т хорошо представлен в кварц-карбонатных, тальк-карбонатных, тальк-серпентин-карбонатных породах Зодского месторождения.

Эпидот—один из распространенных продуктов гидротермального изменения пород. Установлен на всех золоторудных месторождениях. Представлен прожилками, гнездами и вкрапленностью.

Особенно много эпидота на Зодском месторождении, где он ассоциирует с цоизитом, пренитом, актинолитом, кварцем и отчасти пиритом, пирротинном и халькопиритом. Образует прожилочки, сложенные из радиальнолучистых, параллельно-шестоватых или сплошных агрегатов зеленого цвета с различными оттенками.

Особенно широко он развит в измененных пропилитизированных порфиритах, где эпидот-хлоритовые прожилки секутся пиритовыми (Тей, Меградзор, Зод, Арманис, Гамзачиман).

Цоизит и тулит—обычные продукты изменения полевых шпатов. Представлены серовато-белой и розово-красной разностями. Последняя разность образовалась позже первой. Цоизит и тулит хорошо представлены на Зодском и Тейском месторождениях.

Активационным анализом в цоизите и тулите из Тейского месторождения определено золото 0,235 г/т, а в цоизите из Зодского месторождения—0,0035 г/т.

Хлорит является существенной частью гидротермальных метасоматитов. Установлен на всех золоторудных месторождениях. Хорошо развит в пропилитизированных порфиритах, диорит-порфиритах, керсантитах, минетте, где в основном замещает темноцветные минералы. Хлорит замещается эпидотом, серицитом, карбонатом, кварцем и пиритом.

Серицит—обычный минерал гидротермального изменения пород. Широко представлен на всех месторождениях.

На Зодском месторождении установлен хромсодержащая разность серицита—фуксит, который развивается в рудных жилах.

Каолинит и диккит—обычные компоненты измененных пород рудных зон. Развиваются по полевым шпатам. Каолинизацией сопровождаются более поздние низкотемпературные стадии минерализации. Каолинит отчасти имеет гипергенное происхождение и замещает рудные минералы на верхних горизонтах рудных тел.

Стильпнохлоран (из группы монтмориллонитов) установлен на Зодском месторождении (М. К. Чичинадзе, 1963). Образуется за счет изменения пород и встречается совместно с каолинитом, хлоритом и другими продуктами изменения гипербазитов.

В рентгенограмме стильпнохлорана установлены следующие

сильные линии: (10) 13.19; (9) 4.57; (7) 3.36; (7) 2.60; (7) 1.510.

А л ь б и т развивается вдали от рудных зон совместно с эпидотом, хлоритом, актинолитом, магнетитом и пиритом, которые при дальнейших изменениях переходят в серицит-каолинит-карбонат-пиритовые породы. Альбитизация пород установлена на Меградзорском, Гегарчинском, Личкваском, Зодском и Тейском месторождениях.

А к т и н о л и т установлен в ассоциации эпидота, хлорита, альбита и кварца в измененных породах. Образует игольчатые, волокнистые агрегаты, которые развиваются по темноцветным минералам основных пород. Актинолит установлен на Зодском, Личкваском и Тейском месторождениях.

П р е н и т установлен на Зодском, Меградзорском, Личкваском и Тейском месторождениях. Образуется за счет полевых шпатов. Ассоциирует с эпидотом, хлоритом, цоизитом и пиритом. Представлен в виде лучистых агрегатов.

П и р о ф и л л и т является основным компонентом кварц-пирофиллитовой фации изменения вторичных кварцитов Тандзутского месторождения (С. Ш. Ачикгезян, 1964). Кварц-пирофиллитовые породы сопровождаются пиритизацией и отчасти серицитизацией. Представлен пластинчато-лучистыми агрегатами и скоплениями, цементирующими барит, диаспор и замещающими алунит.

А л у н и т установлен во вторичных кварцитах Кавартского, Тандзутского месторождений, где он ассоциирует с кварцем, диаспором, пирофиллитом, серицитом, пиритом, рутилом.

Т а л ь к широким распространением пользуется на Зодском месторождении, где он образуется за счет основных и ультраосновных пород.

Ц е о л и т ы установлены на Зодском, Арманисском (В. Б. Сейранян, С. Ш. Саркисян, 1974) и Тейском (К. А. Карамян, 1967) месторождениях. На Тейском месторождении из цеолитов присутствует стеллерит, который образует прожилки и налеты радиально-лучистого строения в рудовмещающих породах рудных зон. На Зодском месторождении присутствует бедный SiO_2 и богатый Са и Na цеолит из группы сколецита, так как в нем спектральным анализом установлены: Si, Al—3—10%, Ca>10, Na>1, Ni, Co, Ti—0,002, Ba—0,05—1, Cu, Pb—0,0015, Ag, Bi—0,0005, Cr, Sr—0,005%.

Цеолиты являются продуктами низкотемпературных процессов, поэтому обнаружение цеолитов на золоторудных месторождениях показывает, насколько далеко шли процессы гидротермального изменения пород и рудообразования.

Минералы гидротермально измененных пород описанными видами не ограничиваются, детальными работами Г. А. Мачабели (1953), С. Ш. Саркисяна (1958, 1962), Г. А. Саркисяна (1965, 1968) и других установлен целый ряд других минералов. Мы здесь ограничились кратким описанием только наиболее широко распространенных из них.

II. ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РУДООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Образование и разнотипность руд различных рудных формаций, их вещественный состав и ценность во многом определяются поведением химических элементов в рудном процессе. Выяснение закономерностей сочетания элементов в минералах и образования и распределения минеральных ассоциаций во времени и пространстве способствует разработке наиболее рациональных схем классификации рудных месторождений, правильному направлению поисково-разведочных работ, объективной оценке промышленной ценности руд и разработке эффективных схем переработки руд с целью извлечения всех ценных компонентов. Следовательно, изучение и выявление геохимических особенностей руд имеют важное научное и практическое значение.

На основании многочисленных химических, пробирных, активационных, микроспектральных, рентгеноспектральных, спектральных и других видов анализов руд, концентратов и минералов, приведенных при описании структурно-металлогенических зон, месторождений, отдельных типов руд и минералов в этой главе дается геохимическая характеристика руд, поведение отдельных элементов в различных формационных и минеральных типах руд, нередко начиная от магматических пород (парагенетически связанных с рудами), кончая гипергенными продуктами. Выявлены формы нахождения и условия концентрации рудных элементов в различных продуктах гидротермального процесса.

Геохимическая характеристика элементов дается с различной детальностью в зависимости от их научного и практического значения, роли в рудообразовании, степени изучения. Особое внимание обращено геохимической характеристике благородных, редких и цветных металлов.

Исследованиями автора установлено, что руды золоторудных месторождений Армении имеют сложную геохимическую характеристику, что определяется принадлежностью месторождений к

различным рудным формациям, среди которых существуют переходные к медноколчеданным, полиметаллическим, медно-молибденовым и сурьмяным.

Характерными элементами руд золоторудных месторождений являются: Fe, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Au, Ag, Te, Bi, Se, Cd, S, O, для отдельных месторождений также—W, Mo, Hg, Ni, Co. Слабое проявление имеют: Ga, Ge, In, Tl, Re. Из литофильных элементов хорошо представлены: Si, Ca, Mg, Mn, Ba, являющиеся основными компонентами жильных минералов.

Кроме селена, кадмия, индия, галлия, германия, таллия и рения, остальные элементы представлены собственными минералами, образуя одновременно изоморфные примеси в других минералах. Первая группа элементов находится в виде изоморфной примеси в главных сульфидах, сульфосолях, теллуридах и других минералах руд и околорудных пород.

Золото является наиболее ценным элементом руд. Оно установлено в самых различных минеральных типах руд и рудовмещающих пород.

По содержанию золота среди выделенных нами формаций наиболее интересны золото-сульфидно-теллуровая и золото-сульфидная. Остальные формации характеризуются низкими концентрациями и небольшими запасами. Наиболее продуктивными ассоциациями минералов по концентрации золота являются: золото-арсенопиритовая (Зод, Тей), золото-теллуровая (Зод, Меградзор), золото-медно-висмутовая (Арманис), золото-полисульфидная (Зод, Меградзор, Гегарчин, Тей, Личквас, Лалигюх, Шаумян-Халадж, Пхрут и др), золото-сульфоантимонитовая (Гегарчин, Азатек) и золото-пирит-халькопиритовая (Когес, Мгарт, Меградзор и др.). Остальные ассоциации характеризуются низкими содержаниями золота.

Поведение золота в рудовмещающих породах изучено ограниченным количеством определений ядерно-активационного анализа. Результаты этих исследований сводятся к следующему. В рудном поле Зодского месторождения перидотиты, серпентиниты и габбро характеризуются нижекларковой концентрацией золота (0,00073 г/т, 0,0003 г/т и 0,00063 г/т соответственно). В плагиогранитах, являющихся дифференциатами габбровой магмы, местный кларк золота составляет 0,0005 г/т, что в 9 раз ниже кларка аналогичных пород, при этом в роговообманковых плагиогранитах содержится 0,0008 г/т золота, а в слюдистых—0,0003 г/т.

Концентрация золота низка также в нижнесенонских вулканогенных породах (0,00048 г/т). Почти столько же золота находится в нижнемеловых карбонатных породах (0,0005 г/т). Низкими концентрациями золота характеризуются базальты (0,0006 г/т)

дациты (0,0005 г/т) и липариты (0,0003 г/т) миоплиоценового структурного яруса. В эпидот-пренитовых прожилках пропилитизированных габбро концентрация золота повышается до 0,0014 г/т, что по сравнению с габбро выше в 2 раза.

Только в породах даек липарит-порфира, с которыми парагенетически связывается оруденение, концентрация золота (0,0183 г/т) превышает кларк соответствующих пород в 4 раза.

Из приведенных данных следует, что основные дифференциаты магмы характеризуются сравнительно более высокими содержаниями золота, чем средние и кислые. Кроме того, они показывают, что существующие формации пород с нижекларковыми содержаниями золота не могли участвовать в специализации более молодых магматических очагов в отношении золоторудной минерализации. Повышенная концентрация золота только в жильных породах верхнетретичного времени, пространственная приуроченность золоторудного оруденения к ним и возраст оруденения показывают, что рудный процесс связан с внедрением этих пород и что в специализации магматического очага участвовали породы фундамента базальтоидного характера. Подтверждением этому является парагенезис золота с As, Fe, Cu, Zn, Co, Sb, Pb, Bi, Ag, Te, кларк которых в породах основного характера выше, чем кислого (А. П. Виноградов, 1962).

Породы Меградзорского рудного поля, по сравнению с кларком, характеризуются повышенным содержанием золота. Оно повышается от древних пород к молодым, от ранних фаз к поздним. Так, например, в эоценовых кварцевых диоритах и гранодиоритах Ахавнадзорского массива содержится 0,0136 г/т золота, в более молодых аляскитах и граносиенитах—0,0285 г/т, а в еще более поздних сиенитах и измененных сиенит-порфирах—0,008—2,58 г/т, а в дайках плагиоклазовых порфиритов и минетах—до 3,017 г/т (обычно 0,025—0,03 г/т). Ясно, что такие аномальные содержания связаны с гидротермальным метаморфизмом пород, который по времени приближается к внедрению отмеченных пород и парагенетически связывается с ними. Здесь повышенным содержанием золота характеризуются также миоплиоценовые лавы. Оно в андезитах составляет 0,027 г/т, а в дацитах—0,075 г/т. В меловых кварцевых диоритах частный кларк золота (0,039 г/т) превышает кларк аналогичных пород в 9 раз, а в жильных породах—в 55 раз (0,25 г/т). В кварцевых диоритах Агверанского массива содержится 0,077 г/т золота, а в жилах аплита—0,27 г/т.

В метаморфических сланцах и вулканитах района местный кларк золота составляет 0,005 г/т, а в карбонатных прожилках этих же пород—0,684 г/т. По нашему мнению, повышенная кон-

центрация золота в породах фундамента является причиной специализации на золото более молодых магматических образований.

В граносиенитах Гилутского массива определено 0,025 г/т золота, а во включениях диоритов и в аплитовых жилах—0,01—0,015 г/т.

Как видно, все разновидности пород Памбакского и Дилижан-Тандзутского рудных районов характеризуются повышенной концентрацией золота, чем объясняется общая зараженность рудных формаций отмеченных районов золотом.

Породы Личквас-Тейского рудного поля характеризуются повышенной концентрацией золота. Она повышается в породах от ранних фаз к поздним. В диоритах и кварцевых диоритах первой фазы Мегринского плутона она составляет 0,025 г/т, в гранодиоритах второй фазы—0,0315 г/т, а в порфировидных гранитах третьей фазы—0,0955 г/т. В жилах более ранних диорит-порфиритов содержание золота составляет 0,059 г/т, а поздних керсантитов—0,502 г/т. В габбро-диоритах, являющихся дифференциатами второй фазы интрузивного магматизма, содержится 0,129 г/т золота. В эпидот-цоизитовых прожилках, образованных за счет порфиритов и гранодиоритов, концентрация золота составляет 0,426 г/т. В пропилитизированных порфиритах и гранодиоритах содержание золота повышается до 0,373 г/т.

Как видно, по мере развития магматического процесса в его продуктах концентрация золота постепенно повышается и оно образует промышленные концентрации в гидротермальном этапе развития рудного процесса.

Таким образом, установлено, что в магматическом процессе золото накапливается в более поздних дифференциатах. Гораздо более высокие концентрации золота определены в продуктах предрудных гидротермальных изменений. С переходом к собственно рудным процессам концентрация золота постепенно повышается и промышленные его скопления наблюдаются в продуктах средних стадий рудного процесса.

На месторождениях золото-сульфидно-теллуровой формации промышленные концентрации золота установлены в пирит-халькопиритовых (Меградзор), пирит-арсенопиритовых (Зод), золото-полиметаллических (Меградзор), золото-арсенопирит-полиметаллических, антимонитовых (Зод) и золото-теллуровых (Зод, Меградзор) рудах. По возрастающему содержанию золота отмеченные типы руд располагаются следующим образом: пирит-халькопиритовый, антимонитовый, пирит-арсенопирит-полиметаллический, пирит-арсенопиритовый, золото-полиметаллический, золото-теллуровый. Золото-серебряное отношение для отмеченных

типов руд составляет: 1 : 3; 1 : 2,7; 1 : 4,7; 1 : 1,5; 1 : 3; 1,4 : 1 и 1 : 2 соответственно.

В несколько обобщенной форме главные минералы руд отмеченной формации по содержанию золота располагаются в такой ряд: теллуриды золота, теллуриды серебра, алтаит (до 10%), блеклая руда (до 3%), мелонит (7750 г/т), теллуровисмутит (2900 г/т), галенит (до 1 кг/т), арсенопирит (560 г/т), пирит (80—290 г/т), халькопирит (60—285 г/т), сфалерит (27—100 г/т), марказит (32 г/т), пирротин (30 г/т), антимонит (17 г/т).

В рудах золоторудных месторождений золото выделяется почти во всех стадиях рудного процесса, но промышленные концентрации оно образует в двух-трех (Тей, Гегарчин, Азатек, Арманис, Меградзор) и очень редко в четырех стадиях (Зод).

В рудах золото-сульфидно-теллуровой формации золото находится в виде самородных частиц и теллуридов, возможно, некоторая часть его изоморфно замещает серебро в сульфидах и сульфосолях (галените, блеклой руде, зелигманите, гессите и других минералах).

В ряду последовательности выделения минералов золото располагается после всех сульфидов, сульфосолей и теллуридов. На Зодском месторождении, кроме позднего золота, отмечаются округлые и овальные включения раннего золота, которые были захвачены растущими кристаллами пирита и других сульфидов. В отложении золота из растворов главную роль играли структурные условия локализации, осаждающие свойства минералов, количественное проявление минералов, электрохимические свойства системы, химизм и характер растворов, концентрация золота и окислительно-восстановительный потенциал среды. Наиболее четко проявляется сродство золота с Ag, Te, Bi, Hg, Pb, Cu, As, Ni, Fe, Sb.

В рудах золото-сульфидной формации продуктивными ассоциациями минералов по золоту являются: золото-полиметаллическая (Шаумян-Халадж, Тей, Личквас, Арманис, Лалигюх, Пхрут, Гегарчин и др.), золото-висмутин-халькопиритовая (Арманис), золото-арсенопиритовая (Тей), золото-арсенопирит-полиметаллическая (Пирзами), золото-сульфоантимонитовая (Гегарчин), среди которых наиболее высокие концентрации золота установлены в золото-полиметаллических и золото-арсенопиритовых рудах.

Золото-серебряное отношение в перечисленных типах руд составляет: 1 : 6—1 : 50, 1 : 8—1 : 70, 1 : 5, 1 : 30, 1 : 145 соответственно.

Преобладающая масса золота в рудах золото-сульфидной

формации представлена самородным золотом, приуроченным в основном к полям сульфидов и сульфосолей—пирита, халькопирита, арсенопирита, галенита, сфалерита, блеклых руд и других. Только незначительная часть золота представлена в виде теллуридов золота и серебра (Шаумян-Халадж, Тей, Арманис, Лалигюх, Гегарчин).

По содержанию золота главные рудообразующие минералы располагаются таким образом (без учета стадийности их отложения): галенит (143,0 г/т), халькопирит (77,7 г/т), блеклая руда (68,2 г/т), арсенопирит (45,04 г/т), пирит (41,3 г/т), сфалерит (37,6 г/т) для Тейского и Личкваского месторождений и арсенопирит (100 г/т), сульфоантимониты (30,0 г/т), блеклая руда (28,6 г/т), галенит (27,5 г/т), пирит (24,3 г/т), сфалерит (24,0 г/т), халькопирит (10 г/т)—для Гегарчинского. В главных сульфидах Шаумян-Халаджского месторождения содержание золота составляет: в пирите—0,5—60 г/т, халькопирите—0,29—47,9 г/т, сфалерите—23,4—42,6 г/т, галените—6 г/т. В рудах Арманисского месторождения высокие концентрации золота определены в халькопирите (82,5 г/т) и сфалерите (30 г/т). В пирите и галените содержание золота составляет 10 г/т. Как видно, концентрация золота в минералах определенным закономерностям не подчиняется. Это объясняется тем, что золото отложилось после всех перечисленных минералов и, следовательно, наложено на них. В общих чертах, повышенными содержаниями характеризуются те минералы, которые из растворов выделялись близкоодновременно с золотом. Как на Зодском месторождении, так и здесь, богаты золотом минералы мышьяка—арсенопирит и теннантит, что объясняется осаждающими свойствами этих минералов.

Руды золото-шеелитовой формации бедны как сульфидами, так и золотом. Они по возрастающему содержанию золота располагаются таким образом: пиритовая, молибденитовая, полиметаллическая, шеелитовая. Золото-серебряное отношение в перечисленных типах руд соответственно составляет: 1 : 2, 1 : 10, 1 : 8, 1 : 3.

Из приведенных данных следует, что руды описанной формации бедны также серебром, а концентрация золота и серебра повышается параллельно последовательности отложения руд.

По содержанию золота главные минералы руд располагаются следующим образом: блеклая руда 650 г/т, галенит—510 г/т, пирит—107,4 г/т, шеелит—70,0 г/т, арсенопирит—50 г/т, халькопирит—40 г/т, сфалерит—40 г/т. Распределение золота в минералах, как видно, и здесь никаким четко проявленным закономерностям не подчиняется. Только часть поздних минералов (блек-

лая руда, галенит, теллуриды) характеризуется повышенными и высокими концентрациями золота. В общих чертах в минералах также, очевидно, параллельно последовательности их выделения, концентрация золота повышается, что связано с повышением ее в поздних порциях растворов, приводивших к отложению редких теллуридов золота и серебра и самородного золота.

В рудах золото-шеелитовой формации золото представлено тонкодисперсными частицами и редко теллуридами золота и серебра. Золото-теллуровая ассоциация приурочена к полиметаллическим жилам и наложена на главные минералы руд, замещая их.

На месторождениях золото-свинцово-сурьмяной формации золото установлено во всех типах руд, но среди них практический интерес могут представить золото-полиметаллические, сульфоантимонитовые и антимонитовые.

Здесь также повышенные концентрации золота связаны с поздними минералами: блеклой рудой, сульфоантимонитами свинца (до 50 г/т), за ними следуют галенит и антимонит (20—30 г/т), халькопирит (15 г/т), сфалерит (23 г/т) и пирит (28 г/т).

В рудах золото-свинцово-сурьмяной формации основной формой нахождения золота является самородная. Возможно, незначительная его часть в виде изоморфной примеси находится в редких выделениях гессита, алтаита, сульфосолях висмута, меди, свинца, мышьяка, сурьмы и серебра, где оно изоморфно замещает серебро (возможно, также висмут и медь), так как в отмеченных минералах установлены довольно высокие содержания золота.

Золото-кварцевая формация представлена убогосульфидными кварцевыми жилами и линзами, где содержание золота составляет от следов до 16,4 г/т, серебра—от сл. до 416,7 г/т. Золото представлено редкими включениями самородных частиц, приуроченных к редким проявлениям сульфидов, где оно замещает пирит, халькопирит, галенит и сфалерит. Золото-серебряное отношение для руд описанной формации составляет 1 : 50.

Вторичные кварциты с золотом имеют широкое распространение, но характеризуются низкими концентрациями золота. Здесь золото ассоциирует с редкими выделениями пирита, халькопирита, сфалерита, энаргита, галенита и минералами вторичных кварцитов—диаспором, серицитом, пирофиллитом, алунитом, баритом и другими. Золото-сульфидная ассоциация минералов наложена на различные фации вторичных кварцитов и представлена прожилково-вкрапленной минерализацией.

Золото во вторичных кварцитах представлено субмикроскопическими выделениями и нередко образует промышленные скопления (Каварт), где его концентрация, по данным М. С. Апресяна (1968) составляет от 0,4 до 18,2 г/т. Золото-серебряное отношение в золотоносных вторичных кварцитах составляет 1 : 3.

В предыдущих главах работы отмечалось, что золото находится также в рудах родственных рудных формаций—серно-медноколчеданной, полиметаллической, медно-молибденовой и других. В благоприятных условиях за счет разрушения первичных сульфидов образуется железная шляпа с довольно высоким содержанием золота. Такие условия существовали на Тандзутском серноколчеданном месторождении, где кроме сингенетического с серным колчеданом золота установлено также наложенное, в связи с формированием Гамзачиманского золото-шеелитового месторождения. В результате наложения золото-полиметаллической минерализации на серноколчеданные, последние обогатились золотом, поэтому в зоне окисления за счет этих руд образовалась железная шляпа с довольно повышенным содержанием золота.

Золото в виде моховидных агрегатов и округлых включений находится в трещинах вторичных продуктов окисления. Перспективы этого типа возрастают в связи с тем, что первичные руды месторождения содержат золото в количестве 2—3 г/т, серебро—7—8 г/т, селен до 100 г/т, теллур—33 г/т, висмут—29 г/т и др.

Зона окисления, кроме описанного месторождения, развита также на золоторудных месторождениях Зод, Меградзор, Арманис, Тей и других. Нередко она достигает глубины 100—120 м. Первые метры зоны окисления характеризуются низкими концентрациями золота, что обусловлено миграцией золота из этой части и накоплением его в более нижних горизонтах.

В зоне окисления в связи с разрушением гипогенных минералов, особенно теллуридов золота и серебра, заключенное в них золото высвобождается и переотлагается в зоне первичных руд или же в нижних частях зоны окисления—в зоне смешанных руд, где по данным опробования содержится больше золота, чем в первичных рудах и верхних частях зоны окисления. Вновь образованное вторичное золото характеризуется темно-коричневым цветом, без характерного для золота блеска, мелкозернистой структурой и высокопробностью.

О миграции и переотложении золота говорят факты нахождения вторичного золота в трещинах усыхания лимонитов, вокруг первичных агрегатов золота и сульфидов, наличия золота в сухих остатках рудничных вод, в золе деревянного крепления древних времен, совместно с другими рудообразующими элементами (Zn, Sb, Bi, As) и присутствия его в густом лимонитизированном растворе темно-бурого цвета, вытекающем из друзовой полости кварцево-сульфидной жилы гребенчатого строения на глубине 80 м от поверхности. Золото было обнаружено в новообразованиях малахита и азурита из древних и заброшенных горных выработок.

Приведенные факты говорят о подвижности золота в зоне окисления. Ясно, что оно мигрирует в различных формах (в механической, растворенной и взвешенной).

Характер распределения золота в различных формациях и типах руд, а также на разных горизонтах и по простиранию рудных тел разный и зависит от многих факторов: степени развития и наложения золотоносных ассоциаций, минералов золота, структурных особенностей рудных тел, количественных соотношений сульфидов и других. На многих месторождениях (Зод, Тей, Меградзор) с глубиной концентрация золота возрастает. С глубиной меняется и золото-серебряное отношение. Так, для Зодского месторождения на горизонте 2447 и 2366 м оно составляет 1:2, на горизонте 2266 м 1:1,2, а на горизонте 2175 м оно становится 1:1; на Тейском месторождении для четвертой зоны золото-серебряное отношение на первом горизонте составляет 1:13, на втором 1:5, на третьем и четвертом—1:3. Изменения в золото-серебряном отношении с глубиной обусловлены возрастанием концентрации золота и понижением—серебра, или же гораздо более сильным увеличением концентрации золота по сравнению с серебром.

Золото-серебряное отношение меняется и в различных типах руд одного и того же месторождения. В общих чертах оно высоко в рудах золото-сульфидно-теллуровой и золото-сульфидной формации, т. е. в тех месторождениях (Зод, Меградзор), где наряду с самородным золотом установлены многие теллуриды золота, серебра, висмута, свинца и других элементов, и в тех (Тей, Личквас, Шаумян-Халадж), которые образовались в сравнительно высокотемпературных условиях.

Золото-серебряное отношение в основном высоко в ранних минералах и ассоциациях минералов. Богаты золотом те типы руд, в сложении которых участвуют много минералов, особенно те, в которых кроме обычных сульфидов установлены теллуриды и сульфосоли. Обычно золото проявляется в ассоциации с Cu, Pb, Zn, Sb, As, Bi, Ag, Te, Hg, Se и отчасти с Mo, W, Sn, Cd, Ni, Co. Наиболее сильно сродство золота с Te, Bi, Ag, As, Pb и Sb.

Серебро является вторым ценным компонентом руд золоторудных месторождений. В связи с принадлежностью месторождений к средне-низкотемпературным образованиям и сходным геохимическим поведением золота и серебра руды золоторудных месторождений характеризуются также повышенным содержанием серебра. В отдельных минеральных типах руд по сравнению с золотом содержится от 2 до 145 раз больше серебра. Обычно высокие концентрации золота сопровождаются высокими концентрациями серебра, но обратное наблюдается не всегда.

Несколько отличные черты поведения золота и серебра в гидротермальных растворах, обусловленные их геохимическими и химическими свойствами—летучестью пара, ионизационным потенциалом, электроотрицательностью, растворимостью соединений и др., в некоторой степени их разобщают при отложении руд. Если основная форма проявления золота в рудах является самородная и отчасти теллуриды, то для серебра основной формой являются изоморфная и отчасти минеральная. Оно кроме теллуридов образует различные сульфосоли с Pb, Bi, Sb, Cu, As. Серебро в виде изоморфной примеси проявляется также в самородном золоте (до 20%). Особенно богаты серебром блеклые руды, галенит, сульфосоли висмута, свинца, меди, сурьмы и мышьяка, где содержание серебра доходит до одного и нередко до 10%.

В силу проявленной ионизационной способности, серебро образует ряд нерастворимых соединений, или же в виде простых и комплексных ионов изоморфно входит в другие минералы (блеклые руды, галенит, петцит, сильванит, айкинит, матильдит, пильзенит, буланжерит, бурнонит, геокронит и др.), поэтому, несмотря на то, что в рудах содержится от 2 до 145 раз больше серебра, чем золота, но все же самородное серебро встречается редко.

Среди золоторудных формаций по высокому содержанию серебра (по данным пробирного анализа) выделяются золото-сульфидно-теллуровая, золото-сульфидная и золото-свинцово-сурьмяная. Наиболее высокие концентрации серебра установлены в золото-теллуровом (Зод, Меградзор), золото-полиметаллическом (Гегарчин, Меградзор, Зод), сульфоантимонитовом (Гегарчин, Азатек, Софи-бина), антимонитовом (Азатек), арсенопиритовом (Тей), свинцово-цинковом (Арманис), пирит-висмутин-халькопиритовом (Арманис) типах руд. За ними следуют полиметаллические руды Гамзачиманского, Арманисского, Лалигюхского, Шаумян-Халаджского, пирит-халькопиритовые—Гегарчинского, Азатекского, Лалигюхского, Гамзачиманского, Меградзорского и Тейского месторождений, золото-арсенопиритовые и антимонитовые руды Зодского, золото-шеелитовые и молибденитовые—Гамзачиманского, железная шляпа Тандзутского и вторичные кварциты Кавартского месторождений.

Повышенным, по сравнению с кларком, содержанием серебра характеризуются рудовмещающие породы и породообразующие минералы. Как для золота, так и для серебра отмечается повышение его концентрации в последовательных геологических образованиях. Так, например, максимальная концентрация серебра в Зодском рудном поле отмечена в кварцевых порфирах и диорит-порфирах (2—6 г/т). В плагиогранитах содержится больше серебра (1,0 г/т), чем в габбро (0,05 г/т) и перидотитах (0,03 г/т).

Концентрация серебра постепенно повышается с переходом к гидротермальным процессам. В листовенитах и тальк-карбонатных породах она доходит до 30—60 г/т.

На Тейском месторождении повышенные концентрации (10—30 г/т) серебра отмечены в аплитах и керсантитах, в гранодиоритах она составляет 3 г/т. В измененных порфиритах содержание серебра значительно повышается и составляет 20—35 г/т. В эпидоте и цоизите из пропицитизированных пород оно доходит до 65 г/т.

В Меградзорском и Гамзачиманском рудных полях среди пород повышенными концентрациями серебра характеризуются сиениты, граносиениты (9,0 г/т), сиенит-порфиры (40,7 г/т), минетты и плагиоклазовые порфириты (1—40 г/т), т. е. те породы, которые по времени ближе стоят к гидротермальным процессам. В породообразующих минералах также отмечается повышение концентрации серебра параллельно последовательности их выделения. Например, для монцонитов и граносиенитов минералы по содержанию серебра располагаются таким образом: акцессорный магнетит (1,0 г/т), роговая обманка (2,0 г/т), полевой шпат (3,0 г/т), кварц (8,0 г/т) и биотит (13,0 г/т).

Между содержанием серебра и рудообразующих элементов (Cu, Pb, Zn, Sb, As, Ni, Co) в породах наблюдается прямая корреляционная зависимость, поэтому приходится предположить нахождение серебра в породах главным образом в виде изоморфной примеси в акцессорных рудных минералах. Конечно, не исключена возможность нахождения его в сорбированном виде или в изоморфной примеси к литофильным элементам.

В каждом месторождении в отдельности, в продуктах гидротермального рудообразования, концентрация серебра от стадии к стадии повышается и достигает максимума в средних и поздних стадиях и снова падает в конечных безрудных кварц-карбонатных, гипс-ангидритовых и баритовых стадиях минерализации.

Так, на Тейском месторождении концентрация серебра повышается в ряду пиритовых, пирит-халькопиритовых, арсенопиритовых, полиметаллических руд.

На Зодском месторождении содержание серебра повышается от ранних кварцевых жил к антимонитовым, пирит-арсенопиритовым, полиметаллическим и золото-теллуровым.

На Гамзачиманском золото-шеелитовом месторождении по увеличению концентрации серебра руды располагаются в таком порядке, который соответствует последовательности их отложения: пиритовые, молибденитовые, шеелитовые и полиметаллические.

Вышеотмеченная закономерность о повышении concentra-

ции серебра в более низкотемпературных образованиях проявляется и в минералах, где параллельно с последовательностью выделения минералов содержание серебра повышается.

На Зодском золото-сульфидно-теллурическом месторождении главные минералы руд по содержанию серебра составляют такой ряд: кварц (1,0 г/т), карбонат (5,0 г/т), пирротин (30 г/т), марказит (56 г/т), арсенопирит (61 г/т), пирит (67 г/т), халькопирит (130 г/т), антимонит (136 г/т), сфалерит (162 г/т), теллуризмутит (300 г/т), блеклая руда (1000 г/т), галенит (3160 г/т), алтаит (3%), золото (5—15%), теллуриды серебра (10%). Этот ряд, если учесть генерации минералов, их сростание и ассоциации, в основном совпадает с последовательностью их выделения.

На Тейском золото-сульфидном месторождении по данным пробирного анализа серебра намечается следующий порядок расположения минералов в полиметаллических рудах: кварц, карбонат (10—15 г/т), сфалерит (204,3 г/т), пирит (310,14 г/т), галенит (590 г/т), халькопирит (1610 г/т), блеклая руда (18000 г/т). Этот порядок приблизительно соответствует последовательности их выделения из растворов.

На Гамзачиманском месторождении золото-шеелитовых руд по данным спектрального анализа главные минералы руд (без учета стадийности их образования) по содержанию серебра располагаются таким образом: кварц (3,0 г/т), молибденит (8,0 г/т), шеелит (15 г/т), арсенопирит (60 г/т), сфалерит (70 г/т), халькопирит (160 г/т), пирит (392 г/т), блеклая руда (2000 г/т), галенит (15000 г/т). Перечисленные минералы из растворов выделялись в этой же последовательности.

Различные минеральные типы руд золото-свинцово-сурьмяной формации (Азатек, Софи-бина) по концентрации серебра характеризуются следующим образом: пиритовые—12,3 г/т, полиметаллические—195 г/т, сульфоантимонитовые—550,1 г/т, антимонитовые—169,3 г/т. Наиболее высокие концентрации серебра в сульфоантимонитовых рудах обусловлены наличием сульфосолей Pb, Sb, As, Cu, Bi, в которых содержится до 3000 г/т серебра.

Главные минералы руд по содержанию серебра располагаются таким образом (рис. 108): сфалерит (45 г/т), пирит (55 г/т), антимонит (100 г/т), халькопирит (150 г/т), галенит (650 г/т), сульфоантимониты свинца (850 г/т), блеклые руды (1200 г/т).

Сравнительно бедны серебром золото-кварцевые жилы, вторичные кварциты и железная шляпа колчеданных руд. Из зоны окисления серебро главным образом выносится и отлагается в зоне вторичного сульфидного обогащения или же удаляется за пределы месторождений. Концентрация серебра в рудах перечисленных формаций составляет первые десятки г/т.

Селен один из распространенных редких элементов, но характеризуется низкими концентрациями. В силу сродства и близких химических и кристаллохимических свойств селена, серы, теллура и мышьяка селен концентрируется в сульфидах, арсенидах и теллуридах в виде изоморфной примеси. Собственные минералы селена в рудах золоторудных месторождений не обнаружены, поэтому приходится отметить, что он в рудах находится только в виде изоморфной примеси. Следовательно, концентрация селена зависит от распространения минералов-концентраторов селена. Обычными минералами-концентраторами являются пирит, халькопирит, галенит, висмутин, блеклые руды, арсенопирит, теллуриды, другие сульфиды и сульфосоли.

Количество селена, входящего изоморфно в те или иные минералы, как отмечает Н. Д. Синдеева (1959), зависит от следующих факторов: общего содержания селена в растворах, особенностей кристаллической решетки минерала-носителя, характера катионной части минерала-хозяина, места минерала-носителя в процессе минералообразования. По сродству с селеном катионы в возрастающем порядке располагаются в такой ряд: Fe, Zn, Co, Ni, Cu, Hg, Bi, Ag, Pb. В зависимости от этих и других факторов происходит распределение селена по формациям и минеральным типам руд и минералам.

Очевидно, что селеном богаты те месторождения, которые по классификации Н. В. Петровской (1960) относятся к умеренно- и существенносульфидным.

Селеном сравнительно богаты руды золото-сульфидно-теллуровой (22,5 г/т), золото-сульфидной (24,3 г/т) и золото-сурьмяной формаций (31,7 г/т). Как видно, высокая концентрация селена установлена в свинцово-сурьмяных рудах, где, по-видимому, существовали наиболее благоприятные возможности изоморфного вхождения селена в структуры главных минералов руд.

Среди различных минеральных типов руд повышенной концентрацией селена характеризуются золото-теллуровые руды (56 г/т) Меградзорского месторождения. За ними следуют пирит-халькопиритовые с висмутином и теллуридами (55,0 г/т) Арманисского, сульфоантимонитовые (50 г/т) Азатекского, а затем арсенопиритовые, пирит-халькопиритовые, полиметаллические и золото-теллуровые (35—46 г/т) Зодского и Азатекского, пирит-халькопиритовые (27—31 г/т) Тейского и Арманисского и золото-полиметаллические, свинцово-цинковые (23,25 г/т) руды Меградзорского и Арманисского месторождений.

Повышенная концентрация селена в отмеченных типах руд обусловлена тем, что в них преобладающими являются: Bi, Te, Cu, As, Pb, Sb, с которыми сродство селена проявляется сильнее,

нежели с другими элементами, являющимися главными в других типах руд.

Остальные типы руд характеризуются низкими содержаниями селена (5—23 г/т) и практического интереса не представляют.

В распределении селена общих закономерностей не наблюдается в связи с тем, что он в рудах находится исключительно в форме изоморфной примеси, обусловленной, как показано выше, различными факторами. А эти факторы в различных месторождениях и типах руд проявляются по-разному. Но все-таки для селена также наблюдается общая тенденция накапливания в средних и поздних продуктах кристаллизации гидротермальных растворов. Но эти тенденции несколько нарушаются локальными особенностями рудообразующих процессов на отдельных месторождениях.

На Зодском месторождении руды первой рудной стадии содержат 35 г/т селена, второй стадии—18 г/т, третьей—46 г/т, четвертой—57 г/т. В первой стадии основным концентратом селена является арсенопирит, во второй—различные сульфиды и сульфосоли, в третьей—теллуриды, а в четвертой—пирит, низкотемпературный арсенопирит и, отчасти, антимонит.

В главных рудообразующих минералах селен распределен следующим образом (усредненные данные): в галените—160,0 г/т, пирротине—50,0 г/т, халькопирите—42,0 г/т, арсенопирите—25,0 г/т, пирите—23,3 г/т, марказите—18,0 г/т, сфалерите—10 г/т и антимоните 1,6 г/т. В лимонитах содержится 13 г/т селена.

На Тейском золото-сульфидном месторождении концентрация селена понижается по мере понижения температуры рудообразования. В пирит-халькопиритовых рудах она составляет 27,0 г/т, полиметаллических—18 г/т, арсенопиритовых—12,0 г/т.

В рудах золото-сульфидно-теллуровой, как и золото-сульфидной формации между селеном и теллуром существует положительная корреляционная зависимость. А теллур, как известно, обычно выступает в виде теллуридов, следовательно, значительная часть селена связана с теллуридами. Это подтверждается также химическими анализами теллуридов, где установлено от 0,2 до 0,5% селена (в сильваните, теллуровисмутите, алтаите, мелоните).

Главные рудообразующие минералы Тейского месторождения по возрастающей концентрации селена можно расположить в такой ряд: блеклая руда (20 г/т), арсенопирит (25 г/т), сфалерит (35 г/т), халькопирит (36 г/т), пирит (63 г/т), галенит (100 г/т).

Среди различных генераций пиритов высокая концентрация селена установлена в пирите из пирит-халькопиритовых руд (70 г/т), за ним следует пирит из полиметаллических (54 г/т), а затем из арсенопиритовых руд (50 г/т). Такая же картина наблюдается для халькопиритов и сфалеритов. Как видно, в минералах также проявляется вышеотмеченная закономерность—понижение концентрации селена с понижением температуры. По-видимому, кроме сродства катионов с селеном в концентрации последнего важную роль играют также температурные условия минерало- и рудообразования. Возможно, повышение концентрации селена в ранних минеральных типах руд и минералах связано с наличием теллуридов. Такая же картина наблюдается на Арманисском месторождении, где повышенные концентрации селена определены в пирит-халькопиритовых рудах, характеризующихся наличием висмута, козалинта и теллуридов Bi, Pb и Ag.

В рудах золото-сурьмяной формации в связи с наличием многочисленных сульфосолей создаются благоприятные условия вхождения селена в структуры минералов, поэтому руды этой формации, особенно средних и поздних стадий, сравнительно обогащены селеном.

Наиболее высокие концентрации (в среднем—50 г/т) селена здесь приурочены к сульфоантимонитовым рудам, за ними следуют полиметаллические (35 г/т), антимонитовые (30 г/т), а затем пирит-халькопиритовые (20 г/т). По Н. С. Хачатряну и Б. Д. Акопян (1962), в свинцово-цинковых рудах установлено до 900 г/т селена. А по А. А. Асатрянцу концентрация селена в свинцово-сурьмяных рудах достигает до 370 г/т. Как видно, здесь концентрация селена повышается с понижением температуры образования существующих минеральных типов руд. Понятно, что эта закономерность обусловлена повышенной концентрацией в отмеченных рудах свинца, висмута, сурьмы, мышьяка, ртути, серебра, которые имеют большое сродство с селеном и влияют на его концентрацию.

Кроме того, теллуриды в рудах описанной формации обнаружены именно в отмеченных типах руд.

Среди минералов повышенные концентрации селена установлены в блеклых рудах (185 г/т), халькопирите (150 г/т), галените (140 г/т), сульфоантимонитах (100 г/т) и пирите (70 г/т). За ними следуют сфалерит (37 г/т) и антимонит (15 г/т).

Руды золото-шеелитовой формации бедны селеном (8—21 г/т). Установленные на Гамзачиманском золото-шеелитовом месторождении типы руд по содержанию селена располагаются следующим образом: пиритовые (21 г/т), молибденитовые (13 г/т), полиметаллические (10 г/т) и шеелитовые (8,0 г/т). Низкими со-

держаниями здесь характеризуются также сульфиды. Среди главных минералов руд повышенные концентрации селена установлены в молибдените (50 г/т), арсенопирите (40 г/т), халькопирите (45 г/т) и галените (43 г/т). В сфалерите, пирите и шеелите содержится 16—20 г/т селена.

Руды остальных формаций характеризуются низкими содержаниями редких элементов в связи с тем, что в них очень мало сульфидов, являющихся основными носителями редких элементов. Из них только железная шляпа Тандзутского месторождения несколько отличается содержанием редких элементов. Первичные руды этого месторождения относятся к существенно сульфидным (количество сульфидов 50—70 и более процентов) и, по данным Э. А. Сагателян (1963), Э. А. Хачатуряна (1957), Н. С. Хачатуряна и Б. Д. Акопян (1962), содержат довольно высокие концентрации селена (от 10 до 360 г/т), теллура (от 30 до 256 г/т), галлия, германия, индия, таллия (от 1,0 до 9,0 г/т), висмута (20—30 г/т) и кадмия (до 900 г/т), часть которых при окислении первичных руд фиксируется в продуктах гипергенеза. Поэтому в зоне окисления определены 5—15 г/т селена и 10—30 г/т теллура.

Говоря о поведении селена при гипергенезе руд, следует отметить, что в основном он выносится из зоны окисления, так как по сравнению с первичными рудами в окисленных содержится от 5 до 100 раз меньше селена.

В обобщении по геохимии селена в рудах золоторудных формаций следует отметить, что повышенные концентрации его установлены в золото-сульфидных, золото-теллуридных и золото-свинцово-сурьмяных рудах, где кларк концентрации составляет до 1120, а в отдельных минералах—до 100000. Высокие концентрации селена связаны с теллуридами, поэтому в тех месторождениях, где теллуриды находятся в ранних ассоциациях (Тей, Арманис), в них и наблюдаются повышенные содержания селена. При отсутствии теллуридов концентрация селена повышается от ранних ассоциаций к поздним, от ранее выделенных минералов к поздним. Повышенными содержаниями селена характеризуются также сульфосоли Bi, Ag, Sb, As, где наличие отмеченных элементов облегчает изоморфное замещение серы—Se и Te.

Теллур один из широко распространенных элементов руд золоторудных месторождений. Высокие концентрации теллура в некоторых типах руд позволили выделить их в качестве самостоятельной формации (Зод, Меградзор).

В рудах золоторудных формаций основной формой нахождения теллура является минеральная с подчиненной ролью изоморфной.

Промышленные скопления теллуридов выявлены на место-

рождениях золото-сульфидно-теллуровой формации, где они как ассоциируют с сульфидами, так и образуют самостоятельную парагенетическую ассоциацию. В рудах остальных формаций теллуриды обычно приурочены к полиметаллическим рудам, выделяясь в конце полиметаллической стадии минерализации (Шаумян-Халадж, Гегарчин, Азатек и другие). В виде тонкой вкрапленности они редко встречаются и в других минеральных типах руд. На Тейском и Арманисском месторождениях теллуриды находятся в пирит-халькопиритовых рудах, где они тесно ассоциируют с висмутином, козалитом, виттихенитом, нередко саффлоритом и совместно замещают пирит и халькопирит.

Распределение теллура в рудах неравномерное в связи с минеральной формой его проявления. Повышенные и высокие концентрации теллура установлены в средних стадиях рудного процесса. Наблюдается прямая корреляционная зависимость между теллуrom, с одной стороны, и висмутом, серебром и свинцом—с другой, что видно на примере Зодского месторождения.

По сравнению с серой и селеном теллур характеризуется большим атомным весом, большим размером атомов, меньшей электроотрицательностью и ионизационным потенциалом, что совместно с некоторыми химическими свойствами способствует накоплению теллура в основном в поздних порциях гидротермальных растворах, где он образует собственные минералы с Au, Ag, Bi, Hg, Cu, Pb или же рассеивается в поздних сульфидах и сульфосолях, при отсутствии теллуридов. Как видно, он образует минералы с элементами высоких порядковых номеров. В. В. Щербина (1937) отмеченные элементы по сродству с теллуrom располагает в такой возрастающий ряд: Cu—Pb—Ni—Bi—Hg—Ag—Au. Однако изучение распространенности теллуридов в рудных формациях Армянской ССР и последовательность выделения теллуридов из одной порции растворов позволяет этот ряд представить в следующем виде: Fe—Cu—Ni—Sb—Hg—Ag—Au—Pb—Bi. Наибольшим числом теллуридов эта группа проявляется в рудах золото-сульфидно-теллуровой формации, где она образует самостоятельную ассоциацию. В других типах руд встречаются отдельные члены отмеченной группы. Нередко теллуриды являются основными носителями Bi, Te, Ag, Hg, Au, Ni.

Связь теллура с перечисленными элементами объясняется (В. И. Лебедев, 1957) способностью этих элементов образовывать с теллуrom атомный ковалентный тип связи.

В ряду Cu—Pb—Ni—Bi—Hg—Ag—Au от Cu к Au способность связообразования возрастает и понижается способность к образованию соединений с серой и кислородом. В этом ряду слева направо возрастает энергетическая выгодность связи с теллу-

ром. Все это способствует соединению отмеченных элементов скорее с теллуrom, чем с серой или кислородом.

На Зодском месторождении (золото-сульфидно-теллуровая формация) концентрация теллура повышается в ряду полиметаллических (200 г/т), пирит-арсенопиритовых (380 г/т), золото-теллуровых (7800 г/т) руд и дальше понижается—в антимонитовых рудах, составляя 31 г/т, а в кварц-карбонатных прожилках—следы —1,0 г/т.

Главные минералы руд по возрастающему порядку содержания теллура располагаются в следующий ряд: антимонит (20 г/т), марказит (21 г/т), пирротин (47 г/т), сфалерит (65,2 г/т), арсенопирит (91,2 г/т), пирит (187,5 г/т), халькопирит (840 г/т), галенит (2840 г/т), блеклая руда (3100 г/т), теллуриды Bi, Au, Ag, Ni, Pb, Hg, Cu (>10%) и самородный теллур. Как и следует, в минералах концентрация теллура возрастает параллельно последовательности их выделения и резко падает в антимоните и карбонатах. Аналогичная картина наблюдается на Меградзорском месторождении.

В рудах золото-сульфидной формации теллуриды приурочены к ранним и средним стадиям рудного процесса, поэтому концентрация теллура в одних (Тей, Арманис) понижается с переходом к средним и поздним стадиям, а в других (Гегарчин, Лалигюх, Шаумян-Халадж)—повышается к средним стадиям и опять понижается—в поздних. Так, например, на Тейском месторождении в ранних пирит-халькопиритовых рудах содержится 54 г/т теллура, в средних полиметаллических—28 г/т, в поздних—арсенопиритовых—12 г/т.

На Гегарчинском месторождении в пирит-халькопиритовых рудах содержится 10—30 г/т теллура, в полиметаллических—30—100 г/т, сульфоантимонитовых—43 г/т, антимонитовых—15 г/т.

На Лалигюхском месторождении в пирит-халькопиритовых рудах установлено 10 г/т теллура, а в полиметаллических—30 г/т.

В главных сульфидах руд Тейского месторождения, без учета стадийности их образования, теллур распределяется следующим образом: в халькопирите—68 г/т, галените—62 г/т, пирите—58 г/т, арсенопирите—45 г/т, блеклой руде—44 г/т, сфалерите—17 г/т.

По данным Э. А. Хачатуряна (1958), В. О. Пароникяна (1963), Р. Н. Зарьяна (1963) и А. И. Карапетяна (1962), в главных рудообразующих сульфидах Шаумяна и Халаджа содержание теллура составляет: в пирите—65 г/т, халькопирите—80 г/т, галените 320 г/т, сфалерите 210 г/т.

Рудообразующие сульфиды Гегарчинского месторождения по

содержанию теллура располагаются в такой ряд: теннантит (90 г/т), тетраэдрит (80 г/т), буланжерит (75 г/т), халькопирит (53 г/т), галенит (38 г/т), пирит (30 г/т), сфалерит (10 г/т).

Как следует из приведенных данных, концентрация теллура в поздних минералах, по сравнению с ранними—выше. Но следует отметить, что четких закономерностей в распределении теллура в минералах и рудах обнаружить трудно, так как все они затушевываются проявлением теллуридов, которые наложены на все остальные минералы. Однако следует отметить, что в близкоодновременных и ассоциирующих с теллуридами минералах наблюдаются более высокие содержания теллура, чем в других.

Руды золото-шеелитовой формации (Гамзачиман) характеризуются низкими концентрациями теллура. По имеющимся данным, здесь, по мере понижения температуры рудообразования, концентрация теллура повышается. Так, в пиритовых рудах установлено Те—17 г/т, молибденовых—21 г/т, шеелитовых—31 г/т, полиметаллических—35 г/т, при этом обнаруженные на месторождении теллуриды приурочены к полиметаллическим рудам и замещают сульфиды. Содержание теллура в сфалерите составляет 15 г/т, шеелите—22 г/т, пирите, арсенопирите, молибдените, халькопирите—30—40 г/т, галените—50 г/т, блеклой руде—65 г/т.

В минералах также параллельно с последовательностью их отложения содержание теллура повышается, что приводит к выделению теллуридов в конце полиметаллической стадии минерализации.

Среди различных минеральных типов руд золото-свинцово-сурьмяной формации высокими концентрациями теллура характеризуются полиметаллические (50 г/т) и сульфоантимонитовые (40 г/т). В пиритовых и антимонитовых рудах содержится 30 и 25 г/т теллура, а в антимоните—30 г/т, сульфоантимонитах—55 г/т, галените 45 г/т, пирите—60 г/т, сфалерите—15 г/т. Как следует, в описанной формации концентрация теллура выше в поздних минералах. В значительной степени повышенные содержания теллура в полиметаллических и сульфоантимонитовых рудах, а также в галените и сульфоантимонитах обусловлены присутствием алтаита, теллуровисмутита и гессита.

Небольшие концентрации теллура (до 30 г/т) установлены в железной шляпе Тандзутского месторождения, что связано с разрушением сульфидов и фиксацией теллура в зоне окисления в виде различных теллуридов и теллуридов. Кроме того, теллур на этом месторождении был установлен нами в виде теллуридов в связи с наложением золото-полиметаллической минерализации.

Остальные формации руд бедны теллуром и практического интереса не представляют. Таким образом, повышенные концентрации теллура связаны с рудами золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидной и золото-свинцово-сурьмяной формаций. При этом из золото-сульфидных месторождений богаты теллуром те, которые составляют генетический ряд с месторождениями медно-молибденовой формации.

В зоне окисления теллур ведет себя несколько иначе, чем селен. Он образует труднорастворимые соединения типа сульфатов и сульфитов: Fe, Cu, Pb и фиксируется на месте, и только часть теллура выносится за пределы рудных тел и месторождений. Теллур в количестве 30—40 г/т был установлен в лимонитах и других продуктах зоны окисления, особенно золото-сульфидно-теллурических руд. Среди гипергенных минералов нами были определены вторичные минералы теллура—блекэит, данхемит, монтанит и теллурит.

Таким образом, концентрация теллура, как и селена, висмута, серебра, сурьмы, золота и нередко мышьяка повышается в продуктах конечных фаз кристаллизации магмы, а в гидротермальном рудообразовании—в продуктах средних и поздних стадий минерализации. В отдельных случаях, в основном в золото-сульфидной формации руд, повышенные концентрации теллура связаны с ранними ассоциациями минералов, где наряду с висмутином и козалитом установлены теллуриды (Тей, Арманис). В связи с минеральной формой нахождения руды золоторудных формаций характеризуются сильно проявленной неравномерностью распределения теллура.

Среди теллуридов больше всего встречаются теллуриды Bi и Pb, а затем—Ag, Au, Hg, еще реже—Ni и Cu.

Концентрация Te в рудах достигает до 7800 г/т, что превышает кларк в 7800000 раз. Отношение Se:Te для золото-сульфидно-теллурической формации составляет: 1:10—40, золото-сульфидной—1:0,2—4, золото-свинцово-сурьмяной—1:1,1, золото-шеелитовой 1:1,2.

Висмут—один из ценных компонентов золоторудных месторождений, где он представлен как собственными минералами, так и в качестве изоморфной примеси в сульфидах и сульфосолях. Висмут установлен почти во всех типах руд. Близкие черты геохимического поведения висмута привели к концентрации его совместно с золотом, серебром, сурьмой, мышьяком, теллуром, свинцом, медью, цинком и другими халькофильными элементами. Поэтому обычно наблюдается положительная корреляционная зависимость между перечисленными элементами.

Довольно высокие содержания висмута установлены в ру-

дах золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидной и золото-свинцово-сурьмяной формаций, где повышенные концентрации его привели к образованию многочисленных минералов висмута (табл. 20). В зависимости от парциального давления серы и теллура в одних случаях образуются теллуриды, а в других—сульфиды и сульфосоли.

В одних месторождениях (Тей, Арманис, Гамзачиман) концентрация висмута понижается при переходе из продуктов ранних стадий минерализации к последующим, в других (Зод, Меградзор) наоборот—она повышается от ранних стадий к поздним (Ш. О. Амирян, 1973).

На Зодском месторождении (пример золото-сульфидно-теллуровой формации) самые высокие концентрации (2500 г/т) висмута отмечены в золото-теллуровых рудах, где установлены собственные минералы (особенно теллуриды) висмута. За ними следуют арсенопиритовые (80 г/т), полиметаллические (50 г/т), а затем антимонитовые (17 г/т) руды. Кроме собственных минералов, висмут в рудах находится также в форме изоморфной примеси.

Главнейшие минералы руд по содержанию висмута можно расположить в такой возрастающий ряд: антимонит (6 г/т), пирротин (30 г/т), марказит (42 г/т), халькопирит (46 г/т), сфалерит (56 г/т), пирит (60 г/т), арсенопирит (270 г/т), блеклые руды (1160 г/т), галенит (5000 г/т), мелонит (6550 г/т), алтаит (30000 г/т), теллуриды висмута и висмутин (несколько десятков процента). Как следует, наиболее высокие концентрации висмута определены в поздних минералах, где он представлен как собственными минералами, так и в виде изоморфной примеси.

В главных рудообразующих минералах Меградзорского месторождения висмут распределяется следующим образом: в петците 30 г/т, халькопирите—110 г/т, сфалерите—120 г/т, пирите—135 г/т, галените—180 г/т, блеклой руде—420 г/т, алтаите—1000 г/т, сильваните—2100 г/т. Как видно, в основном здесь также проявляется тенденция висмута накапливаться в поздних минералах.

На Тейском месторождении (пример золото-сульфидной формации) наблюдается обратная тенденция—понижение концентрации висмута от ранних ассоциаций минералов к поздним. Так, например, в пирит-халькопиритовых рудах концентрация висмута составляет 740 г/т, в полиметаллических—260 г/т, арсенопиритовых—210 г/т. На описанном месторождении висмутовые минералы находятся в пирит-халькопиритовой ассоциации, в остальных он представлен главным образом в виде изоморфной примеси.

Главные сульфиды руд по содержанию висмута располагаются таким образом: сфалерит (100 г/т), арсенопирит (270 г/т), галенит (300 г/т), пирит (530 г/т), халькопирит (900 г/т) и блеклые руды (1830 г/т). Приведенные данные показывают, что сульфиды Тейского месторождения, по сравнению с другими месторождениями, богаты висмутом, что обусловлено как наличием висмутовых минералов (висмутит, козалит, виттихенит), так и изоморфизмом. В одних и тех же минералах из пирит-халькопиритовых руд, где установлены висмутовые минералы, содержание висмута гораздо больше, чем из полиметаллических и арсенопиритовых. Очевидно, что в этом главная роль принадлежит механическим примесям минералов висмута.

Главнейшие минералы руд Арманинского месторождения по концентрации висмута можно расположить в такой ряд: халькопирит (964 г/т), галенит (560 г/т), сфалерит (350 г/т), пирит (45 г/т), марказит (3 г/т). При этом в одноименных минералах из пирит-халькопиритовых руд содержится в 2 раза больше висмута, чем из других типов, что объясняется срастанием их с висмутовыми минералами.

Руды Гамзачиманского золото-шеелитового месторождения характеризуются низкими концентрациями висмута (20—46 г/т), при этом 46,0 г/т висмута установлено в полиметаллических рудах, где нами выявлены висмутит и теллуrowисмутит. В пирит-халькопиритовых и золото-шеелитовых рудах содержание висмута составляет 20—22 г/т, а в молибденовых—40,0 г/т.

Среди рудных минералов высокие концентрации висмута установлены в галените (до 5,5%), арсенопирите (300 г/т), халькопирите—(100 г/т), шеелите (70 г/т). В пирите, сфалерите и молибдените она составляет 40 г/т. Как следует, висмут высокие концентрации образует в поздних минералах, где он представлен механическими примесями висмутит и теллуrowисмутита, и в форме изоморфной примеси в галените, халькопирите и блеклой руде.

Повышенные и высокие концентрации висмута выявлены в рудах золото-свинцово-сурьмяной формации, где наиболее высокие его концентрации приурочены к полиметаллическим (486 г/т) и сульфоантимонитовым рудам (270 г/т). В пиритовых и антимонитовых рудах содержание висмута составляет 15 г/т и 45 г/т соответственно. В халькопирите, сульфоантимонитах свинца, блеклых рудах содержится 100—500 г/т висмута, в галените 100—3000 г/т, сфалерите—100 г/т, антимоните—30—100 г/т, пирите—10—30 г/т.

Из приведенных данных следует, что концентрация висмута повышается в более низкотемпературных минералах. В рудах и

минералах описанной формации висмут представлен главным образом в виде изоморфной примеси и отчасти—собственных минералов: теллуrowисмутита, галеновисмутита, висмутина, матильдита, айкинита и др.

Руды остальных золоторудных формаций бедны висмутом и практического интереса не представляют.

В зоне окисления, в результате образования вторичных висмутовых минералов, фиксируется довольно большая концентрация висмута—до 80 г/т в окисленных рудах и до 400 г/т в ох-рах, в том числе и висмутовых.

Нередко повышенные концентрации висмута, превышающие кларк от 2 (Зод) до 430 раз (Тей), отмечаются в рудовмещающих породах. В последних также концентрация висмута повышается в поздних образованиях.

В качестве выводов по геохимии висмута следует отметить следующее: наблюдается относительное обогащение висмутом конечных продуктов кристаллизации магматических комплексов. В гидротермальном процессе в одних месторождениях, особенно золото-сульфидной формации, висмут довольно большие скопления образует в рудах ранних рудоносных стадий минерализации, в других—средних и поздних. В более низкотемпературных месторождениях и ассоциациях минералов висмут представлен теллуридами и сульфосолями, а сравнительно высокотемпературных—висмутином, козалитом и нередко тетрадимитом. В общих чертах в гидротермальном процессе также концентрация висмута повышается от ранних образований к поздним.

Характерной ассоциацией для висмута является: Te , Au , Ag , Sb , As , Pb , Cu , Ni , что обусловлено строением электронных оболочек их атомов и, следовательно, сходным геохимическим поведением этих элементов в одних и тех же физико-химических условиях.

Основными носителями Bi являются висмутовые минералы, а при отсутствии их он в основном концентрируется в блеклых рудах, галените, халькопирите, сульфосолях Pb , Sb , As и еще меньше в других сульфидах в виде изоморфной примеси.

Кадмий в рудах золоторудных месторождений Армении является постоянной примесью. Особенно характерным он является для золото-сульфидно-теллуrowой, золото-сульфидной и золото-свинцово-сурьмяной формаций.

Наиболее высокие концентрации этого металла (до 1%) приурочены к полиметаллическим, свинцово-цинковым и пирит-халькопиритовым рудам, а в них—сфалеритам, галенитам, блеклым рудам и халькопиритам. Наличие высоких содержаний кадмия в отмеченных типах руд обусловлено изоморфным вхождением его

в структуру сфалерита, галенита, блеклых руд и халькопирита, где Zn^{2+} , Pb^{2+} и Cu^{2+} замещаются Cd^{2+} . Следует сразу же отметить, что в рудах золоторудных месторождений, после пирита и арсенопирита, главным минералом является сфалерит, поэтому они характеризуются повышенными и высокими концентрациями кадмия. Фактическими данными установлено, что в сфалеритах содержится до 3% кадмия. В рудах вышеотмеченных формаций, где основным минералом—концентратором кадмия является сфалерит, концентрация кадмия в последнем превышает минеральный кларк (В. В. Иванов, 1966) от 2 до 5 раз, поэтому такие руды представляют практический интерес на кадмий.

В рудах золото-сульфидно-теллуровой формации кадмий распределяется следующим образом: в пирит-арсенопиритовых рудах содержится 340 г/т кадмия, полиметаллических—470 г/т, золото-теллуровых—10 г/т, антимонитовых—15 г/т. Основная масса кадмия в отмеченных рудах связана с включениями сфалерита и нередко халькопирита.

В минералах по данным спектрального анализа установлены следующие концентрации кадмия: в блеклых рудах—5016 г/т, сфалерите—11050 г/т, галените—450 г/т, халькопирите—320 г/т, алтаите—100 г/т, арсенопирите—60 г/т, сульфосолях Pb и Sb—57 г/т, пирите—20 г/т, антимоните—13 г/т, родохрозите и сидерите до 30 г/т. В перечисленных минералах кадмий входит в качестве изоморфной примеси. Предполагается (В. В. Иванов, 1966), что кроме цинка кадмий изоморфно может замещать Fe, Cu, Mn и Pb. По-видимому, наличие кадмия в халькопирите, галените, пирите, арсенопирите, родохрозите и сульфосолях Cu, Pb и Sb обусловлено не только включениями сфалерита, но и изоморфным вхождением кадмия в отмеченные минералы, что подтверждается непостоянным проявлением корреляционной зависимости между цинком и кадмием в этих минералах.

Повышенные и высокие, но неравномерные концентрации кадмия установлены в рудах золото-сульфидной формации. Так, например, на Тейском золото-сульфидном месторождении по содержанию кадмия различные типы руд характеризуются следующим образом: полиметаллические руды содержат 670 г/т, арсенопиритовые—120 г/т, пирит-халькопиритовые—50 г/т (данные по штучным образцам с содержанием сульфидов 35—45%). В соответствующих концентратах (сульфидов до 95%) содержание кадмия составляет: 1200 г/т, 250 г/т и 110 г/т.

Главнейшие минералы руд по содержанию кадмия характеризуются следующим образом: сфалерит—6825 г/т, блеклая руда—6040 г/т, галенит—1200 г/т, халькопирит—340 г/т, арсенопирит—100 г/т, пирит—10 г/т.

Следует отметить, что при наличии в рудах сфалерита, кад-

мий предпочитает главным образом концентрироваться в нем, в противном случае он большие концентрации образует в галените, халькопирите и пирите. Так, например, в пирит-халькопиритовых рудах, где преобладающими минералами являются халькопирит и пирит, высокой концентрацией кадмия характеризуется халькопирит, который в 4 раза больше содержит кадмия, чем халькопирит из полиметаллических руд.

В различных генерациях сфалерита установлены несколько различные концентрации кадмия. Например, в сфалерите из полиметаллических руд содержится больше кадмия (7500 г/т), чем из арсенопиритовых (3000 г/т). В одной и той же ассоциации минералов темные разности сфалерита характеризуются более высоким содержанием кадмия (1,0%), чем светлые (0,3—1%). Следует отметить, что это явление наблюдается не на всех месторождениях. Оно, по-видимому, выдерживается на месторождениях золото-сульфидной формации (что наблюдается на Арманисском и Гегарчинском месторождениях), а в рудах золото-сульфидно-теллуровой формации (Зод, Меградзор) наблюдается обратная картина.

На Арманисском золото-сульфидном месторождении самые высокие концентрации кадмия приурочены к полиметаллическим рудам (до 10000 г/т), а затем свинцово-цинковым (3400 г/т). Пирит-халькопиритовые руды здесь содержат 350 г/т кадмия.

В минералах полиметаллической стадии минерализации кадмий распределяется следующим образом: в сфалерите 10000 г/т, галените 650 г/т, халькопирите 110 г/т, пирите 5 г/т. При отсутствии основного концентратора кадмия—сфалерита или слабом его проявлении основная масса кадмия входит в галенит, халькопирит, а затем в пирит. Но зато в слабо проявленном сфалерите концентрация кадмия больше, чем в широко проявленном. Это показывает, что во всех случаях, если в растворе есть Zn^{2+} , то Cd^{2+} , предпочитает сначала изоморфно замещать его, а затем Pb^{2+} , Cu^{2+} и после них— Fe^{2+} или Mn^{2+} . Получается возрастающий ряд сродства кадмия с перечисленными катионами: Mn^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} .

В светлых разностях сфалерита отмечается сравнительно меньше кадмия (0,3—1%), чем в темных (1—3%). В таких случаях кадмий сопровождается повышенными содержаниями серебра (100 г/т, а в светлых—20 г/т), висмута (115 г/т, в светлых—3—10 г/т), галлия (20—30 г/т, в светлых—10 г/т), железа, меди, свинца, нередко ртути, олова и кобальта.

В рудах золото-свинцово-сурьмяной формации повышенным и высоким содержанием кадмия характеризуются полиметаллические (до 3000 г/т, в среднем 200 г/т) и сульфоантимонитовые

(до 1000 г/т, в среднем 100 г/т) руды, за ними следуют антимонитовые (65 г/т). В последних наличие кадмия связано с включениями сфалерита, галенита и блеклых руд.

Среди минералов высокими концентрациями кадмия характеризуются сфалерит (3000—10000 г/т), сульфосоли Pb и Sb (до 1000 г/т), блеклые руды и галениты (200—1000 г/т), сравнительно низкими—халькопирит, пирит и антимонит (20—100 г/т).

Низкими концентрациями кадмия характеризуются руды золото-шеелитовой формации (Гамзачиман), где установлено 3—5 г/т кадмия в пиритовых и убого полиметаллических рудах. Еще ниже содержание кадмия в золото-кварцевых жилах и вторичных кварцитах с золотом. Небольшие концентрации (от 10 до 30, нередко до 70 г/т) кадмия отмечены в окисленных пирит-халькопиритовых и арсенопиритовых рудах.

Приведенные фактические данные показывают, что для кадмия практический интерес могут представить руды золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидной и золото-сурьмяной формаций, где основные концентрации его связаны с золото-полиметаллическими, золото-полисульфидными, пирит-арсенопирит-сфалеритовыми, свинцово-цинковыми, сульфоантимонитовыми типами руд, а в них главным образом со сфалеритом, а затем блеклой рудой, галенитом, халькопиритом и другими Zn^{2+} -содержащими минералами.

Отношение Cd : Zn для руд золото-сульфидно-теллуровой формации колеблется в пределах 1:1100—1:6 (в среднем 1:50), золото-сульфидной—1:440—1:4 (в среднем—1:100), золото-свинцово-сурьмяной—1:360—1:200 (в среднем—1:90), золото-шеелитовой—1:400—1:30 (в среднем 1:100), при содержании кадмия 1,0—470 г/т, 10—670 г/т, 15—200 г/т и 3—5 г/т соответственно.

И н д и й является второстепенной примесью в рудах золоторудных формаций. По химическим и спектральным анализам от 2,2 до 10 г/т индия установлено в полиметаллических рудах золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидной, золото-свинцово-сурьмяной и золото-шеелитовой формаций, где он главным образом связан со сфалеритом. Самые высокие концентрации (12 г/т) индия установлены в свинцово-цинковых рудах Арманинского месторождения. В сфалеритах установлено от 3 до 70 г/т индия, при этом высокие концентрации его связаны со светлыми разностями. Как видно, концентрация In в сфалеритах составляет 0,07—1,7 минеральный кларк (минеральный кларк для сфалерита составляет 40 г/т). Следует отметить, что почти всегда высокие концентрации индия сопровождаются повышенным содержанием олова. Индий в количестве 0,1—5 г/т установлен и в других минеральных типах руд перечисленных выше формаций, где он, кроме сфалерита, отмечается также в халькопирите (от 0,2 до 24 г/т), арсенопирите

(7—10 г/т), галените, пирите, антимоните, пирротине, марказите (0,8—5 г/т). Концентрация индия в халькопирите равняется 0,1—1,7 минеральному кларку. (Минеральный кларк для халькопирита составляет 14 г/т. В. В. Иванов, 1966).

Индий в описанных рудах представлен в виде изоморфной примеси. В связи с близостью величины поляризации и энергетических особенностей ионов индий больше всего изоморфно входит в решетку сфалерита, галенита, халькопирита и сульфосолей Pb, Zn, Sn и Sb.

Галлий малохарактерный элемент золоторудных формаций. Он отмечен в полиметаллических, пирит-арсенопиритовых, пирит-халькопиритовых, свинцово-цинковых, сульфоантимонитовых, антимонитовых, золото-шеелитовых и других типах руд в количестве от 1 г/т до 30 г/т. В концентратах нередко устанавливается меньше галлия, чем в рудах, что указывает на связь значительной части галлия с силикатами пород и жильными минералами. Среди сульфидов повышенной концентрацией галлия характеризуются сфалериты (до 40—43 г/т), антимониты (25 г/т) и блеклые руды (10—15 г/т). В остальных сульфидах (халькопирите, галените, пирите, арсенопирите, пирротине, марказите и др.) содержание галлия составляет 0,4—10 г/т.

Рудовмещающие породы золоторудных месторождений всегда содержат 10—30 г/т, нередко до 65 г/т галлия. Повышенные концентрации его (до 100 г/т) установлены в эпидоте, полевых шпатах, цоизите. В лампрофировых жильных породах и продуктах их изменений содержится в 2 раза больше галлия, чем в остальных типах пород и продуктах их изменений.

Концентрация галлия в сфалерите равняется минеральному кларку, что, по В. В. Иванову (1966), составляет 41,37 г/т.

Минералы галлия в рудах не обнаружены, поэтому приходится установленные концентрации связывать с изоморфным вхождением его в пороодообразующие силикаты, жильные и рудные минералы. Галлий практического интереса не представляет.

Германий является нехарактерным элементом руд золоторудных месторождений. Небольшие концентрации (0,2—18 г/т) германия установлены в рудах золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидной и золото-свинцово-сурьмяной формаций. При этом 18 г/т германия установлено в медно-мышьяковых рудах Меградзорского месторождения, где он в основном связан с энаргитом, борнитом, халькопиритом и блеклыми рудами.

Содержание германия в минералах составляет: в пирите—0,2—3 г/т, арсенопирите—0,7—2 г/т, сфалерите—1,4—15 г/т, галените—0,2—1,0 г/т, антимоните—0,1—1,0 г/т, блеклой руде—до 12 г/т, марказите и пирротине—2,3—2,5 г/т, энаргите и борните (Меградзор) до 25 г/т и в лимонитах—0,5—0,6 г/т. Как следует, основные

минералы-концентраторы германия—сфеларит, энаргит, борнит, блеклые руды, характеризуются небольшими содержаниями германия, поэтому руды золоторудных месторождений по концентрации германия интереса не представляют.

Германий в перечисленных минералах представлен в форме изоморфной примеси, где Ge^{4+} и Ge^{2+} участвуют в изовалентных и гетеровалентных замещениях катионов: Zn^{2+} , As^{2+} , Fe^{2+} , As^{5+} . Нередко германий в количестве 3—10 г/т устанавливается в породах и продуктах их изменений (эпидоте, цоизите), что указывает на изоморфное вхождение его также в силикаты и акцессорные минералы пород.

Таллий—нехарактерный элемент в рудах золоторудных месторождений. Небольшие концентрации таллия (10—30 г/т) установлены в обогащенных пиритом и халькопиритом рудах Арманинского, в полиметаллических рудах Личкваского, Гегарчинского и Зодского, сульфоантимонитовых рудах Азатекского месторождений. Следует отметить, что таллийсодержащие пробы характеризуются повышенной концентрацией индия, галлия, германия, ртути, сурьмы, мышьяка, свинца и кадмия.

Довольно большие концентрации таллия установлены в блеклых рудах (30—100 г/т) и буланжерите (100 г/т) из Азатекского и зелигманите (10—30 г/т) из Зодского месторождений. В редких пробах полиметаллических концентратов из Зодского месторождения содержится 300—1000 г/т таллия.

Халькофильные свойства таллия приводят к концентрации его в сфалеритах, галенитах, халькопиритах, сульфосолях свинца, сурьмы, мышьяка и меди, где Tl^+ участвует в гетеровалентных замещениях Zn^{2+} , Pb^{2+} , Fe^{2+} , Sb^{3+} , As^{3+} совместно с Ag^+ , Cu^{2+} , Bi^{3+} , Hg^{2+} , Sn^{4+} , Cd^{2+} и нередко образует смешанные сульфиды, твердые растворы (В. В. Иванов, 1966), что подтверждается положительной корреляционной связью перечисленных выше элементов в сфалеритах, галенитах, блеклых рудах и сульфосолях Pb, Sb, As, Cu, Bi. В перечисленных выше минералах содержание таллия составляет от 15 до 100 г/т.

Рений. Руды золоторудных месторождений бедны рением. Даже слабо проявленная здесь молибденовая минерализация (Гамзачиман, Меградзор, Гегарчин, Тей), с которой обычно связывается рений, характеризуется небольшими концентрациями его.

Рений в количестве 0,3—9,15 г/т установлен в медно-молибденовых рудах Гегарчинского и Гамзачиманского месторождений. В молибденитовых концентратах содержание Re составляет 80 г/т, а в молибдените—250 г/т (Гегарчин) и 160 г/т (Гамзачиман). Кроме молибденитовых руд, Re установлен в медно-мышьяковых (10 г/т, 1 проба) и шеелитовых (12,03 г/т, 3 пробы) рудах Меградзор-

ского и Гамзачиманского месторождений, которые характеризуются повышенными содержаниями молибдена, и где, возможно, рений частично связан с ним, а отчасти с другими минералами. Небольшие концентрации (1—2 г/т) рения отмечались в единичных пробах убогополиметаллических руд Арчасарского участка Меградзорского месторождения. Роль отмеченных типов руд незначительна, поэтому рений практического интереса не может представить.

Олово для руд золоторудных месторождений является малохарактерным элементом. Оно в рудах проявляется в ассоциации с Fe, Hg, As, Cu, Sb, Pb, Zn, In, Cd, Ga, Ge, Tl, Bi и Te. Олово представлено станнином и колуситом в рудах Зодского месторождения и в форме изоморфной примеси в рудах других месторождений. В редких случаях, в количестве 3—30 г/т олово установлено в некоторых типах пород и продуктах их изменений (Зод, Тей), где оно присутствует в виде аксессуарного касситерита или изоморфного компонента в силикатах.

В продуктах гидротермального рудообразования олово обнаружено в полиметаллических (10 г/т), арсенопиритовых (3 г/т), антимонитовых (15 г/т) рудах Зодского, сульфоантимонитовых, пирит-халькопиритовых и антимонитовых рудах Азатекского, полиметаллических рудах Тейского, Арманинского и Меградзорского месторождений. В арсенопиритовом, полиметаллическом, золото-теллуrowом и антимонитовом концентратах содержание олова составляет 6 г/т, 30 г/т, 43 г/т, 20 г/т соответственно. В полиметаллических и золото-теллуrowых рудах оно представлено в виде станнина и колусита. Возможно, оно находится в виде твердых растворов и изоморфной примеси в сфалерите и сульфосолях Pb, Sb, Cu, As (в зелигманите), где концентрация олова доходит до 1000 г/т. Оно установлено и в других минералах руд: в пирите (10 г/т), арсенопирите (1,0 г/т), халькопирите (60,0 г/т), сфалерите (120 г/т), галените (150 г/т), антимоните (40,0 г/т), пирротине (7 г/т), блеклой руде (51 г/т), зелигманите (1000 г/т), буланжерите (260 г/т), алтаите (20 г/т). В значительной части минералов олово представлено собственными минералами, а в других оно участвует в изоморфных замещениях и твердых растворах или же представлено минералами-носителями. В сульфоантимонитовых и антимонитовых рудах олово, по-видимому, присутствует в виде молекул сложных сульфосолей (цилиндрита, франкеита и др.), замещая джемсонит, буланжерит, бурнонит, зелигманит и другие сульфосоли Pb, Cu, As, Bi и Ag.

Небольшое содержание (3—10 г/т) олова установлено в лимонитах и других продуктах зоны окисления.

В полиметаллических рудах Тейского, Арманинского, Меградзорского и Личкваского месторождений содержание олова сос-

составляет 4—5 г/т, а в концентрате—20 г/т. В этих рудах минералы олова не установлены, но не исключена возможность их нахождения, так как в мономинеральных пробах сульфидов содержится меньше олова (0,6—5 г/т), чем в концентратах.

Сравнительно богаты оловом руды золото-свинцово-сурьмяной формации. Здесь в пирит-халькопиритовых, полиметаллических, сульфоантимонитовых рудах содержится 1,58—5,6 г/т олова, при этом в пирит-халькопиритовых рудах содержится больше олова (4,2 г/т), чем в полиметаллических (1,58 г/т). В сульфоантимонитовых и антимонитовых рудах содержание олова составляет 4 г/т, и 5,6 г/т. В пирите и халькопирите содержание олова составляет 10 г/т, а в галените, сфалерите и блеклых рудах—3—7,6 г/т.

В рудах других формаций олово установлено в единичных пробах в количестве 5—10 и нередко до 30 г/т. Например, в шелитовых рудах Гамзачиманского месторождения отмечены до 20 г/т олова, а в энаргите из Тандзутского месторождения—до 300 г/т.

Среди выделенных рудных формаций сравнительно повышенными концентрациями олова характеризуются те, в рудах которых участвуют многочисленные сложные сульфосоли Pb, Sb, Cu, Bi, As (Зод, Азатек). Повышенные концентрации олова образует в сфалерите, халькопирите, галените и сульфосолях Pb, Cu, Sb, As. В сфалерите повышенные концентрации олова сопровождаются повышенным содержанием Zn, Cd, Hg, Pb, Ga, Ge, Sb, которые близки с оловом атомными и ионными радиусами и другими свойствами.

Ртуть является малохарактерным элементом в рудах золоторудных месторождений, хотя и встречается часто в отдельных типах руд. В рудах изученных месторождений ртуть проявляется в виде изоморфной примеси в сульфидах и сульфосолях и в виде собственных минералов—колорадоита (Зод, Меградзор) и киновари (Зод, Тей, Личквас, Гамзачиман, Арманис).

На месторождениях золото-сульфидно-теллуровой формации (Зод, Меградзор) повышенные концентрации ртути (10—36 г/т) установлены в полиметаллических, золото-теллурических (до 130 г/т) и антимонитовых рудах, где она представлена колорадоитом, киноварью и в форме изоморфной примеси в блеклых рудах (до 100 г/т), сфалерите (30—100 г/т), антимоните (до 100 г/т), галените (10—30 г/т), алтаите (до 65 г/т), мелоните (10—30 г/т), теллуриде висмута (10—30 г/т), золоте (до 100 г/т), слюде (до 10 г/т). В теллуридах наличие ртути связано со сростаниями колорадоита (HgTe).

По химическим анализам получены еще более высокие результаты. Так, в пирит-халькопиритовых рудах Меградзорского месторождения содержание ртути составляет 48 г/т (10 проб), в

золото-теллурических—50—80 г/т (2 пробы), полиметаллических—50—60 г/т (14 проб).

В рудах золото-сульфидной формации (Тей, Личквас, Арманис) ртуть представлена редкими включениями киновари и в виде изоморфной примеси в блеклой руде (до 100 г/т), энаргите (до 106 г/т), сфалерите (до 30 г/т, в светлых разностях до 100 г/т), золоте (30 г/т), халькопирите (3—5 г/т).

В полиметаллических концентратах содержание ртути составляет в среднем 2—4 г/т, нередко до 65 г/т. По химическим анализам в штучных пробах пирит-халькопиритовых руд содержится 60—80 г/т Hg, полиметаллических—110 г/т, арсенопиритовых—130 г/т.

В золото-шеелитовой формации ртуть проявляется в виде киновари и изоморфной примеси в полиметаллических рудах в связи с теллуридами и шеелитом, где ее содержание составляет до 100 г/т. Среди главных минералов руд наиболее высокие концентрации ртути установлены в блеклых рудах (100 г/т) и сфалерите (10—30 г/т).

Ртуть широко распространена в рудах золото-свинцово-сурьмяной формации (Азатек), которые являются наиболее низкотемпературными образованиями. Здесь ртуть находится почти во всех типах руд—пирит-халькопиритовом (0,35 г/т), полиметаллическом (19,6 г/т), сульфoантимонитовом (6,9 г/т) и антимонитовом (5,2 г/т). Минералы ртути в описанных рудах не установлены. Она в качестве изоморфной примеси находится в блеклой руде (до 100 г/т), сульфoантимонитах свинца (до 1000 г/т), сфалерите (10—30 г/т), галените (5—10 г/т). Руды остальных формаций бедны ртутью.

По низкому содержанию ртути руды золоторудных месторождений Армянской ССР практического интереса не представляют.

Железо является характерным элементом всех типов руд золоторудных месторождений. В зависимости от физико-химических условий рудообразования образуются самые различные минералы железа—силикаты, карбонаты, окислы, сульфиды, среди которых самым распространенным является пирит, а затем марказит, пирротин и другие. Оно изоморфно входит в структуру многих минералов—сфалерита, блеклых руд, кальцита, родохрозита, никелина, кобальтина и многих других.

Хром нехарактерный элемент для золоторудных месторождений.

Концентрация хрома в рудовмещающих породах приравнивается кларку этих пород или ниже его в 3—10 раз, за исключением некоторых разновидностей жильных пород—керсантитов, аплитов, кварцевых порфиров, где концентрация хрома превышает кларк

в 3—20 раз, что объясняется ассимиляцией магмой основных пород или же включениями хромита.

Несколько повышенные концентрации хрома проявляются в рудах (0,03—0,1%, а в минералах 0,001—0,1%) Зодского месторождения, где рудные тела локализованы в основных и ультраосновных породах и продуктах их гидротермальных изменений, а в рудах наблюдаются катаклазированные агрегаты хромита, сцементированные сульфидами и теллуридами.

Титан и ванадий. В породах и рудах золоторудных месторождений содержится больше титана и ванадия, чем в сульфидных концентратах и сульфидах, поэтому приходится главным образом их связывать с включениями пород и продуктами их изменения, или же с акцессорными магнетитом, рутилом, сфеном и ильменитом.

Марганец является характерным элементом жильных минералов—родохрозита, манганокальцита, анкерита. В гипергенных условиях образует различные окислы и гидроокислы. Кроме собственных минералов участвует в других минералах в качестве изоморфной примеси.

Наиболее высокие концентрации марганца установлены в полиметаллических жилах и безрудных карбонатных прожилках.

Никель. Несколько повышенные концентрации никеля установлены на Зодском месторождении, где он отчасти заимствован из вмещающих основных и ультраосновных пород.

Среди пород повышенные концентрации никеля отмечены в серпентинитах (0,065%), габбро (0,04), кварцевых порфирах (0,02), плагиогранитах (0,01), диорит-порфиритах (0,01—0,03), гранодиоритах (0,01), лампрофирах (0,04—0,1), тальк-карбонатных породах (0,1), порфиритах (0,02—1%). Из породообразующих минералов повышенными содержаниями Ni характеризуются роговая обманка и биотит (0,01—0,065%).

Кроме Зодского месторождения, в остальных он в виде изоморфной примеси находится в породообразующих минералах и сульфидах. На Зодском месторождении кроме изоморфной формы он представлен также собственными минералами—никелином, хлоантитом, ваэситом, гарниеритом, мелонитом.

В пирит-арсенопиритовых рудах содержание никеля составляет 0,033, полиметаллических—0,030, золото-теллурических 0,51, антимонитовых—0,006%.

Кроме собственных минералов, повышенные концентрации никеля установлены в пирротине—0,06%, алтаите—0,5, халькопирите—0,038, пирите—0,03, арсенопирите—0,086%, при этом в низкотемпературном арсенопирите из антимонитовых руд—0,18, сфалерите—0,005 и в теллуридовом висмутите—0,002%. В одних минералах

(пирите, арсенопирите, халькопирите) он участвует в форме изоморфной примеси, в других (алтаите, теллуrowисмутите)—механической (в виде мелонита).

Повышенное содержание никеля установлено в жильных минералах и продуктах гидротермального метасоматоза пород: в кварце—0,001%, кальците—0,002, анкерите—0,051, родохрозите (0,01), доломите—0,009, сидерите—0,03%. В цеолитах, тальке и фуксите содержание никеля составляет 0,0015, 0,01 и 0,065%, соответственно.

В рудах золото-сульфидной формации руд (Тей, Арманис) содержится еще меньше никеля, чем в золото-сульфидно-теллуrowой. Здесь в пирит-халькопиритовых рудах содержание никеля составляет от 0,0003 (Тей) до 0,008% (Арманис), полиметаллических—0,0004—0,0007%, в арсенопиритовых и свинцово-цинковых—0,0001—0,0002%. Почти весь никель в отмеченных рудах связан с пиритом, халькопиритом и арсенопиритом.

В рудах золото-шеелитовой формации содержание никеля составляет 0,0003—0,0006%. Только в полиметаллических рудах оно несколько выше—0,003%. Отмеченные содержания никеля связаны с изоморфным вхождением его в пирит (0,003—0,006), арсенопирит (0,006%), халькопирит и сфалерит (0,001—0,003%).

Бедность руд никелем объясняется генетической связью золоторудных месторождений с средней-кислой магмой. А в отдельных случаях повышенные содержания его в кислых породах и рудах связаны с ассимиляцией ими основных пород и заимствованием никеля из них (Зод).

Кобальт по сравнению с никелем имеет более широкое распространение. За исключением Зодского месторождения, в остальных концентрация кобальта превышает никель от 2 до 200 раз. ($Ni:Co=1:2-200$). На Зодском месторождении, наоборот, $Ni:Co$ составляет от 1,2:1 до 80:1, что связано с выносом никеля из вмещающих пород.

В некоторых типах руд кобальт представлен собственными минералами—кобальтином, смальтином, линнеитом, хлоантитом, эритрином (Зод) и саффоритом (Арманис). В остальных месторождениях он изоморфно входит в структуры арсенидов и сульфидов Fe, Ni, Cu, а также карбонатов и продуктов изменения пород.

Концентрация кобальта в некоторых разностях пород—гранодиоритах и минеттах (Меградзор), диорит-порфиритах и кварцевых порфирах (Зод), гранодиоритах, керсантитах и диорит-порфиритах (Тей, Личквас) превышает кларк в 2—10 раз. В измененных разностях пород почти в 5—10 раз больше кобальта, чем в свежих, что указывает на привнос кобальта гидротермальными

растворами. Возможно, некоторая часть кобальта вынесена из вмещающих пород.

На Зодском месторождении в пирит-арсенопиритовом концентрате содержится 0,09% кобальта, полиметаллическом—0,013, золото-теллуrowом—0,038, антимонитовом—0,007%.

Довольно высокие концентрации кобальта отмечены в никелине—0,1, мелоните—0,441, пирротине—0,065, аннабергите—0,02, пирите—0,011, халькопирите—0,006, арсенопирите—0,005 (в низкотемпературном арсенопирите—0,01) и в теллуrowисмутите—0,003%.

Кобальт установлен также в малахите и лимоните (0,003—0,006%), цеолитах, тальке и фуксите (0,002—0,03%). В карбонатах повышенные концентрации кобальта связаны с сидеритом. В продуктах окисления представлен эритрином. Приведенные данные показывают, что кобальт концентрируется в основном в ранних и средних стадиях рудного процесса и из растворов выделяется совместно с Fe, As, Ni, Cu, Zn.

В рудах Тейского золото-сульфидного месторождения повышенные концентрации кобальта (0,084%) приурочены к пирит-халькопиритовым концентратам. В полиметаллическом и арсенопиритовом концентратах содержание кобальта составляет 0,006 и 0,0019%, соответственно. Кобальт в форме изоморфной примеси находится в пирите (0,008—0,03%), халькопирите (0,00014—0,0025%), сфалерите (0,0002—0,0008%), галените (0,0015—0,0025%). Возможно, некоторая часть кобальта связана с рудовмещающими породами, в которых его содержание составляет 0,003—0,014%. В измененных разностях пород содержание кобальта доходит до 0,02%. Как видно, в описанных рудах главная масса кобальта также связана с ранними продуктами гидротермального процесса.

На Арманисском золото-сульфидном месторождении высокие концентрации кобальта (0,2%) приурочены к пирит-халькопиритовым рудам, где он представлен саффлоритом. В полиметаллических и свинцово-цинковых рудах, соответственно, содержится 0,073 и 0,002% кобальта. Он установлен в пирите (0,03%), халькопирите (0,06%), сфалерите (0,005%).

Руды золото-шеелитовой формации характеризуются низким содержанием кобальта. В пиритовых рудах оно составляет 0,001%, полиметаллических—0,016, молибденовых—0,028. В пирите содержится 0,012—0,026% кобальта, халькопирите, сфалерите и галените—0,001—0,004%.

На месторождениях золото-сурьмяной формации (Азатек, Софи-бина) Ni:Co в пирит-халькопиритовых рудах составляет 1:2, при содержании кобальта 0,01%, в полиметаллических—1 : 2,4, при

содержании Со—0,0064%, сульфoантимонитовых—1:5, при содержании кобальта 0,01%. Повышенные концентрации кобальта установлены в пирите (0,028%), халькопирите (0,001—0,01%), сфалерите (0,003—0,01%). В галените она составляет 0,001—0,003%.

В обобщении по никелю и кобальту следует отметить, что эти элементы в основном концентрируются в пирит-халькопиритовых рудах. Главная масса никеля и кобальта приурочена к пиритам, халькопиритам и сфалеритам. В отдельных месторождениях они находятся в виде собственных минералов.

Молибден—спорадически встречающийся элемент золоторудных месторождений. В связи с тем, что некоторые формации золотых руд образуют единый генетический ряд с медно-молибденовой, в месторождениях этих формаций молибден проявляется как переходный (связывающий) элемент. На отдельных месторождениях (Гамзачиман, Меградзор, Гегарчин, Тей, Личквaz) молибден представлен самостоятельными прожилками и редко прожилково-вкрапленной минерализацией, а также в качестве примеси в других типах руд—пирит-халькопиритовом, полиметаллическом (Гегарчин, Тей), медно-мышьяковом (Меградзор), золото-шеелитовом (Гамзачиман).

Повышенные концентрации молибдена установлены в рудовмещающих породах золоторудных месторождений—в монцонитах ($3 \cdot 10^{-5}\%$), граносиенитах, сиенитах и сиенит-порфирах ($3 \cdot 10^{-4}\%$), гранодиоритах, диорит-порфиритах, керсантите (10–3%), диорите ($3 \cdot 10^{-3}\%$) и аплите (0,02%). В эпидотизированных, хлоритизированных разностях этих же пород обычно содержится 0,001—0,003% Мо. Из породообразующих минералов повышенные концентрации молибдена установлены в полевых шпатах и биотите ($3 \cdot 10^{-5}\%$), эпидоте и кварце (0,001—0,01%).

На золоторудных месторождениях, парагенетически связанных с медно-молибденовыми, в продуктах гидротермального рудообразования повышенные концентрации молибдена наблюдаются в медно-молибденовых (0,3—0,4%), медно-мышьяковых (0,014%) и пирит-халькопиритовых (0,0001—0,011%) рудах (Гамзачиман, Меградзор, Гегарчин, Тей, Личквaz). В остальных типах руд установлены только следы молибдена. В описанных рудах молибденит является одним из ранних минералов.

Приведенные данные показывают, что молибден проявляется в сравнительно высокотемпературных ассоциациях минералов и по своей концентрации практического интереса не представляет.

Вольфрам—характерный элемент золото-шеелитовой формации.

Концентрация вольфрама в шеелитовых и молибденитовых рудах составляет 0,46 и 0,001%, соответственно. Невысокие содер-

жания вольфрама (0,001%) отмечены также в медно-мышьяковых рудах Меградзорского месторождения, где они сопровождаются повышенным содержанием (0,014%) молибдена.

В виде шеелита вольфрам установлен в речных отложениях (россыпях) Дилижан-Тандзутского и Памбакского рудных районов.

Небольшие запасы и концентрации вольфрама делают его непромышленным, но возможно его комплексное извлечение совместно с Au и Ag из золото-шеелитовых руд.

Медь—характерный элемент золоторудных месторождений. Сидерофильными свойствами обусловлены повышенные концентрации меди в рудовмещающих породах золоторудных месторождений. Так, концентрация меди в гранодиоритах составляет 0,03—0,3% (нередко 0,68%), сиенитах, граносиенитах и сиенитпорфирах—0,03—0,056, лампрофирах—0,01—0,3, аплитах—0,02—0,2, габбро и перидотитах—0,002—0,03, порфиритах—0,007—0,3%, что превышает кларк этих пород от 2 до 200 раз. В измененных разностях пород содержание меди повышается до 1%.

Среди породообразующих минералов медь распределена следующим образом: в биотитах—0,015%, роговой обманке—0,05—0,1, полевых шпатах 0,01—0,02, кварце—0,06, магнетите—0,01, эпидоте—0,003—1,0%. В породах медь присутствует как в виде изоморфной примеси в породообразующих минералах, так и в виде акцессорных сульфидов.

В постмагматических продуктах концентрация меди постепенно повышается и достигает максимального значения в продуктах ранних и средних стадий рудного процесса. Она проявляется почти во всех типах руд золоторудных формаций, но наиболее высокие концентрации ее наблюдаются в пирит-халькопиритовых (до 10%), медно-мышьяковых (2,3%), медно-полиметаллических (0,6—6,5%), медно-молибденовых (0,22—2,62%), золото-шеелитовых (0,067%), сульфоантимонитовых (1,5—1,8%) типах, где она представлена многими сульфидами и сульфосолями и в форме изоморфной примеси в других минералах. В продуктах гипергенеза содержание меди составляет 0,1—3%, где она представлена окислами, карбонатами, вторичными сульфидами и силикатами.

При комплексной обработке руд медь практический интерес может представить в рудах золото-сульфидно-теллуровой и золото-сульфидной формаций. С медными концентратами связана значительная часть запасов селена, теллура, висмута, индия, кадмия, золота и серебра.

Свинец—один из главных элементов руд. Особенно много свинца в рудах золото-сульфидной формации (Тей, Личквас, Гегарчин, Арманис, Шаумян-Халадж и др.).

У свинца сильно проявлены халькофильные свойства, поэто-

му он совместно с Cu, Zn, Bi, Sb, Ag, As, Te выступает в качестве основного компонента золотоносных руд. Вместе с тем, некоторая его часть рассеивается в породах в форме изоморфной примеси и акцессорных минералов. Этим следует объяснить наличие свинца в рудовмещающих породах изученных месторождений, превышающее кларк соответствующих пород от 2 до 200 раз. Так, содержание свинца в габбро, габбро-диоритах составляет 0,001—0,03%, плагиогранитах и гранодиоритах—0,003—0,03, сиенитах, граносиенитах и сиенит-порфирах—0,066, лампрофировых жильных породах—0,003—0,3, аплитах—0,001—0,1%.

Среди породообразующих минералов высоким содержанием свинца характеризуются биотит (0,175%), кварц (0,15%), роговая обманка (0,015%), полевые шпаты (0,005—0,0065%) и акцессорный магнетит (0,07%). Как видно, в магматическом процессе свинец также концентрируется в поздних образованиях.

В ходе гидротермального рудообразования концентрация свинца повышается от стадии к стадии и достигает максимума в полиметаллических, свинцово-цинковых и свинцово-сурьмяных рудах (до 10 и более процентов). Свинец в десятых долях процента и нередко до 3% участвует также в остальных типах руд. Он представлен в виде галенита, алтаита, нагиагита и самых различных сульфосолей Bi, Sb, As, Cu, а в зоне окисления в виде карбонатов, плюмбоярозита, пироморфита, данхемита.

Кроме собственных минералов, свинец широко представлен в качестве изоморфной примеси в сфалерите (0,08—2,68%), пирите (0,01—0,62%), халькопирите (0,018—2,5%), блеклых рудах (3,0—6,5%), арсенопирите (0,03—0,3%) и других сульфидах.

Свинец и свинцовые минералы замечательны тем, что с ними связаны значительные концентрации висмута, серебра, отчасти золота, селена и теллура.

Цинк по распространенности и количественному проявлению занимает одно из ведущих мест в рудах золоторудных месторождений.

Цинк в рудовмещающих породах и гипогенных рудах представлен главным образом сфалеритом и в форме изоморфной примеси, а в продуктах гипергенеза—смитсонитом.

Геохимическое поведение цинка определяется расположением его в ряду халькофильных элементов. Близость ионных радиусов Zn, Fe, Ga, Ge, Mn, In и Cd делает возможным их взаимное изоморфное замещение и совместное отложение из гидротермальных растворов.

В породах, кроме акцессорного сфалерита, цинк находится в виде изоморфной примеси, замещающей Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , породообразующих минералов.

Цинк в повышенных концентрациях проявляется в перидотитах (0,008%), габбро-диоритах (0,02%), плагиогранитах, гранодиоритах (0,008—0,01%), граносиенитах и сиенит-порфирах (0,18—0,5%), аплитах (0,01—0,065%), в лампрофирах—керсантите, минетте, диорит-порфиритах (0,01—0,3%). Из породообразующих минералов больше всего цинка содержится в роговой обманке и биотите (0,03—0,3%).

В послемагматическом рудообразовании цинк выделяется на всем протяжении гидротермального процесса, но повышенные и высокие концентрации его наблюдаются в пирит-халькопиритовых (3,1%), полиметаллических (0,2—10,54%), свинцово-цинковых (6,5%), сульфоантимонитовых рудах (0,5—2,9%). В других типах руд содержание цинка колеблется в пределах от сотых долей до 2%.

Повышенные и высокие концентрации цинка установлены в галенитах (0,08—10%), халькопиритах (0,2—10%), блеклых рудах (1,15—10%), родохрозите, анкерите, доломите (0,3%) и других минералах, где он участвует в виде механической и изоморфной примеси. В зоне окисления содержание цинка составляет 0,1—1,5%.

Кроме самостоятельного значения, роль цинка и сфалерита велика еще и тем, что с ними связаны значительные концентрации кадмия, индия, галлия, германия, олова, золота, нередко висмута и серебра.

Сурьма—довольно характерный элемент руд. В ранних стадиях рудного процесса сурьма обычно входит в структуру других сульфидов в качестве изоморфной примеси. Собственные минералы сурьмы в массовом количестве начинают выделяться с конца полиметаллической стадии минерализации. При этом она образует различные сульфосоли свинца, меди, мышьяка и других элементов. Основная масса сурьмы выделяется в сульфоантимонитовой и антимонитовой стадиях минерализации. В зависимости от концентрации сурьмы и сопутствующих элементов (Cu, Pb, As, Fe, Te) и других физико-химических условий минералообразования сурьма выделяется в одном случае в виде тетраэдрита, буланжерита, бурнонита, бертьерита, геокронита, плагионита, цинкенита и др., в другом—в виде антимонита. В условиях зоны окисления она представлена сервантитом, валентинитом, сенармонитом, кермезитом и другими гипергенными минералами.

Характер распределения сурьмы в рудах, концентратах и минералах определяется формой ее нахождения. В антимонитовых рудах содержание сурьмы составляет 5—10, сульфоантимонитовых—3,5—4,25, полиметаллических—0,04—4,94, пирит-халькопиритовых—0,01—0,3, арсенопиритовых—0,02—0,55, свинцово-цинковых

—0,03, медно-молибденовых и золото-шеелитовых—0,015—0,22, золото-теллуридов—0,065—0,5, медно-мышьяковых—0,95, золото-кварцевых—0,001—0,01, во вторичных кварцитах—0,01—0,03%, в железной шляпе и зоне окисления золото-сульфидных месторождений—0,03—0,065%.

Кроме сурьмяных минералов, повышенной концентрацией сурьмы характеризуются галенит (0,01—0,32), арсенопирит (0,1—0,4%), пирит (0,023—0,15%), халькопирит (0,0015—0,57%), сфалерит (0,03—1,14%), теллуриды висмута (до 2,6%), алтаит (0,01—0,3%), мелонит и другие теллуриды (0,01—0,03%).

Для некоторых типов руд (Зод, Тей, Азатек) сурьма представляет практический интерес и может извлекаться при комплексной переработке руд.

Мышьяк является главным элементом руд. Мышьяком обогащены руды почти всех золоторудных формаций, особенно золото-сульфидно-теллуридовой, золото-сульфидной и золото-свинцово-сурьмяной.

В зависимости от окислительно-восстановительного потенциала и рН среды, мышьяк проявляется в растворе в различных формах, а в минералах осаждается как в виде катиона различных валентностей, так и аниона.

Среди рудовмещающих пород золоторудных месторождений повышенные концентрации мышьяка определены в гранодиоритах и диоритах—0,01—0,03, кварц-порфирах и керсантитах—0,002—0,003, аплитах 0,001—0,01%; в граносиенитах содержится 0,00025%. Как видно, в перечисленных породах концентрация мышьяка выше кларка от двух до 200 раз. В полевых шпатах, роговой обманке, биотите, эпидоте содержание мышьяка составляет 0,003—0,01%.

В гидротермальном процессе мышьяк проявляется с самого начала до конца, но в различных концентрациях. Он в повышенном значении проявляется в прерудных измененных породах (до 0,65%) и безрудных кварцевых жилах (до 0,03%), а затем высокие его концентрации образуются в пирит-арсенопиритовых—2,0—6,8, арсенопирит-полиметаллических—0,47, полиметаллических—0,043—2,25% (Зод, Тей, Гамзачиман и др.), пирит-пирротин-арсенопиритовых—0,5% (Гегарчин), медно-мышьяковых—3,17% (Меградзор, Шаумян-Халадж), сульфоантимонитовых—0,35—5 и антимонитовых—0,38—0,83% (Азатек, Гегарчин, Софи-бина, Зод) рудах. Более низкими концентрациями мышьяка характеризуются вторичные кварциты и золото-кварцевая формация.

В рудах мышьяк представлен, главным образом, в форме минералов, при этом в начальные периоды рудообразования он выделяется в виде арсенопирита и лёллингита, затем арсенидов: Ni,

Со, Fe, а еще позже—теннантита, энаргита, геокронита, зелигманита, и других сульфосолей. В виде низкотемпературного арсенопирита он проявляется еще раз в поздних стадиях рудообразования (Зод, Тей).

Повышенные концентрации мышьяка отмечены в пирите (0,03—4,28%), халькопирите (0,065—1,0%), сфалерите (0,0015—3,0%), пирротине (0,02—0,13%), марказите (0,32%), мелоните, алтаите, теллуrowисмутите (0,03—0,3%), карбонатах (0,001—0,03%), тальке, фуксите (0,03—0,2%) и других минералах, где он образует механическую и изоморфную примесь.

В зоне окисления проявляется наиболее окисленная форма мышьяка в виде комплексного аниона $[\text{AsO}_4]^{3-}$, где мышьяк представлен пятивалентным катионом— As^{5+} (скородит, аннабергит). Значительная часть мышьяка фиксируется в зоне окисления, поэтому в продуктах гипергенеза мышьяковистых руд его концентрация составляет до 2%.

Следует отметить, что повышенные концентрации мышьяка сопровождаются повышенным содержанием золота, серебра, висмута, селена и теллура. Арсенопиритовые ассоциации минералов содержат промышленные концентрации золота и серебра. Сульфосоли мышьяка также содержат значительные концентрации золота, серебра, висмута и других редких элементов, что обусловлено, по-видимому, осаждающими свойствами мышьяка и мышьяковистых минералов. Возможно, мышьяк участвует также в переносе золота в гидротермальных растворах в виде двойных солей или комплексных соединений.

Таким образом, отмечается несколько максимумов выделения мышьяка из гидротермальных растворов, что наблюдается как для всего процесса рудообразования в целом, так и для отдельных стадий.

Сера—очень характерный элемент большинства минеральных типов руд.

В природных условиях сера по степени окисления, как отмечает А. Г. Бетехтин (1955), образует нижеследующий ряд ионов: $\text{S}^{2-} \rightarrow [\text{S}]^{2-} \rightarrow \text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{4+} \rightarrow \text{S}^{6+}$, следовательно, в зависимости от устойчивости того или иного иона образуются те или иные сульфиды и сульфосоли. Состав минеральных ассоциаций, количественное проявление минералов и последовательность их выделения показывают, что условия нахождения серы в различных стадиях были различными и очень часто менялись. Подтверждением этого является проявление серы в различных валентностях. Например, в пирите она представлена в виде спаренных ионов $[\text{S}]^{2-}$, а в сфалерите, галените и халькопирите— S^{2-} . В энаргите она представлена пятивалентным, а в теннантите—трехвалентным анионом. Высшая

форма окисления серы проявляется в зоне окисления, где образуются сульфаты черных и цветных металлов.

Количественное проявление сульфидов показывает, что наряду с характером растворов менялась также концентрация серы в них. Поэтому сначала образуются многосернистые минералы, а затем малосернистые, а еще позже—теллуриды. С этой точки зрения богаты серой пирит-арсенопиритовая, пирит-халькопиритовая, полиметаллическая, сульфоантимонитовая, антимонитовая, медно-мышьяковая и молибденитовая стадии минерализации. Сравнительно бедны серой золото-шеелитовые, золото-кварцевые руды и вторичные кварциты.

Кислород является одним из химически активных элементов гидротермальных растворов, который в виде аниона O^{2-} участвует в многих минералах руд и околорудных измененных пород. Изменения режима кислорода и серы в растворах главным образом определяют окислительно-восстановительный потенциал среды и, следовательно, условия минералообразования.

Наблюдаемые на золоторудных месторождениях парагенезисы минералов (сульфиды, теллуриды, сульфосоли, окислы), мартитизация и мушкетовитизация и их смена во времени показывают, что режим кислорода меняется не только под влиянием окружающей среды, но и в самих рудных растворах под влиянием режима серы, которая является сильным восстановителем.

О широком участии кислорода в образовании первичных и вторичных руд говорит наличие в них кварца, карбонатов, магнетита, гематита, рутила, сфена, шеелита, барита, многих сульфатов, теллуратов, теллуритов и других окислов и гидроокислов.

Обычно в гипогенных условиях богатые кислородом минералы образуются в ранние периоды минералообразования, за которыми следует обильное выпадение сульфидов, теллуридов, сульфосолей. Кислород является постоянным компонентом жильных минералов. На некоторых месторождениях (Арманис) он участвует в отложении гематитовых руд, а на Гамзачиманском месторождении—золото-шеелитовых руд, а нередко и в отложении барита (Азатек).

Особенно важную роль играет кислород в гипергенных процессах и образовании минералов зоны окисления, которая нередко достигает глубины 100—120 м (Зод). Здесь и на других золоторудных месторождениях за счет первичных руд образовались многочисленные окислы, гидроокислы, карбонаты, арсенаты, сульфаты, теллураты, теллуриты и другие вторичные минералы, богатые кислородом.

Кислород является постоянным компонентом минералов околорудных измененных пород.

В заключение следует отметить, что геохимические особенности руд золоторудных месторождений определяются не только поведением элементов, но и генетической связью месторождений с определенными типами магм, пространственной приуроченностью их к различным типам пород, различным структурно-металлогеническим зонам и стадиям их развития.

III. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНЫХ ТЕЛ, СТРУКТУРЫ И ТЕКСТУРЫ РУД

1. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНЫХ ТЕЛ

Детальное описание морфологических особенностей рудных тел приводится при описании месторождений. Здесь дается обобщенная характеристика этих особенностей в связи с описанием структур и текстур руд.

Морфологические особенности рудных тел обусловлены геологическими условиями формирования месторождений. Главные золоторудные месторождения Армянской ССР принадлежат к золото-сульфидно-теллуровой, золото-шеелитовой, золото-свинцово-сурьмяной и золото-сульфидной формациям гидротермальной группы, которые образовались на умеренных—малых глубинах или в приповерхностных условиях, при средней—низкой температуре.

Рудные тела залегают как в интрузивных, так и в экзоконтактовых вулканогенных и вулканогенно-осадочных породах. Форма рудных тел нередко зависит от того, залегают они в массивах интрузивных пород или в порфиритах и вулканогенно-осадочных образованиях. Даже в интрузивных массивах, в зависимости от их механических свойств, форма рудных тел подвергается значительным колебаниям. В гранитоидах и габбро преобладающими являются жилы (простые и сложные) и зоны прожилково-вкрапленной минерализации. В перидотитах и серпентинитах рудные жилы разветвляются и переходят в жильные зоны, где падает интенсивность минерализации. Нередко в них наблюдаются только тонкие проводники, заполненные продуктами их изменения—магнезитом, карбонатами, тальк-карбонатными метасоматитами (Зод).

В порфиритах и туфо-осадочных отложениях преобладают прожилковые зоны и сложно ветвящиеся жилы. В последнем случае рудные тела залегают параллельно слоистости пород, нередко косо пересекая их (Меградзор, Гегарчин, Азатек). В противоположность простым жилам больших и умеренных глубин, обладающим однообразным строением (Капутсар, золото-кварцевая формация), здесь рудные жилы и оруденелые зоны пород чрезвычай-

чайно разнообразны по форме, размерам и условиям залегания. Жилы четковидные—с пережимами и раздувами, мощность которых в раздувах доходит до 2—2,5 м (Зод, Тей, Меградзор). Контакты жил в одних случаях четкие с глиной, нередко мощностью 10—15 см, в других—метасоматические, извилистые. В редких случаях жилы развиваются по трещинам отрыва, где по контактам жил отсутствует глина трения, а очертания одного зальбанда соответствуют очертаниям другого (Зод, Гегарчин, Меградзор, Гамзачиман).

Для золоторудных месторождений обычными являются сложные (рис. 1—4), ветвящиеся жилы, которые образовались повторным раскрытием одной и той же трещиной полости и выпаданием новых минеральных парагенезисов, или же отложением рудного вещества по различным системам трещин, их оперениям, ответвлениям (Зод, Меградзор, Личквас, Тей, Гегарчин). В результате повторного открытия и наложения новых минеральных парагенезисов или последовательного отложения минералов образовались полосчатые жилы (рис. 2), где вновь образованные ассоциации минералов располагаются как в лежащем боку прежних жил, так и висячем, пересекая их по простиранию и падению.

На всех месторождениях наиболее богатые и мощные участки рудных тел (рудные столбы, Зод, Меградзор, Тей) приурочены к пересечениям разноориентированных трещин и их изгибам. В редких случаях рудная минерализация развивается по двум сближенным параллельным трещинам, где участки пород, заключенные между ними, оказываются раздробленными и рассеченными оперяющими трещинами. В этом случае создаются зоны интенсивного дробления пород с рудной минерализацией. В случае полного замещения пород образовались мощные жилы с многочисленными включениями пород (рис. 5, 6), которые создают полосчатые и брекчиевые текстуры (Зод, Тей, Арманис, Меградзор, Лалигюх и др.). В результате образования пострудных трещин жилы приобретают плитчатое строение, что хорошо наблюдается на Зодском, Меградзорском и Тейском месторождениях.

Кроме простых жил, в отдельных месторождениях (Зод) наблюдаются жильные зоны. В таких зонах маломощные кварц-карбонат-сульфидные (золотоносные) прожилки развиваются по трещинам отдельности пород, нередко соединяющимся между собой. С глубиной прожилков становится меньше, но вместе с тем увеличивается их мощность. Контакты без видимых следов перемещения. Расположены они параллельно и имеют гребенчатое строение.

Следующим распространенным морфологическим типом рудных тел являются зоны прожилково-вкрапленной минерализации

(Зод, Меградзор, Тей, Гамзачиман, Азатек и др.). При этом типе вдоль разрывных нарушений все породы раздроблены, смещены, разложены и импреньированы рудными и жильными минералами. В их пределах последние образуют небольшие прожилки, вкрапленность, гнезда и карманы. Переход от таких зон к свежим породам бывает как постепенный, так и тектонический, с глиной трения (рис. 3, 5). Обычно минерализованные зоны сопровождаются кварцево-рудными жилами и заключены между ними. Нередко промышленные участки в таких зонах отбиваются данными опробования. В отдельных участках рудных тел содержание полезных компонентов в десятки и сотни раз превышает обычное содержание для данного месторождения (рудные столбы, Зод), но есть и такие, которые лишены ценных компонентов. Неравномерной концентрацией рудных компонентов обусловлены столь обычные пятнистые текстуры, пользующиеся особенно широким распространением среди золото-теллурических руд. В зонах брекчирования и смятия пород оруденение представлено различными типами руд. Здесь одни стадии минерализации наложены на другие, поэтому в них широко развиты текстуры пересечения, замещения, брекчиевые, кокардовые, прожилковые, вкрапленные и другие.

Зоны минерализации являются наиболее широко распространенным типом рудных тел золоторудных месторождений

2. СТРУКТУРЫ И ТЕКСТУРЫ РУД

Строение руд золоторудных месторождений характеризуется довольно большим разнообразием. Многочисленные включения пород в кварцевых жилах в виде обломков самых различных форм и размеров обусловили образование разнообразных брекчиевых и полосчатых текстур (рис. 30, 31). Отложением рудных и жильных минералов вокруг обломков пород образовались кокардовые текстуры (рис. 32).

В образовании полосчатых текстур кварцевых жил, несомненно, определенную роль играли также текстурные особенности вмещающих пород. В тонкослоистых туффитах и известняках оруденение развивалось по плоскостям напластования пород и в результате получились тонкополосчатые текстуры, где кварц-карбонатные и рудные полосы отделены незамещенными прослойками туффитов и известняков.

Брекчированием кварцевых тел, их пересечением и цементацией более поздним кварцем и сульфидами образовались брекчиевые и прожилковые текстуры руд. Нередко прожилки располагаются параллельно зальбандам кварцевых тел с образованием грубо-полосчатой текстуры. Очень часто начальные стадии рудного процесса, представленные пиритом и кварцем, развиваются по

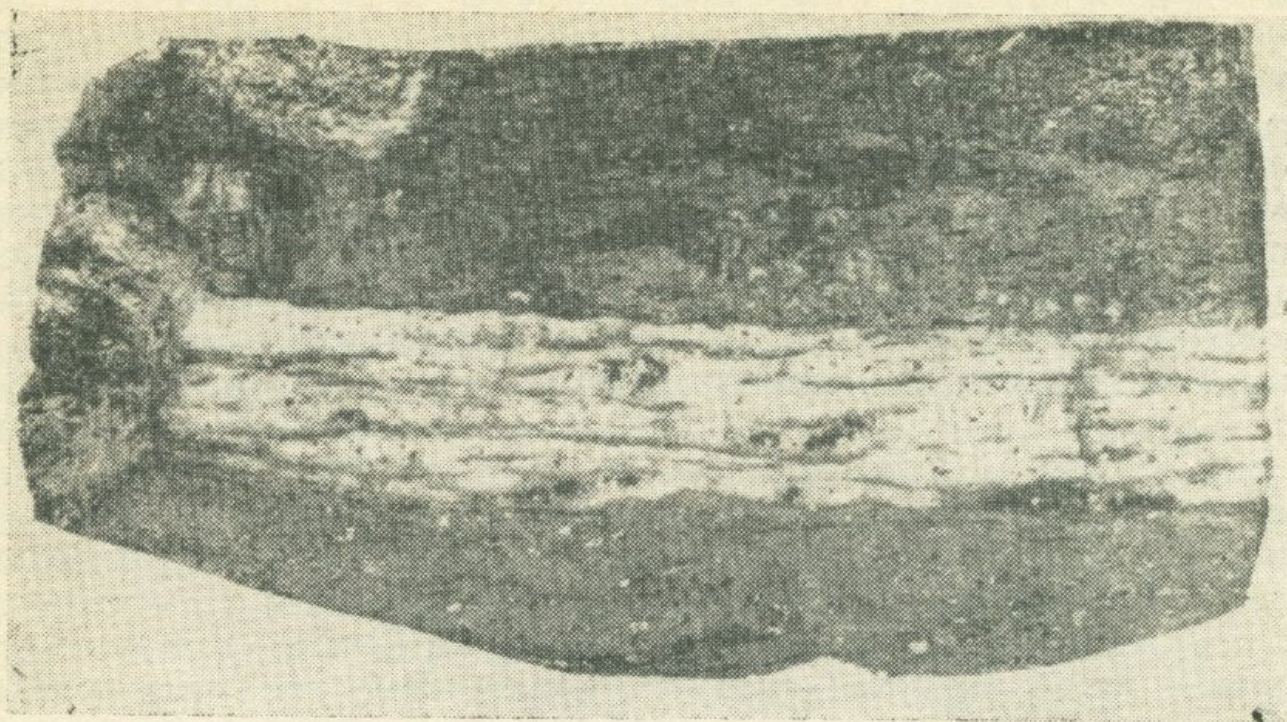


Рис. 30. Жила раннего молочно-белого кварца рассекает пиритизированные порфиры. В кварце тонкие ориентированные включения порфирита (черное). Меградзорское месторождение. Полир. штуч. Нат. вел.

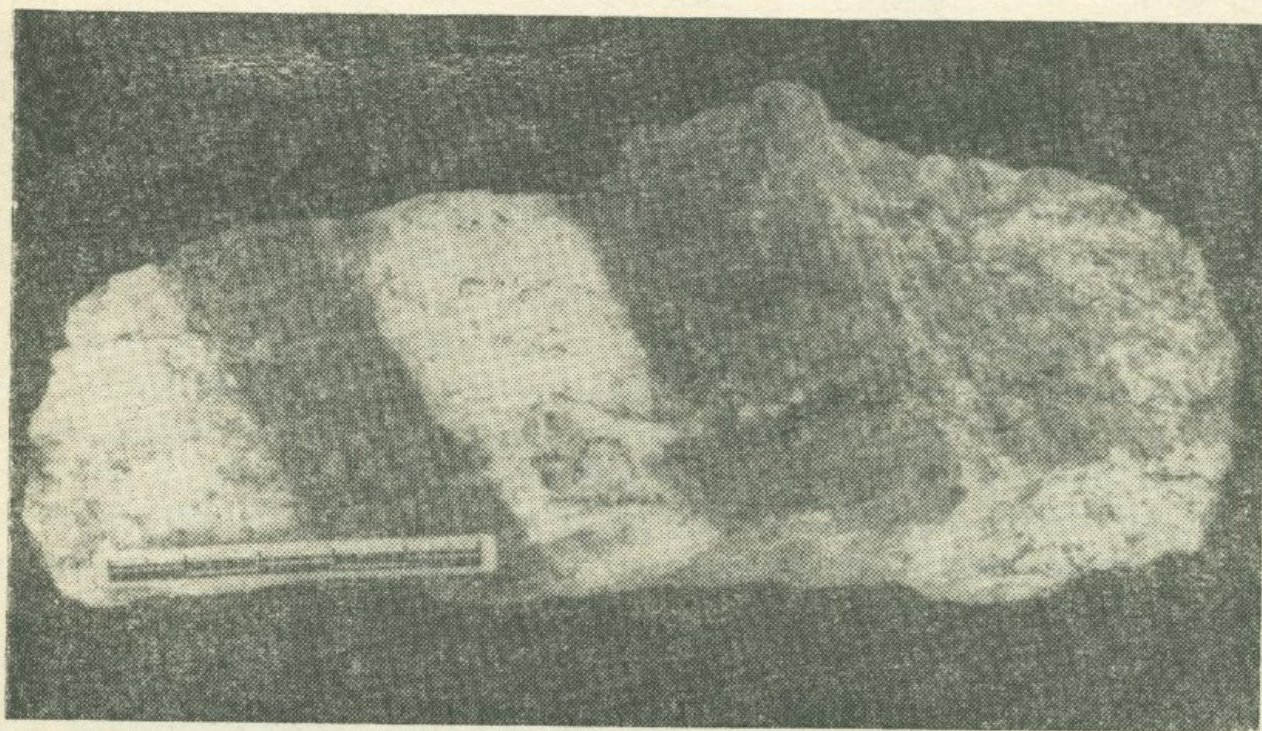


Рис. 31. Полосчатая текстура пирит-арсенопиритовых руд. Белое—кварц. Зодское месторождение. Штучной образец.

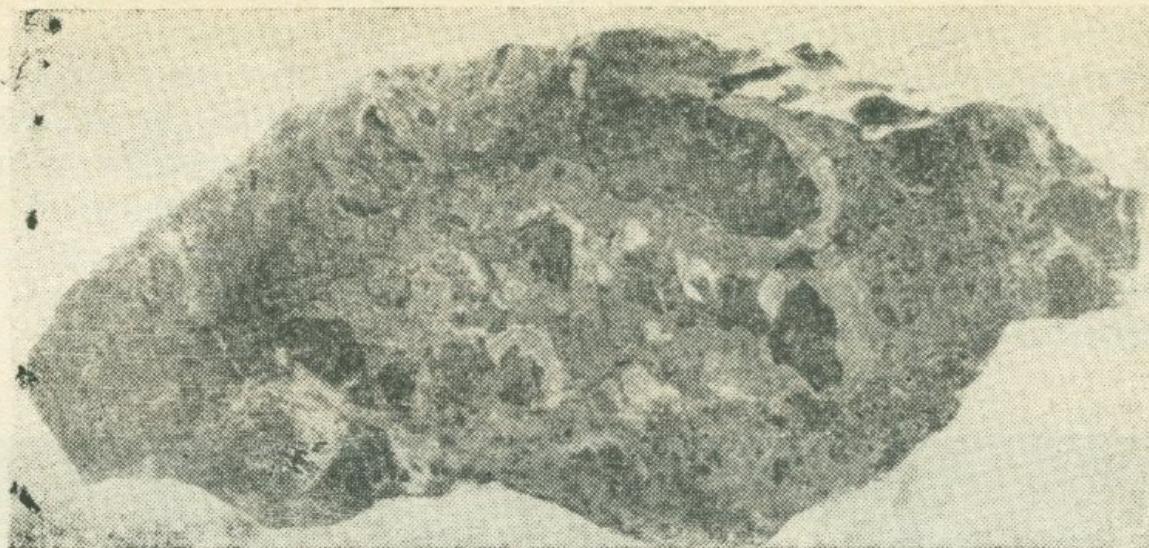


Рис. 32. Кокардовая текстура, обусловленная нарастанием пиритовых агрегатов на брекчии пород. Зодское месторождение. Полир. штуф. Нат. вел.

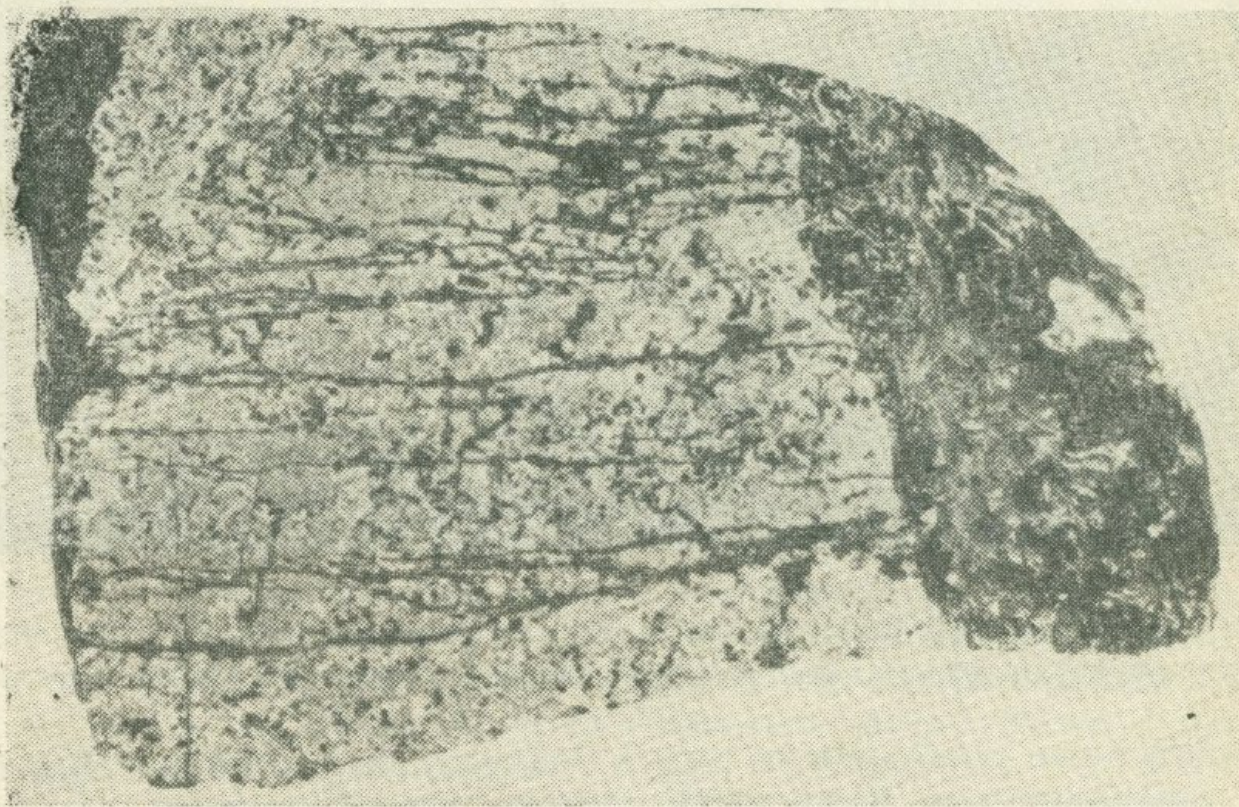


Рис. 33. Тонкопрожилковая вкрапленная текстура пиритовых руд. Пиритовая минерализация (темное) развивается по граносиенитам. Меградзорское месторождение. Полир. штуф. Нат. вел.

сближенным параллельным трещинам вмещающих пород, образуя параллельно-прожилковые текстуры (рис. 33).

Развитие рудной минерализации по разноориентированным трещинам растрескивания пород создало текстуры пересечения. Особенно часто встречаются микротекстуры пересечения, хорошо наблюдаемые под микроскопом в полированных шлифах.

Кристаллизацией жильного выполнения в открытых трещинах и полостях образовались ячеистые, друзовые и гребенчатые текстуры (рис. 34).

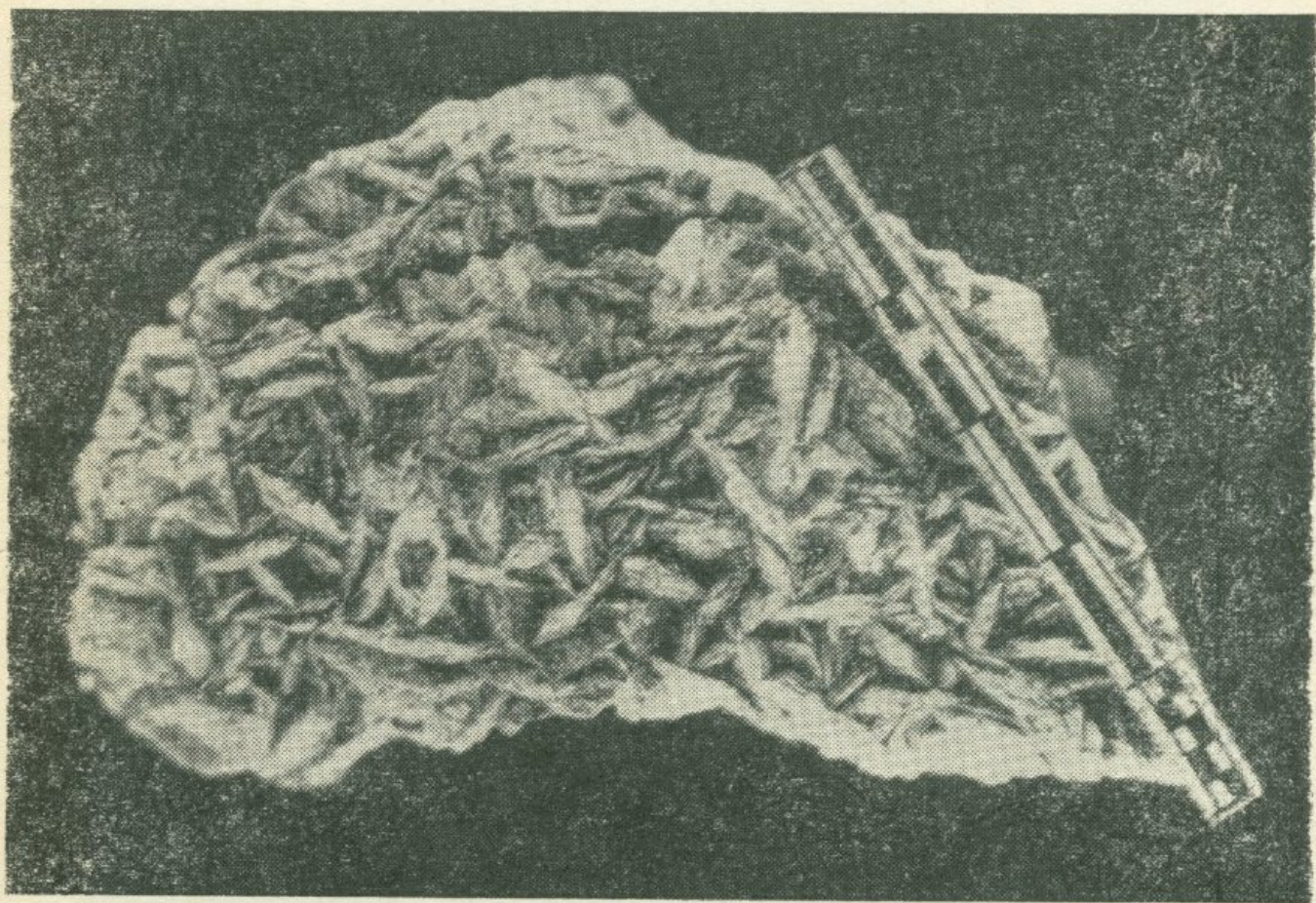


Рис. 34. Ячеистая текстура, обусловленная срастанием кристаллов карбоната. Выступают грани кристаллов. Зодское месторождение. Штуфный образец.

Текстурные особенности руд в значительной степени обусловлены длительностью и прерывистостью рудообразующих процессов. В них рудоотложение происходило в течение четырех—шести стадий минерализации. Руды, образованные в ранние стадии минерализации, рассекаются, замещаются и цементируются более поздними. Часто отложение более поздних ассоциаций минералов происходило вдоль ранних жил, образуя полосчатые текстуры, где между полосками различного состава наблюдается тектони-

ческий шов, представленный глиной трения, или же изменением состава и зернистости приконтактных частей двух одновременных ассоциаций минералов. Нередко между одновременными ассоциациями развивается более поздний кварц или карбонат.

В песчаниках, по неориентированным трещинам отрыва, образовались сложные и изогнутые эпидот-хлорит-пиритовые прожилки. В другом случае, в результате избирательного замещения разнородных по характеру пород, образовались полосчатые текстуры. Широко распространены в рудах катакластические текстуры.

Текстурные особенности руд нередко обусловлены способом отложения руд и характером рудоконтролирующих трещин. При рудоотложении, происходившем в открытых полостях простым выполнением, наряду с друзовыми, крустификационными и полосчатыми текстурами, образуются также массивные, причем контакты жил в таких случаях бывают резкими и четкими. Когда же рудообразование происходило при активном взаимодействии растворов с ранее отложенными минеральными агрегатами, то в рудах начинают преобладать различные текстуры замещения.

В результате наложения разновозрастных минеральных ассоциаций нередко тесно сочетаются текстурные особенности, характерные для каждой ассоциации в отдельности. Иногда совместно проявляются зернистая и прожилковая, полосчатая и друзовая, зернистая и полосчатая текстуры. В рудах широким распространением пользуются полосчатые текстуры, обусловленные последовательным отложением различных минеральных агрегатов из одной и той же порции растворов.

Образование руд в приповерхностных условиях и из насыщенных растворов обусловило образование колломорфных текстур (рис. 35), а нередко и структур. При этом метаколлоидные текстуры и структуры обычно образуют жильные минералы—родохрит, халцедон, манганокальцит, арагонит. Еще чаще колломорфные структуры встречаются у мельниковит-пирита и марказита. Колломорфные структуры встречаются также в продуктах зоны окисления. Признаками колломорфных образований, возникших в результате коагуляции коллоидных частиц, являются натечные образования халцедона.

Нередко колломорфные, полусферические образования наблюдаются на неровных поверхностях сульфидных агрегатов, при этом почки располагаются на выступах указанных агрегатов и при дальнейшем росте соприкасаются друг с другом. Сферические образования являются результатом многослойного отложения вещества. Нередко слои характеризуются строгой параллельностью. После соприкосновения отдельных почек (сфер) отложение

новых слоев происходило опять-таки строго параллельно с огибанием ранее образованных почек. В результате разнообразных комбинаций ранее отложенных коагулятов с последующими получились самые различные причудливые концентрически-зональные текстурные рисунки.

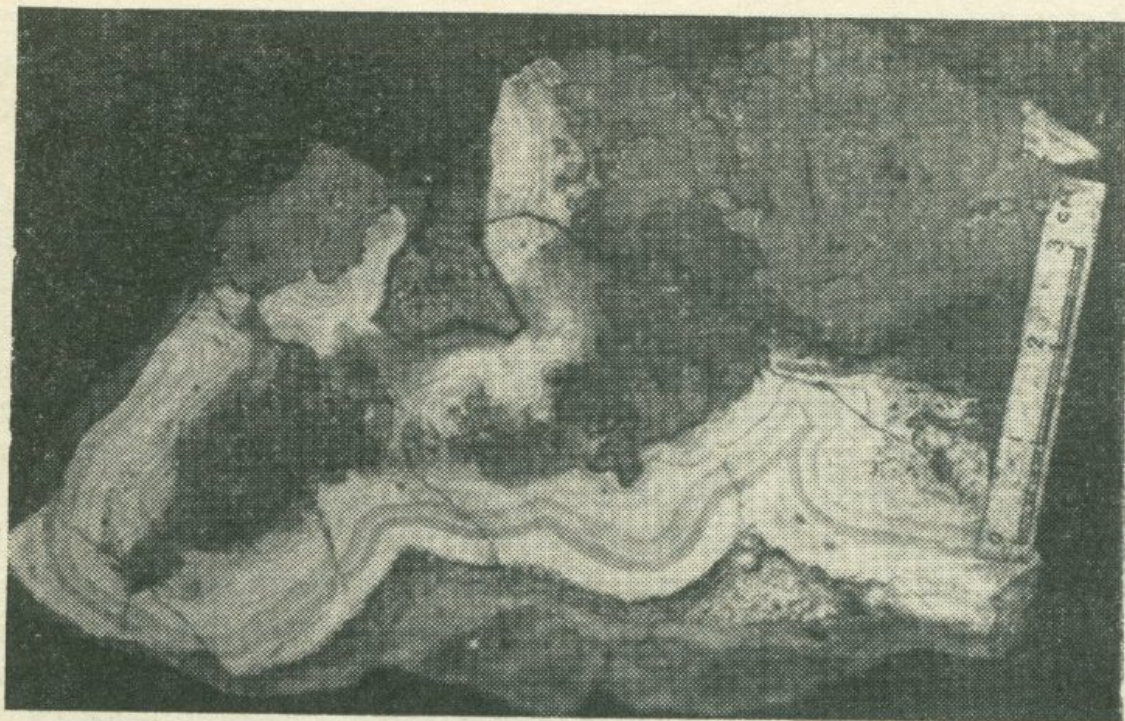


Рис. 35. Коломорфно-полосчатая текстура, обусловленная ритмическим чередованием полос родохрозита различного оттенка и манганокальцита. Ядром почек служат обломки пород и агрегаты сульфидов (черное). Зодское месторождение. Полир. штуф. Нат. вел.

Нередко зонально-колломорфные текстуры образовались в полых полостях с ритмическим отложением вещества на стенках полости. Для колломорфных образований, в первую очередь, характерны различного рода концентрически-зональные, сферические, с характерными звездчатыми полостями формы (рис. 36), а также трещины усыхания и чрезвычайная тонкозернистость минералов. Об участии коллоидных растворов в процессах минераллообразования свидетельствуют также метаколлоидные структуры.

Во вкрапленных текстурах руд минеральные индивиды различаются как размерами, так и степенью кристаллизации. Неравнозернистые текстуры и структуры чрезвычайно характерны для руд, образовавшихся в близповерхностных условиях. Вследствие неравномерного распределения рудного вещества образовались пятнистые текстуры (рис. 37), при которых обогащенные рудными минералами участки в виде пятен приурочены к наи-

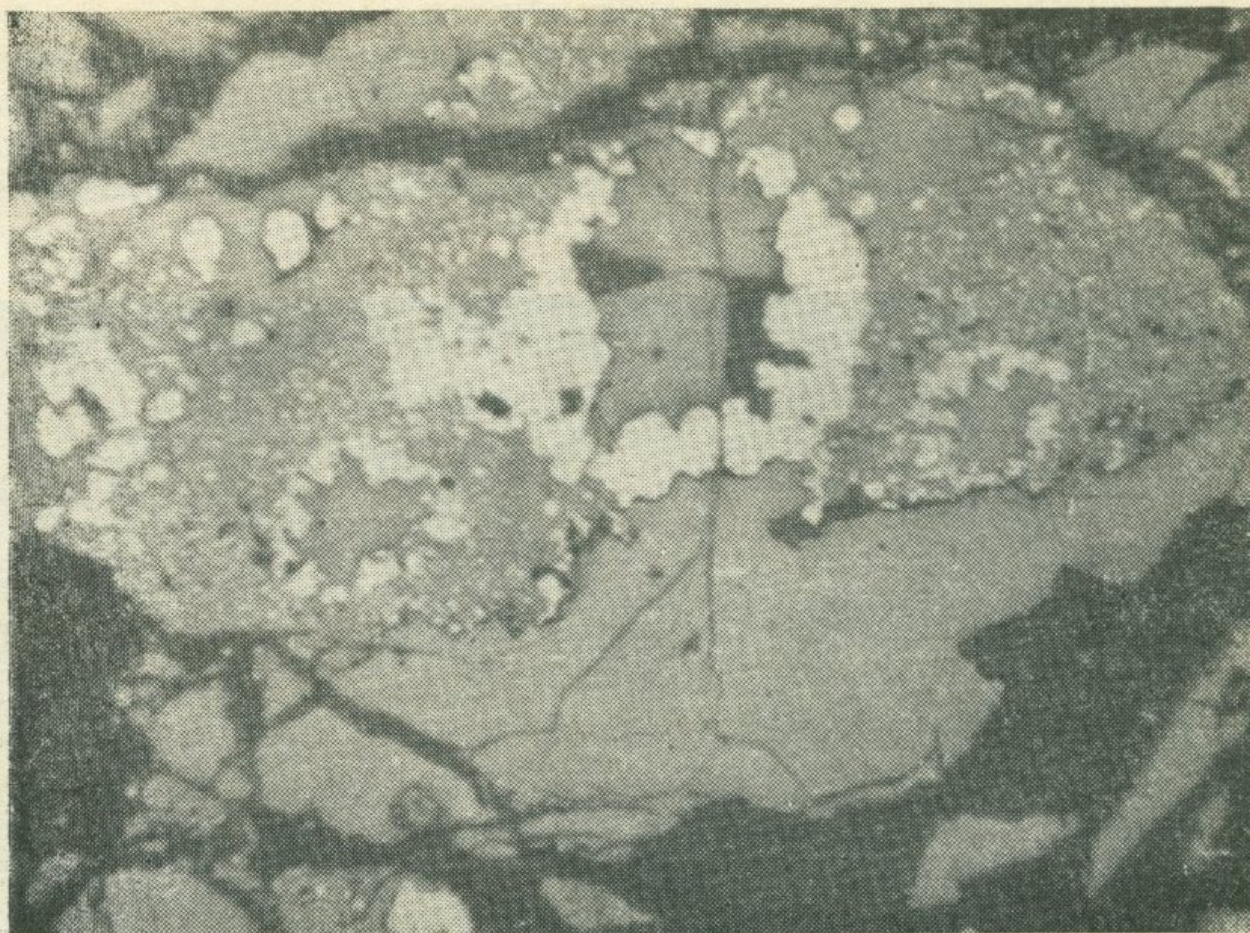


Рис. 36. Сферические агрегаты зерен пирита с характерными «звездчатыми» полостями, выполненными блеклой рудой. Гегарчинское месторождение. По-
лир. шлиф. $\times 100$.

более раздробленным и деформированным частям рудных тел. Обычно текстуры, аналогичные описанным, встречаются в золото-теллурических рудах. Нередко такие пятна приурочены к друзовым полостям. Часть пятнистых текстур образовалась метасоматическим замещением, так как в полях сульфидных агрегатов наблюдаются многочисленные включения незамещенного вещества — кварца, карбонатов и вмещающих пород. Но не исключена возможность образования таких текстур в результате выполнения открытых полостей. В пятнистых текстурах выполнения рудные минералы, особенно золото и теллуриды, заполняют друзовые полости кварца, интерстиции кварцевых зерен, и весьма часто в их полях наблюдаются идеальные кристаллические выделения кварца.

В тех месторождениях, где развита сульфоантимонитовая и антимонитовая минерализация, в рудах встречаются массивные

текстуры с радиально-лучистым и спутанно-волокнистым расположением антимонита и сульфоантимонитов.

Среди структур широким распространением пользуются те, которые обусловлены способом (замещением или выполнением) и условиями отложения (кристаллизация из растворов или выпадение в виде геля) минералов и их дальнейшим преобразованием.

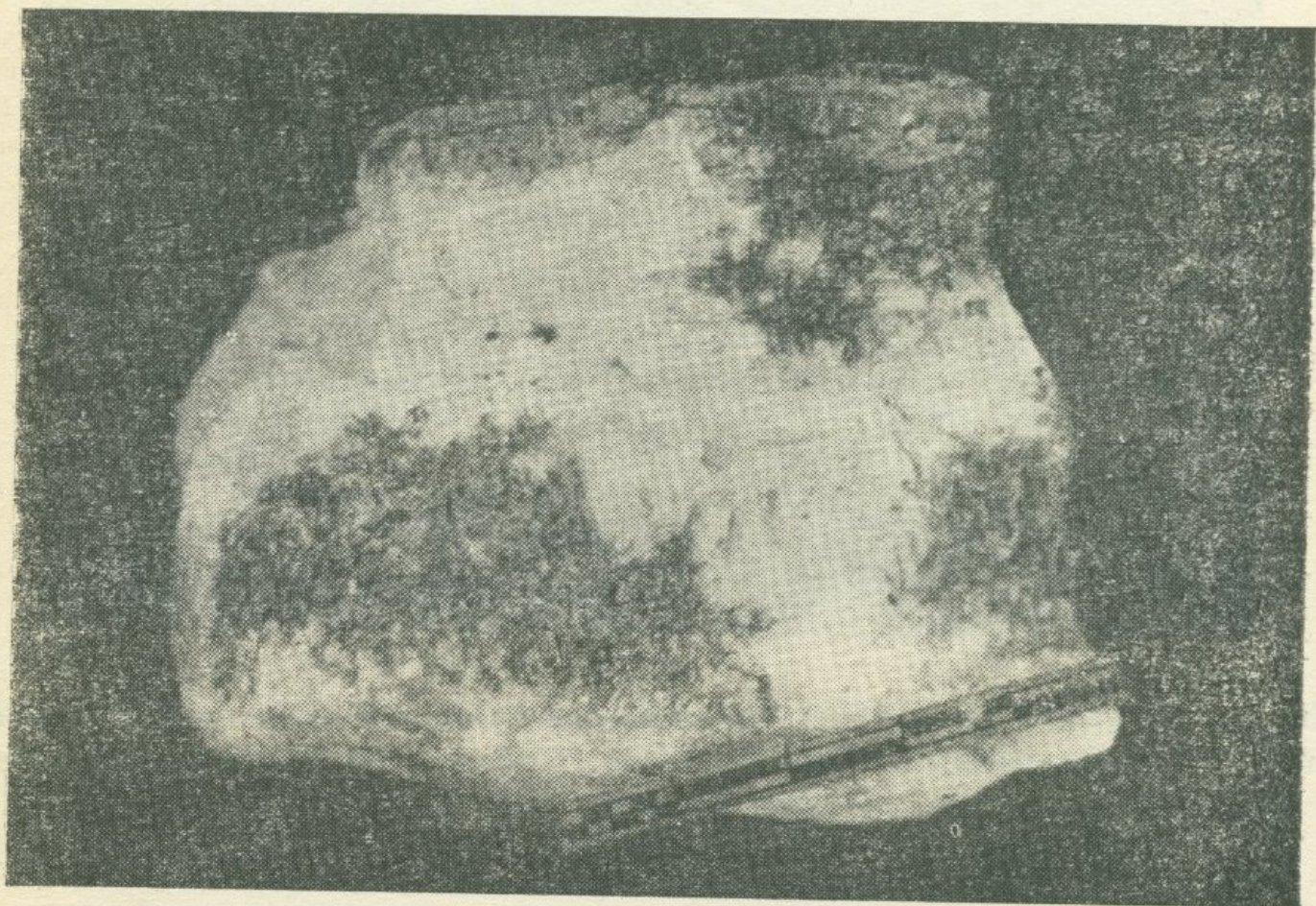


Рис. 37. Пятнистая текстура золото-теллурических руд. Светлое—кварц. Мегрзорское месторождение Штупный образец. 3/4 нат. вел.

Структурные взаимоотношения золота выражаются в выполнении им трещин или межзерновых пространств, друзовых полосок кварца и карбоната, а также трещин, пор и микротрещин пирита, арсенопирита, сфалерита, блеклых руд, халькопирита, пирротина, марказита, вазита, полидимита, бравоита и других. В редких случаях золото в сульфидах находится в виде метакристаллов.

Описанные структурно-текстурные взаимоотношения не оставляют сомнения в более позднем выделении основной части золота по сравнению со всеми остальными минералами руд. Нахождение

ние его в разновременных ассоциациях минералов говорит о пульсирующем характере золотоносных растворов. Однако в этих ассоциациях оно является наиболее поздневыделяющимся минералом.

Кроме самородной формы, золото присутствует в рудах также в виде теллуридов—креннерита, калаверита, сильванита, петцита и др. В золото-теллуровом типе руд золото образует прожилки в полях теллуридов, проникая в промежутки пластинок слоистых теллуридов. Обычно золото замещает и включает теллуриды в себе. Редко в зоне окисления за счет теллуридов образуется вторичное золото, которое нарастает на выделения первичных минералов и даже лимонитов с проникновением в трещины усыхания последних.

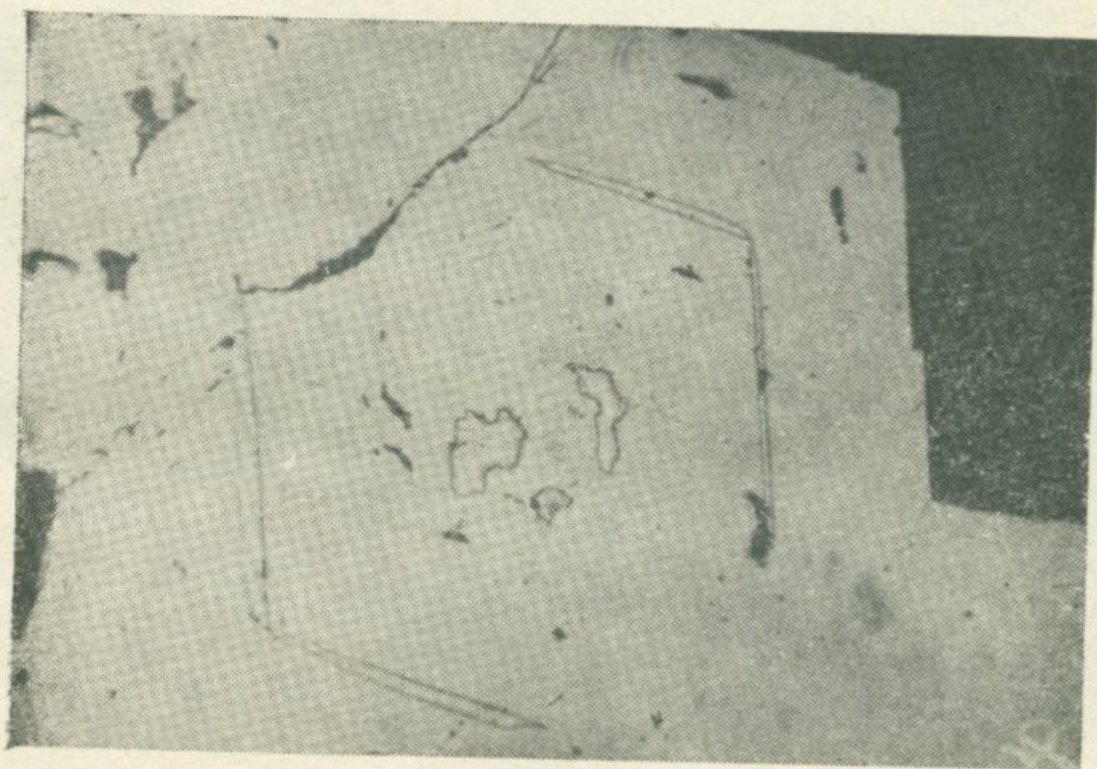


Рис. 38. Зональное замещение арсенопирита алтаитом. Черное—кварц. Зодское месторождение. Полир. шлиф. х 100.

Интересные структурно-текстурные взаимоотношения наблюдаются у теллуридов. Значительная часть этих взаимоотношений обусловлена процессами наложения и замещения. Среди них особого внимания заслуживают графические структуры, структуры срастания и каемок, взаимных границ, нитевидные и прожилковые, скелетные, замещения и деформации.

Некоторые из теллуридов (сильванит, мелонит) характеризуются двойниковым строением. Для мелонита характерны веретенообразные двойники, а для сильванита—полисинтетические, при этом ширина двойниковых пластинок весьма неравномерна.

Кроме структур замещения, среди золото-теллуридов руд встречаются структуры, образованные кристаллизацией из растворов и цементацией ранних минералов, при этом включенные в них минералы имеют различные формы. Из-за приуроченности золото-теллуридовой минерализации к наиболее деформированным частям кварцевых тел и друзовым полостям часто в полях теллуридов встречаются обломки и идиоморфные выделения кварца.



Рис. 39. Колломорфная структура у мельниковит-пирита. Видно ритмическое отложение и трещины усыхания. Светлое—пирит с марказитом. Черное—карбонат. Зодское месторождение. Полир. шлиф. $\times 100$.

Приведенные структурно-текстуровые особенности золота и теллуридов свидетельствуют о наложенности золото-теллуридовой минерализации на сульфидную.

Довольно большим разнообразием характеризуются также сульфидные типы руд. Многие минералы сульфидных руд (сфалерит, пирит, арсенопирит, марказит, бурнонит, станнин, антимонит и др.) характеризуются двойниковым строением. Встречаются двойники роста и давления, среди которых выделяются полисинтетические, паркетобразные, веретенообразные и другие.

Часть сульфидов характеризуется зональным строением зерен (рис. 38). В выделениях бравоита, ваэсита и полидимита, кроме зональности, наблюдаются отдельные сегменты, отличающиеся цветным оттенком, твердостью и даже силой отражательной способности. В литературе (П. Рамдор, 1962) это объясняется преимущественной концентрацией какого-либо компонента (Ni, Fe, Co

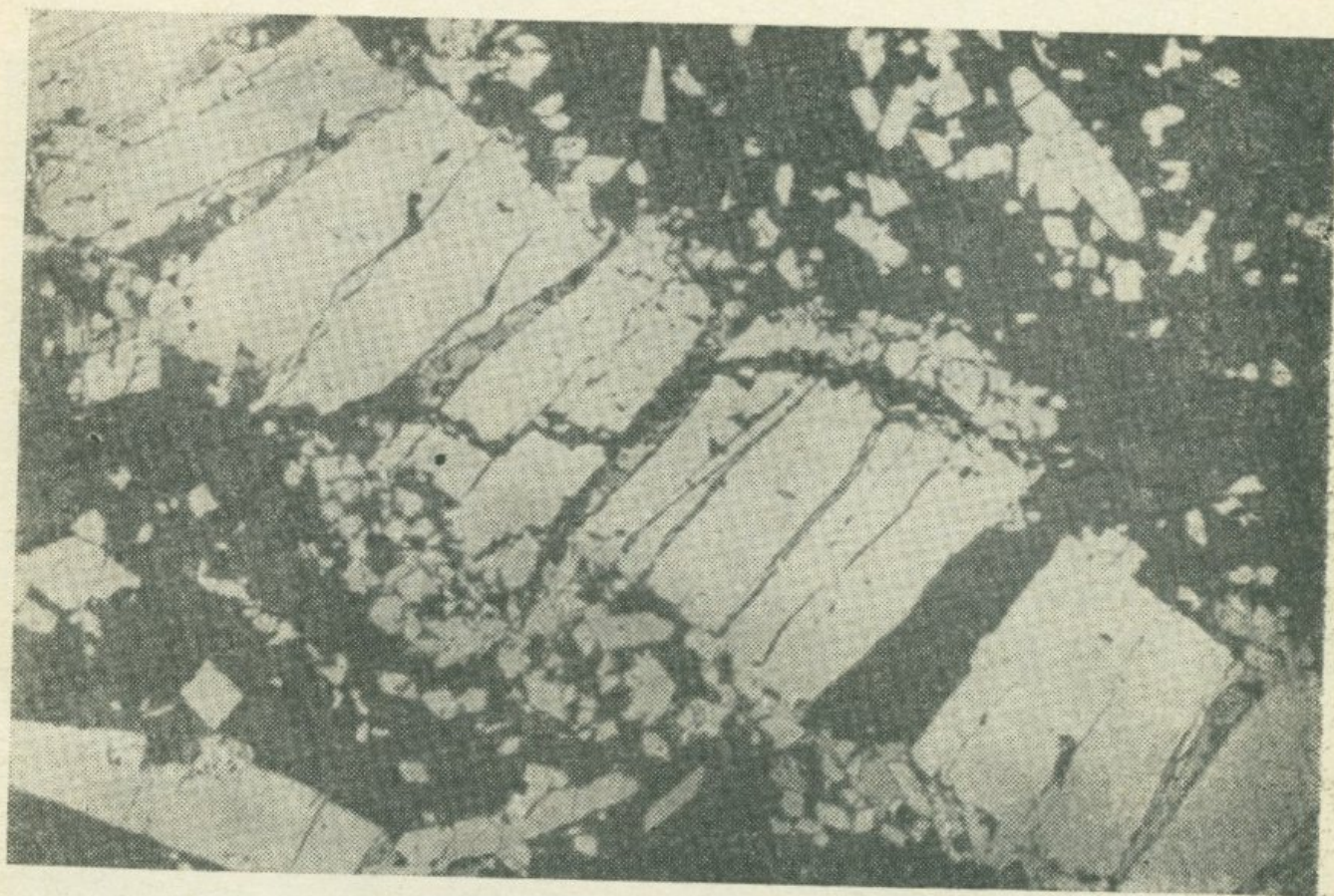


Рис. 40. Катаклазированный кристалл арсенопирита. По поперечным трещинам катаклаза развиваются поздние сульфиды (галенит, блеклая руда). Тейское месторождение. Полир. шлиф. х 100.

и др.) в определенных сегментах и зонах. Зональность зерен некоторых минералов нередко выясняется замещением их более поздними минералами. Среди сульфидов марказит и мельниковит-пирит нередко характеризуется отчетливо ритмичной гелевой структурой (рис. 39). Такие структуры часто образуются при замещении пирротина и халькопирита. В редких случаях марказит образует округлые, эллипсоидальные, похожие на глазки выделения, которые в литературе получили название структуры «птичьего глаза».

Среди структур определенное место занимают те, которые образованы динамометаморфизмом. При этом, твердые минералы подвергались хрупкой деформации, выражающейся в трещиноватости и дроблении зерен (рис. 40), а мягкие минералы испытывали пластические деформации искривления, скольжения и волочения.

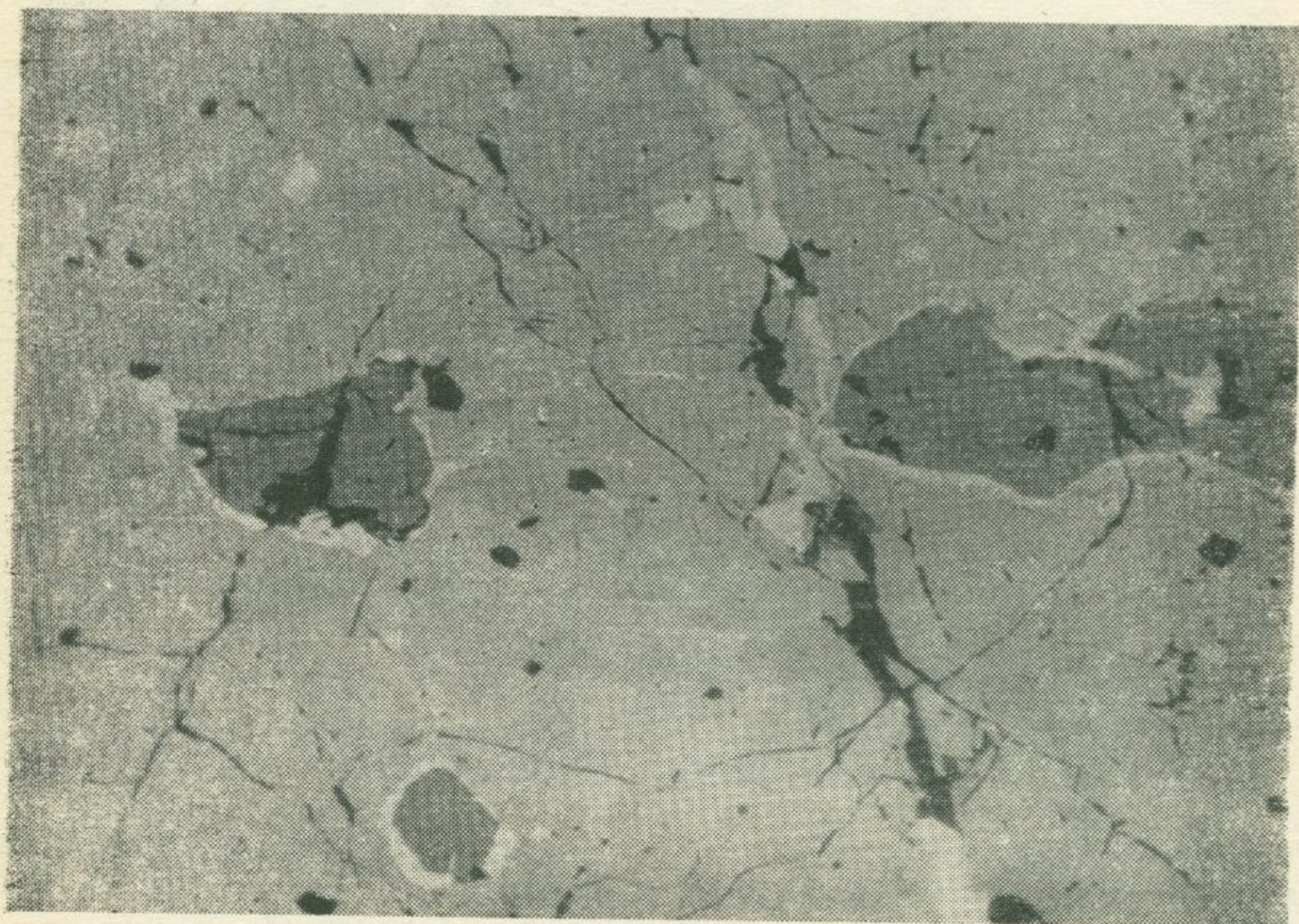


Рис. 41. Каемки халькопирита вокруг сфалерита в блеклой руде. Личквазское месторождение. Полир. шлиф. х 100.

Наложенностью и последовательным отложением обусловлены структуры нарастания, каемок, замещения и цементации (рис. 41, 42, 43). Своеобразные структуры замещения образуют продукты гидротермального изменения пород в сульфидах и теллуридах. К редким относятся петлеобразные структуры ваэсита, бравоита и линнеит-полидимита, проявляющиеся в тех участках руд-

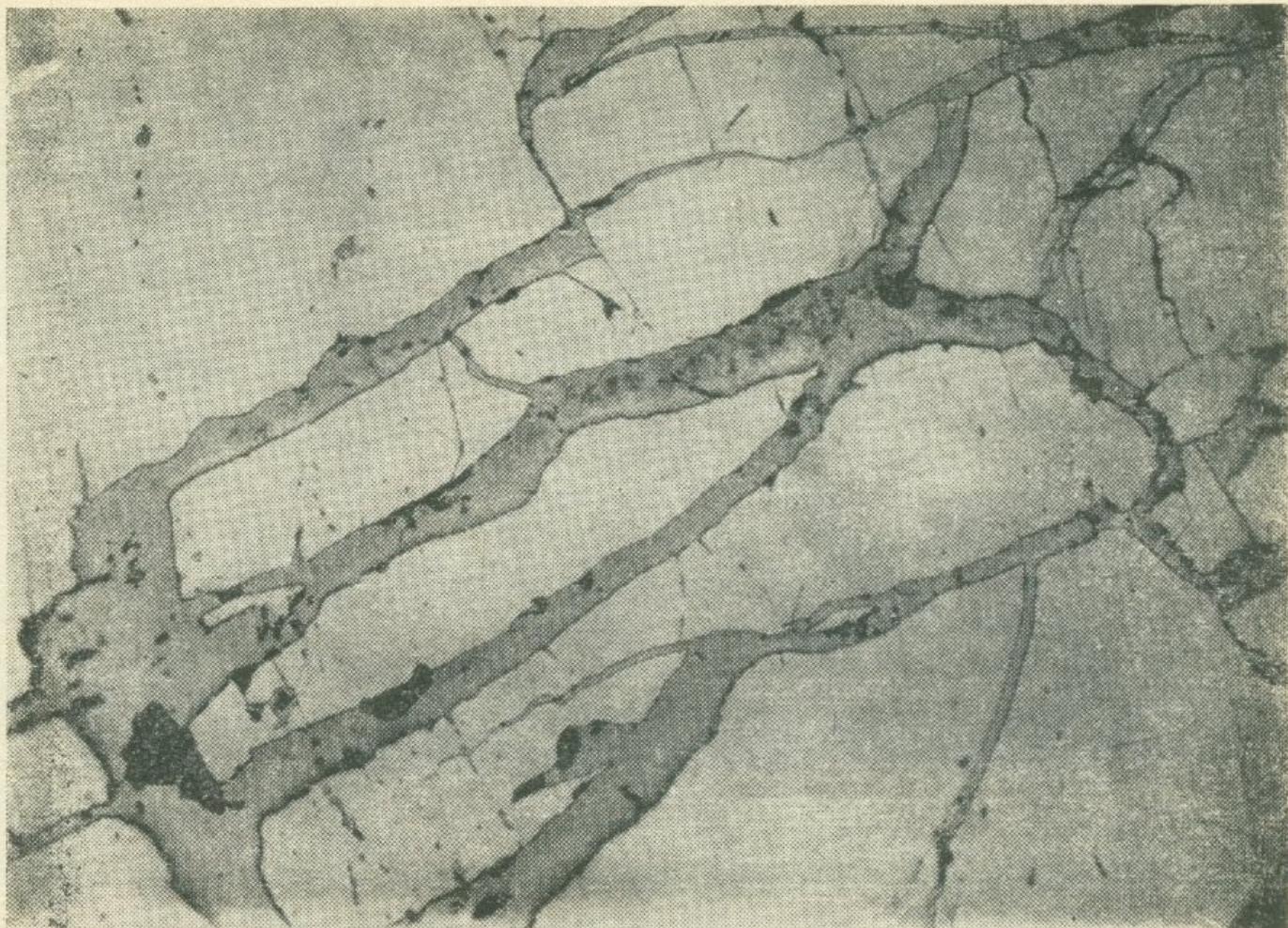


Рис. 42. Замещение пирита халькопиритом по трещинкам катаклаза. Тейское месторождение. Полир. шлиф. х 42.

ных жил, где включены многочисленные обломки измененных (лиственитизированных) ультраосновных и основных пород. Обычно такие петлеобразные выделения развиваются по краям зерен карбоната и никелистых силикатов (рис. 13). Интересные узорчатые прожилковые структуры проявляет марказит, развиваясь по трещинкам в халькопирите.

Радиально лучистыми, спутанно-волоконистыми, пластинчатыми и игольчатыми структурами характеризуются низкотемпературный арсенопирит, антимонит, буланжерит и другие сульфосоли.

Для некоторых минералов характерными являются зернистые структуры, образованные метасоматическим путем. В зернистых структурах по размерам зерен различаются равномернотер-



Рис. 43. Псевдоморфное замещение анкерита пиритом. Светлое—халькопирит, серое—сфалерит. Тейское месторождение. Полир. шлиф. х 60.

нистые и неравномернозернистые—порфировые. Метакристаллы с хорошо выраженными гранями, прежде всего, принадлежат пириту, арсенопириту, бравоиту, ваэситу, кобальтину. Метакристаллы обычно встречаются в приконтактовых измененных породах.

Нередко метакристаллы пирита и арсенопирита зонального строения и содержат включения нерудных минералов. Метакристаллы арсенопирита, при этом низкотемпературного, встречаются как в боковых породах антимонитовых жил, так и в рудах. Он совместно с поздним карбонатом рассекает ранний сфалерит, пирит и арсенопирит.

Весьма редкими в рудах золоторудных месторождений являются структуры распада твердых растворов. Для всех месторождений обычным является распад халькопирита в сфалерите, при этом количество, размер, форма включения совершенно разные. В одних случаях они расположены без определенного порядка по всему полю сфалерита, в других—вдоль определенных направле-

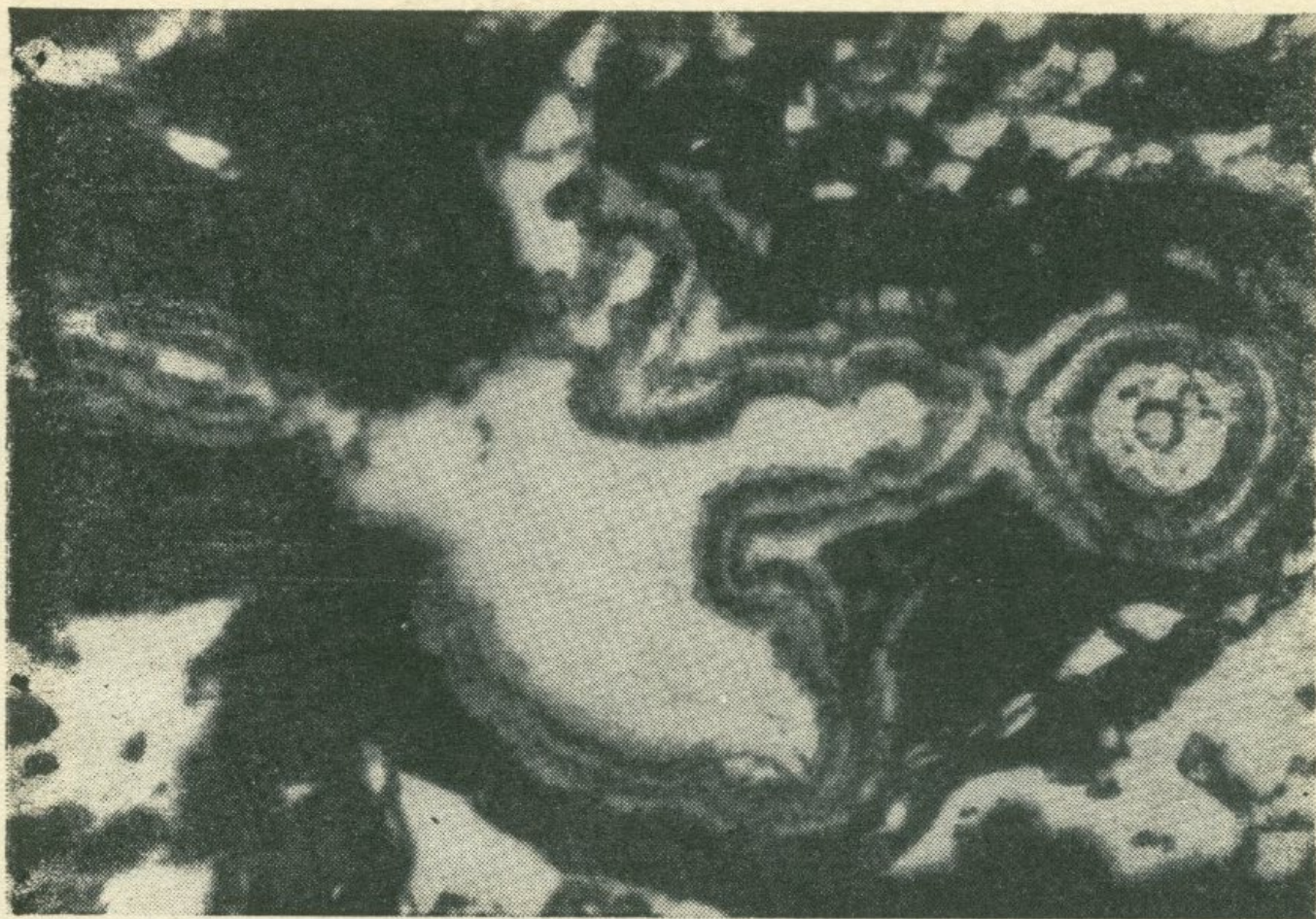


Рис. 44. Ритмическое замещение сфалерита смитсонитом и ковеллином. Справа—структура «птичьего глаза». Черное—продукты изменения. Зодское месторождение. Полир. шлиф. х 100.

ний. Еще реже встречаются пластинчатые структуры распада халькопирита в борните.

Чрезвычайно многочисленны и разнообразны структуры, возникающие в зоне окисления. В большинстве случаев это структуры замещения (рис. 44, 45).

Структурно-текстурные особенности руд золоторудных месторождений Армении показывают, насколько сложными и многообразными были условия минералообразования и, вместе с тем, в каких специфических условиях происходило отложение золотоносных руд.



Рис. 45. Ритмическое замещение сфалерита (светлое) лимонитом (светло-серое) и смитсоном (темно-серое). Зодское месторождение. Полир. шлиф. х 80.

IV. СООБРАЖЕНИЯ ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Условия формирования золоторудных месторождений следует рассматривать в неразрывной связи с тектоно-магматическим и структурно-металлогеническим развитием территории республики.

Работами И. Г. Магакьяна (1954, 1959, 1964, 1970), С. С. Мкртчяна (1958), А. Т. Асланяна (1958), А. А. Габриеляна (1959), К. Н. Паффенгольца (1946) и других на территории Малого Кавказа и, в частности, Армянской ССР выделяются несколько тектоно-магматических зон со своей характерной металлогенией.

Золоторудная минерализация проявляется во всех структурно-металлогенических зонах, в различные периоды их развития.

1. СВЯЗЬ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ С ОПРЕДЕЛЕННЫМИ ТИПАМИ ПОРОД

Среди геологических факторов, определивших закономерности образования и распределения золотых руд, важное значение имеют магматические. Золоторудная минерализация проявляется в тесной локальной и генетической связи с определенными типами пород. По составу это средние и умереннокислые породы, нередко с повышенной щелочностью, образованные в последние фазы формирования сложных интрузивных комплексов (Памбакский, Мегринский), или так называемые малые интрузии, внедренные по более поздним разрывам, имевшим место в постскладчатый период развития структурно-металлогенических зон. По фации глубинности такие породы считаются приповерхностными и субвулканическими.

Генетическая или парагенетическая связь золоторудной минерализации с отмеченными типами пород доказывается их пространственным сочетанием, петрохимическими и геохимическими особенностями пород и руд, расположением их в одних и тех же структурах, совпадением фаций глубинности месторождений и интрузий, близко одновременным их образованием, зональным расположением определенных типов рудной минерализации по отношению интрузивных массивов, ассоциацией рудной минерализации с определенными типами жильных пород, связанных с определенными интрузивными массивами. Предрудные гидротермальные изменения сначала охватывают эти породы, на которые в дальнейшем накладывается рудная минерализация.

Установлено, что промышленные концентрации золота связаны, главным образом, с третичными тектоно-магматическими комплексами, особенно с олигоцен-миоценовыми. При этом золото-сульфидно-теллуровые месторождения (Зод, Меградзор) связаны с жилами и штоками кварц-порфира (липарит-порфира), сиенит-порфира, минетты и диорит-порфирита, золото-сульфидные (Тей, Личквас, Гегарчин, Арманис, Шаумян-Халадж, Лалигюх и др.)—с диоритовыми и диабазовыми порфиритами, керсантитами, гранодиорит-порфирами, субвулканическими кварц-порфирами и дацитами, золото-шеелитовые (Гамзачиман)—с граносиенитами, золото-свинцово-сурьмяные—с диабазовыми и диоритовыми порфиритами.

Как видно, большим разнообразием характеризуются те породы, с которыми связаны золото-сульфидные месторождения, чем и объясняются вариации минералого-геохимических особенностей руд этой формации.

Следует отметить также, что золоторудные жилы и зоны про-

жилково-вкрапленной минерализации находятся как в интрузивных массивах, так и в вулканогенных породах кровли.

Отмеченные породы характеризуются, в основном, порфировидными структурами, малыми размерами массивов, обильным содержанием ксенолитов вмещающих пород. В значительных случаях это штоки и дайки с рвущими и крутыми контактами. Структуры и текстуры пород, формы и размеры массивов, а также малая мощность надинтрузивной покрышки пород указывают на их образование в гипабиссальных условиях или на малых глубинах.

Среди аксессуариев отмеченных пород установлены минералы Cu, Mo, Pb, Zn, нередко Sb, As, Au. Другие аксессуарные и породообразующие минералы содержат повышенные количества Ba, Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, Sn, As, нередко Au, Bi, Ag. Химическими, химико-спектральными, спектральными и активационными анализами в породах установлены такие концентрации рудогенных элементов (Ni, Co, Pb, Zn, Sb, Bi, As, Au, Ag, Cu), которые превышают кларк соответствующих элементов от двух до несколько сот раз (табл. 5).

Из таблицы видно, что концентрация главных рудообразующих элементов в предрудном дайковом комплексе и прорванных ими интрузивных породах превышает кларк элементов в соответствующих породах до восьмисот раз.

В отдельных случаях (Зод, Меградзор, Тей) на эти породы и сопровождающие их руды налегают более молодые—верхнемиоцен-плиоценовые породы без заметных признаков гидротермальной рудной минерализации и изредка с рудной галькой в основании. По-видимому, очаги малых интрузий, рудной минерализации и более молодых лавовых излияний не совпадают. Последние обычно характеризуются нижекларковым содержанием золота и ассоциирующих элементов. Кроме того, в них отсутствуют структурные условия локализации руд.

2. СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ РУД

Выяснение геологической структуры гидротермальных месторождений имеет огромное значение для определения условий локализации рудных тел, и следовательно, для их разведки и оценки.

Главными структурными факторами локализации интрузивного магматизма и ассоциирующих с ними гидротермальных месторождений золота являются разломы глубокого заложения.

Таковыми крупными структурами регионального характера являются Севано-Акеринский и Памбак-Зангезурский глубинные

разломы (А. А. Габриелян, 1959). По сути дела, золоторудная минерализация в основном приурочена к областям проявления этих разломов. В их пределах впоследствии проявились многочисленные тектонические подвижки, приводившие к образованию второстепенных разрывов, которые контролируют локализацию руд в известных рудных полях и месторождениях (Зод, Тей, Меградзор, Арманис, Гамзачиман, Гегарчин и др.). Последние приурочены к участкам пересечения и сопряжения разрывов более мелкого масштаба (Шаумян-Халадж, Тей, Гегарчин, Лалигюх), или же к участкам совмещения поперечных поднятий и разрывных нарушений (Зод), второстепенных антиклинальных поднятий и пересекающих их продольных и поперечных разрывов (Меградзор, Гамзачиман, Арманис).

Благоприятными в структурном отношении рудоконтролирующими факторами являются антиклинальные поднятия, зоны дорудных крупных разломов и сопряженные с ними более мелкие разломы, зоны дробления и межпластовых подвижек.

Сказанное подтверждается на примере Зодского, Гамзачиманского, Меградзорского, Арманисского и других месторождений.

Зодское месторождение приурочено к зодскому поперечному поднятию, где более тесно сплетаются малые интрузии в виде даек и штоков и зоны повышенной трещиноватости пород, образованные широтными и меридиональными разломами, где новейшие образования характеризуются небольшой мощностью, а кристаллический фундамент находится на небольших глубинах. Разрывные нарушения здесь приурочены к присводовой части брахиантиклинальной складки близширотного простирания.

Гамзачиманское месторождение приурочено к участку положительной ундуляции оси Агстевской брахиантиклинальной складки широтного направления, где сопряжены разрывы нескольких направлений.

Меградзорское месторождение приурочено к более приподнятому сегменту Арзакан-Мисханского антиклинория и присводовой части узкой, вытянутой в СВ направлении антиклинальной складки, которая нарушена продольными и поперечными нарушениями, а рудное поле разбито на отдельные тектонические блоки.

Гегарчинское и Азатекское месторождения приурочены к юго-западному крылу сжатого антиклинального поднятия. Рудные тела здесь (особенно на Азатекском месторождении) находятся в зонах разрывов, дробления и межпластовых подвижек, имея нередко согласные с породами элементы залегания.

Структуры Тейского и Личквасского месторож-

Содержание главных рудообразующих элементов в некоторых типах пород
ционным и спектральным анализам)

Месторож- дения	Породы	С о д е р ж а н и е			
		Ni	Co	Cu	Pb
Зод	Кварцевый порфир	$\frac{0,02}{0,0008}$	$\frac{0,0002}{0,0005}$	$\frac{0,15}{0,003}$	$\frac{0,01}{0,002}$
	Диорит-порфирит	$\frac{0,03}{0,005}$	$\frac{0,01}{0,002}$	$\frac{0,01}{0,0035}$	$\frac{0,003}{0,0015}$
	Кварцевый диорит-порфирит	$\frac{0,03}{0,0055}$	$\frac{0,0065}{0,002}$	$\frac{0,03}{0,0035}$	$\frac{0,0065}{0,0015}$
Тей	Керсантит	$\frac{0,1}{0,005}$	$\frac{0,003}{0,002}$	$\frac{0,3}{0,0035}$	$\frac{0,3}{0,0015}$
	Диорит-порфирит	$\frac{0,001}{0,005}$	$\frac{0,001}{0,002}$	$\frac{0,1}{0,0035}$	$\frac{0,03}{0,0015}$
	Аплит	$\frac{0,003}{0,0008}$	$\frac{0,001}{0,0005}$	$\frac{0,2}{0,003}$	$\frac{0,1}{0,002}$
	Гранодиорит	$\frac{0,005}{0,0008}$	$\frac{0,014}{0,0005}$	$\frac{0,03}{0,003}$	$\frac{0,03}{0,002}$
Меградзор	Граносиенит, сиенит-порфир	$\frac{0,00015}{0,0008}$	$\frac{0,0034}{0,0005}$	$\frac{0,056}{0,003}$	$\frac{0,066}{0,002}$
	Диорит-порфирит	$\frac{0,005}{0,005}$	$\frac{0,006}{0,002}$	$\frac{0,2}{0,0035}$	$\frac{0,2}{0,0015}$
	Минетта	$\frac{0,007}{0,005}$	$\frac{0,007}{0,002}$	$\frac{0,03}{0,0035}$	$\frac{0,007}{0,0015}$
Гегарчин	Граносиенит	$\frac{0,003}{0,0008}$	$\frac{0,002}{0,0005}$	$\frac{0,2}{0,003}$	$\frac{0,3}{0,002}$
Гамзачиман	Граносиенит	—	$\frac{0,001}{0,0005}$	$\frac{0,003}{0,003}$	$\frac{0,003}{0,002}$
	Аплит		$\frac{0,001}{0,005}$	$\frac{0,02}{0,003}$	$\frac{0,001}{0,002}$

* В числителе—содержание элементов по анализам; в знаменателе—кларк

Таблица 5

золоторудных месторождений Армянской ССР (по химическим, ядерно-актива-

элементов в %*

Zn	As	Sb	Bi	Au	Ag
$\frac{0,03}{0,006}$	$\frac{0,002}{0,00015}$	$\frac{0,01}{0,00004}$	$\frac{0,0005}{0,0002}$	$\frac{18,3 \cdot 10^{-7}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0006}{0,000015}$
$\frac{0,01}{0,0072}$	$\frac{0,01}{0,0024}$	$\frac{0,001}{0,00004}$	$\frac{0,0005}{0,0002}$	$\frac{2,7 \cdot 10^{-7}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,001}{0,000005}$
$\frac{0,01}{0,0072}$	$\frac{0,01}{0,00024}$	$\frac{0,001}{0,00002}$	$\frac{0,001}{0,00002}$	$\frac{4,7 \cdot 10^{-7}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0002}{0,000005}$
$\frac{0,3}{0,0072}$	$\frac{0,003}{0,00024}$	$\frac{0,003}{0,00004}$	$\frac{0,0003}{0,0002}$	$\frac{5,2 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,003}{0,000005}$
$\frac{0,02}{0,0072}$	$\frac{0,0005}{0,00024}$	$\frac{0,0001}{0,00004}$	$\frac{0,0003}{0,0002}$	$\frac{5,9 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0003}{0,000005}$
$\frac{0,065}{0,006}$	$\frac{0,01}{0,00015}$	$\frac{0,015}{0,00004}$	$\frac{0,001}{0,0002}$	$\frac{17,7 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,003}{0,000015}$
$\frac{0,0065}{0,006}$	$\frac{0,005}{0,00015}$	—	—	$\frac{3,15 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0003}{0,000015}$
$\frac{0,18}{0,006}$	$\frac{0,00025}{0,00015}$	$\frac{0,00025}{0,00004}$	—	$\frac{78,67 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0009}{0,000015}$
$\frac{0,16}{0,0072}$	$\frac{0,0003}{0,00024}$	$\frac{0,00005}{0,00004}$	$\frac{0,0003}{0,0002}$	$\frac{301,7 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,004}{0,000005}$
$\frac{0,01}{0,0072}$	$\frac{0,0003}{0,00024}$	$\frac{0,0003}{0,00004}$	$\frac{0,0003}{0,0002}$	$\frac{71,4 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0001}{0,000005}$
$\frac{0,3}{0,006}$	$\frac{0,030}{0,00015}$	$\frac{0,01}{0,00004}$	$\frac{0,0003}{0,0002}$	$\frac{1,3 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0003}{0,000015}$
$\frac{0,003}{0,006}$	$\frac{0,0003}{0,00015}$	$\frac{0,001}{0,00004}$	—	$\frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0003}{0,000015}$
$\frac{0,01}{0,006}$	$\frac{0,001}{0,00015}$	$\frac{0,001}{0,00004}$	—	$\frac{1,0 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 10^{-7}}$	$\frac{0,0003}{0,000015}$

даного элемента в соответствующих породах по А. П. Виноградову (1962).

дений главным образом определяются внутриинтрузивной тектоникой и разрывными нарушениями, так как рудное поле приурочено к области преимущественного развития интрузивных пород. Рудоконтролирующими являются сопряженные с Дебаклинским разломом зоны трещиноватости и дробления пород.

В аналогичных условиях находятся также другие месторождения и проявления.

В связи с тем, что золоторудные месторождения формировались в поздние и конечные стадии развития структурно-металлогенических зон, в локализации орудения главную роль играли разрывные нарушения, мелкие разломы и сопряженные с ними зоны дробления и трещины оперения. К числу таких разломов относятся: Маймех-Мегрутский, Ревазлинский, Мисханский, Дилижанский, Лермонтовский, Гетикский, Куйбышевский, Айдарбекский, Сарчапетский, Воскепарский, Дебаклинский, Барабатум-Халаджский, Шаумянский, Кавартский и многие другие.

Наблюдения показывают, что золотоносные ассоциации минералов приурочены к сколовым и разрывным трещинам, упирающимся в крупные разломы. Довольно благоприятные условия локализации руд создаются при повторных нарушениях вдоль определенных направлений в доминерализационный и интерминерализационный периоды. Такие условия имели место в пределах Зодского, Меградзорского, Тейского, Азатекского и других рудных полей, где наличие нескольких этапов трещинообразования доказывается наличием взаимно пересекающихся жил и прожилков с различным минеральным составом, зональным строением рудных тел, брекчированием одних типов руд и цементацией другими.

3. ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОД

Породы золоторудных месторождений, вмещающие оруденение, претерпели интенсивные многостадийные метасоматические изменения. Характер этих изменений в зависимости от состава пород и растворов разнообразен на различных месторождениях.

Кроме околожилых изменений, широкое распространение имеют предрудные изменения, представленные среднетемпературной пропилитизацией, аргиллизацией, серпентинизацией, лиственитизацией и образованием вторичных кварцитов. Они установлены на Зодском, Меградзорском, Арманиссском и других месторождениях, но интенсивно развиты в тех, в которых процессы предрудного и рудного этапов переработки пород были довольно длительными и многостадийными.

Околожилые изменения пород приурочены к конкретным рудоконтролирующим структурам, сложенным различными мине-

ральными ассоциациями. Эти изменения также имеют различный характер в зависимости от состава и характера растворов каждой стадии минерализации. Преобладающими типами изменения здесь являются: околожильная аргиллизация, пропилитизация, образование кварц-карбонатных, тальк-карбонатных и, нередко, моно-кварцевых пород.

В редких случаях (Каялинское рудное поле) наиболее высокотемпературные стадии минерализации сопровождаются орого-викованием и турмалинизацией пород, а низкотемпературные—цеолитизацией и огипсованием (Зод, Тей, Азатек, Шаумян-Халадж).

Работами Г. А. Саркисяна (1966—1968) установлено, что на Зодском месторождении безрудные кварцевые жилы сопровождаются околожильной аргиллизацией габбро и лиственитизацией, окварцеванием, оталькованием и серпентинизацией ультраосновных пород. Следующие стадии сопровождаются серицитизацией, аргиллизацией, лиственитизацией, окварцеванием и карбонатизацией габбро и перидотитов с образованием в околорудных ореолах кварц-серицитовых, кварц-серицито-карбонатных, кварц-хлорит-серицито-карбонатных, кварц-карбонат-тальковых, окварцованных, карбонатизированных тальк-карбонатных пород.

На участках распространения вулканогенных пород—различных порфиритов и брекчий интенсивным развитием пользуется окварцевание пород с превращением их во вторичные кварциты. Ограниченным развитием пользуется цеолитизация.

Одним из характерных типов изменения пород на Меградзорском месторождении является пропилитизация, пользующаяся площадным развитием. Наиболее интенсивное проявление пропилитизации наблюдается вдоль северо-восточных разрывных нарушений, по которым образовались кварцевые, кварц-эпидот-хлорит-пиритовые прожилки.

Другим характерным типом изменения является аргиллизация, представленная мощными зонами (до 10—15 м) осветленных пород. Выражается она в образовании каолинита, серицита, кварца и пирита. Аргиллизованные зоны пород прослеживаются на 450—500 и более метров и обычно сопровождаются пирит-халькопиритовыми, полиметаллическими и золото-теллуrowыми жилами и прожилками.

Гидротермальные изменения на Гамзачиманском месторождении выражены серицитизацией, окварцеванием, карбонатизацией (березитизация) и каолинизацией, которые, по Д. С. Коржинскому (1964, 1966, 1969), относятся к низкотемпературному околожильному метасоматозу, что характерно для небольших глубин. В граносиенитах наиболее распространенными являются

серитизация и пиритизация с дальнейшим переходом их в каолинизацию. В порфиритах широко представлены хлоритизация и эпидотизация с пиритом. Дальнейшие изменения этих пород у рудных жил сменяют их кварц-серицитовыми и каолинитовыми породами.

На Личкваском и Тейском месторождениях самое широкое распространение имеют пропилиты, которыми охвачена почти вся территория рудного поля. Наиболее интенсивные преобразования пород, представленные серицитизацией, карбонатизацией, пиритизацией и окварцеванием, проявляются вдоль северо-восточных разрывов, сопровождая кварцево-рудные жилы и зоны прожилково-вкрапленной минерализации.

Тесная пространственная и генетическая связь рудной минерализации с кварц-карбонат-серицитовым типом изменений позволяет последнюю считать поисковым критерием на золотосодержащие руды.

На Азатекском и Гегарчинском месторождениях характерным типом изменения являются пропилитизация и аргиллизация. В слабой степени, на контакте с Каялинской интрузией, в сопровождении пирит-пирротин-арсенопиритовой минерализации проявляется турмалинизация порфиритов, а на Азатекском месторождении—баритизация и огипсование вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений.

Вторичные кварциты и пропилиты развиты на золото-сульфидном месторождении Арманиц. Приурочены они к висячему боку Куйбышевского сброса, к оперяющим разрывам северо-восточного простирания, которые контролируют размещение пирит-халькопиритовой, полиметаллической и галенит-сфалеритовой минерализации.

Пропилиты и вторичные кварциты развиты также на Тандзутском месторождении, где железная шляпа характеризуется повышенным содержанием золота.

Метасоматические образования в Кафанском рудном районе А. П. Лебедевым и Э. Г. Малхасяном (1970) подразделяются на два типа: продукты автометаморфизма и продукты низкотемпературного гидротермального метасоматоза.

Продукты автометаморфизма представлены актинолит-эпидотовой и хлорит-эпидотовой фациями, имеющими широкое площадное развитие.

Среди процессов гидротермального метасоматоза вышеуказанными исследователями отмечаются: окварцевание, серицитизация, каолинизация, хлоритизация, карбонатизация, алунитизация, огипсование и образование вторичных кварцитов.

Золото-сульфидная минерализация сопровождается серицити-

зацией, карбонатизацией и окварцеванием. В рудном поле широким развитием пользуются вторичные кварциты, которые местами содержат промышленные концентрации золота (Каварт).

На Шаумян-Халаджском месторождении, кроме перечисленных типов изменений, отмечены зоны огипсования пород. Гипс и ангидрит являются продуктами завершающей стадии минерализации золото-сульфидного орудения. Они накладываются на все типы руд.

Аналогично с вышеописанными типами характеризуются гидротермальные метасоматиты на других золоторудных месторождениях и проявлениях.

4. ХАРАКТЕР ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

О характере и химизме гидротермальных растворов можно судить по типу гидротермальных изменений пород и минеральному составу руд.

В формировании руд установлены от четырех до шести стадий минерализации со своими химическими особенностями, указывающими на сложность и изменчивость физико-химических условий рудообразования, непрерывность изменения окислительно-восстановительного потенциала, рН и концентрации растворов.

Установлено, что, как правило, рудообразование на золоторудных месторождениях начинается безрудной кварцевой стадией и завершается безрудной кварц-карбонатной, карбонатной, редко баритовой и ангидрит-гипсовой стадиями минерализации. При этом рудные компоненты отлагаются, главным образом, в средних стадиях рудного процесса, с возрастанием их числа по мере развития процесса. Промышленные концентрации золота обычно наблюдаются в двух (Арманис, Тей, Гамзачиман, Гегарчин, Шаумян-Халадж) или трех и четырех ассоциациях (Зод, Меградзор, Азатек) минералов. Обычно золотом богаче те месторождения, где установлены многие типы руд, т. е. где в рудообразовании участвовало много стадий минерализации, а отдельные типы руд богаты минеральными видами и где, наряду с сульфидами, присутствуют сложные сульфосоли и теллуриды Cu, Pb, Sb, As, Bi, Au, Ag, Ni (Зод, Тей, Меградзор). Месторождения, где руды сложены из простых и обычных сульфидов (пирита, сфалерита, галенита, халькопирита), бедны золотом, серебром и даже редкими элементами (Арманис, Лалигюх, Мгарт и др.).

Эпидотизация, хлоритизация, альбитизация и пиритизация пород в прерудный период формирования месторождений с небольшим содержанием акцессорных сульфидов показывает на слабощелочной характер растворов, которые по мере развития рудного

процесса становятся нейтральными и слабокислыми. Установлено (Р. М. Константинов, В. А. Жариков и др., 1965), что активность кислотных компонентов в жидкой фазе, т. е. при низких температурах, выше, чем газовой. В таких условиях создаются благоприятные возможности распада сложных комплексов кислотных компонентов и кислотность растворов повышается. В связи с этим рудообразование начинается отложением кварца в виде жил и окварцеванием вмещающих пород. В дальнейшем, по мере понижения температуры и концентрации кислотных компонентов (в силу своей подвижности они уходят) растворы становятся нейтральными и щелочными, что приводит к массовому выпаданию сульфидов и околожильной пропилитизации, серицитизации и карбонатизации боковых пород.

Щелочной характер растворов в период собственнорудных стадий и отложения рудных минералов подтверждается конечными продуктами этих стадий и рядом теоретических и экспериментальных суждений.

Несмотря на общий щелочной характер растворов, в каждой отдельной стадии минерализации происходит заметное изменение в характере растворов и концентрации элементов, что подтверждается выделением сульфидов и сульфосолей с различным отношением серы и металла, различной валентностью одних и тех же элементов, различным количественным проявлением сульфидов и другими факторами.

Схемы последовательности выделения минеральных ассоциаций и минералов показывают на направленность развития рудных процессов. В начальных стадиях выделялись ассоциации кварца, пирита, молибденита, арсенопирита, шеелита, а затем других сульфидов и арсенидов, после чего ассоциации сульфосолей, теллуридов, золота, а в самом конце карбонатов. Эта направленность наблюдается и в пределах отдельных стадий, где сначала выделяется кварц, а затем пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, галенит, сульфосоли Sb, Pb, Bi, Cu, As, теллуриды Bi, Pb, Ni, Cu, Hg, Au, Ag, золото, серебро, теллур и карбонат.

Последовательность выделения главных минералов такова: кварц, пирит, шеелит, молибденит, арсенопирит, сфалерит, пирротин, халькопирит, галенит, блеклая руда; сульфосоли Sb, As, Bi, Ag, Pb, Cu; теллуриды висмута, никеля, свинца, золота, серебра; золото, серебро. Конечно, этот порядок несколько изменяется в зависимости от специфических условий минералообразования отдельных стадий минерализации и месторождений.

Золото в общем рудном процессе концентрируется, главным образом, в поздних стадиях, а в отдельных стадиях—в их конце.

После образования кварцевых жил и их катаклаза на многих

месторождениях (Меградзор, Тей, Личквас, Арманис, Азатек, Шаумян-Халадж, Пхрут, Кармир-кар и др.) отлагаются продукты пирит-халькопиритовой стадии минерализации. Эта стадия характеризуется высокой концентрацией Fe, Cu, Au, Ag, Bi, S на Меградзорском; Fe, Cu, Bi, Au, Te, Ag, Co, S—Арманисском; Fe, Cu, S, Bi, Se, Te, Ag, Mo—Тейском, Личквасском и Гегарчинском; Fe, Cu, S—Азатекском, Лалигюхском, Мгартском и Гамзачиманском месторождениях.

На Зодском месторождении вслед за образованием кварцевых жил отлагаются пирит-арсенопиритовые руды с высоким содержанием Fe, As, Au, Te, Si, Zn, S, а на Азатекском—пирит-пирротин-арсенопиритовые с повышенным содержанием Fe, As, Pb, Sb, Si, S.

Следующей стадией минерализации является золото-полисульфидная (золото-полиметаллическая), которая проявляется на всех месторождениях без исключения и характеризуется сложностью химического состава и характера растворов. Руды этой стадии отличаются многообразием минерального состава. В них установлены сульфиды, сульфосоли, карбонаты, кварц, золото, теллуриды, поэтому они являются наиболее продуктивными и содержат высокие и повышенные концентрации Fe, Pb, Zn, Cu, As, Sb, Au, Bi, Ag, Se, Te, Cd, Si, Ca, Mg, Mn, Ni, Co, Sn, Hg, Ga, Ge, In и других элементов.

На месторождениях Зод и Меградзор за полиметаллической стадией следует золото-теллуровая, с интересным химическим составом. В рудах этой стадии установлены довольно большие скопления теллуридов Bi, Au, Ag, Hg, Ni, Pb, Cu и самородного золота. Они отличаются наиболее высокой концентрацией Au, Ag, Te, и Bi, нередко достигающей одного и более кг/т в рядовой руде, и нескольких кг/т в штучных образцах.

На Тейском месторождении за полиметаллической стадией следует золото-арсенопиритовая с высокой концентрацией Au, As, Bi, Ag, Si, S, Ca, на Гегарчинском и Азатекском месторождениях—сульфоантимонитовая, с высоким содержанием Pb, Zn, Au, Ag, Cu, Sb, As, Bi, Ca, Si, S, на Арманисском—свинцово-цинковая с высокой концентрацией Pb, Zn, Ag, Bi, Ca, S.

На Зодском и Азатекском месторождениях после отложения продуктов золото-теллуровой и сульфоантимонитовой стадий минерализации начинается новая стадия рудного процесса—антимонитовая, богатая Sb, S, Si, Ca, Ba и с подчиненным значением Au, Ag, Bi, As, Pb, Zn.

Иная схема рудообразования на месторождениях золото-шелитовой, вторичных кварцитов с золотом и золото-серноколчеданной (железная шляпа с сингенетичной и наложенной золоторудной

минерализацией) формаций. На Гамзачиманском месторождении золото-шеелитовых руд после кварцевой стадии минерализации следует кварц-молибденитовая с высоким содержанием Si, Mo, Cu, Re, за ней золото-шеелитовая с Au, W, Si, Ca, S, а затем полиметаллическая с Fe, Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Bi, Te, Cd, Se, Ca, Mg, Si, S, а в конце карбонатная стадия с высокой концентрацией Ca, Mg, Mn, Sr, CO₂.

На Тандзутском месторождении, где выделяется золотоносная железная шляпа, имели место серно-медноколчеданная и полиметаллическая стадии. Первая из них характеризуется высоким содержанием Fe, Si, Se, Te, S, вторая—Fe, Cu, Zn, Pb, As, Sb, Au, Ag, Se, Te, Si, Ca. За счет этих руд в зоне окисления образуется железная шляпа с довольно высокой концентрацией Au.

На месторождениях вторичных кварцитов с золотом сначала образуются вторичные кварциты, а затем убогосульфидные руды с золотом. В них наблюдается небольшое содержание Fe, Pb, Zn, Cu.

На месторождениях и проявлениях золото-кварцевой формации (Капутсар, Зар, Ванки-дзор) первые порции растворов богаты Si с подчиненной ролью Ca, F, Mg. На кварцевые жилы накладывается убогая золото-сульфидная минерализация.

Таким образом, установленные на золоторудных месторождениях ассоциации минералов и разнообразные минералы совместно с описанными выше типами изменения пород свидетельствуют о сложном физико-химическом характере гидротермальных растворов и их изменении во времени и пространстве.

5. ТЕМПЕРАТУРА И ГЛУБИНА РУДООБРАЗОВАНИЯ

Приведенные в работе данные по изучению золоторудных формаций Армянской ССР показывают, что основные представители этих формаций образовались на умеренных, малых глубинах и в приповерхностных условиях, при средних и низких температурах.

Зодское месторождение приурочено к породам нижнесенонского структурного яруса, частично захватывая верхнесенонские отложения. На размытой поверхности этих пород залегают олигоцен-миоценовые отложения. Оруденение досреднемиоценового возраста. Мощность миоценовой вулканогенной толщи составляет несколько сот метров.

Рудная минерализация пространственно тяготеет и парагенетически связывается с малыми интрузиями олигоцен-миоценового времени, которые в рудном поле прорывают отложения верхнего сенона, а на соседних территориях—верхнего эоцена и олигоцена.

Амплитуда оруденения по имеющимся данным составляет 1—1,5 км.

Породы малых интрузий субвулканического облика, для них характерны порфировидные структуры, переходящие в эндоконтактовых зонах в стекловидные разности и местами к эффузивным фациям.

Рудные тела представлены главным образом зонами брекчирования и смятия пород, где рудная минерализация приурочена к трещинам отрыва и скола. Руды характеризуются телескопированностью различных минеральных типов, тесным взаимосрастанием минералов, порфировыми и коломорфными структурами, мелкозернистостью и бонанцовым (кустовым) распределением минералов.

Изредка в дайке кварц-порфира и рудах наблюдаются включения пород коры выветривания основных и ультраосновных пород. Околорудные изменения пород представлены пропилитизацией, аргиллизацией, лиственизацией, оталькованием и, отчасти, образованием вторичных кварцитов и цеолитов.

Все перечисленные признаки и факты свидетельствуют о малых глубинах или поверхностных условиях рудообразования.

Признаками средне-низкотемпературных условий минерализации являются: а) характер изменения пород—пропилитизация, аргиллизация, лиственизация и цеолитизация, которые считаются (Д. С. Коржинский, 1955, 1960) средне-низкотемпературными образованиями малых глубин (до 1,5 км); б) минеральный состав руд—сульфиды, сульфосоли, теллуриды, карбонаты, халцедон, нередко агат; в) характер выполнения трещин—преобладание простого выполнения над замещением; г) текстурно-структурные особенности руд—мелкозернистые, колломорфные структуры, текстуры катаклаза, метаколлоидов и другие признаки.

Меградзорское и Гамзачиманское месторождения приурочены к эоценовому структурному ярусу. Максимальная мощность средне-верхнеэоценовых пород в средней части Памбакского хребта, по В. Н. Котляру (1958) и О. А. Саркисяну (1964), составляет 1400—1500 м, при этом мощность среднего эоцена—1000—1100 м, а верхнего—350—400 м. Эоценовые отложения покрываются кислыми эффузивами и андезитами, андезито-базальтами постсреднемиоцен-плиоценового возраста. Возраст оруденения постнижнеолигоцен—доверхнемиоценовый. Оруденение размещено в вулканогенных породах среднего эоцена и, отчасти, верхнего эоцена. Амплитуда оруденения 550—600 м. Мощность надрудной покрышки составляет верхнюю часть среднего эоцена мощностью около 500 м и верхнего эоцена мощностью 350—400 м, олигоцен-нижнемиоценовые отложения характеризуются неболь-

шой мощностью (до 200—250 м) и присутствуют в соседних районах. Таким образом, мощность надрудной покрышки составляет 800—1000 м, что соответствует малым глубинам. Другими прямыми и дополнительными признаками малых глубин образования руд являются: фация глубинности рудовмещающих магматических пород и парагенетическая и пространственная связь этих пород и руд, редкость пегматитов, форма рудных тел—жила выполнения трещин отрыва и зоны брекчирования, скорее всего свидетельствующие о малых глубинах; наложенный характер минерализации, структурно-текстурные особенности руд—друзовые, гребенчатые, брекчиевые текстуры, структуры замещения; пропиллитизация, аргиллизация, карбонатизация пород и прочие признаки.

Среднетемпературные условия рудообразования доказываются: а) глубиной образования руд; б) характером изменения пород; в) ассоциациями минералов (пирит-халькопиритовая, кварц-карбонат-молибденитовая, кварц-карбонат-шеелитовая, полиметаллическая, золото-теллуровая). Известно, что сульфиды и теллуриды в массовом количестве выпадают при средних и низких температурах, поскольку концентрация S^{2-} и Te^{2-} в растворах возрастает с их охлаждением, когда создаются благоприятные условия для диссоциации водородных соединений серы и теллура; г) наличием в рудах анизотропного гессита и двух модификаций петцита. По Красек и Ксанда, температура превращения низкотемпературного ромбического петцита в высокотемпературный кубический составляет $210 \pm 10^\circ C$, а обратное превращение происходит в пределах $150—250^\circ C$ (Красек, Ксанда, 1940; Fruch, 1959). Для гесситов температура инверсии, по Борхерту (Borchert, 1935), составляет $155^\circ C$, а по Маркгаму (Markham, 1960), в зависимости от избытка в системе Au или Te, она колеблется в пределах $105—145^\circ$; д) обилием в жилах карбонатов и халцедона, нередко и агата, которые устойчивы при температуре $100—250^\circ$; е) наличием в рудах двойных солей Cu, Bi, Sb и As; ж) низким содержанием железа в сфалеритах и другими фактами.

Тейское и Личкваское месторождения приурочены к эндоконтактовым участкам интрузивных пород Мегринского плутона и останцам кровли эоценового времени мощностью 500—1000 м. На них трансгрессивно залегают континентально-озерные отложения плиоцена с гальками интрузивных пород и редко рудного кварца. Возраст оруденения миоценовый. Оруденение находится в гранодиоритах и прорванных ими экзоконтактовых порфиритах.

Имея в виду эродированность эоценовых и других доплиоценовых пород и гипабиссальный, субвулканический характер малых интрузий, с которыми парагенетически связана рудная мине-

рализация, глубину формирования руд от поверхности времени рудообразования следует считать 0,5—1,0 км.

Ассоциация золота с сульфидами, теллуридами и сульфосолями совместно с сопровождающими оруденение пропилитизацией, серитизацией, карбонатизацией, окремнением и цеолитизацией указывают на средние температуры минералообразования, с переходом к низким температурам (цеолиты образуются при температуре 100°).

Гегарчинское и Азатекское месторождения расположены в самых верхних горизонтах вулканогенных пород эоцена и прорывающих их интрузивных породах миоценового возраста. Последние характеризуются гипабиссальными и приповерхностными фациями. Над эоценовыми отложениями трансгрессивно залегают олигоценые (мисплиоценовые) отложения мощностью несколько сот метров. Таким образом, рудообразование происходило в приповерхностных условиях (на глубине нескольких сот метров).

В рудах преобладают полиметаллическая, сульфоантимонитовая и антимонитовая ассоциации минералов, состоящие из двойных солей Sb, As, Cu, Pb, Bi, Ag, теллуридов Bi, Ag, Pb, карбоната, барита, которые обычно образуются при низких и средних температурах. Околожилные изменения, представленные главным образом серицитизацией, баритизацией, карбонатизацией и огипсованием, также являются признаками средних и низких температур.

Аналогичными признаками характеризуются условия рудообразования на других золоторудных месторождениях (Шаумян, Халадж, Арманис, Лалигюх, Пхрут, Когес и др.), которые находятся в тех же структурно-металлогенических зонах и занимают такое же геологическое положение. На этих месторождениях оруденение ассоциирует с субвулканическими породами, которые переходят в эффузивные фации. На Лалигюхском месторождении это дациты, на Арманисском—андезито-дациты, дациты, диорит-порфиры, гранодиориты, на Шаумян-Халаджском—кварцевые порфиры и альбитофиры.

Гидротермальные метасоматиты на отмеченных месторождениях имеют аналогичный характер, среди них преобладают вторичные кварциты. На этих месторождениях жилы сложены из аметиста (Арманис, Лалигюх), сахаровидного кварца, карбонатов, сульфидов, сульфосолей, нередко из теллуридов. Все это в совокупности является доказательством того, что эти месторождения являются приповерхностными и средне-низкотемпературными образованиями.

В заключение следует отметить, что золоторудные месторож-

дения Армянской ССР, по классификации И. Г. Магакьяна и П. М. Татарина (1949), относятся к классу умеренных-малых глубин и приповерхностных, а по температуре—средних и низких температур.

6. ВОЗРАСТ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Следует сразу же отметить, что основные промышленные золоторудные месторождения Армянской ССР главным образом приурочены к Севано-Амасийскому и Памбак-Зангезурскому рудным поясам и являются результатом позднего и конечного этапов их развития. Последние в некоторой степени проявились в Алаверди-Кафанской зоне, поэтому возраст золоторудной минерализации во всех трех зонах в основном охватывает довольно узкий интервал времени, начиная от верхнего эоцена—нижнего олигоцена, кончая средним миоценом.

Верхнеэоцен-олигоцен-досреднемиоценовый возраст основной части золоторудной минерализации доказывается следующими фактами. На Зодском месторождении золоторудные жилы и зоны прожилково-вкрапленной минерализации пересекают дайку кварц-порфира (липарит-порфира), считающуюся корнем излияния пластового тела липарита, залегающего в основании миоплиоценовой вулканогенной толщи. По М. М. Константинову и В. А. Грушину (1969), экструзивные образования аналогичного характера развиваются в районе Агдюздагского рудного поля, на юго-восточном продолжении зоны (на территории Аз. ССР), где они прорывают эоценовые и олигоценовые отложения. Такие же породы отмечаются у Тохлуджа, на северо-восточном берегу оз. Севан (СЗ продолжение зоны).

Имея в виду дорудный характер дайки кварц-порфира, кварцевого диорит-порфирита, диорит-порфирита и отсутствие золота в более молодых образованиях (данные активационного анализа, Ш. О. Амирян, 1971), учитывая данные абсолютной геохронологии по данным породам и липаритам (от 20 до 40 млн. лет), приходится оруденение Зодского месторождения считать досреднемиоценового возраста.

На Меградзорском и Гамзачиманском месторождениях самыми молодыми породами, носящими влияние гидротермального рудообразования и пересекающимися кварцево-рудными жилами, являются граносиениты, сиениты и дайки сиенит-порфира, минетт, диорит-порфиров, гранит-порфиров, возраст которых по радиологическим данным составляет 27—34,5 млн. лет, а для Гамзачиманского массива 37 млн. лет.

Все отмеченные породы перекрываются средне-миоцен-плиоценовыми и четвертичными лавами без видимых следов рудной минерализации. В геологическом отношении указанные выше породы прорывают вулканогенную толщу верхнего эоцена-олигоцена. Значит, возраст золоторудной минерализации на этих месторождениях следует считать посленижнеолигоценовым-досреднемиоценовым.

Тейское и Личквасское золото-сульфидные месторождения находятся в Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоне и контролируются Дебаклинским региональным разломом, который проходит по контакту порфировых гранитов и монцонитов эоцен-миоценового возраста. В зоне разлома внедрены малые интрузии и дайки диабазовых порфиритов, андезито-дацитов и гранит-гранодиорит-порфиров возрастом 23 млн. лет. Абсолютный возраст рудовмещающих пород, по данным Р. А. Гукасяна, Б. М. Меликсетяна (1965) и Г. А. Туняна (1971), составляет 20,2—35 млн. лет. Возраст всех дорудных даек рудного поля находится в пределах $25 \pm 0,5$ — $31 \pm 1,5$ млн. лет. Гальки описанных пород с рудным кварцем находятся в основании Нор-Аревикской толщи среднеплиоценового времени (С. С. Мкртчян, 1958). Следовательно, возраст оруденения Личквас-Тейского поля является миоценовым.

Гегарчинское и Азатекское месторождения золото-сульфидных и золото-свинцово-сурьмяных руд расположены в аналогичных геологических условиях, как Личквасское и Тейское.

В Азатекском рудном поле возраст дорудных граносиенитов считается (Г. А. Казарян и др., 1967) $25,5 \pm 1,5$ млн. лет. Эти породы прорывают вулканогенно-осадочные отложения верхнего эоцена-олигоцена, а их гальки находятся в более молодых (миоценовых) отложениях (в соседнем Сисианском районе).

Оруденение пространственно (в виде жил находится в граносиенитах) и парагенетически связано с интрузией граносиенитов и гранодиоритов и имеет один и тот же (миоценовый) возраст.

Арманиское золото-сульфидное месторождение находится в Севано-Амасийской зоне, где заведомо золоторудное оруденение посленижнеолигоценового возраста.

Оруденение контролируется разрывным нарушением, по которому приведены в соприкосновение известковые отложения нижнего мела и верхнего эоцена. Рудовмещающие структуры являются трещинами оперения разлома. Оруденение имело место после верхнего эоцена-олигоцена. В рудном поле находится Чернореченское месторождение колчеданных руд, где абсолютный возраст рудовмещающих пород составляет $32,5 \pm 1,5$ млн. лет (Г. П. Багдасарян и др., 1968). Колчеданная минерализация является более ранним образованием, чем золоторудная.

Л а л и г ю х с к о е золото-сульфидное месторождение находится в Алаверди-Кафанской зоне, в районе развития меловых отложений. По рудному полю проходит крупный Ревазлинский разлом, по которому пришли в соприкосновение эоценовые, меловые и юрские отложения. Вдоль разлома внедрены интрузивные дациты и диоритовые порфиры, которые вблизи рудных зон изменены и минерализованы.

Рудовмещающими являются трещины и зоны брекчирования пород, упирающихся в Ревазлинский сброс. По новым данным, дациты являются результатом процессов активизации, имеющих место под влиянием тектонических процессов соседних зон. Поэтому приходится оруденение относить к эоцен-постэоценовым образованиям. Месторождение начали изучать недавно, сбор дополнительных материалов позволит уточнить возраст рудной минерализации.

Ш а у м я н - Х а л а д ж с к о е золото-сульфидное месторождение находится в той же зоне и исследователями парагенетически связывается с медным оруденением, возраст которого считают юрским. В последние годы часть исследователей (Б. С. Вартапетян, 1965; С. А. Мовсесян, 1969 и др.) возраст как медного, так и золото-полиметаллического оруденения считают верхнетретичным и связывают их с миоценовым интрузивным комплексом, по аналогии с соседним Зангезурским рудным районом.

Минералого-геохимические особенности руд Шаумян-Халаджского месторождения, пространственная их обособленность и структурно-текстурные особенности руд, скорее всего, говорят в пользу более молодого возраста, по крайней мере, золото-полиметаллического оруденения.

В Алаверди-Кафанской зоне золото проявляется также в рудах серно-медноколчеданных месторождений Алаверди, Кафан, Шамлуг, Ахтала в парагенетической связи с кварцевыми порфирами и альбитофирами с абсолютным возрастом 150—163 млн. лет. Оно в этой же зоне проявляется также в колчеданных, барит-полиметаллических, кварц-гематитовых (с медью) рудах проявлений Шнох, Шикахох, Срашен, Барцраван и других, которые генетически связываются с магматизмом средней стадии развития зоны. Абсолютный возраст пород, с которыми пространственно и парагенетически связано золото, составляет 133 ± 8 млн. лет.

Как отмечалось выше, более или менее значительные скопления золота в Алаверди-Кафанской зоне связаны с активизацией в связи с тектоническим развитием соседних зон (Лалигюх, Воскепар, возможно также Шаумян-Халадж).

V. ПЕРСПЕКТИВЫ И НЕКОТОРЫЕ ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Золото на территории Армении было известно издавна. Коренные золоторудные месторождения разрабатывались в древности. Однако перспективы золотоносности территории республики до 1950—1951 гг. оценивались сравнительно невысоко, а коренные месторождения золота оставались неизвестными.

За последние 20—25 лет в результате целеустремленных работ, сопровождавшихся открытием целого ряда коренных месторождений и проявлений золота (Зод, Тей, Личквас, Меградзор, Гамзачиман, Гегарчин, Арманис, Лалигюх и др.), перспективы золотоносности территории республики расширились.

В Севанском рудном районе перспективными являются глубокие горизонты и фланги Зодского месторождения, полоса от Зодского месторождения до меридиана с. Шишкая, бассейн р. Дзкнигет, район Варденисского хребта от меридиана с. Еранос к востоку, районы сочленения Варденисского и Зангезурского хребтов и бассейн р. Гетик.

Перспективы Зодского золоторудного месторождения определяются следующими фактами: 1) слабой эродированностью рудных тел—эрозионным срезом охвачены только верхние, слабо минерализованные части рудных тел, что подтверждается: а) вскрытием новых участков жильных пород, с которыми связано оруденение и слепых рудных тел ниже современного эрозионного среза; б) наличием низкотемпературной антимонит-сульфоантимонитовой минерализации на глубине 350—400 и более метров от современной поверхности; в) наличием останцев вторичных кварцитов, являющихся самой внешней фацией гидротермальных изменений; 2) выдержанностью и особенностями рудоконтролирующих структур. В большинстве случаев они являются трещинами скола и зонами дробления пород, прослеживающимися на большие глубины; 3) выдержанностью морфологических особенностей рудных тел и увеличением их мощности на нижних горизонтах; 4) крутым падением и выдержанностью элементов залегания рудоконтролирующих структур и рудных тел на вскрытых горизонтах; 5) широким развитием на нижних горизонтах габброидов, являющихся наиболее благоприятными «локализаторами» рудоконтролирующих структур; 6) увеличением золотоносных сульфидных руд на нижних горизонтах и повышением роли сульфидов в кварцево-рудных телах; 7) приуроченностью рудных тел к крутопадающим дайкам кварц-порфира, простирающимся на 800—1000 м, и их интенсивной гидротермальной переработкой и минерализованностью; 8) многостадийностью рудного процесса и сложным

минеральным составом руд. Многостадийный процесс может быть связан только с глубокозалегающим и долгоживущим очагом, который в различные периоды своего развития выделял различные по составу порции растворов; 9) данными бурения, полученными геолого-разведочной экспедицией ниже горизонта шт. 40 (1175 м); 10) аналогией однотипных месторождений; 11) наличием золота в породах и зонах брекчирования на западном и восточном флангах месторождений в той же ассоциации и геологическом положении, что на Центральном участке. Здесь в аллювиально-делювиальных и элювиальных отложениях установлено довольно высокое содержание золота. Следует отметить, что фланги по сравнению с Центральным участком несколько опущены, поэтому в настоящее время там вскрываются слабо оруденелые части рудных тел (Ш. О. Амирян, Л. С. Меликян, 1966).

Перспективы западного фланга Зодского месторождения до села Шишкая подтверждаются прослеживанием рудоконтролирующих структур Зодского месторождения и сопровождением их однотипными изменениями и медным и ртутным оруденением, с которыми золоторудная минерализация составляет один генетический ряд; наличием малых интрузий, с которыми генетически связана золоторудная минерализация. В аллювиально-делювиальных отложениях участка Зод-Шишкая И. Г. Гаспарян (1946, 1953) и А. Р. Давтяном (1958) установлено самородное золото совместно с киноварью, халькопиритом, самородным оловом, галенитом и нередко антимонитом.

Золото в количестве 0,3—0,5 г/т установлено нами в кварц-халькопиритовой жиле в ущелье р. Шишкая (на левом борту, в средних течениях).

В северных отрогах Варденисского хребта и в районе их сочленения с Зангезурским установлены разрывные нарушения, сопровождающиеся гидротермальными изменениями пород. А золото в ассоциации с халькопиритом, молибденитом, галенитом, пиритом обнаружено в речных и прибрежных донных отложениях оз. Севан (М. А. Сатян, 1965). В районе выступают выходы малых интрузий, а на восточном продолжении этой полосы, на территории Азербайджанской ССР находятся коренные проявления золота в эоцен-олигоценовых породах (Агдуздаг). Такими же данными характеризуются районы бассейна р. Дзкнигет.

Металлометрической съемкой аномальные участки с повышенным содержанием золота (до $3 \cdot 10^{-5}\%$) установлены на участке развития вторичных кварцитов районов с. Тту-джур и бассейна р. Гетик (М. А. Костанян, Л. П. Епишко, 1958; В. Ш. Узунян и др. 1964). Такие участки приурочены к крупному разрывному нарушению, а ореолы золота в основном совпадают с ореолами Ag, Te,

Pb, Zn, Cu, Hg, которые являются главными компонентами руд Зодского месторождения. В шлихах из аномальных участков и концентратах из протолочек пород установлены хромит, галенит, сфалерит, халькопирит, киноварь, пирротин, нередко самородное олово, ртуть, антимонит.

В Д и л и ж а н-Т а н д з у т с к о м рудном районе перспективными участками по золоторудной минерализации, помимо Гамзачиманского и Тандзутского месторождений, являются территории, расположенные вдоль Маймех-Мегрутского нарушения, где совместно со вторичными кварцитами широко развиты окварцованные, огипсованные, серицитизированные и коалинизированные породы, а в речных отложениях установлено много знаков золота в ассоциации с шеелитом, магнетитом, галенитом, халькопиритом, пиритом, молибденитом, нередко и тетрадимитом. Некоторые участки речных отложений (р. Головинка) стали объектом старательской добычи золота. В связи с этим, перспективными являются северные отроги Памбакского хребта, южнее зоны Маймех-Мегрутского нарушения.

Металлометрической съемкой (Р. А. Асратян, Б. А. Назаретян, 1955; Г. М. Акопян и др. 1965) повышенные ореолы распределения сопутствующих золоту элементов и нередко золота выявлены в районе Маймехского полиметаллического проявления, Семеновского перевала, бассейнов рек Русская балка, Свинухин ключ, Фроловского и Фиолетовского проявлений, Гамзачиманского и Тандзутского месторождений, Мегрутского проявления, бассейнов рек Ванадзор, Гарпи, которые приурочены к зонам гидротермального изменения пород, развивающихся вдоль Сарикаинского, Маймех-Мегрутского, Качаганского и других разрывных нарушений. Ореолы характеризуются повышенным содержанием Cu, Pb, Zn, редко As, Hg, Te, Sb и Mo. В отдельных проявлениях (Лермонтово, Сосновая роща) содержание золота составляет от сл. до 9,8 г/т, серебра—от 9,22 г/т до 70,8 г/т. (М. С. Апресян, 1967, 1968, 1969). Площадь ореолов колеблется от нескольких сот квадратных метров до нескольких квадратных километров.

Перспективными по золоторудной минерализации являются также бассейны рек Марцигет, Сисигет, Шакарджур, где золото в коренном залегании установлено в полиметаллических и серномедноколчеданных рудах Марцигетской, Дзагидзорской и Анкадзорской группы (Au до 43,6 г/т, Ag—116 г/т). Здесь самородное золото в аллювиальных отложениях ассоциирует с пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, тетрадимитом, монтанитом и базобисмутитом. Перспективные участки приурочены к экзоконтактовым участкам гранитоидных интрузий и крупным разрыв-

ным нарушениям, характеризующимся ореолами повышенных содержаний Pb, Zn, Cu и изредка Te, Bi, Ag, Au.

В Амасия-Чкнахском рудном районе перспективными по золоту являются бассейны верхнего течения рек Ахурян и Дзорагет—районы Гетапского, Башгюхского и Дзорагетского проявлений, где установлены (А. Ш. Матевосян, 1965) оруденелые листовитизированные зоны с повышенным содержанием золота (до 7,2 г/т), серебра (до 41,3 г/т) и других элементов—As, Sb, Pb, Zn, Cu; бассейны левых притоков р. Джилга в Калининском и Степанаванском районах, где аномальные участки Pb, Zn, Au, изредка Te, установлены в районе с. Овандара, на площади 132 кв. км, с содержанием: Cu—0,01—0,3%, Zn—0,03—0,3% (нередко 1%), Pb—0,01—0,1%, Au—сл.—0,2%, Ag—сл.—3 г/т; в районе Мгартского и Ардвинского проявлений колчеданных руд на площади 2,5—10 кв. км (5 аномалий, каждая 0,5—2 кв. км), с содержанием Cu, Pb, Zn—0,01—1%, Mo—0,005%, Au—сл.—2,92 г/т, Ag—сл.—3,88 г/т, в районах гор Круглая шишка, Айдарбек, Апаклу и сс. Сарчапет, Сариар, Каракилиса, Петровка, Арчут, Марц, с содержанием Au до 26,7 г/т, Ag—до 200,7 г/т. Везде аномальные участки приурочены к разрывным нарушениям и проявлениям малых интрузий гранитоидов верхнетретичного возраста.

Наиболее перспективными в рудном районе являются Арманисское и Когесское золото-сульфидные месторождения, где установлены несколько зон и жил золото-полиметаллического, золото-медного и свинцово-цинкового оруденения с повышенным содержанием золота висмута и других элементов.

Памбакский рудный район по перспективам золоторудной минерализации, после Севанского и Зангезурского, занимает одно из ведущих мест в республике. В рудном районе находятся перспективное Меградзорское месторождение и ряд проявлений (Сарнахпюр, Намазелян, Ахавнадзор, Зар и другие). Здесь развита значительная часть третичных золотоносных интрузий. Золото установлено в связи со всеми интрузивными циклами, начиная от палеозой-допалеозойских. Оно установлено в аллювиальных отложениях почти всех рек и ручьев рудного района (Казах, Мармарик, Памбак, Ванадзор и др.).

По данным шлиховой и металлометрической съемок повышенной золотоносностью, кроме Памбакского хребта (Меградзорское рудное поле, верховья рек Меликгюх, Сараландж и Лусагюх), характеризуется Цахкуняцкий хребет. Золотоносные кварцевые жилы выявлены в СЗ и южных отрогах хребта, в районе сс. Мравян, Бжни, Мирак, Агверан, Дзорагюх, Зовуни и Норашен, где отдельные жилы по простиранию прослеживаются на 100—150 м, при мощности до 1—2,2 м, правда, с убогим содержа-

нием благородных металлов (С. А. Григорян, 1961; Ж. М. Григорян и др., 1963). Прспективным является Анкаванская группа проявлений (Эмин-юрт, Воскедзор, Бацати-лич, Еркати-дзор, Анкаван, Намазелян, Сарнахпюр и др.), где содержание золота в кварцеворудных жилах и зонах изменения пород составляет от 0,8 г/т до 67,7 г/т, Ag—от 2 г/т до 35,2 г/т (М. С. Апресян, 1967, 1968, 1969).

Золото в небольших количествах установлено в мощных кварцевых жилах и линзах, выступающих в толще сланцев (Зарское, Церковное, Тлотидзорское проявления), где содержание золота доходит до 18,9 г/т, Ag—84,3 г/т.

Как следует из изложенного фактического материала, в Памбакском рудном районе проявляются все формации золотых руд, поэтому он заслуживает самого детального изучения.

Перспективы А й о ц д з о р с к о г о рудного района по золоту оцениваются положительно в связи с развитием здесь миоценовых, заведомо золотоносных интрузий и проявлением золото-кварцевой, золото-полиметаллической и золото-свинцово-сурьмяной формаций. Золото в небольшом количестве проявляется и в других типах руд—полиметаллическом, свинцовом, пирротин-пирит-арсенопиритовом, медно-молибденовом и пирит-халькопиритовом.

Наиболее перспективными являются полиметаллический, сульфоантимонитовый и, отчасти, антимонитовый типы минерализации.

Преобладающими и перспективным типами золотого оруденения в З а н г е з у р с к о м рудном районе являются золото-сульфидный и, отчасти, вторичные кварциты с золотом.

Перспективы золото-сульфидной минерализации определяются, главным образом, широким проявлением верхнетретичного магматизма, специализированного в отношении Cu, Mo, и Au. При определении перспектив золоторудной минерализации следует иметь в виду, что она связана с наиболее поздним проявлением гранитоидного магматизма и накладывается на медно-молибденовые руды. Для золото-сульфидного оруденения перспективными являются фланги рудных полей медно-молибденовой минерализации, а также экзоконтактовые части интрузивных массивов, охватывающие породы кровли. В таких случаях перспективными являются северо-восточные зоны дробления пород, которые упираются в крупный Дебаклинский разлом.

Следует учесть также, что золото-сульфидная минерализация интенсивно проявляется в тех участках рудных полей, где наблюдаются многостадийные дайки лампрофирового ряда. Следовательно, в связи с рудоконтролирующей ролью разрывных на-

рушений и даек, а также интенсивной и гидротермальной переработкой брекчированных пород, тесно связанных с рудной минерализацией, следует, в первую очередь, поисково-разведочные работы направить в районы развития разрывных нарушений СВ направления и лампрофировых даек, а в этих районах—в зонах смятия, брекчирования и гидротермального изменения (серицитизация, пиритизация и карбонатизация) пород.

В связи с вышеизложенным наиболее перспективными являются Тейское и Личквасское месторождения, глубокие их горизонты и фланги, особенно северо-восточные и юго-западные. Перспективными и заслуживающими внимания являются территории, расположенные между Тейским и Джиндаринским месторождениями, районы Варданадзорского, Таштунского, Кармиркарского, Тертерсарского проявлений и Пхрутского, Аткизского и Пирзаминского месторождений, где поисковыми и поисково-разведочными работами установлены несколько десятков жил мощностью от 5 до 55 см, протяженностью 80-120 м с содержанием золота до 28,7 г/т и Ag—до 540 г/т. Кроме самородного золота, в некоторых типах руд были установлены теллуриды Pb, Ag, столь характерные для золоторудных месторождений Армении.

Кроме золото-сульфидных руд, в рудном районе в последние годы установлены (М. С. Апресян, 1968 г., Р. А. Арутюнян, 1970) новые генетические типы золотоносных руд (зоны скарнирования с наложенной золоторудной минерализацией и вторичные кварциты).

Все изложенное показывает перспективность рудного района по золоту и необходимость организации детальных и специальных работ по выявлению новых объектов золоторудной минерализации.

Перспективы Алаверди-Кафанской зоны по золоторудной минерализации несколько ограничены в связи с тем, что здесь поздняя стадия структурно-металлогенического развития и, следовательно, магматизм и металлогения молодых эпох обычно с золоторудной минерализацией не проявляются. В исключительных случаях проявления более молодого магматизма и рудной минерализации обусловлены процессами активизации, связанными с развитием соседних зон. Золото в этой зоне в виде примеси находится в колчеданных и полиметаллических рудах ранней и средней стадии структурно-магматического и металлогенического развития.

В Кафанском рудном районе перспективы золоторудной минерализации связаны с полиметаллическими рудами Шаумян-Халаджской группы месторождений и, отчасти, с колчеданными рудами и пиритизированными зонами района Шикахохского,

Мазринского и Барцраванского проявлений и вторичными кварцитами (Каварт). В районе Цавской интрузии, в сульфидных рудах Р. Н. Зарьяном (1971) установлена золото-теллуровая минерализация, которая несколько повышает перспективы этого района, так как в других районах республики этот тип минерализации имеет промышленное значение.

При поисках золота особое внимание следует обратить на сколовые нарушения второго порядка и сопряженных зон дробления, где интенсивно проявлены серицитизация, пиритизация, огипсование и карбонатизация пород, а в отдельных случаях образовались вторичные кварциты. Перспективными могут быть пограничные с соседними зонами районы, где в связи с развитием этих зон образовались поздние разрывы и внедрились малые интрузии.

В связи с тем, что золото-полиметаллическая минерализация проявлена на флангах площадей развития медно-серноколчеданного оруденения, вдали от крупных разломов и субвулканических интрузий кварцевых порфиров, поиски таких руд следует проводить на крыльях Кафанской антиклиналии, а также на участках известных полиметаллических месторождений и проявлений, где детальные работы на золото ранее не проводились.

Северо-западное продолжение Алаверди-Кафанской зоны в пределах Кохбского и Иджеванского рудных районов характеризуется значительными перспективами по золоту. Золото в этих районах находится в медных, медно-гематитовых, барит-полиметаллических рудах ранней и средней стадий развития зоны и в более заметных масштабах в связи с повторными разрывами и внедрением субвулканических дацитов, андезито-дацитов и гранитоидов в Воскепар-Качакутской зоне протяженностью 35—40 км (А. Г. Мидян, 1964). К числу этих рудопроявлений относится и Лалигюхское золото-сульфидное месторождение.

Перспективными участками золоторудной минерализации являются экзоконтакты Кохбской интрузии (Техутское, Шнохское проявления), бассейны рек Воскепар, Союх-булаг, Качакут, где шлиховой съемкой в аллювиальных отложениях установлены до 60 знаков золота, а в зонах гидротермального изменения пород—до 9,4 г/т Au и 55,9 г/т Ag (А. Г. Мидян, П. М. Бартикян, 1957).

При организации поисковых работ на золото следует учесть особенности металлогении и геохимии золота и геологические условия его концентрации, изложенные в предыдущих главах работы. Поисковыми критериями для золота могут служить: 1) характер изменения пород—серицитизация, карбонатизация, окварцевание средних и кислых пород и лиственитизация, оталькование

основных-ультраосновных и, нередко, вторичных кварцитов, 2) лимонитизированные породы с заохренным, сливным и раздробленным кварцем, 3) наличие в продуктах окисления руд желто-зеленых висмутовых охр и пленок, серо-желтых, желто-зеленых, бурых теллурических минералов, желто-оранжевых, светло-желтых сурьмяных охр, желтых, розовых, зеленых мышьяковых, изредка никелевых и кобальтовых соединений, 4) повышенное содержание в продуктах окисления Bi, Te, Sb, As, Pb, Zn, Ag, 5) наличие в шлихах киновари, тетрадимита, теллурического висмутита, монтанита, бисмута и базовисмутита, самородного золота, 6) наличие интрузивных тел и даек лампрофирового ряда более молодого возраста, 7) антиклинальные поднятия и, особенно, разрывные нарушения.

При проведении шлиховых работ необходимо учесть, что значительная часть золота в рудах находится в виде субмикроскопических частиц и при разрушении коренных выходов выносятся за пределы коренного залегания и в речных отложениях не образует заметных концентраций. В таких случаях надо учесть элементы-примеси в составе ассоциирующих с золотом минералов, так как обычно золото бывает включенным в ассоциирующие с ним сульфиды.

В первичных и вторичных ореолах рассеяния элементов золото определяется с трудом и применением весьма чувствительных, трудоемких и дорогостоящих методов анализа (ядерно-активационного, химико-спектрального), поэтому целесообразно в них определить содержание тех главных рудообразующих элементов (As, Bi, Sb, Hg, Te, Pb, Zn), которые наиболее тесно ассоциируют с золотом.

VI. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ ИЗУЧЕНИЮ ЗОЛОТОРУДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Обобщение большого фактического материала по изучению золоторудного оруденения на территории Армянской ССР позволяет сделать следующие выводы и рекомендации:

1. По минерало-геохимическим особенностям и условиям образования выделяются следующие формации золоторудных месторождений: кварц-золото-сульфидно-теллурическая, кварц-золото-сульфидная, кварц-золото-шеелитовая, кварц-золото-свинцово-сурьмяная, золото-кварцевая, золотоносные вторичные кварциты, золотоносная железная шляпа колчеданных месторождений и золотоносные россыпи.

Кроме собственно золоторудных месторождений значительные концентрации золота отмечаются в рудах медно-молибденовых, медно-серноколчеданных и полиметаллических формаций.

Россыпные месторождения золота имеют небольшие масштабы и слабое развитие.

2. Золоторудные месторождения образовались на всех стадиях развития структурно-металлогенических зон в парагенетической связи с поздними дифференциатами многофазных интрузивных комплексов, малыми и субвулканическими интрузиями юрского, мелового, эоценового и олигоцен-миоценового времени. Однако богаты золотом поздние и конечные стадии геосинклинального развития Севано-Амасийского и Памбак-Зангезурского зон.

Золоторудная минерализация проявляется после медной, медно-молибденовой, свинцово-цинковой, полиметаллической и до сурьмяной, мышьяковой, ртутной и редкометальной.

3. а. Золоторудные месторождения и проявления пространственно и генетически связаны с различными типами пород, начиная от основных и средних, кончая кислыми, а в отдельных случаях с породами повышенной щелочности. Парагенетически золоторудная минерализация связана с такими породами, которые характеризуются гипабиссальными и субвулканическими фациями. Повышенные концентрации золота, по сравнению с кларком, наблюдаются в поздних магматических дифференциатах.

б. Для золоторудной минерализации основными металлогеническими эпохами явились киммерийская и альпийская.

В киммерийскую эпоху золото главным образом проявлялось в пределах Алаверди-Кафанской структурно-металлогенической зоны—в золото-сульфидных, колчеданных, барит-полиметаллических, кварц-гематитовых, медно-гематитовых рудах и золотоносных вторичных кварцитах ранней и средней стадий структурно-металлогенического развития.

Альпийская металлогеническая эпоха является главной эпохой золоторудной минерализации. Она широкое развитие получила в Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской и, отчасти, в Алаверди-Кафанской зонах (в последней зоне в связи с процессами активизации). В эту эпоху золото проявляется как в рудах золоторудных, так и колчеданной, медно-молибденовой, полиметаллической, стибнитовой и других формаций. Наиболее перспективными являются месторождения олигоцен-миоценового времени.

4. Золоторудное оруденение контролируется крупными разрывными нарушениями и сопряженными с ними трещинами. В структурном отношении наиболее благоприятны сочетания антиклинальных поднятий с разрывными нарушениями. Нередко рудоконтролирующими являются контакты даек и разнотипных по-

род, трещины внутренней тектоники интрузивных массивов и зоны межпластовых подвижек. По характеру рудоконтролирующие структуры относятся к зонам смятия и дробления пород и трещинам скола и отрыва.

5. Руды золоторудных месторождений образовались на умеренных-малых и приповерхностных глубинах, при средней и низкой температуре. По количеству сульфидов среди них выделяются убогосульфидные, малосульфидные, умеренно сульфидные и существенно сульфидные.

6. а. Рудообразование на золоторудных месторождениях происходило в результате ряда последовательных стадий минерализации. Золото из гидротермальных растворов выделялось в определенные стадии рудного процесса—обычно в средние и поздние, а в отдельных стадиях—после основной массы сульфидов, теллуридов и сульфосолей.

б. Руды характеризуются телескопированностью различных минеральных типов, поэтому отличаются сложностью химического и минерального составов. В них установлены самородные элементы, сульфиды, теллуриды, сульфосоли, окислы, карбонаты, сульфаты, вольфраматы и силикаты.

в. Сложностью структурно-текстурных особенностей, минерального состава и геохимии руд, а также повышенными концентрациями редких и благородных элементов отличаются месторождения золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидной и золото-свинцово-сурьмяной формаций.

г. Руды характеризуются неравномерностью распределения редких и благородных элементов и неравнозернистостью самородных выделений золота. В ряде месторождений с глубиной концентрация золота повышается, а серебра, наоборот, понижается, что связано с уходом серебра в более низкотемпературные ассоциации минералов, широко развитых на верхних горизонтах. На глубине повышается роль золотоносных арсенопиритовых, пирит-халькопиритовых и полиметаллических руд.

Зональность оруденения проявляется также в распределении редких элементов и их минералов. Сульфосоли Pb, Sb, Bi, Ag, As, Cu и теллуриды Au, Ag, Hg хорошо представлены на верхних горизонтах. Здесь одноименные минералы богаты примесями Bi, Te, Cd, Hg, Ag, Sb, мелкозернисты, а руды характеризуются сложными структурно-текстурными рисунками и тесным взаимным срастанием минералов.

7. а. Характерной геохимической особенностью золота и серебра в гидротермальном процессе является накопление их в различных типах руд по мере понижения температуры отложения последних. Эта закономерность проявляется также в последова-

тельности развития структурно-металлогенических зон и дифференциации магматических очагов, где в поздних стадиях и дифференциатах по сравнению с ранними отмечается повышенное содержание золота и серебра.

б. Характерным геохимическим признаком для оценки условий образования золоторудных месторождений является золото-серебряное отношение, варьирующее в пределах 1:150—1,3:1. Основные промышленные месторождения и типы руд характеризуются высоким золото-серебряным отношением (1:2—1:6). Оно несколько уменьшается в переходных, от колчеданных к золоторудным и от золото-сульфидных к золото-свинцово-сурьмяным, месторождениях, а также при переходе от среднетемпературных месторождений к низкотемпературным.

8. а. Характерными типами гидротермального изменения пород являются пропилитизация, аргиллизация, лиственитизация, огипсование, баритизация, карбонатизация и образование вторичных кварцитов. На отдельных месторождениях отмечаются турмалинизация и цеолитизация.

Пропилитизация характерна для предрудного этапа формирования месторождений. Аргиллизация сопровождает рудообразование, а лиственитизация двоякого характера. Она происходит как в предрудный, так и рудный этапы, с преобладанием предрудной лиственитизации. Вторичные кварциты характеризуют начало гидротермального рудообразования, а карбонатизация, огипсование, цеолитизация и баритизация—преимущественно средние и завершающие стадии.

б. Судя по характеру изменения пород, стадийности рудообразования, составу руд и их взаимоотношениям в предрудный период растворы были щелочными, в начале рудного периода стали слабокислыми, а в собственно рудный период—нейтральными и щелочными. Характер растворов меняется и в каждой стадии минерализации. В начале стадии они кислого характера, в период отложения сульфидов—щелочного, а в конце—нейтрального.

9. Руды характеризуются многообразием структурно-текстурных рисунков, изображающих сложность условий минералообразования. Среди текстур преобладают прожилковые, вкрапленные, пятнистые, брекчиевидные, кокардовые, колломорфные, полосчатые и другие, а среди структур—зернистые (с разновидностями), коррозионные, друзовые, графические, зональные, метаколлоидные, лучистые, волокнистые, двойниковые, а также структуры замещения, срастания, распада и другие.

10. а. Повышенные концентрации золота, серебра, висмута, селена и теллура отмечаются в золото-теллурических, арсенико-

товых, полиметаллических, сульфоантимонитовых и антимонитовых рудах. Концентрация этих элементов повышается по мере развития рудного процесса и понижается к концу. Для висмута и селена, изредка и теллура, наблюдаются некоторые исключения из этого правила.

Кадмий в основном концентрируется в полиметаллических рудах, а в них—в сфалеритах. Галлий, германий, индий, рений и таллий представлены небольшими концентрациями. Галлий и германий в основном связаны с пороодообразующими силикатами и отчасти со сфалеритом, арсенопиритом, энаргитом, блеклыми рудами. Индий проявляется в полиметаллических и изредка в пирит-халькопиритовых рудах, где он связан со сфалеритом и халькопиритом. Рений установлен в молибденитовых рудах, главным образом в молибдените. Таллий устанавливается редко в связи с галенитом, марказитом и сульфосолями Pb, Sb, As, Cu, Bi, Ag.

б. Золото в рудах представлено в виде самородного свободного и теллуридов и в форме примеси в сульфидах, теллуридах и сульфосолях Ag, Bi, Cu, Pb, Sb, Fe, Zn, As и др. На некоторых месторождениях, кроме гипогенного золота, существует также гипергенное.

Проба золота из различных месторождений и ассоциаций минералов различна и варьирует в пределах 700—960. Самая высокая проба у россыпного (960) и вторичного золота (953). Проба золота понижается с переходом к низкотемпературным рудам.

Серебро, висмут, и теллур представлены собственными минералами и изоморфно входят в структуру других сульфидов, теллуридов и сульфосолей, а кадмий, галлий, германий, рений, таллий и селен—только в виде изоморфной примеси.

Практические выводы и рекомендации. 1. Наиболее перспективными районами золоторудной минерализации являются: Севано-Амасийская, Памбак-Зангезурская и отчасти Алаверди-Кафанская структурно-металлогенические зоны, где поисково-разведочные работы следует направить на изучение глубоких горизонтов и флангов известных месторождений, а также в те районы, где сочетаются все благоприятные рудоконтролирующие факторы. Такими являются: Памбакский, Айоцзорский, Зангезурский, Дилижан-Тандзутский, Амасия-Чкнахский, Севанский и, отчасти, Кафанский, Кохб-Иджеванский и Алавердский рудные районы.

2. Поисковые работы следует направить в районы проявления юрского, мелового, эоценового и олигоцен-миоценового субвулканического магматизма и малых интрузий, а там, где форми-

ровались многофазные интрузивные комплексы, золото надо искать в связи с наиболее поздними дифференциатами магматического очага. Такими дифференциатами являются штоки и дайки гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров, сиенит- и граносиенит-порфиров и лампрофиров в Зангезурском, Памбакском, Айоцдзорском и других рудных районах.

3. а. При поисках новых участков золоторудной минерализации следует иметь в виду, что она, кроме самостоятельного проявления, в связи с малыми интрузиями поздних и конечных стадий развития структурно-металлогенических зон, проявляется также в тесной связи с колчеданной и медно-молибденовой формациями. Следовательно, ее надо искать также во флангах и периферических участках рудных полей с колчеданным и медно-молибденовым оруденением (Кафан, Алаверди, Каджаран, Айгедзор, Дастакерт и др.), где золоторудная минерализация приурочена к породам кровли и отчасти—к эндоконтактовым участкам интрузивных массивов.

б. Золото-сульфидно-теллутовую минерализацию надлежит искать в связи с повторными и наиболее поздними разрывными нарушениями, особенно широко развитыми в Севано-Амасийской и Памбак-Зангезурской металлогенических зонах, которые формировались главным образом в альпийскую эпоху тектогенеза и металлогении.

в. Золото-шеелитовая формация имеет подчиненное развитие и связана с граносиенитовыми дифференциатами щелочноземельных интрузивных комплексов (граносиенитами), поэтому руды этой формации следует искать в районах развития таких пород (Памбакский, Зангезурский и Айоцдзорский рудные районы).

г. Золото-свинцово-сурьмяные руды парагенетически связаны с поздними фазами многофазных интрузивных комплексов и малыми интрузиями поздних и конечных стадий развития структурно-металлогенических зон. При этом она проявляется преимущественно в породах кровли, на некотором удалении от интрузивных массивов. Наиболее благоприятными для этой формации являются Севано-Амасийская и Памбак-Зангезурская зоны (Амация-Чкнахский, Севанский, Айоцдзорский рудные районы).

д. Золото-кварцевая формация является нехарактерной формацией для территории Армянской ССР. Слабое проявление этой формации можно ожидать в районах развития древних отложений, и еще меньше—в районах распространения мезо-кайнозойских отложений (Памбакский, Зангезурский, Айоцдзорский рудные районы).

е. Золотоносные вторичные кварциты генетически связаны с проявлением колчеданной, медно-молибденовой и полиметалли-

ческой минерализацией, а нередко развиваются самостоятельно. Следовательно, такие типы руд следует искать как в районах развития колчеданной, медно-молибденовой и полиметаллической минерализаций, так и в тех, где вдоль разрывных нарушений, в вулканогенных породах кровли или в экзо- и эндоконтактовых участках интрузивных массивов существовали благоприятные условия для их образования (Каварт, Ньюади, Астазур, Лермонтово, Анкаван, Казачий бугор, северные и СВ экзоконтакты Каджеринской интрузии и др.).

ж. Золотосодержащая железная шляпа образуется за счет тех сульфидных месторождений, которые заранее обогащены золотом. Поэтому такие типы руд надлежит искать в зоне окисления таких сульфидных месторождений (Анкадзор, Кафан, Мегрут и др.), в первичных рудах которых определено повышенное содержание золота.

з. Современные крупные и ископаемые россыпи на территории Армянской ССР отсутствуют. Небольшие концентрации золота в молодых россыпях можно ожидать в районах известных золоторудных месторождений (Зод, Тей, Меградзор, Гамзачиман и др.).

4. Благоприятными для образования золоторудных месторождений являются крупные разрывные нарушения и сопряженные с этими разломами ослабленные, брекчированные участки пород. Такими разрывами являются Дебаклинский, Маймех-Мегрутский, Ревазлинский, Воскепар-Качачкутский, Дилижанский, Тейский, Зодский, Куйбышевский, Гетикский, Мармарижский и многие другие, вдоль которых и следует направить поисковые работы.

5. Поисковыми критериями на золото являются повышенные концентрации Bi, Ag, Te, Sb, As, Pb, Zn, Cu в первичных и вторичных ореолах рассеяния элементов, наличие в шлихах и концентратах золота, теллуридов, галенита, сфалерита, блеклых руд, участие в продуктах окисления желто-зеленых висмутовых охр и пленок, серо-желтых, желто-зеленых, бурых теллуридов, минералов, желто-оранжевых, светло-желтых сурьмяных охр, желтых, розовых, зеленых мышьяковых соединений, наличие в районе малых интрузивных тел и жильных пород, крупных разрывных нарушений, сопровождающихся серицитизацией, каолинизацией, баритизацией, карбонатизацией, пиритизацией, лиственитизацией и окварцеванием пород.

6. Для оценки существующих и вновь открытых объектов золоторудной минерализации необходимо учесть характер проявления и нахождения золота в рудах. При этом надо иметь в виду неравномерное его распределение, повышение роли золотосо-

державших сульфидных ассоциаций на глубине, а теллуровых и сульфосолевых—наверху, обедненность поверхностных слоев зоны окисления золотом, откуда оно мигрирует, повышение золото-серебряного отношения с глубиной в связи с увеличением концентрации золота и понижением—серебра; форму проявления золота, продуктивные по золоту ассоциации минералов, место отложения золота в гидротермальном рудообразовании и в ряду родственных рудных формаций.

7. Имея в виду комплексный характер руд—наличие в них черных, цветных, благородных и редких элементов, различные формы нахождения (минералы, изоморфная примесь) и распределения металлов, а также наложенность различных минеральных типов руд и тесные сростания минералов, следует к ним применять комплексные методы технологической обработки, включающие в себя гравитацию, флотацию и цианирование.

8. Общепринятым методом поисков золотосодержащих руд может служить шлиховая съемка, но при этом надо учесть, что нередко в силу тонкодисперсности и наличия теллуридов золото выносится далеко за пределы коренного залегания или вообще истирается, а теллуриды разрушаются и в шлихи не попадают. Поэтому наряду с шлиховой съемкой необходимо применять комплексные геохимические методы: определение золота в ассоциирующих сульфидах, так как в большинстве случаев оно находится в сульфидах; опробование продуктов гидротермального изменения и зоны окисления на золото и ассоциирующие элементы: Ag, Bi, Te, Pb, As, Sb и др., которые образуют труднорастворимые соединения и остаются на месте первичного залегания. В первичных и вторичных ореолах рассеяния элементов золото определяется с применением весьма чувствительных, трудоемких и дорогостоящих методов анализа (ядерно-активационный, химико-спектральный и др.), поэтому целесообразно сначала определить содержание ассоциирующих с золотом элементов, а затем—золота.

ЛИТЕРАТУРА

- Абовян С. Б. Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья оз. Севан. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1961.
- Амирян Ш. О. О вещественном составе руд одного из золоторудных месторождений. Изв. АН АрмССР, серия геол. и геогр. наук, т. XIII, № 3—4, 1960.
- Амирян Ш. О. К минералогии золоторудных месторождений. ДАН АрмССР, т. XXXI, № 1, 1960.
- Амирян Ш. О. Характер оруденения золота на одном месторождении. ДАН АрмССР, т. XXX, № 4, 1960.
- Амирян Ш. О., Акопян А. Г. О золоторудной минерализации на одном сурьмяно-полиметаллическом месторождении Айоцдзорского рудного района. Науч.-техн. сборник. Геология и горное дело, № 3—4, 1963.
- Амирян Ш. О., Карапетян А. И. Минералого-геохимическая характеристика руд Меградзорского золоторудного месторождения. Изв. АН АрмССР, серия геол. и геогр. наук, т. XVIII, № 2, 1964.
- Амирян Ш. О., Карапетян А. И. Минеральный состав руд Меградзорского золоторудного месторождения. В кн.: «Экспериментально-методические исследования рудных минералов». Изд. «Наука», М., 1965.
- Амирян Ш. О. К минералогии и золоторудной минерализации Гамзачиманского месторождения. Записки Арм. отд. ВМО, вып. 3, 1966.
- Амирян Ш. О. Некоторые новые данные по минералогии и геохимии руд Личквасского золоторудного месторождения. Изв. АН АрмССР, серия геол. и геогр. наук, т. XIX, № 6, 1966.
- Амирян Ш. О. Некоторые черты металлогении золота и золотоносные ассоциации минералов в Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, т. XXI, № 4, 1968.
- Амирян Ш. О. К условиям образования Меградзорского золоторудного месторождения. Записки Арм. отд. ВМО, вып. 4, 1970.
- Амирян Ш. О. Некоторые соображения об источниках золоторудной минерализации по данным нейтронно-активационного анализа. ДАН АрмССР, т. II, 1970.
- Амирян Ш. О. Об источнике золоторудной минерализации на примере золоторудных месторождений Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, № 1, 1971.
- Амирян Ш. О., Тунян Г. А. Минералого-геохимическая характеристика руд

- Тейского золоторудного месторождения. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, № 5, 1971.
- Амирян Ш. О. Новое в минералогии и геохимии руд Арманисского золото-сульфидного месторождения. ДАН АрмССР, т. IV, № 2, 1972.
- Амирян Ш. О. Место золоторудного оруденения в ряду рудных формаций Армянской ССР. Записки Арм. отд. ВМО, вып. 6, 1972.
- Амирян Ш. О. Геохимическая характеристика руд Зодского золоторудного месторождения. Записки Арм. отд. ВМО, вып. 5, 1972.
- Амирян Ш. О., Хачатурян Э. А. и др. Основные проблемы изучения главных рудных формаций Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, № 5, т. XXV, 1972.
- Амирян Ш. О. К минералогии и геохимии руд Лалигюхского золото-сульфидного месторождения. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, № 2, т. XXVII, 1974.
- Амирян Ш. О. Минерало-геохимическая характеристика руд Зодского золоторудного месторождения. В кн.: «Минералогия и геохимия рудных месторождений Армянской ССР». Изд. АН АрмССР, Ереван, 1974.
- Амирян Ш. О., Магакьян И. Г. и др. Роль минералого-геохимических исследований в расширении рудной базы Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, т. 6, 1977.
- Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Изд. «Айпетрат», Ереван, 1958.
- Багдасарян Г. П. Абсолютное датирование тектоно-магматических циклов и этапов оруденения по данным 1964 года. М., Изд. «Наука», 1966.
- Багдасарян Г. П. и др. Итоги абсолютного датирования ряда рудных формаций Армянской ССР. Изв. АН СССР, серия геол., № 5, 1968.
- Баласанян С. И. Интрузивный магматизм Сомхето-Кафанской зоны. Ереван, Изд. Ергосунта, 1963.
- Бессмертная М. С., Соболева Л. Н. Новый теллурид висмута и серебра, установленный новейшими микрометодами. Труды ИМГРЭ, вып. 18, 1963.
- Бетехтин А. Г. и др. Основные проблемы в учении о магматических рудных месторождениях. Изд. АН СССР, М., 1955.
- Бетехтин А. Г., Генкин А. Д. и др. Текстуры и структуры руд. М., Госгеолиздат, 1958.
- Бородаевский Н. И. О генетических типах золоторудных месторождений. Труды ЦНИГРИ, вып. 50, 1962.
- Бородаевский Н. И. Генетические типы гидротермальных золоторудных месторождений СССР. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. 7, М., 1964.
- Бэтман А. М. Промышленные минеральные месторождения. М., Изд. ИЛ., 1949.
- Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры. Геохимия, № 7, 1962.
- Воларович Г. П. Типы эндогенных месторождений золота Дальнего Востока. Труды ЦНИГРИ, вып. 52, 1963.
- Габриелян А. А. Основные вопросы тектоники Армении. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1959.

- Григорян Г. О. Об антагонизме в парагенезисе некоторых сульфидных минералов в рудах Армянской ССР. *Геохимия*, № 4, 1962.
- Гуксян Р. А., Меликсетян Б. М. Об абсолютном возрасте и закономерностях формирования сложного Мегринского плутона. *Изв. АН АрмССР, науки о Земле*, т. XVIII, № 3, 4, 5, 1965.
- Звягинцев О. Е. *Геохимия золота*. Изд. АН СССР, 1941.
- Иванов В. В. *Геохимия рассеянных элементов в гидротермальных месторождениях*. Изд. Недра, М., 1968.
- Карамян К. А. Стеллерит из Тейского золото-полиметаллического месторождения. *ДАН АрмССР*, т. XIV, № 1, 1967.
- Карапетян А. И. Характер оруденения золота на одном медно-молибденовом месторождении. *Изв. АН АрмССР, сер. геол. и геогр. наук*, т. XIV, № 4, 1961.
- Карапетян А. И., Амирян Ш. О. Об обнаружении теллуридов золота, серебра, висмута и свинца в рудах Меградзорского золоторудного месторождения Армянской ССР. *ДАН АрмССР*, т. XXXVIII, № 1, 1964.
- Константинов Р. М. Изучение эндогенных рудных месторождений различных рудных формаций при крупномасштабных металлогенических исследованиях. В кн.: «Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов». М., Изд. «Недра», 1965.
- Константинов М. М., Грушин В. А. Геологическая позиция Зодско-Агдудзского золоторудного узла в Закавказье. *Сов. геология*, № 11, 1969.
- Коржинский Д. С. Режим кислотности при постмагматических процессах. Проблемы генезиса руд, проблема № 5, М., 1964.
- Коржинский Д. С. Общие закономерности постмагматических процессов. В кн.: «Метасоматические изменения боковых пород и их роль в рудообразовании». М., Изд. «Недра», 1966.
- Коржинский Д. С. Теория метасоматической зональности и оруденение. В кн.: «Проблемы геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии», т. 1, М., Изд. «Наука», 1969.
- Котляр В. Н. Памбак (геология, интрузивы и металлогения). Ереван, Изд. АН АрмССР, 1958.
- Лебедев А. П., Малхасян Э. Г. Постмагматический метаморфизм в юрских вулканических образованиях Армении. В кн.: «Геология Армянской ССР», т. IV Петрография, вулканические породы. Изд. АН АрмССР, 1970.
- Линдгрэн В. Минеральные месторождения. Вып. 1—3, ОНТИ, 1933—1935.
- Магакьян И. Г. Стибио-теллуrowисмутит Зодского золоторудного месторождения, Басаргечарского района, Армянской ССР. *ДАН АрмССР*, т. XXIII, № 5, 1956.
- Магакьян И. Г., Мкртчян С. С. Взаимосвязь структуры, магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. *Изв. АН АрмССР, серия геол. и геогр. наук*, № 4, 1957.
- Магакьян И. Г. Рудные месторождения. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1961.

- Магакьян И. Г., Амирян Ш. О. Золото. В кн.: «Геология Армянской ССР», т. VI—Металлические полезные ископаемые. Изд. АН АрмССР, 1967.
- Магакьян И. Г. Опыт классификации рудных формаций СССР. Геология рудных месторождений, № 5, 1967.
- Магакьян И. Г. Типы рудных провинций и рудных формаций СССР. М., Изд. «Недра», 1969.
- Магакьян И. Г., Пиджян Г. О. и др. Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Изд. АН АрмССР, 1972.
- Мадатян Э. М. Закономерности размещения эндогенного оруденения в Севано-Амасийской структурно-фациальной зоне. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, т. XXIV, № 5, 1971.
- Меликян Л. С. К вопросу о тектоническом строении СВ побережья озера Севан. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, т. XIX, № 1—2, 1966.
- Меликян Л. С. Возраст и условия формирования верхнетретичной вулканогенно-осадочной толщи Зодского рудного поля. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, т. XX, № 4, 1967.
- Мидян А. Г. Ассоциации самородного золота, связанные с отдельными магматическими комплексами Армении. Научно-технич. сборник, № 4, 1961.
- Мидян А. Г. Связь золото-сульфидных формаций руд с различными стадиями развития геосинклиналей Армении. Инф. сборник «Геология и горное дело», № 2, Ереван, 1963.
- Михеев В. И. Рентгенометрический определитель минералов. М., Изд. Гос. научн. техн. литературы, 1957.
- Мкртчян С. С. Зангезурская рудоносная область Армянской ССР. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1958.
- Мовсесян С. А. Промышленные типы медно-молибденовых и золоторудных месторождений Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, т. XXII, № 6, 1969.
- Мурадян К. М. Базумский рудный район Армянской ССР. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1971.
- Обручев В. А. Рудные месторождения, М., 2-е изд. Горгеонефтеиздат, 1954.
- Овчинников Л. Н. Геологические и физико-геологические условия образования плутогенных гидротермальных месторождений. В кн.: «Эндогенные рудные месторождения». М., Изд. «Наука», 1968.
- Овчинников Л. Н. Генезис эндогенных рудных месторождений. М., 1968.
- Павлов А. Л. Влияние эволюции кислотности-щелочности рудообразующих систем на поведение их компонентов. Эндогенные рудные месторождения М., Изд. «Недра», 1968.
- Пароникян В. О. Алтаит из руд Азатекского месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геол. и геогр. наук, № 6, 1961.
- Пароникян В. О. Минералы висмута из полиметаллических руд Айоцзорского рудного района. Изв. АН АрмССР, геол. и геогр. науки, т. XV, № 3, 1962.
- Пароникян В. О. К геохимии благородных и некоторых редких элементов в

- колчеданной и полиметаллической формациях руд Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, № 5—6, 1967.
- Петровская Н. В.* К вопросу о принципах минералогической классификации типов первичных золотоносных руд. Труды НИГРИ, золото, вып. 20, 1955.
- Петровская Н. В.* О продуктивных минеральных ассоциациях в золоторудных месторождениях. Записки Арм. отд. ВМО, ч. 34, № 3, 1955.
- Петровская Н. В.* Характер золотоносных минеральных ассоциаций и формации золотых руд. СССР. Генетические проблемы руд. М., Госгеолтехиздат, 1960.
- Петровская Н. В.* О понятии «Парагенетическая минеральная ассоциация». Геология рудных месторождений, № 2, 1967.
- Петровская Н. В.* Самородное золото. М., Изд. «Наука», 1973.
- Пиджян Г. О.* К минералогии руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, геол. и геогр. науки, т. XIII, № 2, 1960.
- Пиджян Г. О., Амирян Ш. О. и др.* Теллуриды в рудных формациях Армянской ССР и их типоморфные особенности. Материалы XI съезда Международной минералогической ассоциации. Новосибирск, 1978.
- Рамдор П.* Рудные минералы и их сростания. М., Изд. ИЛ, 1962.
- Рожков И. С.* Особенности золоторудных месторождений подвижных поясов и платформ. В кн.: «Эндогенные рудные месторождения». М., Изд. «Наука», 1968.
- Рожков И. С.* Типы золоторудных месторождений СССР и положение среди них золотых месторождений Средней Азии. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». М., Изд. «Наука», 1970.
- Рудные формации и основные черты металлогении золота Узбекистана. ДАН, Ташкент, 1969.
- Рундквист Д. В.* Накопление металлов и эволюция генетических видов месторождений в истории развития земной коры. Эндогенные рудные месторождения М., Изд. «Наука», 1968.
- Рундквист Д. В.* Эволюция рудообразования во времени. В кн.: «Геологическое строение СССР», т. V. М., Изд. «Недра», 1969.
- Сагателян Э. А.* Минералогия свинцово-сурьмяных руд Азатекского месторождения Армянской ССР. Ереван, Изд. АН АрмССР, 1961.
- Саркисян Г. А.* О соотношении процессов околожильной аргиллизации и серицитизации на одном золоторудном месторождении Закавказья. Изв. АН АрмССР, науки о Земле, № 1—2, 1968.
- Саркисян Г. А., Арутюнян Г. С.* О генетических типах лиственитизации (на примере СВ побережья оз. Севан). ДАН АрмССР, т. XVI, № 3, 1968.
- Саркисян О. А.* Схема стратиграфического расчленения палеогеновых образований Севано-Ширакского синклиория. ДАН АрмССР, т. XXIX, № 3, 1959.
- Саркисян О. А.* О возрастном расчленении интрузивов Севано-Ширакского син-

- клинория. Изв. АН АрмССР, геол. и геогр. науки, т. XII, № 4, 1959.
- Сахарова М. С., Лобачева И. К. Электрохимические исследования процессов отложения золота на сульфидах. Геология рудных месторождений и т. д., № 4, 1967.
- Сауков А. А. Геохимия. М., Гос. изд. геолог. литературы, 1951.
- Синдеева Н. Д. Минералогия, типы месторождений и основные черты геохимии селена и теллура. М., Изд. АН СССР, 1959.
- Смирнов В. И. Генезис эндогенных рудных месторождений. М., Изд. «Недра», 1968.
- Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. М., Изд. «Недра», 1969.
- Смирнов С. С. Систематика металлогенных рудных месторождений. Изв. АН СССР, сер. геол. наук, № 1, 1947.
- Татаринов П. М., Магакьян И. Г. Опыт классификации постмагматических месторождений. Записки ВМО, сер. ч. 78, вып. 3, 1949.
- Твалчрелидзе Г. А. Опыт систематики эндогенных месторождений складчатых областей на металлогенической основе. Изд. «Недра», 1966.
- Твалчрелидзе Т. А. Золото-висмут-теллуровая ассоциация Дамблутского и Зодского месторождений. Труды КИМСА, № 1, 1959.
- Тюрин Н. Г. О времени выделения золота из металлоносных растворов. Изв. АН СССР, сер. геол., № 8, 1965.
- Ферсман А. Е. Избранные труды, т. V, Геохимия. М., Изд. АН СССР, 1959.
- Ферсман А. Е. К геохимии золота. ДАН СССР, серия А., № 8, 1931.
- Фосс Г. В. Золото (типы месторождений, история добычи, сырьевые базы). М., Госгеолтехиздат, 1963.
- Хачатурян Э. А. О минералогическом составе руд Кафанского медного месторождения. Изв. АН АрмССР, серия геол. и геогр. наук, т. XXVI, № 3, 1958.
- Хачатурян Э. А. Алтант и петцит в рудах Кафанского месторождения. ДАН АрмССР, т. XXVI, № 3, 1958.
- Чухров Ф. В. К состоянию вопроса о роли коллоидов в рудообразовании. Сов. геология, № 2, 1965.
- Шахов Ф. Н. Околожильные изменения месторождений. М., Изд. «Недра», 1964.
- Шер С. Д. Металлогения золота М., Изд. «Недра», 1972.
- Шипулин Ф. К. Отщепленные и самостоятельные малые интрузии и их металлогеническое значение. М., Изд. «Недра», 1965.
- Шипулин Ф. К. Об источниках веществ при эндогенном рудообразовании. В кн.: «Проблемы геологии минеральных месторождений, петрографии и минералогии», т. 1. М., Изд. «Наука», 1969.
- Шнейдерхен Г. Рудные месторождения. Изд. М., ИЛ, 1958.
- Щербаков Ю. Г. Золоторудные провинции и формации. В кн.: «Эндогенные рудные формации Сибири и Дальнего Востока». М., Изд. «Наука», 1966.
- Щербаков Ю. Г. Распределение и условия концентрации золота в рудных провинциях. М., Изд. «Наука», 1967.
- Щелочно-сульфидная теория осаждения золота. М., 1966.

- Щербина В. В. Основные черты геохимии теллура. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1937.
- Щербина В. В. О геохимическом значении количественного отношения Au/Ag. Геохимия, № 3, 1956.
- Щербина В. В. Форма переноса химических элементов в процессах минералообразования и условия их концентрации. Сб. вопросов геохимии и минералогии, М., 1956.
- Щербина В. В. Проблемы геохимии редких элементов. Геохимия, № 4, 1970.
- Щербаков Ю. Г., Пережогин Г. А. К геохимии золота. Геохимия, № 6, 1964.
- Berry L. G., Thompson R. M. X-ray Powder Data for ore minerals. The Peacock atlas. Mem. Geol. Soc. America, 1962, v. 85.
- Cloke P. L., Kelly W. C. Solubility of gold under inorganic supergene conditions. Econ. Geol., 1964, v. 59, № 2, p. 259—270.
- Callow K. J., Worley B. W. The occurrence of telluride minerals at the Acupan gold Mine, Mountain Province, Philippines. Econ. Geol., 1965, v. 60, № 2, p. 251—268.
- Fisher N. H. The finess of Gold with special reference to the Morobe Goldfield, New-Guinea. Econ. Geol., v. 40, № 7, p. 449, 1945.
- Freise F. W. The transportation of Gold by organic underground Solutions. Econ. Geol., v. 26, № 4, 1931.
- Fron del C. Stability of colloid Gold Under hydrothermal condition. Econ. Geol. v. 33, № 1, 1938.
- Fruch A. J. Crystallography of Petsite $\text{Ag}_3\text{Au Te}_2$. The Am. Min., v. 44, № 7, July-August, 1959.
- Gallager D. Albit and Gold. Econ. Geol., v. 35, № 6, 1940.
- Garrels R. M. Solubility of metal Sulphides in dilute vein forming Solutions. Econ. Geol., v. 39, № 7, 1944.
- Goldschmidt M. V. Geochemistry. Oxford, 1954.
- Kracek F. C., Ksanda C. J. Phase relations in the sistem tellurium silber (Abst.). Trans. Amer. Geophys. Union, 1940, p. 363.
- Krauskopf K. B. The Solubility of Gold. Econ. Geol., v. 46, № 9, 1951.
- Lincoln G. H. Certain Natural Associations of Gold. Econ. Geol. v. 6, № 3, 1911.
- Markham N. L. Sinthetic and Natural Phases in the System Au—Ag—Te. Econ. Geol. v. 55, № 6, 7, 1960. p. 1148—1178, p. 1460—1477.
- Ogrysló S. P. Hydrothermai experiments with Gold. Econ. Geol., v. 30, № 4, 1935.
- Smith F. G. The alkali sulphide theory of Gold deposition. Econ. Geol. v. 38, № 7, 1943.
- Thompson R. M. The telluride minerals and their occurrence in Canade. The Am. Lin., V. 34, 1949.
- Watanabe M. Modes of occurrence of tellurium bearing minerals in Japan. Ton. Univ. Sci. repf. v. 4, № 2, 1959.

- Williams G. J.* Gold-scheelite mineralization in rocks of the New-Zealand geosyncline. *Econ. Geol. New-Zealand*. 8th Common. min. and Metall Congr. Austr. and New-Zealand, v. IV, 1965, p. 41—59.
- Wisser E.* Albite and Gold. *Econ. Geol.*, v. 36, № 6, 1946.
- Uytenbogaardt W.* Tables for microscopic identification of ore minerals, Princeton University, Princeton. New Jersey, 1951.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ	
ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИИ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА . . .	8
I. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ИЗУЧЕННОСТЬ ЗОЛОТОРУДНОЙ МИ- НЕРАЛИЗАЦИИ	8
II. ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛОГЕ- НИИ СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОН	13
1. Алаверди-Кафанская структурно-металлогеническая зона . . .	13
2. Севано-Амасийская структурно-металлогеническая зона . . .	14
3. Памбак-Зангезурская структурно-металлогеническая зона . . .	15
III. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗОЛОТА И МЕСТО ЗОЛО- ТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В РЯДУ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ	17
ЧАСТЬ ВТОРАЯ	
ОПИСАНИЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ	25
I. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ	25
II. ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ И МЕСТОРОЖ- ДЕНИЙ	26
A. ЭНДОГЕННЫЕ ФОРМАЦИИ	26
1. Золото-сульфидно-теллуровая формация	26
Зодское месторождение золото-сульфидно-теллуровых руд . . .	28
а. Геолого-петрографическая характеристика месторождения	28
б. Структурные особенности и этапы формирования месторож- дения	30
в. Формы, строение и условия залегания рудных тел . . .	37
г. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд	41
д. Генетические особенности и перспективы месторождения	45
Меградзорское месторождение золото-сульфидно-теллуровых руд	46
а. Геолого-структурные особенности месторождения . . .	46
б. Формы, строение и условия залегания рудных тел . . .	50

в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд	53
г. Генетические особенности и перспективы месторождения	57
Другие небольшие и слабо изученные рудопроявления золото-сульфидно-теллурических руд	57
2. Золото-сульфидная формация	59
Тейское месторождение золото-сульфидных руд	60
а. Геолого-структурные особенности месторождения	61
б. Формы, строение и условия залегания рудных тел	63
в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд	65
г. Генетические особенности и перспективы месторождения	69
Личквасское месторождение золото-сульфидных руд	71
а. Геолого-структурные особенности месторождения	71
б. Формы, строение и условия залегания рудных тел	73
в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд	75
г. Генетические особенности и перспективы месторождения	78
Шаумянское месторождение золото-сульфидных руд	79
а. Геолого-структурные особенности месторождения	79
б. Формы, строение и условия залегания рудных тел	80
в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд	81
г. Генетические особенности и перспективы месторождения	85
Арманиское месторождение золото-сульфидных руд	86
а. Геолого-структурные особенности месторождения	86
б. Формы, строение и условия залегания рудных тел	88
в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд	90
г. Генетические особенности и перспективы месторождения	94
Другие месторождения и проявления золото-сульфидных руд	96
а. Гегарчинское месторождение	96
б. Лалигюхское месторождение	98
в. Пхрутское месторождение	101
г. Карабердское месторождение	102
д. Марцигетская группа месторождений и проявлений	103
3. Золото-шеелитовая формация	103
Гамзачиманское месторождение золото-шеелитовых руд	104
а. Геолого-структурные особенности месторождения	105
б. Формы, строение и условия залегания рудных тел	107
в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд	108
г. Генетические особенности и перспективы месторождения	112

4. Золото-свинцово-сурьмяная формация	113
Азатекское месторождение золото-свинцово-сурьмяных руд .	114
а. Геолого-структурные особенности месторождения . .	114
б. Формы, строение и условия залегания рудных тел . .	116
в. Характер оруденения и особенности минерального состава и геохимии руд	117
г. Генетические особенности и перспективы месторождения .	120
Другие рудопроявления золото-свинцово-сурьмяных руд . .	122
а. Золото-свинцово-сурьмяное месторождение Софи-бина .	122
5. Золото-кварцевая формация	123
а. Капутсарское месторождение золото-кварцевых руд . .	125
б. Зарский и Ванкидзорский рудопроявления золото-кварце- вых руд	126
6. Золотоносные вторичные кварциты	127
а. Кавартское месторождение золотоносных вторичных квар- цитов	128
б. Другие проявления золотосодержащих вторичных кварцитов	129
Б. ЭКЗОГЕННЫЕ ФОРМАЦИИ	129
1. Золотоносная железная шляпа сульфидных месторождений .	129
а. Золотоносная железная шляпа Тандзутского серноколчедан- ного месторождения	130
2. Золотоносные россыпи	131
а. Золотоносные россыпи Зодского месторождения . . .	133
б. Месторождения золотоносных россыпей р. Агстев . .	134
в. Золотоносные россыпи Гамзачиманского месторождения	135

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

МИНЕРАЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ 136

I. МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖ- 136 ДЕНИЙ 136

1. Гипогенные рудные минералы	137
а. Самородные элементы	137
б. Сульфиды и сульфосоли	144
в. Теллуриды	167
г. Окислы и вольфраматы	186
2. Жильные минералы	188
3. Гипергенные минералы	190
4. Минералы гидротермально измененных пород	196

II ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РУДООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ	200
Золото (201), серебро (208), селен (212), теллур (215), висмут (219), кадмий (222), индий (225), галлий (226), германий (226), таллий (227), рений (227), олово (228), ртуть (229), железо (230), хром (230), титан и ванадий (231), марганец (231), никель (231), кобальт (232), молибден (234), вольфрам (234), медь (235), свинец (235), цинк (236), сурьма (237), мышьяк (238), сера (239), кислород (240).	
III. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНЫХ ТЕЛ, СТРУК- ТУРЫ И ТЕКСТУРЫ РУД	241
1. Морфологические особенности рудных тел	241
2. Структуры и текстуры руд	243
IV. СООБРАЖЕНИЯ ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОЛОТОРУД- НЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	258
1. Связь золоторудной минерализации с определенными типами по- род	259
2. Структурные условия локализации руд	260
3. Гидротермальные изменения пород	264
4. Характер гидротермальных растворов	267
5. Температура и глубина рудообразования	270
6. Возраст золоторудной минерализации	274
V. ПЕРСПЕКТИВЫ И НЕКОТОРЫЕ ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ ЗО- ЛОТОРУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ	277
VI. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ ИЗУЧЕНИЮ ЗОЛОТОРУДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ	284
ЛИТЕРАТУРА	292

АМИРЯН ШАВАРШ ОГАНЕСОВИЧ

ЗОЛОТОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ АРМЯНСКОЙ ССР
(ГЕОЛОГИЯ, МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ, ГЕОХИМИЯ И ОСОБЕННОСТИ
МЕТАЛЛОГЕНИИ)

Редактор издательства Ж. В. НАЛЧАДЖЯН
Худ. редактор Г. Н. ГОРЦАКАЛЯН
Тех. редактор Л. К. АРУТЮНЯН
Корректор С. Г. ПИРОЕВА

ИБ № 586

Сдано в набор 18.01.1984 г. Подписано к печати 18.07.1984 г.
ВФ 09888. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага № 1. Шрифт «Лат.»,
высок. печать. П. л. 19,0. Усл. печ. л. 17,67 кр. от. Учетно-изд. л. 19,5.
Тираж 900. Зак. № 44. Изд. № 6113. Цена 3 р. 20 к.

Издательство АН АрмССР, 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24 г.
Типография Издательства АН Арм. ССР, 378310, г. Эчмиадзин.