

487

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

МАГАКЬЯН И. Г.

АЛАВЕРДСКИЙ ТИП ОРУДЕНЕНИЯ
И ЕГО РУДЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН

1947

Печатается по распоряжению
Президиума Академии Наук Армянской ССР.
Президент В. А. АМБАРЦУМЯН.

Отв. редактор А. П. ДЕМЕХИН

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа выполнена в течение 1943—1944 г. г.; основной ее задачей было выяснение генетических особенностей месторождений богатых колчеданных руд Северной Армении, расположенных в Алавердском и частью Степанаванском и Кироваканском районах республики.

Большое внимание уделено характеристике отдельных типов руд (рудных формаций) и микроскопическому их исследованию, что должно способствовать более правильному представлению о взаимоотношениях отдельных типов руд и практической ценности последних.

В 1943 году составлена сводка литературных материалов и проведено микроскопическое исследование коллекций проф. О. Т. Карапетяна, хранящихся в музее Геологического института. В 1944 г. автор возглавлял экспедицию № 1 Геологического института АН Арм. ССР, в работах которой, по изучению рудных месторождений Северной Армении, приняли участие геологи А. Е. Кочарян, Н. А. Саакян, В. Х. Иашвили-Ароян, И. Г. Гаспарян и Э. А. Хачатрян.

В результате проведенных исследований выделен единый для северных дуг Малого Кавказа тип оруденения, названный «алавердским»; последний рассматривается как вариация общемирового типа медистых колчеданных залежей, сформировавшихся на небольшой глубине и при невысокой температуре.

1. ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ И СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ

Горный промысел, на базе богатых медных и полиметаллических месторождений Алавердского района, возник задолго до широко известных греческих разработок XVIII столетия и уходит своими корнями в древнейшие времена. А. Иессен (22) намечает два периода в развитии древнейшей металлургии меди: первый — плавка окисленных руд и второй, более поздний, — сернистых руд.

В связи с находкой J. de Morgan'ом (71) синопских монет около древних медных выработок и плавилен*, имеются серьезные основания говорить о существовании в Алавердском районе добычи и выплавки меди уже в эпоху около VIII—IX в. в. до нашей эры, т. е. почти три тысячи лет назад.

При разработке месторождений Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Шагали-Элиар и Сисимадан были встречены древние выработки, которые во многих случаях были направляющими для более поздних греческих работ. Для древних работ характерен значительный масштаб разработок и охват верхних горизонтов почти всех известных сейчас месторождений.

Разрабатывались и плавилась главным образом медные руды и, местами (Сисимадан, Кохб), судя по свойствам шлаков, одновременно руды железа; в небольшом масштабе выплавлялся свинец и извлекались, возможно, серебро и золото.

Интересно отметить, что в литературе по древней истории Армении имеются определенные указания на выплавку, на севере страны, в богатой рудами провинции Гугарк (куда входит Алавердский район), меди значительно более светлого цвета, чем обычная, путем добавления к медной руде «белой земли».

Очевидно, имеется в виду латунь, а «белая земля» не что иное как окисленная (галмейная) цинковая руда, присутствующая обычно в верхних горизонтах медных и полиметаллических месторождений.

Сведения о разработке руд Алавердского района в средние

* Место находки у следов древнего поселения на берегу р. Лалвар возле Алавердского месторождения.

века весьма скудны и только по косвенным данным (построение в VI в. нашей эры Ахталского монастыря, дворца и укреплений) можно считать вероятным разработку в это время Ахталского месторождения, богатые руды которого выходят на поверхность и представляли большую ценность как источник серебра, золота, меди и свинца.

Более определенны сведения о разработке Алавердской группы месторождений в XII веке, в царствование Тамары.

Период греческих работ начинается в 40-ых годах XVIII столетия, когда разработка месторождений была возобновлена греками — рудокопами, пришедшими из Турции.

В 1763 г. был основан Ахталский завод, а в 1770 г. Алавердский, причем в первые годы, из руд месторождений Алаверди и Шамлуг вместе, выплавлялось от 80 до 240 тонн меди ежегодно, а из руд Ахталского месторождения, кроме меди и свинца, извлекалось ежегодно от 700 до 1700 кг серебра и, соответственно, от 20 до 50 кг золота.

В 1785 г., при нашествии Омар-хана Аварского, и в 1795 г., при нападении Ага-Магомет-хана, рудники и заводы были разорены, но каждый раз, вскоре после того, работы возобновлялись вновь, хотя и в меньшем масштабе (55).

В течение почти всего XIX столетия (до 1887—1888 г. г.) работы на основных месторождениях Алавердского района велись греками, на большинстве рудников с перерывами и в небольшом масштабе; разработка велась примитивно и только в верхних горизонтах, где богатые руды выбирались неглубокими наклонными выработками, плавка производилась примитивным «азиатским» способом.

Третий период работ (с конца XIX столетия) связан с привлечением французских концессионеров, приступивших к систематической разработке месторождений Алавердского района. Другие концессионеры (немецкие) разрабатывали сходные по типу месторождения Кедабек и Кварцхана, а англо-американская компания приступила к освоению месторождения Дзансул.

Для этого периода характерен значительный размах эксплуатационных работ на отдельных, считавшихся наиболее крупными и рентабельными, месторождениях и внедрение передовых методов разработки и выплавки руд.

Французами работы велись главным образом на Алавердском месторождении (добыча руды превысила 60 тыс. т в год), в гораздо меньших масштабах разрабатывались Шамлугское (ежегодная добыча 7—8 тыс. т руды) и Шагали-Элиарское (ежегодная добыча 5—6 тыс. т, в отдельные годы до 30—40 тыс. т руды); периодически разрабатывались также, в очень скромных масшта-

бах, Ахталское, Сисимаданское, Мец-дзорское, Чибухлинское и некоторые другие месторождения.

Ежегодная выплавка меди на Алавердском заводе, в годы перед войной 1914 г., превышала 3 тыс. тонн металла.

Война и ее последствия нанесли сильный удар и привели в упадок мединорудную промышленность всего Закавказья. Кроме того, отрицательно сказались еще два обстоятельства: во-первых, в результате интенсивной разработки концессионерами два крупных объекта Алаверди и Кедабек оказались почти выработанными, во-вторых, — крупные месторождения Кварцхана и Дзансул, в отторгнутом Турцией Арвинском округе, очутились за рубежом.

К этому следует добавить отсутствие разведанных запасов руды на всех остальных месторождениях.

В этих трудных условиях проводилось восстановление мединорудной промышленности Алавердского района после установления Советской власти в Армении, и в 1925 году Алавердский завод вновь задымил, переплавляя руды Шамлугского и, отчасти, Алавердского месторождений.

В настоящее время разрабатывается только Шамлугское месторождение, остальные месторождения или проходят стадию разведки, или нуждаются в серьезном изучении и разведке.

2. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Первые ценные сведения о месторождениях Алавердского района мы встречаем в работах Н. Abich'a (I, 57), который совершенно правильно, почти сто лет назад, отмечает металлоносность молодых гранитов и связанных с последними сиенитов, диоритов и порфиоров; возраст вмещающих оруденение эффузивных и осадочных толщ определен как верхне-юрский, меловой и третичный. В работах приводится краткое описание Алавердского, Шамлугского и Сисимаданского месторождений.

В более поздних работах конца XIX столетия А. Braly (59) и J. de Morgan'a (70) описываются Алавердское и Ахталское месторождения, причем отмечается гидротермальный генезис месторождений, линзообразная форма рудных тел и приуроченность их к сбросу (для Алавердского месторождения), вдоль которого проникали растворы, вызвавшие окварцевание пород и минерализацию.

Из работ первой четверти XX столетия наиболее интересны следующие: Н. А. Морозова (37), детально описавшего геологию и петрографию района и Алавердское месторождение, О. Т. Кагаретян'a (64) по Шамлугскому месторождению, С. В. Константинова (24) по Алавердскому типу и, особенно, работа Н. С. Успенского по Кедабекскому типу медных месторождений (53).

Последняя работа представляет обобщающую сводку по количе-

данным месторождениям М. Кавказа и основана главным образом на изучении Кедабекского и Кварцханского месторождений; написанная в 1910 году, она удачно оттеняет некоторые особенности типа и до сих пор представляет ценность, хотя, конечно, нуждается в значительной доработке с учетом тех новых данных, которые накопились за последние тридцать с лишним лет.

Н. С. Успенский, выделяя Кедабекский тип медных месторождений, характеризует его следующими основными признаками.

1. Рудоносная порода представляет собою вторичный кварцит, который образовался при замещении различных эффузивных пород.
2. Скопления колчеданистых руд залегают во вторичных кварцитах вблизи контакта их с другой породой, которая должна быть достаточно непроницаема для растворов.
3. Вторым условием практической рудоносности кварцитово́й толщи, помимо покровной породы, является наличие в кварците достаточного количества трещин, далеко проникающих в глубину.
4. Наиболее обычна штокообразная форма масс руды, состоящей из пирита с примесью халькопирита, борнита, сфалерита и иногда пирротина, гематита и галенита. Для богатых медных руд Кедабека характерна примесь барита.
5. Наиболее богатые медные руды залегают вблизи контакта кварцита с боковой породой. Обогащение медью имеет место также около порфиритовых жил и трещин, пересекающих штоки.
6. Наряду с штоками, среди кварцитов, как в самом контакте, так и вблизи него, можно наблюдать рудные скопления небольшой мощности, но значительных размеров по простиранию и падению, образующих иногда целую свиту параллельных слоев.

Из работ советских геологов наиболее полны и ценны работы В. Г. Грушевого по Алавердскому рудоносному району и Алавердскому месторождению (12, 13, 14, 15), И. В. Барканова по рудоносности Степанаванского района (3, 4), С. С. Мкртчяна по Чибухлинскому месторождению (35), О. С. Степаняна и Н. Я. Монахова по Шамлугскому и Ахтальскому месторождениям (49, 50), Г. А. Пилояна по месторождению Шагали-Элиар (43).

В самое последнее время (с 1944 года) изучением Алавердского рудоносного района занялась группа работников МГРИ (6).

Характеризуя состояние изученности отдельных месторождений района, следует отметить некоторые пробелы и отсутствие ясности по многим вопросам, существенным для понимания структуры и генезиса месторождений, а следовательно и перспективности их.

Такое положение объясняется не только сложностью структур и генезиса месторождений типа колчеданных залежей, но также отсутствием специальных исследований и недостаточным объемом разведочных работ на ряде объектов.

Например, центральная часть Алавердского месторождения выработана, но перспективы его в северном и южном направлениях неясны; Шамлугское месторождение, перспективное в В и СВ флангах, нуждается в крупных разведочных работах; неясны масштаб и особенно перспективы глубоких горизонтов месторождений Шагали-Элиар, Сисимадан, Ахтала, Чибухлы, Мец-дзор и др.

Изучение перечисленных месторождений продолжается и безусловно будет расширено—этого требуют интересы обеспечения Алавердского завода местным сырьем.

Для правильного направления дальнейшего изучения и разведки отдельных месторождений необходимо понимание общих закономерностей, которым подчинено оруденение данного типа, и сводная работа должна оказаться полезной.

Задача нашей работы уточнить генетическую связь месторождений с металоносными очагами, установить соотношения между рудами различных типов (формаций), выяснить те благоприятные условия, при которых происходило образование промышленных концентраций руд, изучить минералогический и элементарный состав руд.

Все это вопросы, разработка которых поможет научно обосновать направление поисково-разведочных работ и устранить потерю тех ценных компонентов руд, которые недостаточно изучены.

II. КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Значительный интерес, который представляла геология северной части Арм. ССР, и наличие здесь достаточно крупных и давно эксплуатируемых месторождений богатых медных и полиметаллических руд, стимулировали постановку детальных геологосъемочных и поисково-разведочных работ.

В период с 1924 по 1934 г. г. (с перерывами) ст. геологом ВСЕГЕИ В. Г. Грушевым засняты в масшт. 1:42000 большая часть Алавердского района и бассейны р. р. Сиси-су и Шакар-джур, а в 1937 г. в масштабе 1:100000 Кохб-Шнохская интрузия кварцевого диорита; автор в ряде работ детально разработал стратиграфию района и приводит описание интрузивных пород и связанных с ними рудных месторождений. В 1932 г. К. Н. Паффенгольд составил геологическую карту масштаба 1:42000 и детальное описание, смежного с Алавердским, района Армутлы-Кульп (40), а И. В. Барканов в 1934—1936 г. г.—геологическую карту масштаба 1:42000 с описанием геологии и рудоносности Степанаванского района (3, 4).

Краткий геологический очерк, приведенный ниже, составлен на основе указанных работ с дополнением некоторыми новыми данными, которые были собраны нами летом 1944 г. при изучении металлогении северных районов Арм. ССР.

1. СТРАТИГРАФИЯ

Стратиграфический разрез снизу вверх представлен следующими толщами:

- а) метаморфические сланцы кембрия-докембрия (к ЮЗ от г. Степанаван).
- б) кварцевые порфиры нижней юры (на участке Ахтальского месторождения); некоторыми геологами они относятся к средней юре, другие (А. Т. Асланян) считают их гипабиссальной интрузией.

На кварцевых порфирах несогласно залегает

- в) вулканогенная толща средней юры, широко развитая в СВ части района; мощность ее достигает 1,5—2 км.

Толща начинается эпидотизированными порфиритами, переходящими кверху в туфобрекчии, туфы и туффиты, перекрытые туфо-конгломератами и порфиритами.

В туфопесчаниках была найдена фауна аммонитов бат-байоса.

- г) Известняки верхней юры; несогласно перекрывают вулканогенную толщу средней юры (развиты в Иджеванском районе).
- д) Туфовидные песчаники и известняки сеномана, несогласно перекрывающие отложения верхней юры; развиты к В от с. Кохб.
- е) Вулканогенная толща турона (туфобрекчии, порфириты, туфы, туфогенные песчаники, известковистые песчаники и песчанистые известняки).
- ж) Известняки и мергели сенона.

Последние две толщи развиты к востоку от Алавердского рудного района, а отложения сенона, кроме того, еще в Чибухлинском хребте.

- з) Вулканогенная толща эоцена; широко развита в западной и юго-западной частях описанного района.

Нижняя вулканогенная толща авгитовых порфиритов сменяется кверху свитой известковистых песчаников и мергелей с фауной нуммулитов лютетского яруса; последняя перекрыта порфиритами, их туфами и лавами среднего и верхнего эоцена.

В долине р. Сиси-су туфо-порфиритовой толще эоцена подчинены известняки без фауны.

- и) Вулканогенная толща олигоцена, представленная долерито-

выми базальтами, переходящими кверху в андезито-базальты и андезиты.

к) Четвертичные лавы, туфы, отложения террас и аллювиально-делювиальные отложения.

Остается привести те новые данные, которые были получены нами и несколько дополняют изложенный выше стратиграфический разрез.

Во-первых, к СЗ от с. Кохб, на участке железорудного месторождения Цакери-дош, в верхах вулканогенной толщи, относимой к средней юре, отмечены и закартированы линзы серых кристаллических органогенных известняков с обломками раковин пелесипод и с микрофауной; по простиранию линзы известняков протягиваются на десятки и сотни метров при мощности в несколько метров до несколько десятков метров. Мы относим их, условно, к верхам средней юры или даже к верхней юре.

Во-вторых, в верховьях р. Бабаджан закартирована свита песчаников и мергелей у с. Шамут, а по р. р. Сары-булаг и Джангарлу толща известняков. В верховьях р. Бабаджан, в мергелях эоцена собрана обильная фауна нуммулитов и гастропод, которые, по предварительному определению проф. С. С. Кузнецова, позволяют отнести эту толщу к низам среднего или верхам нижнего эоцена. К северу от с. Шамут, по руслу ручья, наблюдались большие глыбы известняка (переполненного мшанками), которые выносятся из задернованных склонов ущелья ручья Шамут. Эти мшанки прекрасной сохранности определить пока не удалось и возраст известняков этого участка остается неизвестным.

Наконец, в известняках Сисимадана, в карьере на г. Цакери-глух, были найдены остатки морского ежа и пелесиподы, которые позволяют определить, предварительно, возраст известняков как верхнемеловой.

Нужно констатировать, что стратиграфия исследованной территории вообще и вулканогенных толщ юры и эоцена в частности разработана еще недостаточно, и это понятно, учитывая трудности расчленения эффузивных комплексов и постановку специальных работ в этом направлении только в последние годы. С другой стороны, отмеченные толщи являются рудовмещающими для громадного большинства месторождений и детальное их расчленение — совершенно неотложная задача; поэтому, перечисленные в стратиграфическом разрезе и в перечне новых данных горизонты туфо-осадочных и карбонатных пород (особенно с фауной) должны стать предметом специального исследования, как опорные горизонты для разработки стратиграфии и решения в ряде случаев, когда они являются рудовмещающими или дают активные контакты, вопроса о возрасте интрузий и оруднения.

2. ИНТРУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ

Сводка по интрузивным породам северной Армении принадлежит В. Г. Грушевому (18); он выделяет две полосы интрузий — северную (Алавердскую) и южную (Бзовдальскую).

К северной полосе отнесены с запада на восток следующие интрузии: гранодиорит-порфир вершины г. Лок, прорывающий туфо-порфировую толщу эоцена, крупная интрузия по р. Банушачай (граниты, гранодиориты, диориты), рвущая толщу верхнего мела, а на г. Лалвар известковистые песчаники эоцена; Шнох-Кохбская интрузия кварцевого диорита, прорывающая вулканогенную толщу средней юры. Южнее этой главной полосы интрузий протягивается ряд выходов интрузивных кварцевых альбитофиров и порфиров, представляющих пологопадающие на север пластообразные залежи или, иногда, лакколиты. Несколько небольших выходов гранита и гранодиорита обнажаются у с. Ахпат, габбро-диориты у раз'езда Кобер и к востоку от с. Атан; в Степанаванском районе небольшие интрузии кварцевого диорита и гранодиорита врут толщу эоцена.

К южной полосе (Бзовдальской) относятся небольшие выходы гранодиоритов Чибухлинского хребта и интрузии кварцевого мэнцонита, переходящего в гранит, гранодиорит и габбро, бассейнов р. р. Сиси-су и Шакар-джур. По р. р. Черная и Желтая, в Чибухлинском хребте, прослежена мощная дайка габбро-пироксенита, приуроченная к крупному надвику вдоль контакта известняков сенона с вулканогенной толщей эоцена.

Возраст перечисленных интрузий в большинстве случаев определенно устанавливается как третичный (после средне-эоценовый) по активным контактам с толщей эоцена; несколько неясен возраст Кохб-Шнохской интрузии, которая возможно древнее и относится к меловому (предсеноманскому) возрасту.

Большинство интрузивов описано довольно детально, поэтому в дальнейшем мы ограничиваемся более подробным описанием только двух крупных интрузий — Бзовдальской и Кохб-Шнохской, по которым накопился дополнительный материал.

3. ТЕКТОНИКА

В работах К. Н. Паффенгольца и В. Г. Грушевого (40, 15) тектоника исследованной территории намечена лишь в самых общих чертах и нуждается в детализации.

По своему геологическому строению большая северная часть области рассматривается как часть крупной структурной единицы — Сомхетско-Ганджинской пологоскладчатой зоны, а меньшая — южная часть, охватывающая хребты Чибухлинский, Бзовдальский и Геджалинский, относится уже к складчатой зоне Армении.

Граница между этими двумя зонами тектоническая и представлена системой надвиговых нарушений, являющихся продолжением на запад Гокчинского надвига (поддвига), по которому эоценовые и меловые толщи складчатой зоны Армении пододвинуты на север под юрскую и меловую вулканогенные толщи Сомхетско-Ганджинской зоны.

В северной части широко развиты вулканогенные отложения доггера, среднего и частью верхнего эоцена, а также туфогенные и карбонатные отложения верхнего мела. Перечисленные выше отложения смяты в широкие пологие складки СЗ-ЮВ простирания и прорваны интрузиями гранитоидов (гранодиориты, кварцевые диориты, граниты, альбитофиры и порфиры), возраст которых определяется как верхне-эоценовый.

В южной части развиты исключительно эоценовые вулканогенные отложения, а в Чибуклинском хребте также известняки сенона. Складчатость здесь более интенсивная; отложения эоцена и сенона смяты в складки СЗ-ЮВ, почти широтного простирания, и прорваны интрузиями гранодиоритов и кварцевых монцитов, которые синхроничны по возрасту и близки по составу интрузиям, развитым в более северных районах.

Судя по наблюдениям в пределах описанной территории и данным по соседним районам, здесь проявились орогенические фазы докаледонского и каледонского времени (складчатость метаморфических сланцев), древне-киммерийская фаза (несогласное залегание песчаников нижнего лейаса на породах кембрия-докембрия), донецкая фаза (слабое несогласие между кварцевыми порфирами верхнего лейаса и вулканогенной толщей нижнего лейаса), движения между верхним лейасом и нижним байосом.

Крупные движения имели место перед сеноманом (австрийская фаза), на границе сеномана и турона, а также в верхнем туроне и на границе верхнего мела и эоцена (ларамийская фаза). Наиболее интенсивная орогеническая фаза проявилась в верхне-эоценовое-нижне-олигоценовое время.

4. ОПИСАНИЕ РУДНЫХ ОБЛАСТЕЙ И РАЙОНОВ

В соответствии с делением описанной территории на две крупные геолого-тектонические зоны—северную (Сомхетско-Ганджинскую) и южную (складчатая зона Армении), все месторождения северных районов Армении можно сгруппировать в две рудные области—северную—Алавердскую и южную—Чибуклы-Геджалинскую (рис. 1).

А. Алавердская рудная область располагается целиком в пределах пологоскладчатой Сомхетско-Ганджинской зоны и по характеру господствующих отложений и интрузий может быть разделена на две части: СВ, сложенную вулканогенной толщей средней юры и отчасти вулканогенными и осадочными отложениями

верхнего мела, и ЮЗ, где господствующими являются вулканогенные толщи эоцена. Почти на всем протяжении границы вулканогенных толщ юры и эоцена прослеживается свита известковистых туфопесчаников и мергелей лютетского яруса, которая трансгрессивно перекрывает вулканогенную толщу средней юры и подстилает, в свою очередь, вулканогенные и туфогенные отложения эоцена. Вулканогенная толща средней юры прорвана крупными интрузивными телами гранитоидов, с которыми тесно связаны небольшие тела альбитофиров и порфиоров; что касается полосы эоценовых отложений, то она представляет в основном крипто-или акробатолитовую область, где на поверхности обнажаются лишь небольшие тела интрузивов типа штоков, или пластовых залежей между различными толщами (между юрой и эоценом). Детали тектонического строения неясны и, довольно обоснованно, можно говорить только о том, что вулканогенная толща юры смята в пологую крупную антиклиналь СЗ—ЮВ простирания, которая смыкается на юге с антиклиналью такого же характера и простирания, сложенную эоценом.

В пределах области выделено четыре рудных района: Алавердский, Кохб-Иджеванский, Бабаджанский и Леджанский, которые обособляются территориально, характеризуются каждый определенной геологической обстановкой, более или менее ясной связью месторождений с определенной группой интрузивных пород, типами руд и месторождений, образующих внутри района тесно связанную единую генетическую, а часто и экономическую группу:

а) Алавердский рудный район сложен вулканогенной толщей средней юры и только на вершине г. Лалвар развиты отложения эоцена, а на участке Ахталского месторождения кварцевые порфиры верхов лейаса (?).

Крупные, вытянутые в широтном направлении интрузии гранодиоритов и гранитов прорывают вулканогенные отложения средней юры, а на г. Лалвар, по наблюдениям В. Г. Грушевого, (15) рвут известковистые песчаники с фауной среднего эоцена.

Южнее главной полосы развития гранитов и гранодиоритов, в ЮЗ—СВ направлении, протягивается полоса малых интрузий — альбитофиров и порфиоров, представленная пластовыми интрузиями, лакколитами и дайками.

Большая часть этих малых интрузий приурочена к широтной полосе смятия и к межпластовым подвижкам, сопровождающим складчатость; другая часть альбитофиров и порфиоров выполняет трещины.

Характерной особенностью Алавердского рудного района является наличие месторождений типа колчеданных залежей, представленных медно-серноколчеданными и полиметаллическими

штоками (линзами) месторождений Алаверди, Шамлуг и Ахтала.

Подчиненное значение имеют минерализованные зоны и штокверки медных месторождений Агви и Палан-Токаян и жиллообразные и гнездообразные скопления барита (Уч-Килиса, Акори, Ахтала).

Рудные месторождения залегают все среди вулканогенной толщи средней юры, кроме рудных тел Ахталского месторождения, залегающих среди кварцевых порфиров нижней юры (?) и в контакте последних с порфиритами средней юры.

Необходимо отметить приуроченность рудных тел Шамлугского месторождения к горизонту рассланцованных кератофиров, Алавердского месторождения — к тектоническому контакту туфобрекчий, туфов и песчаников с толщей порфиритов и брекчий порфиритов, рудных тел баритовых месторождений Уч-Килиса и Акори — к туфо-осадочной серии верхов средне-юрской толщи, наконец, минерализованных зон и штокверков месторождений Агви и Палан-Токаян (а также южной части Алавердского месторождения) к плотным туфам и порфиритам.

Генетически, судя по тесной связи рудных тел с фельзитами (Шамлуг) и альбитофирами (Уч-Килиса, Акори), расположению месторождений в территориальной близости от интрузий гранитоидов среди гидротермально измененных и минерализованных пород, месторождения связаны с неинтрузиями гранитоидов верхнего эоцена.

Господствующими типами руд являются на месторождениях Алаверди и Шамлуг медно-серноколчеданные, которым подчинены в верхних горизонтах и вдоль более поздних рудовмещающих структур, гнезда полиметаллических руд часто с баритом, а в нижних горизонтах — штоки серного колчедана с небольшим содержанием меди.

На месторождении Ахтала, наоборот, господствующими являются полиметаллические и очень тесно связанные с ними баритовые тела, а подчиненную роль играют медно-серноколчеданные и серноколчеданные линзы.

Месторождения Уч-Килиса и Акори представляют пример почти мономинеральных баритовых месторождений, но уже для месторождения Акори, особенно для участка, расположенного гипсометрически над Алавердским месторождением, отмечена примесь медных минералов.

В рудах месторождений Агви и Палан-Токаян заметное значение, наряду с медным и серным колчеданом, приобретает гематит и в этом отношении эти месторождения интересны, как переходные к расположенным западнее медно-гематитовым месторождениям типа Медная гора и Черемша.

На южном участке месторождения Агви развиты полиметаллические руды (Сурб-Акоп).

Приведенные данные о совместном присутствии на отдельных месторождениях нескольких типов руд, приобретающих различное значение на разных месторождениях, обособляющихся на отдельных участках или образующих самостоятельные месторождения, говорят о генетическом единстве руд различного состава; последние представляют результат одного длительного рудного процесса, давшего ряд типов руд (рудных формаций). Каждая рудная формация (характерный комплекс минералов) образовалась в определенных физико-химических условиях и отвечает определенному этапу развития рудного процесса.

Иногда эта картина усложняется проявлением горизонтальной и вертикальной зональности (Алаверди, Агви, Ахтала и др.).

Ввиду сравнительно хорошей изученности месторождений района, мы ограничились кратковременным осмотром их, сбором и обработкой материала по минералогии и геохимии руд, изученных пока недостаточно.

2528
6) Кохб-Иджеванский рудный район сложен вулканогенной толщей средней юры, в верхних горизонтах которой обнаружены линзы массивных известняков, содержащих фауну.

Эта толща прорвана крупной интрузией кварцевого диорита, которая обнажается на площади более 80 кв. км.

По своему составу значительные участки интрузии относятся к плагиограниту или (когда кварца меньше, а плагиоклаз более основной) к кварцевому диориту.

14797
Под микроскопом порода состоит из плагиоклаза (олигоклаз, реже зональный андезин), количество которого составляет 40 — 45%, щелочного полевого шпата (обычно не более 15—20%), кварца (20—30%), роговой обманки (5—10%), биотита (5—10%), реже авгита (5—10%).

Из вторичных минералов довольно часто встречаются: хлорит, эпидот и сфен, а среди акцессорных установлены: апатит, циркон, магнетит и ильменит.

Выше с. Кохб, по р. Кохб-джур, периферия массива сложена мелкозернистым аплитовидным гранитом, состоящим из щелочного полевого шпата, альбит-олигоклаза и кварца с небольшой примесью биотита и акцессорными — апатитом и цирконом.

Интересно отметить, что лейкократовый гранит-аплит из краевой фации интрузии подобен породе Урутского массива (Степанаванский район). С внедрением Кохб-Шнохской интрузии связаны контактовые изменения в вулканогенной толще средней юры и процесс оруденения.

Главное значение имеют месторождения железа, представленные магнетитовыми рудами в контактовой зоне (Цакери-дош, Карцах, часть месторождения Мисхана) и кварц-гематитовыми жилами (Бовери-гаш, часть месторождения Мисхана и др.) среди интрузивного массива.

Несколько дальше от контакта с интрузией находятся не-

большие медные (Кохб, Шнох) и баритовые (Кохб) месторождения, имеющие характер жил или минерализованных зон среди порфириров.

Наиболее удалены от интрузии месторождения марганцевых руд (представлены кристаллическим пиролюзитом и псиломеланом) в форме жиллообразных тел и метасоматических гнезд и линз; генетическая связь этих месторождений с интрузиями может основываться только на ряде косвенных данных.

в) Бабаджанский рудный район располагается почти целиком в области развития эффузивных пород эоцена. Преобладают лабродоровые и авгитовые порфириды и диабазовые порфириды, которые переслаиваются с кварцевыми порфирами и их туфами, а также с туфопесчаниками. Этот комплекс прорван небольшими штоками порфировидного оливинового диабаз и интрузиями гранитоидов.

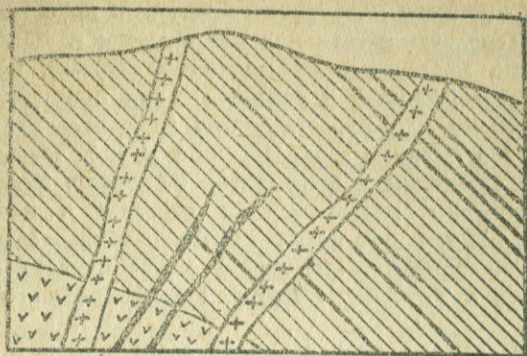
Интересно отметить, что в среднем течении р. Чатын-даг (в 2 км к СВ от с. Марц) нами наблюдалось пересечение толщ мергелей и песчаников среднего эоцена (с фауной нуммулитов и гастропод) дайками порфирита и жилами кварца и барита (рис. 2) с вкрапленностью борнита и халькопирита. Этот факт неоспоримо устанавливает после средне-эоценовый возраст оруденения.

Небольшие месторождения меди, полиметаллов, железа, барита, серного колчедана и марганца располагаются в пределах полосы СЗ—ЮВ простирания и приурочены к гидротермально измененным, нередко пиритизированным эффузивным породам эоцена; эти данные подсказывают вероятность наличия здесь не вскрытого взрывом интрузивного тела, вытянутого также в СЗ—ЮВ направлении, с которым генетически связана рудоносность района.

Месторождения медных руд представлены штокверковым типом в туфах и порфиритах средней юры (Спасакар) и жильным в порфиритах эоцена (Дзаги-дзор, Мамхут-тала). Небольшие месторождения полиметаллов, барита и серного колчедана представляют жилы или чаще минерализованные зоны в порфиритах, а месторождения марганца (Дебет)—гнезда и штокверк пиролюзита в туфобрекчиях эоцена. Что касается железорудных месторождений, они представлены гранат-магнетитовыми гнездами в контакте известняков с порфиритами.

г) Леджанский рудный район сложен порфиритами и туфопесчаниками эоцена, прорванными небольшими интрузиями гранит-аплита (у с. Урут) и гранодиорита.

В контактах Урутской интрузии с порфиритами развит турмалин; последний обычен на участке месторождения Мец-дзор, а также по соседним ущельям Пучур-дзор и Леджан; т. к. этот тип контактового воздействия совершенно не характерен для интрузий района состава гранодиорит-кварцевый диорит, можно пола-



-  ПОРОФИРИТЫ J_2
 ТУРБОПЕСЧАНИКИ И МЕРГЕЛИ C_{OCS_2}
 ЛЮТЕВСКИЙ ЯРС
 ДАЙКИ ПОРОФИРИТОВ
 КВАРЦЕВЫЕ И БРАНТОВЫЕ ЖИЛЫ
 С БОРИНТОМ И ЖЕЛЫКОПИРИТОМ

Рис. 2.

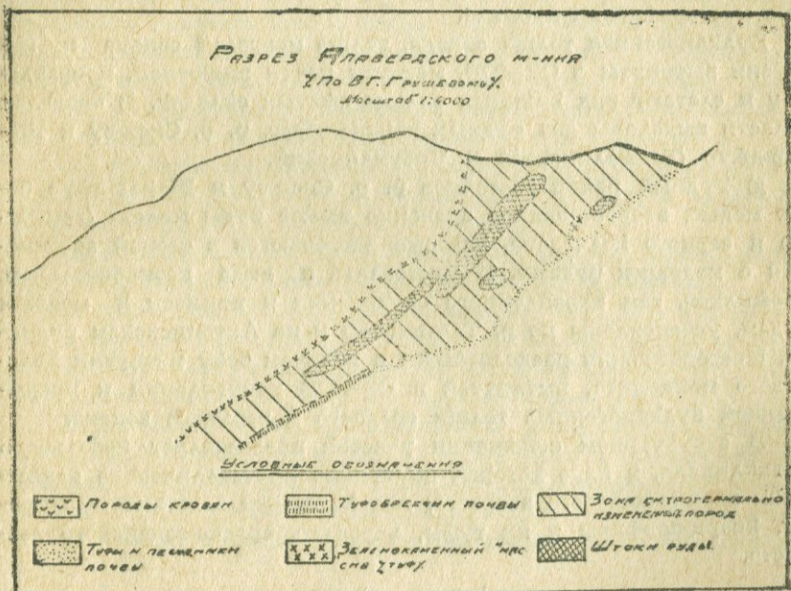


Рис. 3.

гать, что выход гранитной интрузии у с. Урут является небольшой частью крупного интрузивного массива, пока не вскрытого эрозией и располагающегося под ЮЗ склоном г. Леджан.

Небольшие месторождения медно-гематитовых, медно-мышьяковых (оловосодержащих) и свинцовых руд приурочены частью к благоприятному для рудоотложения горизонту известковистых туфопесчаников (Медная гора, Черемша и др.), частью же к отдельности и трещинам в порфиритах (Мец-дзор, Ягдан).

Генетически месторождения связаны с неинтрузиями гранитоидов, причем в то время как медно-гематитовые руды связаны с гранодиоритами, Мец-дзорское месторождение естественно связывать с Урутской интрузией лейкократового гранитап-лита.

Б. Чибухлы-Геджалинская рудная область расположена в пределах складчатой зоны Армении непосредственно к югу от разрывов, представляющих СЗ продолжение Гокчинского надвига, и сложена вулканогенными отложениями эоцена, прорванными интрузиями гранодиорита и монцонита.

В Чибухлинском хребте широко развиты известняки сенона, среди которых, вдоль контакта их с толщей эоцена, обнажаются интрузии габбро-пироксенитов.

Металлогения области связана с гранитоидами синхроничными по возрасту (в. эоцен) и сходными по составу с гранитоидами Алавердской рудной области; с интрузией габбро-пироксенитов, того же верхне-эоценового возраста, генетически связаны небольшие месторождения хромита.

Вулканогенная толща эоцена, толща мергелей сенона и интрузии вытянуты в СЗ—ЮВ, местами почти широтном, направлении и слагают ряд крупных сильно сжатых складок. В пределах области выделены два рудных района—басс. р. р. Сиси-су и Шакар-джур (Геджалинский) и Чибухлинский.

д) Рудный район бассейнов р. р. Сиси-су и Шакар-джур богат медью; второстепенное значение имеют руды железа (гематита) и серного колчедана, которые встречаются в тесной ассоциации с медными рудами. Полиметаллы, в виде незначительных прожилков, зон вкрапленного оруденения и примеси к медным рудам, установлены по р. Тлоти-джур и на Антониевском руднике. Месторождения располагаются в висячем боку интрузии кварцевого монцонита, вытянутой в СЗ—ЮВ направлении и прорывающей вулканогенные толщи среднего и верхнего эоцена.

В структурном отношении участок представляет небольшую антиклиналь, в ядре которой выступают кристаллические известняки верхне-мелового возраста, над которыми залегают порфири-ты, кварц-порфиры и их туфы, вероятно, средне-эоценового возраста.

Наиболее молодыми являются кератофиры, их туфы и туфобрекчии, перемежающиеся с андезитами и кислыми лавами аггломератового строения. Эта толща относится, условно, уже к верхнему эоцену.

В контакте кератофиров, андезитов и кислых лав с подстилающими их порфиритами и кварц-порфирами, находится полоса слоистых туфовидных пород, к которой приурочены наиболее крупные концентрации медных руд Шагали-Элиарского месторождения.

Инtruзия располагается несколько южнее оси антиклинали и имеет асимметрично куполовидное строение с пологим ССВ и очень крутым южным контактами, в связи с чем контактовые и гидротермальные изменения, а также оруденение приурочены исключительно к ССВ ее контакту.

Порода инtruзии представляет серую (иногда розовосерую) среднезернистую до мелкозернистую породу; в центральных частях массива порода более крупнозернистая, а в приконтактных участках — порфировидная.

Под микроскопом она оказывается чаще всего кварцевым монцитом или монцитом, с типичной монцитовой структурой; реже структура породы гипидиоморфно-зернистая, а по составу порода отвечает гранодиориту (розоватые и лейкократовые разности по левой составляющей р. Шакар-джур). Главной составной частью породы (40—45%) является таблитчатый плагиоклаз, обычно лабрадор № № от 56 до 64, нередко также зональный андезин; щелочного полевого шпата (анортоклаз с $2V = -46$ до -52) значительно меньше (15—20%) и только в розоватых гранодиоритах количество плагиоклаза и анортоклаза равное. Кварц присутствует в количестве от 15—20% в гранодиоритах и кварцевых монцонитах, до незначительной примеси в монцонитах.

Из цветных компонентов наиболее обычны обыкновенная розовая обманка (10—15%) и биотит (5—10%); иногда встречается диопсид (с $Ng 37^\circ$) в количестве до 10%.

Среди аксессуарных часто встречается апатит, сфен, циркон, магнетит, довольно часто рутил (коленчатые двойники).

В одном шпифе кварцевого монцитита, из приконтактной зоны встречены столбики и скопления лучистых кристаллов турмалина (очень резкий плеохроизм от почти бесцветного по Ng до густо-синезеленого по Np) а в другом — андалузит.

В контактах структура кварцевого монцитита роговиковая: порода состоит из смеси кварца и серицита с отдельными кристаллами полевых шпатов, вкрапленниками андалузита (удлинение —, $Ng-Np$ 0,009), изредка силлиманита (удлинение +, $Ng-Np$ 0,020); в таких породах обычно сравнительно много рутила и цир-

кона, иногда довольно много пирита, а часть кварца обязана припису кремнезема.

Ниже приведен анализ кварцевого монцонита (произведен А. А. Петросян в химлаборатории Института геологических наук в г. Ереване) и результаты пересчета анализа.

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	п/п прок.	Σ
59,49	0,70	16,52	6,86	2,44	5,32	2,20	3,24	3,08	0,67	100,52%

Данные по пересчету

Коэффициенты по Ф. Ю. Левинсон-Лессингу			
α	β	γ	R ₂ O:RO
2,9	45,1	2,2	0,37:1

Параметры по А. Н. Заварицкому									
a	b	c	S	f ¹	m ¹	c ¹	п	t	φ
11,8	13,4	5,3	69,5	62,2	28,5	9,5	61,2	0,9	44,6

В экзоконтакте интрузии монцонита, в результате воздействия на кварцевые порфиры и порфириты, образовались вторичные кварциты местами андалузитоносные.

В шлифах вторичных кварцитов среди основной кварцсеричитовой массы рассеяны столбчатые зерна андалузита (10–20, редко до 50%); в меньшем количестве встречается силлиманит, сфен, рутил, циркон, а в одном шлифе установлено до 15% лазулита (плеохроизм от бесцветного по Ng до сине-голубого по Np).

Контактовое изменение известняков выражается в образовании гранат-эпидотовых скарнов, кварц-тремолитовых пород и в окварцевании и оруденении известняков (месторождения Сиси-мадан, Антониевское и Тлоти-джур).

Рудные месторождения района вытянуты в полосу, параллельную контакту интрузии и располагаются на расстоянии от 0,5 до 1,5 км от последнего.

Устанавливается приуроченность одной части месторождений к известнякам (линзы и гнезда халькопирита с гематитом и пиритом на Сисимаданском и Антониевском месторождениях), другой части — к крутопадающим зонам в порфиритах (Чамлу, Заманлу, Элиар, участок штолен №№ 4, 6, 7 месторождения Шагали-Элиар), где руда имеет часто брекчиевидный характер, причем обломки порфирита сцементированы рудными минералами, или порфирит импрегнирован пиритом и пересечен прожилками халькопирита.

Наиболее крупные и перспективные концентрации руд, в форме линз и гнезд массивных медно-серноколчеданных руд, располагаются вдоль контакта порфиритов с перекрывающей их толщей кератофиров и андезитов и приурочены к благоприятному для оруденения горизонту рассланцованных туфов (Тлоти-джур, участок штолен №№ 1 и 2 месторождения Шагали-Элиар, участки Назои-юрт и Цахкот-юрт).

е) Чибухлинский рудный район.

Расположен по северному склону одноименного хребта; медные и серноколчеданные месторождения района приурочены к зоне измененных порфиритов среднего эоцена, прорванных небольшими интрузиями гранодиоритов. На локализацию оруденения решающее влияние оказывало наличие зоны контакта порфиритов с дайкой габбро-пироксенита, ограничивающей (экранирующей) оруденение на севере (35).

Руды залегают в форме штоков и линз и отличаются высокой концентрацией халькопирита и пирита, к которым местами примешиваются сфалерит, галенит и теннантит.

По характеру и типу, месторождения и руды сходны с Алавердскими и Шамлугскими и принадлежат к типу колчеданных залежей; серноколчеданные линзы обособлены от медноколчеданных, и в то время как первые находятся по р. Черной, вторые приурочены к левобережью р. Желтой. В то же время устанавливается и связь этих двух типов руд: по балке Рудокоп, недалеко от месторождения серного колчедана р. Черной, разведывались небольшие линзы медно-серноколчеданных руд. В самих рудах серноколчеданного месторождения по р. Черной наблюдаются прожилки медно-цинковых руд.

Генетически месторождения медных руд и серного колчедана связаны с интрузиями гранодиоритов; это подтверждается совпадением простираания интрузий, измененных пород и полосы оруденения, пологим падением интрузий на север в сторону измененных пород и месторождений, наконец, наличием оруденения в непосредственной близости от выходов интрузий. С дайкой габбро-пироксенитов связаны небольшие месторождения хромита.

III. ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛАВЕРДСКОГО ТИПА

АЛАВЕРДСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН

Алавердское месторождение расположено в 3 км к СЗ от ж.-д. станции и города Алаверди и долгое время было основным поставщиком богатой медной руды для местного завода.

Только за последний 200-летний период разработки месторождение дало около 1.100.000 т руды, из которой выплавлено почти 45.000 т меди.

В настоящее время центральная часть месторождения считается выработанной и рудник находится на разведочном режиме.

В первых описаниях месторождения Е. Eichwald'a. Н. Abich'a, А. Braly (60, 1, 59), которые застали разработку верхних горизонтов месторождения, отмечается гнездовая и линзообразная форма рудных тел, обилие гипса (особенно в висячем боку рудных тел), присутствие в руде наряду с халькопиритом и пиритом значительного количества борнита и блеклой руды. Представляет интерес указание на разработку полиметаллических и свинцово-серебряных руд; гнезда последних были особенно обильны на горизонте в 300—400 метров выше медных рудников.

Б локализации оруденения указывается расположение рудных тел в зоне измененных пород юрского возраста, которая протягивается на 2 км и приурочена к сбросу почти меридионального простирания с падением на запад под углом 45°.

В более поздних работах Н. А. Морозова, С. В. Константинова и др. (37, 24) отмечается ЮВ—СЗ протяжение рудных тел и залегание их в одной большой трещине в измененных (пиритизированных, хлоритизированных, серицитизированных и местами огипсованных) туфах и порфиритах.

Наиболее полной работой является труд В. Г. Грушевого (12), дополненный исследованиями О. С. Степаняна по южной части месторождения (51) и нашими в части изучения руд (29).

Район месторождения по В. Г. Грушевому сложен снизу вверх: зелеными порфиритами, туфобрекчиями, переходящими вверх в туфы, и туфоосадочной толщей среднеюрского возраста; эта толща соприкасается на западе, по сбросу, с несколько более молодой вулканогенной толщей также среднеюрского возраста.

Перечисленные породы прорваны дайками диабазов, фельзитовых порфиров и альбитофинов; последние развиты особенно широко и образуют также залежи и лакколиты.

В меридиональном направлении на 2 км по простиранию протягивается полоса минерализованных пород, падающая на запад под углом 44—50°, имея в лежащем боку туфобрекчии (на юге) и туфы и песчаники (на севере), а в висячем боку — толщу неизмененных брекчий и порфиров. Ширина полосы минерализован-

ных пород 40—50 до 200 м; на севере она перекрыта песчаниками.

Месторождение приурочено к взбросу, вдоль которого восточная часть опущена, а западная приподнята по плоскости сбрасывателя, падающей на запад. Позднее меридионального взброса возникли поперечные разломы СВ 60—70° и СЗ 290—310° простирания.

Рудные залежи представляют линзовидные тела, имеющие скорее вид плоских залежей, чем собственно штоков; они распределяются в две большие группы—южную и северную, расположенные в расширениях минерализованной зоны, разделенных пережимом, обусловленным массивом «зеленокаменной породы» (туфа).

Отдельные рудные тела, хотя и залегают разбросанно и заходя друг за друга, все же образуют ряд полос, приблизительно взаимно параллельных и параллельных бокам вмещающей зоны измененных пород (рис. 3).

В I-ом наиболее южном расширении рудные тела имеют склонение к северу, во II-ом—к югу, благодаря чему они воронкообразно сходятся.

В целом, месторождение (рудных тел всего около 40) можно рассматривать как рудный столб, прослеженный по простиранию на 700 и по падению на 350 м; он имеет форму пирамиды, обращенной вершиной вниз. Размеры отдельных линз: по простиранию и падению десятки метров—до 100—150 м, мощность 10—15 до 25—30 м.

В северной части месторождения намечается III расширение; с поверхности здесь имеются выходы гипса, при разработке которого в карьерах встречены гнезда медно-цинковой руды.

В южной части месторождения разрабатывались жильобразные линзы очень богатой халькопиритовой руды (простирание широтное, падение пологое на юг) и штокверковые руды.

Для месторождения наиболее характерны пирит-халькопиритовые руды с небольшой примесью других сульфидов.

Полиметаллические и борнитовые руды встречаются, главным образом, в верхних горизонтах месторождения, где образуют гнезда и небольшие линзы, в которых преобладающими являются сфалерит и галенит, или борнит и теннантит, а второстепенными пирит и халькопирит.

Из нерудных особенно обильны кварц и барит, причем кварц более обычен для пирит-халькопиритовых руд, а барит для полиметаллических и борнитовых.

Минералогический состав руд, в порядке наиболее обычного выделения минералов, следующий: левверьерит и серицит, кварц I, пирит, (арсенопирит),* (флюорит) хлорит, халькопирит, барит.

* В скобках минералы, имеющие ничтожное распространение.

сфалерит, борнит, (станнин, самородное золото, висмутин), тенияктит, галенит, кварц II, кальцит, ангидрит и гипс.

Следует оговорить, что в богатых сфалеритом и галенитом или борнитом рудах этот порядок нарушается обычно в том направлении, что первым выделяется минерал, концентрация которого наиболее высока в данном типе руд.

Затем, барит в серно-медноколчеданных рудах выражен прожилками, секущими агрегаты сульфидов, а в полиметаллических и борнитовых рудах выделяется до сульфидов в форме хорошо образованных таблитчатых кристаллов.

По минералогическому и химическому составу руд выделяются следующие основные рудные формации (типы руд): серноколчеданная, медно-серноколчеданная, полиметаллическая и борнитовая; еще более дробное деление позволяет выделить среди полиметаллических руд медно-цинковые, свинцово-цинковые и свинцово-серебряные, а среди борнитовых руд медно-мышьяковый и медно-цинковый подтипы.

Следует отметить наличие обособленных штоков серноколчеданной, медно-серноколчеданной и полиметаллической руды, наличие гнезд свинцово-серебряных и борнитовых руд; взаимопереходы этих типов руд не наблюдались и скорее их следует считать разными рудными формациями, отложившимися в нескольких различных физико-химических условиях, возможно, из разновременных и отличных по составу порций рудоносных растворов.

Можно отметить обычную мелкозернистость всех типов руд, тесные, взаимные сростания минералов, нередкое наличие коллоидных структур—все это вместе с составом руд и характером изменения боковых пород говорит за небольшую глубину образования месторождения и невысокие температуры, отвечающие условиям образования лептотермальных (переходных от эпитермальных) месторождений.

Месторождение относится к типу колчеданных залежей метасоматического характера (в эффузивных породах).

Генетически месторождение связывается с гипотетическим очагом третичной гранитоидной магмы, производными которой были и альбитофировые интрузии, и рудоносные растворы.

При этом, гипабисальный характер третичных альбитофировых интрузий «сидящих» в юре и субвулканический характер оруденения подкрепляют данные о формировании месторождения на небольшой глубине от поверхности, что может быть объяснено отсутствием над средне-юрской вулканогенной толщей сколько-нибудь мощной покрывки более молодых отложений.

На Алавердском месторождении сравнительно хорошо намечается вертикальная зональность оруденения (рис. 4).

Шамлугское месторождение расположено к западу от ж.-д. ст. Ахтала, с которой соединено узкоколейкой протяжением в 9 км.

БЕРТИКАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ НА УЧЕТКЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЛАВЕРДЫ И АКОРЬ
(СХЕМА)

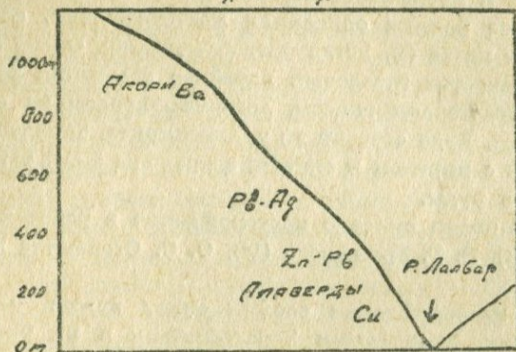


Рис. 4

МЕРИДИОНАЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ШАМЛУГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ПО ДАННЫМ Б.М. БОГОСЛОВУ И ДАННЫМ Р.В. АЗ

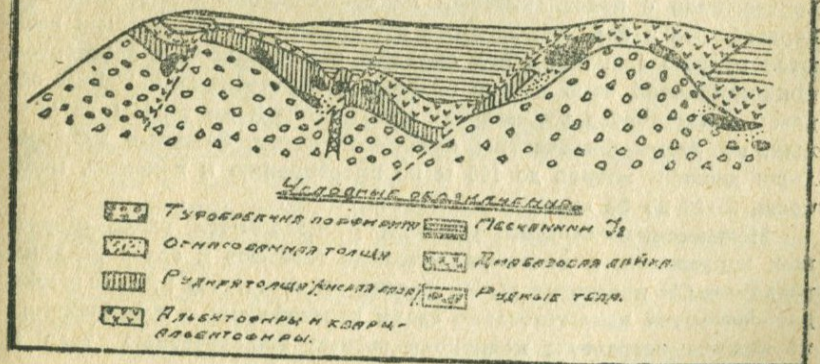


Рис. 5

На протяжении последних 20 лет месторождение, наряду с Кафанским, продолжает оставаться одним из основных поставщиком руды для Алавердского медеплавильного завода.

Только за время систематической разработки (с 1906 г) месторождение дало более 1.200.000 т руды, что эквивалентно, примерно, 50.000 т металла—меди; некоторое количество руды остается еще в недрах и продолжает извлекаться.

В наиболее ранних описаниях месторождения, составленных почти сто лет назад (I), когда разрабатывались самые верхние горизонты, отмечается гнездовый характер залегания руд; всяческий бок гнезд представлен гипсом, лежащий—кварцитом с вкрапленностью пирита. Руда состоит из халькопирита, борнита и блеклой руды в смеси с пиритом и гипсом; встречены были также свинцово-серебряные руды.

Наиболее полно описано месторождение в работах О. Т. Кагаретяна (64), В. Г. Грушевого (14), О. С. Степаняна и Н. Я. Монова (50).

Участок месторождения сложен снизу вверх: порфиритами, туфобрекчиями, кварцевыми кератофирами и их туфами, туфоосадочной толщей средней юры. В кератофиры и туфоосадочную толщу интродировали альбитофиры (дайки, пластовые залежи, лакколиты).

Промышленное оруденение подчинено толще измененных кератофиров, кератофировых брекчий и туфов общей мощностью 100—120 м. Локализация здесь оруденения может быть объяснена благоприятным характером пород (рассланцеванные кератофиры и их брекчии) и экранирующим влиянием туфов и песчаников—пород всяческого бока (рис. 5).

Большинство рудных линз-штоков приурочено к контакту кератофиров с подстилающими их туфобрекчиями и к контакту кератофиров с перекрывающими их туфами и песчаниками; имеются рудные скопления под силлами альбитофиров в перетертой приконтактной зоне их, по границе с кератофирами. Таким образом большинство рудных тел приурочено к контактам различных, по своим физическим свойствам, пород. Обычные размеры линз: десятки метров до 100 м по простиранию и падению, мощность 5—10 до 20 м.

Медно-серноколчеданные штоки располагаются вдоль широтных нарушений, а полиметаллические тяготеют к более поздним разломам СВ простирания. Интересно отметить, что рудные штоки располагаются исключительно среди кератофиров; в туфобрекчиях порфирита встречены медноколчеданные жилообразные тела и штокверки.

На месторождении выделяются те же типы руд, что и на Алавердском: серноколчеданный, медно-серноколчеданный, полиметаллический, борнитовый и свинцово-серебряный—последние два развиты слабо.

В рудах, в порядке выделения, определены следующие минералы: пирит, халькопирит, сфалерит, теннантит, борнит, галенит.

Из нерудных присутствуют: кварц, хлорит, серицит, барит, ангидрит, карбонаты. В зоне цементации довольно обычны ковеллин и халькозин.

Нами под микроскопом установлены дополнительно: самородное золото, самородное серебро, аргентит, виттихенит, станнин и арсениопирит.

В шлафах борнитовых руд устанавливается прекрасно выраженная графическая структура замещения галенита аргентитом, подобная описанной И. Ф. Григорьевым для алтайских руд (10).

Следует отметить, что обычная для штоков «С» и «D» руда представляет окварцованный кератофир или брекчию кератофира с рассеянной вкрапленностью и угловатыми участками (до 10 мм в поперечнике) рудных минералов, среди которых преобладают халькопирит и пирит; наличие этих угловатых по форме рудных скоплений мы объясняем избирательным метасоматозом отдельных обломков кератофировой брекчии (вероятно, обломков известковых туфов), которые замещались легче, чем остальная порода.

Среди медно-серноколчеданных руд выделяются кристаллические—блестящие с размером зерен пирита и халькопирита в 0,1—1 до 2—3 мм и колломорфные—матовые с размером зерен 0,001—0,01 до 0,05 мм с примесью сфалерита и теннантита и частыми реликтами колломорфных структур. В кристаллических рудах из нерудных обычны кварц, в колломорфных, наряду с кварцем, обычны барит, кальцит и гипс.

Кристаллические руды особенно характерны для линзы № 4 и встречены в штоках «D» и «С»; колломорфные обычны в штоках «D» «С» и особенно «H».

Наблюдений относительно взаимоотношений кристаллических и колломорфных (или мелкозернистых, раскристаллизованных и происшедших за счет них) руд пока недостаточно; сравнение состава рудных и жильных минералов говорит за несколько более позднее образование колломорфных руд.

Полиметаллические руды сложены сфалеритом, в полях которого рассеяны колломорфные округлые выделения пирита с халькопиритом и галенитом в центре.

В борнитовых рудах установлены также сфалерит, галенит, теннантит, пирит, аргентит, самородное золото, электрум и самородное серебро.

Борнитовые руды богаты Cu, Zn, As и содержат повышенные количества Au и Ag.

По условиям образования и составу руд Шамлугское месторождение почти идентично Алавердскому.

Ахтальское месторождение находится в 2 км к 3 от ст. Ахта-

ла. За время разработки месторождение дало, ориентировочно, до 150.000 т медной, полиметаллической и серноколчеданной руды.

Месторождение описано J. de Morgan'ом (70), а позднее детальные работы вели О. С. Степанян (49), Г. А. Пилосян и Н. А. Фокин.

Район сложен кварцевыми порфирами* нижней юры, залегающими куполовидно под перекрывающими их порфиритами средней юры.

Полосы гидротермально измененных пород и оруденение контролируются не разломами, а, согласно наблюдениям Н. А. Фокина, межформационными подвижками в контактах кварцевых порфиров с порфиритами. Рудные тела представляют гнезда, иногда линзообразной формы; имеются также жиллообразные тела, штокверки и участки вкрапленных руд.

Самые крупные медно-серноколчеданные линзы были прослежены по простиранию на десятки метров при мощности в 2—3 до 6 м; обычно же гнезда мелкие и представлены полиметаллическими рудами с баритом.

По составу рудные тела можно разбить на четыре группы: серноколчеданные, медно-серноколчеданные, полиметаллические и баритовые, а при детальном микроскопическом изучении кроме них выделяются еще борнитовые и галенитовые (богатые серебром) руды.

Минералогический состав руд месторождения, в порядке наиболее обычного выделения минералов, следующий: кварц, пирит, барит, сфалерит, халькопирит-борнит, теннантит, галенит, кальцит, гипс. Дополнительно установлены нами: самородное золото, касситерит, тетраэдрит, халькозин, аргентит; последний упоминается в работе J. de Morgan'a в рудах из отвалов.

Руды содержат немного As, Cd, Sn, Sb, Mo, Bi и Ga. Халькопирит и пирит нередко колломорфные; тесные сростания очень тонкозернистых пирита, халькопирита, галенита, сфалерита, теннантита и тетраэдрита с размерами зерен 0,001—0,01 мм создают впечатление одновременной раскристаллизации из гелей.

Заслуживает быть отмеченной приуроченность серноколчеданных и медно-серноколчеданных рудных линз к более глубоким горизонтам месторождения, а полиметаллических, борнитовых, баритовых и свинцовых (богатых серебром) к верхним горизонтам месторождения.

По своему типу месторождение сходно с Алавердским и Шамлугским; отличия не так существенны: рудные тела Ахталского месторождения мельче, шире развиты полиметаллические руды, роль гипса невелика и, наоборот, барита больше.

* По последним данным А. Т. Асланяна, кварцевые порфиры представляют гипабиссальную интрузию.

Месторождения барита Уч-Килиса и Акори. Первое находится в 5 км к западу от Шамлугского месторождения и представлено живообразными телами барита среди туфоосадочных пород средней юры, прорванных дайками альбитофиров (44).

Жилы СВ простираются мощностью 0,1 до 2 м приурочены к дайкам альбитофиров. Кроме барита в жилах встречается кварц и, изредка, пирит и халькопирит.

Акоринское месторождение находится на расстоянии 2,5—4 км к северу от с. Акори, причем один из участков располагается в 600 м гипсометрически выше Алавердского медного месторождения.

Баритовые жилы залегают среди туфопесчаников средней юры, прорванных альбитофирами, и имеют крутое падение на ЮЗ 230°. Кроме барита под микроскопом определены: борнит, теннантит, халькозин, а из нерудных кварц.

По типу баритовые руды обоих месторождений сходны с рудами баритовых гнезд Ахтальского месторождения и могут рассматриваться как одна из формаций (последняя, наиболее близкая к поверхности) Алавердского типа месторождений.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАЛАН-ТОКЯН И АГВИ

Месторождение Палан-Токян расположено на западном склоне г. Алавар в 8 км, по воздушной линии, к СЗ от Алавердского рудника.

В плотных зеленокаменных туфах и порфиритах средней юры прослежены на 300—500 м по простиранию три параллельные трещинные зоны СЗ простираются, отстоящие друг от друга на 50—100 м. В пределах рудных зон развита система маломощных кварцевых прожилок с халькопирит-гематитовым оруденением. Мощность рудных зон 10—12 м, но оруденение непостоянное.

Состав руд: кварц, халькопирит, пирит, гематит, сфалерит, гааленит, ковеллин.

Месторождение Агви находится в 1 км к западу от селения того же названия и представляет кварцевые медно-рудные четко-видные жилы СЗ простираются среди средне-юрских порфири-тов.

Оруденение, по И. В. Барканову (3), протекало в две фазы — гематит-пиритовую и следовавшую за ней пирит-халькопиритовую.

Минералогический состав руд: кварц, пирит, гематит, халькопирит, местами с ничтожной примесью сфалерита, ковеллина, гааленита, молибденита.

Форма залегания рудных тел и минералогический состав руд несколько отличают эти месторождения от описанных выше и, скорее, приближают к более высокотемпературным и глубинным, по условиям образования, рудам месторождений Сисимадан, Анто-ниевское и др.

ЛЕДЖАНСКИЙ РАЙОН

Месторождения Медная гора и Черемша расположены в районе с. Привольное и представлены вкрапленностью и небольшими гнездами гематит-халькопиритовых руд среди туфопесчаников среднего эоцена.

Руда представляет тесную смесь гематита и халькопирита с ничтожной примесью пирита, сфалерита и галенита.

Генетически оруденение связано с нескрытой третичной гранитоидной интрузией.

По составу руды скорее сходны с рудами месторождений Агви и Палан-Токаян, чем с алавердскими.

Месторождение Мец-дзор находится в 6 км к северу от с. Агарака.

Месторождение разведывалось французами в 1914–1916 г. г.

Попутно с разведкой было добыто около 200 т отсортированной руды; однако, из-за примеси мышьяка, который влиял отрицательно на качество меди и вызывал случаи отравления газами на заводе, руда была забракована и работы на месторождении приостановились.

Месторождение представляет меридиональные оруденелые зоны, прослеженные по просигиранию, вдоль отдельности порфириров эоцена, на сотни метров и до 1,5 км; мощность этих зон колеблется от нескольких метров до 20–30 м, из которых обычно только 0,5–1 м интенсивно оруденелы пиритом и проникнуты турмалином. Падение оруденелых зон крутое на запад. Богатые руды представлены несколько более поздними гнездами и жилкообразными скоплениями пирита, энаргита и теннантита; под микроскопом установлены также: халькопирит, станин, сфалерит, касситерит, пирротин, галенит, эмплектит, ковеллин.

Руда содержит немного Sn, Sb, Zn, Ag.

Месторождение, судя по составу руд и геологической обстановке, образовалось при высокой температуре на небольшой глубине от поверхности и относится к ксенотермальному типу. Генетически мы связываем оруденение с третичной интрузией лейкократовых гранитов, которые обнажаются у с. Урут, в 6 км к западу от месторождения.

Состав руд (обилие турмалина, энаргита, теннантита, наличие оловянных минералов) необычен, что выделяет это месторождение из всех других.

БАБАДЖАНСКИЙ РАЙОН.

Месторождения Спасакар, Дзаги-дзор и Мамхут-гала тяготеют к разьезду Кобер и с. Туманян.

На Спасакарском месторождении, по Б. С. Вартапетяну (9), рудоносный горизонт туфо-порфириров средней юры мощностью

60—80 м перекрыт светлосерыми туффитами и залегает на плагиоклазовых порфиритах. Оруденение приурочено к зоне разлома СЗ простираения; руда имеет характер оруденелых брекчий, имеющих на мощность 1—2 м промышленное содержание меди. Из рудных минералов преобладает халькопирит, значительно меньше пирита.

Месторождения Дзаги-дзор и Мамхут-тала представлены кварцевыми меднорудными жилами в гидротермально измененных порфиритах эоцена. Падение жил на СВ под углом 60—65°, по простираению они прослежены до 100 м при мощности 0,3—1 м.

Характерны: взаимная параллельность жил, выдержанность их по простираению и падению, приуроченность к дорудным разломам и брекчиевидные текстуры руд. Состав руды: халькопирит, немного пирита, иногда сфалерита, галенита и теннантита.

По составу и условиям образования руды сходны с алавердскими; отличие заключается в жильной и штокерковой форме рудных тел.

Месторождения Куртик, Пални-Талк-джур, Икатак и др. в среднем течении р. Бабаджан залегают среди каолинизированных и окварцованных андезитов и представлены небольшими жиллообразными телами и гнездами полиметаллической руды. Следует отметить, что мелкозернистый галенит в ассоциации с кальцитом, сечет и цементирует участки, сложенные сфалеритом, кварцем и баритом (с примесью халькопирита и теннантита), или обособляется в виде небольших галенитовых гнезд.

Руды богаты, U_2 Pb и содержат Cu, немного Cd, S и Ag. По составу они подобны полиметаллическим рудам Алавердского, Шамлуцкого и Ахтальского месторождений.

Генетически оруденение связано, вероятно, с нескрытой интрузией гранитоидов третичного возраста.

Месторождения Кариндж и Чатын-даг, в низовьях р. Бабаджан, залегают среди андезитов и песчано-мергелистых отложений среднего эоцена и представлены жилами барита с кальцитом и редкой вкрапленностью, иногда, сульфидов (халькопирита, борнита, пирита, галенита и теннантита). По составу баритовые руды сходны с таковыми, развитыми в Алавердском рудном районе.

Месторождения магнетитовых руд в верховьях р. Бабаджан (Сот, Жангарлу и др.) и месторождение пиролюзита и с. Дебет относятся к совершенно иным типам.

Небольшие месторождения магнетита представляют пример контактовых образований в известняках. Что касается пиролюзитовых гнезд в туфобрекчиях эоцена (у с. Дебет), генезис их не совсем ясен; нами они трактовались как эпitherмальные образования, связанные с гранитоидами, другими авторами как экзогенные месторождения, связанные с циркуляцией метеоных вод. В

иностранной литературе подобные месторождения связывают с эффузивной деятельностью, в частности с меловыми вулканами (Болгария, Турция).

КОХБ-ИДЖЕВАНСКИЙ РАЙОН

Месторождения, сходные по типу с Алавердским, развиты незначительно; сюда относятся небольшие проявления меди у с. с. Шнох и Кохб, а также барита у с. с. Кохб и Коти-Гюх.

Широко развиты железорудные месторождения, генетически связанные с более древней, предсеноманской, судя по последним работам (6, 27), интрузией кварцевого диорита, и гидротермальные марганцевые месторождения, залегающие среди эффузивов, мергелей и туфоконгломератов верхнего мела.

РУДНЫЙ РАЙОН БАСС. Р. Р. ШАКАР-ДЖУР И СИСИ-СУ

Наиболее интересны месторождения по р. Шакар-джур-Шагали-Элиарское и тяготеющие к нему участки Тлоти-джур, Элиар-джур и Назои-юрт. Менее перспективные объекты расположены в бассейне р. Сиси-су — Сисимаданское, Антониюевское и Чамлугское. По этим месторождениям имеются старые описания группы французских инженеров и В. Меллера (72, 33, 34) и более новые и полные отчеты В. Г. Грушевого (13) и Г. А. Пилояна (43).

Шагали-Элиарское месторождение расположено в 18 км к ЮВ от ст. Шагали, по обоим берегам р. Шакар-джур.

Месторождение разрабатывалось в глубокой древности, затем греками и французами; последние построили обогатительную фабрику, завод и поселок.

За 10 лет, предшествовавших мировой войне, французской компанией добыто более 100.000 т медной руды; из этого количества при разработке штоковой залежи в 1911 г. добыто 39115 т и в 1912 г. — 29077 т.

Перед мировой войной была начата проходка капитальной штольни, которая, судя по направлению, повидимому, имела задачей подойти под горизонты штолен № 1 и 2 (м. б. и под штольни по р. Тлоти-джур), где эксплуатировались богатые штоковые и линзовые тела медной руды.

В период с 1929 по 1940 г. г. здесь, с перерывами, велись небольшие разведочные работы; в настоящее время под руководством инженера Г. А. Пилояна производится разведка месторождения.

Месторождение находится среди измененных (хлоритизированных, пиритизированных) порфиритов и туфов эоцена, недалеко от контакта с прорывающей их интрузией кварцевого монцонита.

Ближе к контакту расположены кварцево-рудные жилы

(участки штолен № № 4, 6, 7), приуроченные к трещинам СЗ простирания с крутым падением на СВ; мощность жил 0,15—0,30 м с частыми пережимами и раздувами до 1 м. Рудные тела, по нашим наблюдениям, имеют скорее характер не жил, а минерализованных зон и брекчий (рис. 6), в которых обломки порфирита сцементированы кварцем с халькопиритом, пиритом и изредка чешуйчатым магнетитом (мушкетовитом). По трещинам и в жездах нередко наростшие тетраэдры халькопирита размером до 5—6 мм в поперечнике.

Несколько дальше от контакта с интрузией, по правому берегу р. Шакар-джур расположен участок штолен № № 1 и 2, где французами разрабатывались штоковая залежь и линзы массивных руд с гипсом.

В настоящее время выработки этого участка недоступны. С поверхности над штольнями наблюдаются каолинизированные и огипсованные породы, которым, очевидно, были подчинены скопления руд.

Вблизи штолен № № 1 и 2 проходит контакт рассланцованных туфов порфирита с перекрывающими их кератофирами и андезитами, что представляет структуру, благоприятную для концентрации руд.

Изучение руд позволяет выделить массивные, очень мелкозернистые, почти мономинеральные халькопиритовые руды и кристаллические пирит-халькопиритовые руды с примесью мушкетовита и магнетита, размерами отдельных кристаллов в 0,5—2 до 7 мм.

Большее удаление от контакта с интрузией плотных халькопиритовых руд и их состав, а также присутствие в них кальцита и гипса, говорят за образование этого типа руд при более низкой температуре, чем температура образования кристаллических руд.

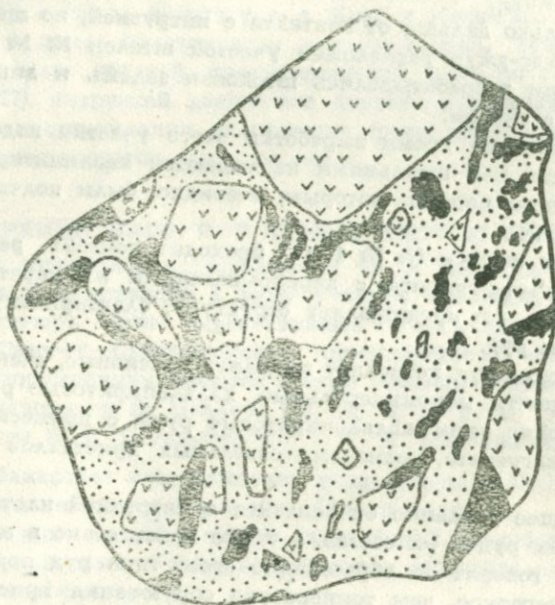
При сравнении с рудами Алавердской группы месторождений к последним ближе, по условиям образования и составу, подходят, конечно, плотные мелкозернистые руды.

Можно считать, что часть рудных тел месторождения Шагали-Элиар (линзы и штоки вдали от контакта) образовались в условиях переходных от мезо-к эпизоне, другая (кварцевые жилы вблизи контакта) в условиях переходных от мезо-к гипозоне.

Месторождение по р. Тлоти-джур находится в 1—2 км к СЗ от Шагали-Элиарского и приурочено к контакту линзы известняков верхнего мела с кварцевыми порфирами и порфиритами зоцена.

В отвалах и штабелях недоступных сейчас выработок встречаются руды трех типов: гематитовая, серноколчеданная и медно-серноколчеданная. Такие руды встречаются и в небольших коренных обнажениях.

БРЕКЧИЕВИДНАЯ ТЕКСТУРА РУДЫ



Месторождение Шингали-Элиа 1/2 Зарисовка 1:1



Порфирит



Халькопирит



Кварц

Рис. 6

Из рудных минералов широко развиты: пирит, халькопирит, гематит, магнетит и менее развит сфалерит.

Месторождение по р. Элиар-джур расположено в 1 км к СЗ от месторождения Тлоти-джур и приурочено к участку развития туфобрекчий порфиритов и кварцевых порфиров эоцена и известняков верхнего мела.

Выработки и здесь недоступны. Встречаются вкрапленные и массивные руды в штуфах размером до 0,3 м в поперечнике.

В рудах преобладают пирит и халькопирит с примесью сфалерита, галенита и теннантита; на водораздельном участке, среди известняков, превращенных в кварц-тремолит-эпидотовую породу, развиты полиметаллические руды. Здесь же, вблизи водораздела, встречен своеобразный тип массивной руды, состоящей из пентагон-додекаэдров пирита, размером 1–5 мм, сцементированных халькопиритом и кальцитом.

По типу руды подходят к медно-серноколчеданным рудам Алавердской группы месторождений.

Месторождение Назои-юрт находится в 2 км к ЮВ от месторождения Шагали-Элиар и приурочено к контакту кварцевых порфиров с кератофирами. Здесь, на 40 м по простиранию, прослежено два жилообразных тела с крутым падением на ЮЗ 240°, мощностью каждое в 0,8–1 м.

Руда представляет темную хлоритизированную породу с густой вкрапленностью и участками халькопирита и пирита; в окварцованных участках, там где хлорита мало, много пирита, но содержание меди низкое.

На соседнем участке Цахкот-юрт рудное тело представлено линзой мелкокристаллического пирита. По простиранию линза прослежена на 40 м при мощн. 5–10 м и падении на ЮВ 160° под углом 60°.

Вмещающие линзу эффузивы сильно окварцованы.

Оба участка открыты и впервые описаны Г. А. Пилояном.

Антониевское месторождение изучалось В. Г. Грушевым (13).

Месторождение находится в верховьях правой составляющей р. Сиси-су в 9 км на ЮВ от ст. Шагали.

В контакте известняков с порфиритами образуются гнезда халькопиритовых руд, местами с значительной примесью пирита, гематита и магнетита. Вмещающие руды породы ороговикованы, эпидотизированы, реже представлены гранат-андалузитовыми рогамиками и эпидот-гранат-хлоритовыми скаRNAми.

В верхней штольне руда представлена сфалеритом с примесью халькопирита и пирита.

Месторождение по типу приближается к контактово-метасоматическому.

Чамлугское месторождение находится в 6 км к ЮВ от ст. Шагали. Среди измененных порфиритов прослежено несколько

оруденелых жильных зон, из которых практический интерес представляет т. н. «Главная жила», прослеженная по простираанию на 200 м, по падению на 100 м, при мощности 0,5—1 м; жила падает на ЮВ под углом 60°.

Состав руды: кварц, пирит, халькопирит, хлорит, немного сфалерита, галенита и теннантита.

В штучках отчетливо устанавливается обособление халькопирита в виде сетчатых жил, причем халькопирит отложился несколько позднее общего окварцевания и пиритизации порфирита и тесно связан с хлоритом.

Сисимаданское месторождение находится в 3 км к ЮВ от ст. Шагали. Месторождение разрабатывалось в древности и позднее греками; руды плавилась на небольшом заводе, на месте.

Рудные тела расположены вблизи выхода кварцевого монцонита и приурочены к контакту скарированных известняков с порфиритами, представляя линзы и гнезда серного или медного колчедана, или гематита, или скопления смеси двух, иногда трех из этих минералов.

Из нерудных в руде встречается кварц, эпидот, тремолит, гранат (аномальный), хлорит (типа пеннина с $\text{Ng No } 0,004$ и аномальными цветами интерференции), кальцит, диоксид, сфен.

Выделяются гематитовые, медно-гематитовые и медно-серноколчеданные руды.

Порядок выделения минералов в рудах: гранат, эпидот, пирит-гематит, магнетит-халькопирит, сфалерит.

Месторождение относится к контактовому типу и генетически связано с интрузией кварцевого монцонита.

ЧИБУХЛИНСКИЙ РАЙОН

Чибухлинское медное месторождение расположено по р. Желтой и балке Рудокон и представляет линзы и жилкообразные тела богатых медно-серноколчеданных руд; рудные тела располагаются среди измененных порфиритов эоцена, вблизи контакта последних с дайкой габбро-пироксенитов.

В 1914—1917 г. г. месторождение разведывалось и немного разрабатывалось французами. Наиболее полные описания месторождения приводятся в отчетах И. В. Барканова (3) и С. С. Мкртчяна (35).

Медное оруденение прослеживается по простираанию с перерывами на 7—8 км, причем мощность измененных захоронных пород составляет 50—100 до 200 м.

В настоящее время выработки недоступны. О типах руд можно судить по старым коллекциям и описаниям, и по штабелям руды.

Наиболее обычным типом руды является богатая медно-сер-

ноколчеданная, представляющая кварц-хлоритовую породу с участками и густой вкрапленностью пирита и халькопирита.

Нередки колломорфные выделения пирита, раскристаллизованные с периферии, в центре которых устанавливается тесная смесь сфалерита, теннантита и халькопирита.

По литературным данным, на месторождении были встречены и борнитовые руды.

Генетически месторождение можно связывать с интрузией третичных гранитоидов; выходы гранодиорита прослеживаются к югу от полосы оруденелых пород и вытянуты в СЗ-ЮВ направлении, совпадающем с простиранием рудовмещающих измененных пород.

По составу руд месторождение относится к переходному от мезо-к эпитермальному типу, приближаясь по характеру к колчеданным залежам и линзам месторождений Алаверди, Шамауг, Ахтала и Шагали-Элиар.

Чибухлинское месторождение серноколчеданных руд расположено по р. Черной; описано И. В. Баркановым (4).

Руды залегают в виде двух штоков, приуроченных к зоне окварцованных и измененных порфириров эоцена, недалеко от контакта последних с дайкой габбро-пироксенита.

Наиболее крупный шток (линза) широтного простираения с падением на юг под углом 55-60°, обнажается в русле р. Черной и прослежен по простираению на 60 м, по падению на 100 м, при мощности до 20 м.

Серноколчеданные руды представлены массивным агрегатом колломорфного пирита с мелкими кристалликами, образующимися в жеодах и вдоль границ пирита с кварцем.

Эти мельчайшие кристаллики можно рассматривать как результат старения-раскристаллизации геля.

Агрегат колломорфного пирита рассечен, местами, прожилками кварца с примесью кристаллического пирита, халькопирита, сфалерита, изредка теннантита.

Состав рудных тел, а также колломорфные структуры пирита говорят за низкотемпературный характер оруденения и, вероятно, небольшую первоначальную глубину образования руд.

IV. ТИПЫ РУД (РУДНЫЕ ФОРМАЦИИ) И ИХ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ

Под генетическим типом руд, или рудной формацией, мы будем понимать комплекс минералов, отложенных из той или иной порции раствора, отвечающей определенной ступени развития единого рудного процесса.

Отложение может иметь место при несколько различных физико-химических условиях, поэтому в рудной формации более или

менее постоянен лишь минералогический и, особенно, химический состав, в то время как структуры и текстуры руд могут быть внутри формации весьма разнообразны.

Если учитывать не вызывающее сейчас сомнения изменение состава рудоносных растворов и в пространстве и во времени, то в понятие рудная формация включается не только состав, но и относительное время формирования различных минеральных агрегатов.

Подходя с этой точки зрения, можно выделить для описанных месторождений три основных рудных формации: серноколчеданную, медно-серноколчеданную и полиметаллическую, которые развиты более или менее широко и постоянно на всех месторождениях. Местное развитие на определенных месторождениях получает гематитовая формация, близко примыкающая по времени с одной стороны к серноколчеданной, с другой к медно-серноколчеданной (Шагали-Элиарская группа месторождений, Медная гора); борнитовая и галенитовая (серебросодержащая) формации, следующие вскоре после полиметаллической (Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Чибухлы). В одном случае (Мец-дзор) получает развитие медно-мышьяковая (энаргит-теннантитовая, оловосодержащая) формация, которая по условиям образования близко примыкает к медно-серноколчеданной формации. Довольно широко развита баритовая формация.

Рассматривая все эти формации, как образования единого, длительного и прерывистого рудного процесса, мы располагаем их по времени в следующей последовательности: серноколчеданная, гематитовая, медно-серноколчеданная, медно-мышьяковая, полиметаллическая, борнитовая, галенитовая, баритовая.

Основания, для такого порядка расположения, правда, не всегда бесспорные, приводятся ниже при описании отдельных формаций.

Серноколчеданная формация представлена рудами, сложенными пиритом и кварцем с незначительной примесью, иногда, халькопирита, сфалерита и галенита.

Серноколчеданные руды либо образуют самостоятельные месторождения (Чибухлы), либо обособляются в виде отдельных линз на участках медных и полиметаллических месторождений (Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Сисимадан).

Следует отметить расположение серноколчеданных руд в более глубоких горизонтах месторождений (Ахтала) или вдоль наиболее ранних разломов (Мец-дзор).

В ряде случаев хорошо намечается более позднее формирование медных и полиметаллических руд (секущие прожилки в рудах месторождений Чибухлы и Чамлуг) и медно-мышьяковых руд (Мец-дзор) по отношению к серноколчеданным.

Затем, необходимо отметить, что из всех рудных минералов

пирит выделяется первым, раньше даже чем гематит и магнетит.

В зависимости от условий отложения (глубина от поверхности, концентрация раствора, метасоматоз или выполнение трещин, температура и скорость отложения) формируются: крупнокристаллические руды (Мец-дзор, Сисимадан, отчасти Шагали-Элиаг-группа), кристаллические средне и мелкозернистые руды (Алди, Шамлуг) и скрытокристаллические или колломорфные (Чибухлы, Ахтала, отчасти Шамлуг и Алаверди).

Гематитовая формация представлена рудами, которые сложены железным блеском с небольшой примесью пирита и халькопирита; последний раз'едаст и цементирует агрегаты более ранних пирита и гематита и рассекает их прожилками. В небольшом количестве присутствует магнетит—среди полей гематита и в виде включений в прожилках халькопирита.

Гематитовые руды развиты слабо; самостоятельные линзы и гнезда известны на месторождениях Сисимадан, Тлоти-Джур, Медная гора. В вертикальном разрезе месторождений гематитовые руды занимают положение выше серно-колчеданных и ниже медно-серноколчеданных (Сисимадан, Чатах).

Медно-серноколчеданная формация сложена пиритом, халькопиритом и кварцем; во многих случаях широко развит халорит, с которым тесно ассоциирует халькопирит. Кроме того, присутствуют часто, но в небольшом количестве: сфалерит, теннантит, галенит, барит, кальцит и гипс и, редко, в незначительном количестве: гематит, магнетит, арсенопирит, самородное золото, виттихенит, висмутин и станнин.

Медно-серноколчеданные руды образуют скопления в виде линзообразных залежей, гнезд и жиллообразных тел; они широко развиты почти на всех месторождениях и представляют основной тип руд, характерный для описанных месторождений.

В зависимости от условий отложения руд можно выделить кристаллические и колломорфные; первые образовались при несколько более высокой температуре (характерно присутствие в руде магнетита и гематита).

Медно-мышьяковая (оловосодержащая) формация сложена энаргитом, теннантитом и пиритом с небольшой примесью кварца, станнина, халькопирита и ничтожным количеством сфалерита, касситерита, галенита и эмлектита. Этот тип руд имеет весьма ограниченное значение и установлен пока только на месторождении Мец-дзор, где образует гнезда богатых руд; последние приурочены к более поздним трещинам, наложенным на участки с пирит-турмалиновой минерализацией. По времени образования энаргит-теннантитовые руды близки к медно-серноколчеданным; необходимо однако отметить, что развитие медно-мышьяковой (оловосодержащей) формации представляет исключение, не характерно для изученных руд и связано, генетически, с

наиболее кислыми и богатыми летучими компонентами дериватами третичных интрузий.

Полиметаллическая формация представлена сфалеритом с примесью галенита и халькопирита: в небольшом количестве присутствуют теннантит, тетраэдрит, пирит, барит, изредка самородное золото. Среди нерудных преобладает барит, при подчиненной роли кварца и кальцита.

Этот тип руд известен почти на всех описанных месторождениях, но обычно в подчиненном количестве, в форме небольших гнезд и жилообразных скоплений; господствующим он является на Ахталском месторождении и в группе полиметаллических месторождений по р. Бабаджан.

На месторождении Шамлуг полиметаллические руды приурочены к наиболее поздним северо-восточным нарушениям, прошедшим после формирования серноколчеданных и медно-серноколчеданных штоков (последние приурочены к широтным разломам); на месторождении Чибухлы прожилки полиметаллических руд пересекают штоки медно-серноколчеданных; на всех месторождениях полиметаллические руды приурочены к более верхним горизонтам; среди жильных минералов господствует барит.

Все эти данные подтверждают более позднее формирование полиметаллических руд по сравнению с предыдущими типами. По структуре выделяются кристаллические и колломорфные руды, последние более обычны для полиметаллических гнезд Алавердской группы месторождений.

Борнитовая формация довольно обычна в верхних горизонтах месторождений Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Чибухлы и др., где встречались небольшие гнезда гипогенного борнита или жилообразные тела его, пересекающие штоки медно-серноколчеданных руд.

По минералогическому составу борнитовые руды можно разбить на два подтипа:

а) борнит-халькопирит-теннантитовый с баритом, галенитом и небольшой примесью кальцита, гипса, иногда виттихенита и самородного золота и

б) борнит-сфалеритовый с примесью барита, галенита, теннантита, кальцита и небольшим участием пирита, халькопирита, иногда аргентита, виттихенита, самородного золота и самородного серебра.

По условиям и времени образования борнитовые руды близко примыкают к полиметаллическим; судя по составу, они сформированы несколько позднее последних.

Галенитовая формация имеет очень ограниченное распространение на Ахталском месторождении, а также на месторождениях Куртик и Икатак, в бассейне р. Бабаджан. Судя по

литературе, она встречалась также при разработке самых верхних горизонтов Алавердского и Шамлугского месторождений.

Руды плотные, представлены очень мелкозернистым галени- том, к которому примешаны в небольшом количестве теннантит, пирит, сфалерит и халькопирит; из нерудных характерны каль- цит и барит.

На Ахтальском месторождении галениитовые руды встречаю- тся в самых верхних горизонтах, иногда в тесной связи с борни- товыми рудами и с гнездами барита. В бассейне р. Бабаджан га- лениитовые руды тесно связаны с полиметаллическими и обособ- ляются среди скоплений последних в виде жиллообразных выде- лений и небольших гнезд; эти наблюдения говорят за позднее их формирование.

Баритовая формация представлена гнездами в самых верхних горизонтах Ахтальского месторождения, в тесной связи с галениитовыми, борнитовыми и полиметаллическими рудами, и жиллообразными телами на месторождениях Уч-Килиса, Акори, Ка- риндж и друг. Высокие отметки жильных баритовых месторожде- ний и их расположение в 500—600 м гипсометрически над участ- ками медных и полиметаллических руд также говорят за то, что скопления барита представляют выражение последнего этапа руд- ного процесса.

Приложенные таблицы (табл. № № 1 и 2) дают более полную характеристику формаций и помогают составить представление о ценности их, а также относительно развитии на отдельных ме- сторождениях.

V. МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Ниже, в порядке классификации Э. С. Дана, приводится опи- сание минералов, установленных в описанных рудных форма- циях, причем для каждого минерала рассматриваются условия на- хождения его в различных типах руд. Более подробно изложены данные по минералам, которые установлены и описаны в рудах впервые (самородное золото, самородное серебро, станнин, касси- терит, пирротин, висмутин, эмплектит, виттихенит, тетраэдрит), или имеют большое значение и изучались детально (пирит, халь- копирит, сфалерит, галениит, теннантит, энаргит, аргентит, борнит, кварц, барит, гипс).

Самородное золото. О содержании золота в рудах мед- ных и полиметаллических месторождений Алавердской группы было известно очень давно; предполагалось, однако, что золото присутствует в виде распыленной примеси в сульфидах.

В виде самостоятельных минералов—самородного золота и электрума, оно было установлено нами в 1943 г., при детальной микроскопической обработке, в рудах месторождений Алаверди, Шамлуг и Ахтала.

Характеристика отделъ

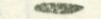
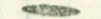
№ п/п	Название формации	Форма рудных тел	Обычный размер рудных тел	Минералогический Главные
1	Серноколчеданная	Линзы	Крупный, средний	Пирит, кварц
2	Гематитовая	Гнезда, линзы	Небольшой	Гематит, кварц, эпидот
3	Медно-серноколчеданная	Линзы, гнезда, жилы	Крупный	Халькопирит, пирит, кварц, хлорит
4	Медно-мышьяковая	Гнезда	Небольшой	Энаргит, теннантит, пирит, кварц.
5	Полиметаллическая	Гнезда, жилы	Небольшой, средний	Сфалерит, галенит, барит
6	Борнитовая	Гнезда	Небольшой	Борнит, халькопирит, теннантит, сфалерит, барит
7	Галенитовая	Гнезда	Небольшой	Галенит, кальцит, барит
8	Баритовая	Гнезда, жилы	Средний	Барит

ных формаций

состав	Структуры	Характер изменения боковых пород	Главные месторождения	Ценные элементы	Промышленное значение
Второстепенные	руд				
Халькопир, сфалерит, эпидот, гранат	Крупно-до среднезернистые, колломорфные	Окварцевание	Чибухлы, Алаверди, Шамлуг	S, Cu	Большое
Пирит, халькопирит, магнетит	Среднезернистые	Окварцевание	Сисимадан, Медная гора, Шагали-Элиар	Fe, Cu	Небольшое
Сфалерит, теннантит, галенит, барит, кальцит, гипс и др.	Среднезернистые, мелкозернистые, колломорфные	Окварцевание, хлоритизация	Алаверди, Шамлуг, Шагали-Элиар, Чибухлы	Cu, S, Au, Ag	Большое
Халькопир, станный, сфалерит, и др.	Крупно-до среднезернистых	Окварцевание	Мец-дзор	Cu, As, Sn, Ag	Небольшое
Халькопир, пирит, блеклые руды и др.	Среднезернистые, колломорфные	Каолинизация, окварцевание	Ахтала, Бассейн р. Бабаджан	Zn, Pb, Cu, Ag, Au	Среднее
Галенит, кальцит, гипс, пирит, минералы, Au и Ag	Мелкозернистые	Каолинизация, окварцевание	Алаверди, Шамлуг, Ахтала	Cu, Zn, Pb, As, Ag, Au	Небольшое
Сфалерит, теннантит, халькопирит	Мелкозернистые	Каолинизация, окварцевание	Ахтала, Бассейн р. Бабаджан	Pb, Ag	Небольшое
Кварц, кальцит	Зернистые	Слабое окварцевание	Ахтала, Уч-Килиса, Акори, Кариндж	Ba, Ag, Au	Среднее

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАНН ПО ОТДЕЛЬНЫМ МЕСТОРОЖДЕНИЯМ

Таблица 2

ФОРМАНН МЕСТОРОЖДЕНИЯ	СЕРЫКОПОЛДЫН- ПРИ	Г. АНТОНОВС	МЕДНО- СЕЛЮКОВИЧЕ- ВСКАЯ	МЕДНО-МАШИНО- СТРОИТЕЛЬСКОЕ	ПОДПЕЧАТ- КА	БОРИСОВС	Г. АНТОНОВС	БОРИСОВС
АЛБЕРДЫ				---			---	---
ШАНЛУГ				---			---	---
АКТОР				---				
МЕРДИН-ЗАП		---			---	---		---
СЕРЫКОПОЛДЫН- АНТОНОВСКОЕ					---			
Ч. НЕХЛЫ					---			---
МЕЛ-АТОР								
Б. А. А. А. А.	---		---			---	---	

В медно-серноколчеданных рудах штока «Роже» месторождения Шамлуг и в сходных по типу рудах Алавердского месторождения, в полях халькопирита встречены золотишки неправильной формы размером 0,005–0,02 мм в поперечнике (рис. 7).

В борнитовых рудах этих же месторождений мельчайшие червеобразные выделения золота размером 0,001–0,002 мм приурочены к границам полей борнита с халькопиритом или заключены внутри халькопирита. Встречаются также мельчайшие сростки золота с теннантитом, ковеллином и виттихенитом внутри борнита.

В полиметаллической руде Ахтальского месторождения зерно самородного золота размером 0,05 мм встречено по границе галенита с халькопиритом. Нередкая ассоциация золота с халькопиритом и ковеллином, а также червеобразная форма его выделений приводят к выводу о небольшой роли гипогенного золота и связи основной части его с процессом вторичного сульфидного обогащения.

Что касается гипогенного золота, оно тесно связано с халькопиритом, борнитом и галенитом, в полях которых выделяется одновременно с ними или несколько позднее.

Электрум. Часть золотинок, особенно встреченных внутри полей борнита, имеют в аншлифе светложелтый цвет и слегка протравливаются HNO_3 — они приближаются по составу к электруму.

Самородное серебро установлено нами в борнитовых рудах месторождений Шамлуг и Ахтала в ассоциации с аргентитом, теннантитом и халькозином.

Мельчайшие неправильные включения размером 0,001 мм внутри халькозина и ветвистые выделения (дендриты) размером до 0,01 мм, с очень тонким узором в полях халькозина и теннантита, характерны для самородного серебра (рис. 8). Минерал имеет вторичное происхождение.

Самородная медь встречена в зоне окисления месторождений Алаверди, Шамлуг, Шагали-Элиар, Сисимадан и друг. в форме дендритов и тонких пластинок, часто в ассоциации с купритом, малахитом и азуритом.

В одном образце самородной меди наблюдались конкреционные формы с диаметром отдельных конкреций в 1–2 мм.

Супергенное происхождение минерала не вызывает сомнений.

Висмутин обнаруживается изредка в массивных медно-серноколчеданных рудах месторождений Алаверды и Шамлуг, где присутствует в форме призматических выделений размером 0,01–0,05 мм среди полей халькопирита; по границе зерен образуется реакционная каемка виттихенита, что можно объяснить несколько более ранним выделением висмута и раз'едением его халькопиритом. Определен по следующим признакам: отражательная способность почти равна (едва заметно больше) таковой халькопирита.

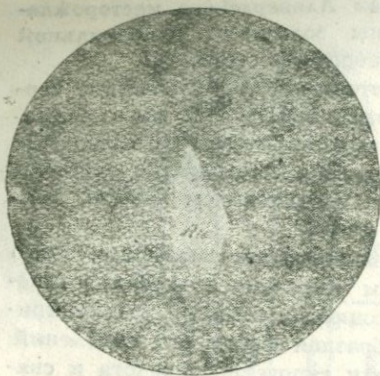


Рис. 7. Самородное золото (Au) среди халькопирита (Cu₂S) Шамлуг. Аншлиф. Ув. 300.

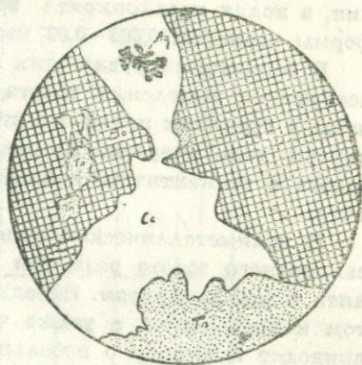


Рис. 8. Дендрит самородного серебра (Ag) среди халькозина (Cu₂S); Tn—теннантит, Bo—борнит. Шамлуг. Аншлиф. Ув. 800.



Рис. 9. Графическое замещение галенита (Ga) аргентитом (Ag): халькозин (Cu₂S), фалерит (Si), теннантит (Tn). Ахтала. Аншлиф. Ув. 500.

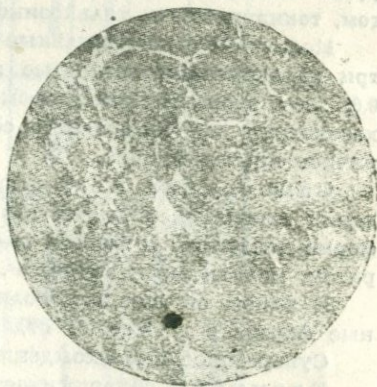


Рис. 10. Кристаллический сфалерит (Si) сцементирован тонкой смесью галенита и сфалерита (Ga+Si) Ахтала. Аншлиф. Ув. 66.

та, твердость низкая, цвет кремовый, анизотропен, от HNO_3 быстро чернеет.

Молибденит в сульфидных рудах не встречается. В незначительном количестве присутствует в рудах месторождения Агви, где связан с кварцем.

Галенит довольно обычен для исследованных руд, причем в одних формациях он играет роль незначительной или второстепенной примеси, а в других (полиметаллической, галенитовой, отчасти борнитовой) выступает как один из главных компонентов.

В полиметаллических рудах количество галенита достигает 20–30%, находится он в ассоциации с сфалеритом, баритом, халькопиритом и теннантитом, образуя с последними двумя минералами тесную смесь мельчайших зерен размером 0,005–0,01 мм.

Нередки графические сростания галенита с теннантитом или галенита с сфалеритом, причем в первом случае имеет место замещение галенита теннантитом, а во втором — сфалерита галенитом. В плотных галенитовых рудах, среди мелкокристаллической массы галенита находятся включения пирита, сфалерита, теннантита и халькопирита, причем пирит коллоидный и в центре шариков его располагается халькопирит и галенит.

В борнитовых рудах мелкокристаллический галенит образует тесные сростания с теннантитом и борнитом.

В коллоидных рудах Ахтальского месторождения под микроскопом наблюдается смесь очень тонкозернистого агрегата пирита и халькопирита с примесью галенита, сфалерита, теннантита и тетраэдрита с размером отдельных зерен в 0,01–0,001, редко до 0,1 мм; такая структура руды и реликты коллоидной структуры у пирита и халькопирита создают впечатление одновременного выпадения сложного по составу геля с последующей раскристаллизацией отдельных сульфидов.

Как устанавливают наблюдения над текстурами руд в штуфах и микроскопические исследования, галенит по времени выделения является обычно одним из последних минералов, выделяясь нередко после борнита и даже теннантита.

Химические анализы устанавливают значительную концентрацию в галените, особенно в мелкозернистом, Ag и As. Спектральные анализы обнаруживают сильные или выше средней интенсивности линии Ag и средние линии Bi.

Аргентит, судя по старым данным, встречался в рудах из отвалов Ахтальского месторождения (70).

Нами минерал установлен в борнитовых рудах Шамлугского и Ахтальского месторождений. Количество аргентита в некоторых шлифах достигает 3–5%, а химические анализы таких руд на серебро показывают высокое содержание Ag (аналитик, ст. химик ВСЕГЕИ — М. М. Стукалова). Форма выделений аргентита неправильная, размер их 0,01–0,05, редко до 0,1–0,2 мм.

Наиболее обычны ассоциации с галенитом, причем аргентит замещающий галенит, образует с ним графические сростания (рис. 9), подобные описанным И. Ф. Григорьевым для руд Алтая. Реже аргентит встречается в сростках с халькопиритом или замещает поля теннантита.

Образование аргентита происходит, вероятно, в связи с процессом вторичного сульфидного обогащения.

Халькозин и ковеллин довольно обычны, но встречаются в незначительном количестве, развиваясь по трещинам в халькопирите, реже в сфалерите, галените, теннантите и борните. Халькозин от тонкой рассеянной вкрапленности ковеллина приобретает голубоватый оттенок. Оба минерала связаны с процессом вторичного обогащения.

Сфалерит обычен в рудах и в некоторых формациях играет главную (в полиметаллической) или значительную (в галенитовой и борнитовой) роль. В медно-серноколчеданных рудах сфалерит присутствует нередко, но обычно в незначительном количестве; внутри полей сфалерита наблюдается точечная эмульсия халькопирита, а среди полей халькопирита встречены мельчайшие крестообразные выделения сфалерита; в обоих случаях, по видимому, имеют место структуры распада твердых растворов.

В полиметаллических рудах Ахтальского месторождения сфалерит выделяется позднее барита, но до галенита, халькопирита и теннантита; внутри полей сфалерита наблюдается точечная эмульсия халькопирита и борнита.

Эвгедральные выделения сфалерита размером 0,5—1 до 2 мм цементируются тонкозернистым агрегатом смеси галенита, теннантита, халькопирита и более позднего сфалерита размером 0,01—0,05 мм с примесью колломорфных выделений пирита (рис. 10).

В рудах месторождения Куртик преобладают сфалерит и галенит, к которым примешиваются халькопирит и барит. Раздробленные агрегаты светлокоричневого колломорфного сфалерита цементированы мелкозернистым галенитом.

Взаимоотношения сфалерита с другими минералами говорят за выделение его основной генерации после пирита и барита, часто после халькопирита, но раньше других сульфидов; небольшая часть сфалерита выделяется в конце рудного процесса и образует вместе с галенитом, теннантитом и кальцитом сеть тонких прожилков, секущих медно-колчеданные и полиметаллические руды. В рудах Алавердского месторождения установлен колломорфный сфалерит, перемежающийся с зонами гипса и халькопирита (рис. 11).

Судя по различию в ассоциациях, различному цвету и составу, можно выделить по крайней мере три разновидности сфалерита: темнокоричневую, (почти черную, железистую), светлокоричневую и незначительно развитую зеленовато-желтую.

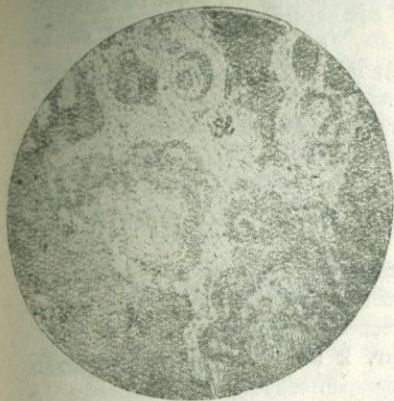


Рис. 11. Колломорфный сфалерит (Sl) перемежается с зонами гипса (Gyp) и халькопирита (Cr), Алаверди. Аншлиф. Ув. 200.

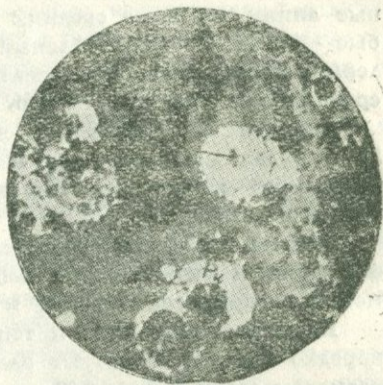


Рис. 12. Сфалерит (Sl) с колломорфными выделениями пирита (Py); внутри шариков пирита смесь халькопирита с галенитом (Cr+Ga). Шам-луг. Шток. "С". Аншлиф. Ув. 66.

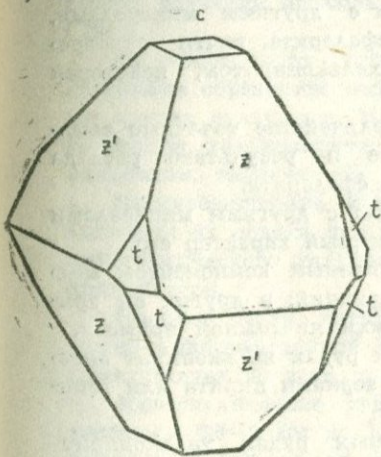


Рис. 13. Кристалл халькопирита. Шагали-Элизр. Зарисовка. Ув. 20.

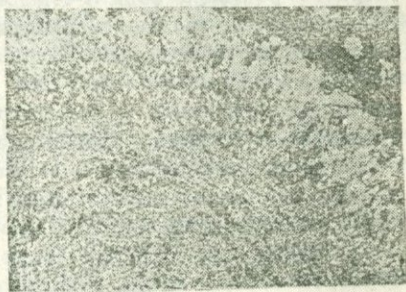


Рис. 14. Колломорфный пирит (Py) с расконтсталлизацией по периферии стяжения. Чибухлы. Аншлиф. Ув. 66.

Темная разновидность сфалерита образует почти мономинеральные скопления, светлокоричневая и зеленовато-желтая ассоциируют с мелкозернистым галенитом и являются более поздними.

Спектральные анализы темного сфалерита показывают сильные линии Cu , выше средних Cd и Ba , средние линии Co , слабые — Pb , Ag , Ga . Спектральные анализы светлокоричневого сфалерита показывают очень сильные линии Pb , сильные Cd , выше средних Ga и $и$, средние — Co , слабые — Ag , Sb , Ge .

Пирротин установлен в незначительном количестве только в рудах месторождения Мец-дзор, где встречается в полях теннантита в виде мельчайших, сильно раз'еденных зерен размером 0,001—0,01 мм.

Борнит является господствующим минералом в борнитовой формации и встречается в небольшом количестве в рудах полиметаллической, галенитовой и баритовой формаций.

Борнит, халькопирит и теннантит, к которым примешивается нередко галенит, образуют аллотриоморфнозернистый агрегат с размером зерен в 0,01—0,02 мм; тесные сростания минералов говорят за почти одновременное их выделение.

Среди полей борнита наблюдаются иногда мельчайшие выделения виттихенита и самородного золота, а по периферии полей и по трещинам развиты халькозин и ковеллин; специального упоминания заслуживает наличие каемок и прожилков халькопирита, замещающего поля борнита от периферий к центру; для халькопирита в этом случае вероятно вторичное происхождение.

Борнит, судя по взаимоотношениям с другими минералами, выделяется позже пирита, барита и сфалерита, почти одновременно с галенитом, теннантитом и халькопиритом, некоторая часть которых даже моложе борнита.

Среди полей сфалерита нередки мельчайшие точечные выделения и пластинки борнита, возникшие в результате распада твердого раствора борнит-содержащего сфалерита.

Описанные взаимоотношения борнита с другими минералами с несомненностью устанавливают гипогенный характер его.

Халькопирит является существенным компонентом медно-серноколчеданной и борнитовой формаций; в других он присутствует в качестве второстепенной или ничтожной примеси.

В серноколчеданных и гематитовых рудах халькопирит ангидрален, заполняет интерстиции между зернами пирита или гематита, или образует секущие прожилки.

В массивных медно-серноколчеданных рудах халькопирит образует тесную смесь с пиритом и пересечен часто тонкими прожилками кальцита с теннантитом.

Среди массивных, богатых медью руд выделяются: блестящие — кристаллические с отдельными кристаллами пирита и халькопирита размером 0,1—1 до 2 мм и матовые — колломорфные, пред-

ставляющие тесную смесь мелкозернистых пирита и халькопирита с размером зерен в 0,001–0,01 до 0,05 мм и реликтами колломорфной структуры. В кристаллических рудах из нерудных преобладает кварц, в колломорфных — барит, кальцит и гипс.

В рудах Шамлугского и Ахтальского месторождений халькопирит в смеси с галенитом встречен в центральных частях округлых колломорфных выделений пирита (рис. 12), рассеянных в полях сфалерита и галенита (в полиметаллических рудах).

В борнитовых рудах халькопирит образует тесную смесь с борнитом, теннантитом и галенитом.

Интересно отметить, что в то время как халькопирит медно-серноколчеданных руд содержит эмульсию сфалерита, поля халькопирита в полиметаллических и борнитовых рудах лишены ее.

Во многих случаях (Шамлуг, Чибухлы, Назои-юрт и др.) устанавливается тесная ассоциация халькопирита с хлоритом и близкое совпадение интервалов отложения этих минералов.

В Шагали-Элиарском месторождении хорошо образованные тетраэдры халькопирита (рис. 13) размером до 5–6 мм. в поперечнике, в ассоциации с кварцем, пиритом и магнетитом — цементируют обломки порфирита. Кристаллы халькопирита были переданы для измерения Е. Е. Костылевой. По ее данным, правильные, хорошо образованные кристаллы халькопирита редки, чаще они искажены в своем развитии.

Основной тип кристаллов обусловлен приблизительно равномерным развитием основных сфеноидов $Z(111)$ и $Z_1(111)$; в очень слабом развитии наблюдаются базопинакоид $C(001)$ и бипирамиды $t(201)$.

Из изложенного явствует, что халькопирит в своей главной генерации образуется позже пирита и гематита, несколько раньше других сульфидов. Небольшое развитие имеет более поздняя генерация халькопирита, совпадающая по времени отложения с кальцитом, теннантитом, иногда галенитом и борнитом.

Взаимоотношения кристаллического и колломорфного халькопирита не совсем ясны; есть основания говорить о выделении кристаллического халькопирита при несколько более высокой температуре.

Пирит очень характерный минерал серноколчеданной и медно-серноколчеданной формаций и, в небольших количествах, присутствует во всех других типах руд.

Кристаллические руды представляют агрегат зерен пирита размером 0,5–2 мм до 1–2 мм в поперечнике в ассоциации с кварцем; в кристаллах хорошо развиты грани октаэдра и пентагондодекаэдра, плохо — грани гексаэдра.

В плотных серноколчеданных рудах структура мелкозернистая с размером зерен в 0,01–0,05 мм и с участками пирита колломорфного строения; эти руды производят впечатление раскри-

сталлизованных гелей, причем в пустотках образуются мелкие кристаллики—пентагональные додекаэдры пирита.

В рудах, состоящих из колломорфного пирита и мелкозернистого белого гипса, мелкие гексаэдры пирита размером 0,01–0,05 мм образуются по периферии крупных колломорфных стяжений; такого же характера колломорфные руды (без гипса) рассечены на месторождении Чибухлы прожилками кварца с кристаллическим пиритом, халькопиритом, сфалеритом и теннантитом.

В медно-серноколчеданных рудах пирит находится в тесной смеси с халькопиритом, причем эвгедральные выделения пирита размером 0,01–0,1 до 0,5–1 мм раз'едены и сцементированы халькопиритом. Нередко пирит колломорфный (рис. 14) и тесно связан (см. рис. 12) с колломорфным халькопиритом; колломорфный или мелкокристаллический пирит характерен также для полиметаллических и борнитовых руд.

В рудах месторождения Мец-дзор крупнокристаллический пирит октаэдрического габитуса развит в ассоциации с кварцем и турмалином. Размер отдельных кристаллов достигает 5–6 см. в поперечнике, чаще 1–2 см. и мельче. Октаэдр притуплен пентагондодекаэдром; в отдельных случаях обе грани развиты одинаково и образуют гикосаэдр. Иногда незначительное развитие получает грань гексаэдра.

Октаэдрический габитус кристаллов и развитие турмалина в зальбандах трещин, выложенных кристаллами пирита, говорят за высокотемпературность пирита, на кристаллы которого здесь нарастает энаргит и теннантит. Наблюдения показывают, что пирит пентагон-додекаэдрического габитуса развивается позднее (нарастает на кристаллы теннантита), а гексаэдрические и колломорфные образования (в ассоциации с гипсом, кальцитом, полиметаллами) образуются еще позже.

Имеет место перекристаллизация колломорфных разновидностей пирита в агрегат мелких кристалликов (гексаэдры и пентагондодекаэдры), но несомненно, что крупнокристаллические разновидности пирита не связаны с раскристаллизацией гелей и возникли самостоятельно и раньше. Факты пересечения колломорфных руд прожилками кристаллических (Чибухлы) говорят за то, что колломорфные руды не всегда образовывались в конце рудного процесса и что небольшая часть кристаллических руд отложилась позднее колломорфных.

Марказит установлен лишь в одном образце из старой коллекции по Шамлугскому месторождению и представлен мономинеральными стяжениями лучистых агрегатов. Место взятия образца точно не указано и судить об условиях образования минерала весьма трудно.

Эмплектит ($\text{Cu}_2\text{S Bi}_2\text{S}_3$), или близкий к нему медно-висмутый сульфид, установлен микроскопически в рудах месторожде-

ния Мец-дзор, в виде игольчатых выделений размером до 0,01 × 6,1 мм среди теннантита.

Диагностические признаки: отражательная способность значительно больше, чем у теннантита, цвет белый, твердость низкая, ясно анизотропен и сдвойникован. От HNO_3 1:1 слегка буреет, от HNO_3 концентрированной и царской водки—быстро чернеет; KCN , HCl , KOH не действуют.

Виттихенит (Cu_2S 3 Bi_2S_3) встречается в медно-серноколчеданных и борнитовых рудах в виде мелких включений в борните, сфалерите и галените. Размер включений 0,001—0,01 мм.

Диагностические признаки: отражательная способность выше таковой теннантита и ниже, чем у галенита и халькопирита. Цвет кремово-белый, твердость меньше, чем у борнита; с иммерсией анизотропен. HNO_3 дает слабое желтое пятно, от KOH коричневый налет, ассоциируется с висмутином.

Теннантит довольно обычен в рудах, причем в борнитовой, полиметаллической и галенитовой формациях играет заметную роль, а в медно-мышьяковой—главную роль.

Очень характерна ассоциация с борнитом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом и энаргитом, а из нерудных—с баритом и кальцитом. Количество теннантита в рудах борнитовой формации достигает 10—20%, в полиметаллических и галенитовых обычно не более 5%, в медно-мышьяковых он составляет мономинеральные агрегаты или образует смесь с одинаково с ним развитым энаргитом.

Обычно теннантит представлен мелкими ангедральными зернами размером 0,01—0,05 мм и выделяется одним из последних, позже барита и ассоциированных с ним сульфидов; в рудах, особенно богатых теннантитом, он эвгедрален и выделяется до борнита и галенита. Хорошо образованные кристаллы теннантита были встречены в рудах месторождения Мец-дзор. Кристаллы теннантита тетраэдрического габитуса до 1 см. в поперечнике тесно сгруппированы и нарастают на агрегат пирита, энаргита и на кварц; кроме кристаллов, теннантит образует плотные массы, цементирующие кристаллы пирита и энаргита.

Наиболее обычный тип кристаллов* (рис. 15) характеризуется сильным развитием основного тетраэдра $P(III)$, преобладающим развитием тригонтриоктаэдра $q(112)$ и подчиненным развитием $d(110)$. Кристаллы очень хорошо образованы; грани кристаллов сильно блестящие, обычно со штриховатостью параллельно ребру (111) (112) .

Под микроскопом в полях теннантита включены призматические кристаллы и неправильные, сильно раз'еженные выделения энаргита, а также мелкие включения станнина, халькопирита и, редко, касситерита, галенита, сфалерита и эмплектита.

* Кристаллы были переданы для измерения Е. Е. Костылевой.

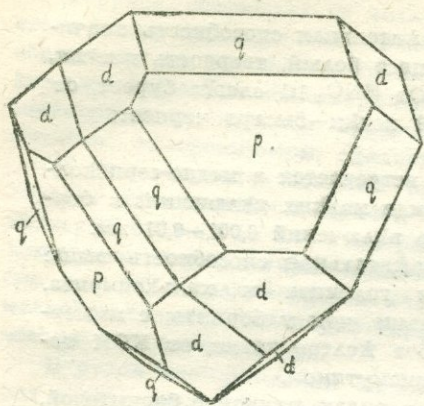


Рис. 15. Кристалл теннантита. Мец-дзор. Зарисовка. Ув. 10.

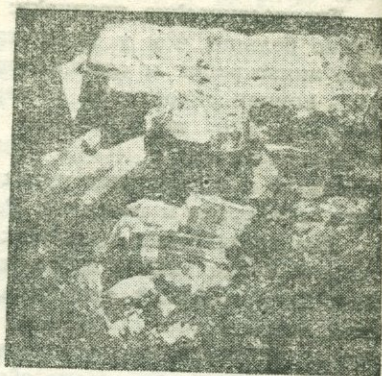


Рис. 16. Друза кристаллов энаргита. Мец-дзор. Ув. 2.

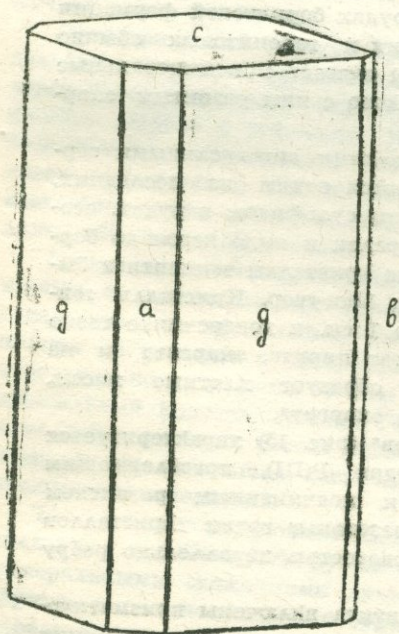


Рис. 17. Кристалл энаргита. Мец-дзор. Зарисовка. Ув. 15.

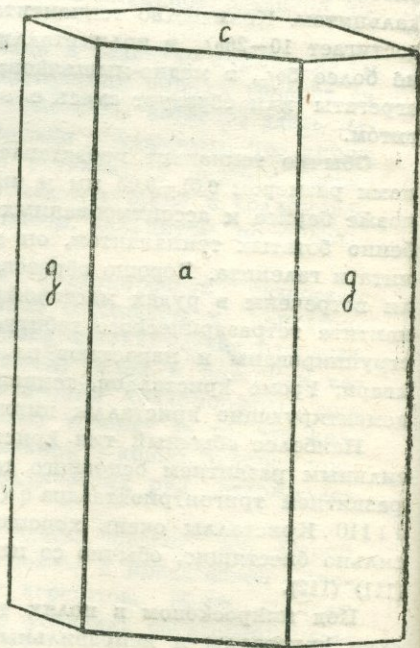


Рис. 18. Кристалл энаргита. Мец-дзор. Зарисовка. Ув. 15.

ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ МИНЕРАЛОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ МЕСТОРОЖДЕНИЯМ И ФОРМАЦИЯМ

ФЛАВЕРДСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Формации минералов	Сернокислородная	Медно-сернокислородная	Полиметаллическая	Борнитовая
Кварц	—	—	—	—
Пирит	—	—	—	—
Халькопнит	—	—	—	—
Сфалерит	—	—	—	—
Бурит	—	—	—	—
Галенит	—	—	—	—
Борнит	—	—	—	—
Теннантит	—	—	—	—
Сингидрид	—	—	—	—
Кальцит	—	—	—	—
Гипс	—	—	—	—
Условия	Мезо-эпитем	Мезо-эпитем	Эпитем	Эпитем
Главная ассоциация	Средняя-большая	Средняя-большая	Небольшая	Небольшая

ШАМЛУГСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Формации минералов	Сернокислородная	Медно-сернокислородная	Полиметаллическая	Борнитовая
Кварц	—	—	—	—
Пирит	—	—	—	—
Халькопнит	—	—	—	—
Сфалерит	—	—	—	—
Бурит	—	—	—	—
Галенит	—	—	—	—
Борнит	—	—	—	—
Теннантит	—	—	—	—
Сингидрид	—	—	—	—
Кальцит	—	—	—	—
Гипс	—	—	—	—
Условия	Мезо-эпитем	Мезо-эпитем	Эпитем	Эпитем
Главная ассоциация	Средняя-большая	Средняя-большая	Небольшая	Небольшая

ШАРЛАН-ЭЛМСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Формации минералов	Сернокислородная	Генитовая	Медно-сернокислородная	Полиметаллическая
Кварц	—	—	—	—
Пирит	—	—	—	—
Генит	—	—	—	—
Магнетит	—	—	—	—
Халькопнит	—	—	—	—
Сфалерит	—	—	—	—
Галенит	—	—	—	—
Теннантит	—	—	—	—
Борнит	—	—	—	—
Кальцит	—	—	—	—
Гипс	—	—	—	—
Условия	Гипо-мезо-эпитем	Гипо-мезо-эпитем	Мезо-эпитем	Мезо-эпитем
Главная ассоциация	Средняя	Средняя	Средняя	Средняя-небольшая

ЧУВАШСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Формации минералов	Сернокислородная	Медно-сернокислородная	Борнитовая
Кварц	—	—	—
Пирит	—	—	—
Халькопнит	—	—	—
Сфалерит	—	—	—
Галенит	—	—	—
Теннантит	—	—	—
Борнит	—	—	—
Кальцит	—	—	—
Гипс	—	—	—
Условия	Мезо-эпитем	Мезо-эпитем	Эпитем
Главная ассоциация	Средняя-большая	Средняя-большая	Небольшая

* Полиметаллическая формация развита незначительно

НАТАЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Формации минералов	Сернокислородная	Медно-сернокислородная	Полиметаллическая	Борнитовая	Галенитовая	Боритовая
Кварц	—	—	—	—	—	—
Пирит	—	—	—	—	—	—
Халькопнит	—	—	—	—	—	—
Сфалерит	—	—	—	—	—	—
Бурит	—	—	—	—	—	—
Галенит	—	—	—	—	—	—
Борнит	—	—	—	—	—	—
Теннантит	—	—	—	—	—	—
Сингидрид	—	—	—	—	—	—
Кальцит	—	—	—	—	—	—
Гипс	—	—	—	—	—	—
Условия	Мезо-эпитем	Мезо-эпитем	Эпитем	Эпитем	Эпитем	Эпитем
Главная ассоциация	Средняя-большая	Средняя-большая	Небольшая	Небольшая	Небольшая	Небольшая

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗАСЕНЬЯ В БАРАДЖАН

Формации минералов	Медно-сернокислородная	Полиметаллическая	Галенитовая	Боритовая
Кварц	—	—	—	—
Пирит	—	—	—	—
Халькопнит	—	—	—	—
Сфалерит	—	—	—	—
Бурит	—	—	—	—
Галенит	—	—	—	—
Борнит	—	—	—	—
Теннантит	—	—	—	—
Кальцит	—	—	—	—
Условия	Мезо-эпитем	Мезо-эпитем	Эпитем	Эпитем
Главная ассоциация	Средняя	Средняя-большая	Небольшая	Небольшая

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЗАСЕНЬЯ В СЕНТ-СЕН

Формации минералов	Сернокислородная	Генитовая	Медно-сернокислородная
Галенит	—	—	—
Эпидот	—	—	—
Кварц	—	—	—
Пирит	—	—	—
Генит	—	—	—
Магнетит	—	—	—
Халькопнит	—	—	—
Сфалерит	—	—	—
Галенит	—	—	—
Условия	Конгидротерм	Гипотерм	Мезо-гипотерм
Главная ассоциация	Средняя	Средняя	Средняя

МЕСТОРОЖДЕНИЕ МЕЧ-ДЗОР

Формации минералов	Сернокислородная	Медно-сернокислородная
Галенит	—	—
Кварц	—	—
Пирит	—	—
Кристаллит	—	—
Эпидот	—	—
Пиритин	—	—
Струвтит	—	—
Халькопнит	—	—
Сфалерит	—	—
Теннантит	—	—
Галенит	—	—
Условия	Полиметаллическая	Мезо-гипотерм
Главная ассоциация	Небольшая	Небольшая

Результат анализа, отобранной под бинокляром пробы кристаллического теннантита с месторождения Мец-дзор (аналитики М. М. Стукалова и В. Н. Кобиашвили), приведен ниже:

Элементы	%, ное со- держание	Моллек. вес	Моллек. количество	Коэф- циент	Формула минерала
As	очень много	—	—	4	$\text{Cu}_9\text{As}_4\text{ZnS}_{12}$
Cu	очень много	—	—	> 9	или
S	27,90	32,06	0,87	12	$4-5\text{Cu}_2\text{S}$
Sb	1,33	121,76	0,01	—	$2\text{As}_2\text{S}_3\text{ZnS}$
Zn*	много	—	—	< 1	—
Sn	0,45	—	—	—	—
Fe	0,52	—	—	—	—
Ag	нет	—	—	—	—
Нераств. остаток	2,28	—	—	—	—
Сумма	100,71				

Согласно данным анализа, теннантит представлен чрезвычайно богатой мышьяком разновидью, содержащей изоморфно много цинка, и приближается по составу к медзянскимитам из колчеданных месторождений Урала.

Спектральный анализ теннантита установил очень сильные линии Zn, сильные линии Sb и Sn, средние Te, As, Cd, Bi и слабые Pb и Au, что в общем очень хорошо согласуется с микроскопическим исследованием и результатами анализа.

Тетраэдрит встречен в незначительном количестве в полиметаллических рудах месторождения Ахтала, где образует сростания с теннантитом, галенитом, халькопиритом и сфалеритом. Размер выделений тетраэдрита 0,001–0,01 мм.

Энаргит существенный компонент медно-мышьяковых руд месторождения Мец-дзор, где количество его достигает в богатых гнездах 20–30% и где он образует небольшие мономинеральные скопления и прожилки.

Хорошо образованные кристаллы энаргита призматического габитуса, размером в 2–3 до 8 мм по оси «С», образуют щетки на пирите и кварце или друзы в пустотах плотного энаргита (рис. 16).

Кристаллы (рис. 17 и 18) были переданы для измерения Е. Е. Костылевой, которая установила следующие главные формы:

* Цинк введен в подсчет и формулу, т. к. количество сфалерита ничтожно и элемент входит изоморфно в состав теннантита.

c(001), a(100) и g(110), а из подчиненных форм: r(310), l(130), x(320) и довольно редко в (010).

Грань a(100) всегда с вертикальной штриховкой; грань g(110) гладкая без штриховок, грань c(001) гладкая и сильно блестящая. В аншлифах энаргит образует столбчатые выделения среди теннантита, пересечен прожилками халькопирита, нередко даст тесные срастания со станнином (рис. 19).

Результат анализа, отобранной под бинокляром пробы кристаллического энаргита (аналитики М. М. Стукалова и В. Н. Кобаишвили), приведен ниже:

Элемент	%-ное содержание	Моллек. вес	Моллек. количество	коэффициент	Формула
As	очень много	—	—	1	Cu_2AsS_4
Sb	0,77	121,76	—	—	или
S	31,52	32,96	0,98	> 4	$3Cu_2S, As_2S_5$
Cu	очень много	—	—	< 3	
Сумма	91,71				

Согласно анализу, состав минерала соответствует почти в точности формуле, обнаруживая небольшой избыток серы по сравнению с теоретическим составом.

Спектральный анализ установил в энаргите сильные линии Sb и Sn, выше средних Te, средние As и Zn, слабые Pb, Bi и Au.

Станнин присутствует в виде второстепенной, но постоянной примеси в рудах медно-мышьяковой формации месторождения Мец-дзор, в ассоциации с теннантитом и энаргитом.

Минерал установлен микроскопически в полях теннантита или в сростках с энаргитом и халькопиритом; выделения стагнита, размером 0,01–0,05, редко до 0,1–0,2 мм, частью имеют неправильные формы, частью же хорошо ограничены.

Внутри полей станнина наблюдаются мелкие, неправильной формы, выделения сфалерита.

Ничтожное количество станнина установлено также в медно-серноколчеданных рудах месторождений Алаверди и Шамлуг, в тесных срастаниях с халькопиритом и сфалеритом.

Диагностические признаки: отражательная способность почти равна таковой энаргита, HNO_3 травит, анизотропен, микрoхимия на олово. Анализ теннантита с включениями станнина (с месторождения Мец-дзор) показал содержание Sn.

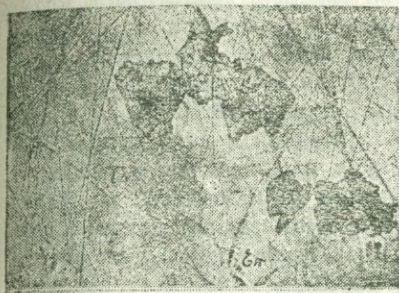


Рис. 19. Станнин (St) и энаргит (En) среди теннантита (Tn). Протравлено HNO_3 . Мец-дзор. Фото. Ув. 200.

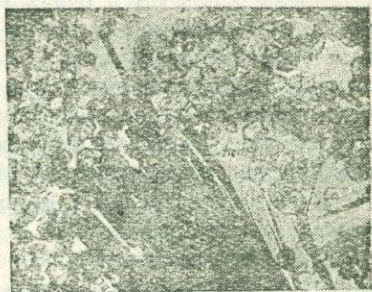


Рис. 20. Гематит (hem) среди граната (Gr) и кальцита (Ca). Сисимадан. Фото. Ув. 50. Николи П.

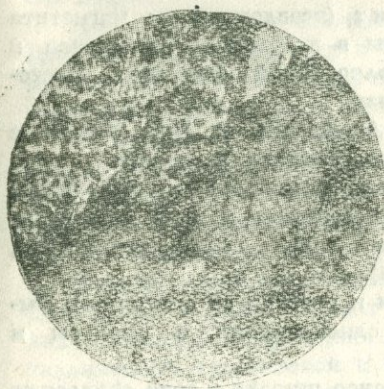


Рис. 21. Касситерит (Cas) среди теннантитов (Tn); пирит (Py) Мец-дзор. Аншлиф. Фото. Ув. 180.

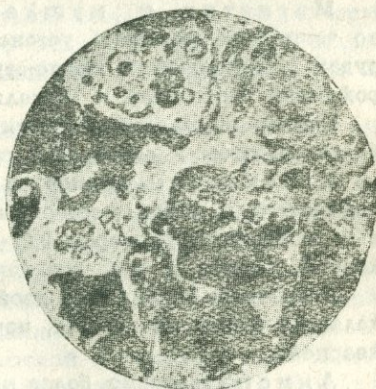


Рис. 22. Колломорфная структура пирита (Py). Шамлуг. Шток „С“. Аншлиф. Ув. 66.

Флюорит наблюдался В. Г. Грушевым в рудах Алавердского месторождения, где редкие мелкие кристаллики его располагаются между зернами пирита.

Кварц обычен в рудах серноколчеданной, гематитовой, медно-серноколчеданной и медно-мышьяковой формаций; в остальных вытесняется баритом и кальцитом. Наиболее тесные взаимоотношения устанавливаются между кварцем и пиритом, и процесс вторичного окварцевания сопровождается пиритизацией; во многих случаях на таких участках более поздняя медная и полиметаллическая минерализация отсутствуют или проявлены слабо.

Куприт встречается в зоне окисления Шамлугского и Алавердского месторождений в ассоциации с самородной медью. Кроме земаистой разности образует мелкие кристаллики кубического габитуса размером 0,5—1 мм в поперечнике; в кристаллах хорошо развита грань (100), часто присутствует грань (110) и значительно реже (111).

Гематит в колчеданных рудах развит незначительно. В гематитовой формации количество его достигает 80—90%; к нему примешивается небольшое количество пирита, халькопирита и магнетита. Из нерудных, кроме кварца, характерны эпидот и гранат (рис. 20). Чешуйчатые выделения гематита размером 0,1—1 мм выделяются позже нерудных и пирита и разведены, в свою очередь, халькопиритом.

Магнетит и мушкетовит (псевдоморфозы магнетита по чешуйкам гематита) установлены в небольшом количестве в рудах гематитовой и медно-серноколчеданной формаций месторождений Сисимадан и Шагали-Элиар.

Размер выделений магнетита—0,01—0,1 мм, он ясно связан с халькопиритом и образуется позднее гематита и пирита.

Касситерит установлен микроскопически в ничтожном количестве в рудах месторождения Мец-дзор в виде эвгедральных выделений размером 0,01—0,1 мм среди полей теннантита, кварца, пирита и энargита (рис. 21).

Встречены коленчатые двойники и сростки со станнином. Выделяется одним из первых, почти одновременно с пиритом и кварцем.

Лимонит развит более или менее широко в зоне окисления всех колчеданных месторождений.

Кальцит довольно обычен в рудах (за исключением серноколчеданных и гематитовых). Особенно тесная ассоциация с кальцитом установлена для поздних мелкозернистых генераций халькопирита, сфалерита, галенита, а также для теннантита и барита.

Тонкие прожилки кальцита в смеси с указанными выше минералами пересекают раздробленные участки медно-серноколчеданных и полиметаллических руд.

Церуссит, англезит, малахит и азурит встре-

чаются в небольшом количестве в зоне окисления медных и полиметаллических месторождений.

Диспсид, тремолит, эпидот и гранат развиваются в рудах серноколчеданной, гематитовой и медно-серноколчеданной формаций в тех случаях, когда рудообразование протекает метасоматически за счет известняков в зоне контакта с интрузиями гранитоидов. Первые два минерала развиты слабо; гранат, в виде аномального анизотропного андрадита, развит несколько шире в группе месторождений бассейнов р. р. Сиси-су и Шакарджур, где за счет известняков образуются скарны с гематитовым и медно-серноколчеданным оруденением. Эпидот развит там же, сравнительно широко, в скарнах и в оруденелых роговиках, происшедших за счет туфов.

Турмалин характерен для участка Мец-дзорского месторождения, где развит широко, в ассоциации с кварцем и пиритом. Кроме рассеянной вкрапленности в оруденелых порфиритах, образует линзовидные тела и составляет зальбанды оруденелых трещинных зон. Макроскопически черный, в шлифах плеохроирует от почти бесцветного по Ng до густо-синезеленого по Np.

Серицит и левенбергерит детально описаны В. Г. Грушевым (12); образование их тесно связано с гидротермальной переработкой, окварцеванием и пиритизацией вмещающих оруденение пород.

Хлорит весьма обычен в рудах, особенно в медно-серноколчеданных. Встречается в форме чешуек и сферолитов, зеленовато-бурого цвета (в прозрачных шлифах) с двупреломлением порядка 0,004—0,005 и $n_{\text{max}} 1,595$.

Во многих случаях наблюдаются тесные взаимоотношения хлорита с халькопиритом и прямая зависимость между содержанием в руде меди и количеством хлорита; взаимоотношения между хлоритом и другими сульфидами менее ясны—можно сказать только определенно, что хлорит образуется позже пирита.

Барит очень характерен для описанных руд; в небольшом количестве, в виде секущих прожилков, присутствует в серноколчеданных и медно-серноколчеданных рудах; обилен в полиметаллической, галенитовой и борнитовой формациях, где является главным жильным минералом, наконец, обособляется в виде почти мономинеральных образований в баритовой формации.

Барит кристаллический, размер отдельных зерен обычно 0,5—1 мм; время выделения барита в сульфидных рудах—после кварца и пирита, до всех остальных сульфидов; прожилки барита являются более поздними, чем сульфиды.

Гнезда и жилы барита, иногда с кварцем или кальцитом, обособляются от сульфидных руд и образуются в конце рудного процесса.

На Ахталском месторождении по цвету выделяются три раз-

ности барита: белый, серый и красный; наиболее поздним по времени образования является первый.

Спектральный анализ белого барита показал: очень сильные линии Sr , очень слабые Pb и ничтожные следы Cu .

Спектральный анализ красного барита обнаружил: очень сильные линии Sr , средние V , слабые Pb , Cu , Ag , Zn .

Ангидрит был встречен в небольшом количестве В. Г. Грушевым в рудах Алавердского месторождения, в ассоциации с гипсом, и Н. Я. Монаховым в рудах Шамлугского месторождения, в ассоциации с свежими сульфидами, что говорит за его гипогенность (12, 50).

Гипс довольно обычен в рудах месторождений Алаверди, Шамлуг, в меньшей мере — Ахтала и Шагали-Элиар; встречается в тесной смеси с гипогенными свежими сульфидами, особенно часто в ассоциации с колломорфным пиритом, мелкозернистым халькопиритом и сфалеритом.

Гипс обычен в верхних горизонтах месторождений и в всячем боку рудных залежей и местами образует почти мономинеральные скопления, служащие предметом разработки (северный участок Алавердского месторождения).

Под микроскопом структура гипса зернистая, размер выделений — 0,05–0,1 до 0,5–1 мм; гипогенность его доказана В. Г. Грушевым (12).

Возможно, что особенно обильное образование гипса имело место в участках, сложенных известковистыми туфами или кератофировыми брекчиями с обломками известковистого туфа.

VI. Текстуры и структуры руд

Среди текстур описанных руд, в зависимости от условий отложения минерального вещества, можно выделить две группы: 1—текстуры метасоматоза и 2—текстуры выполнения пустот. Первые развиты весьма широко и возникли в процессе замещения эффузивных пород, известковистых туфо-песчаников и известняков (линзы и гнезда месторождений Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Шагали-Элиар, Сисимадан, Медная гора, Чибухлы), вторые развиты также довольно широко и связаны с отложением минерального вещества в раздробленных зонах или в трещинах среди порфиритов (Агви, Палан-Токаян, Мед-дзор, жилы Шагали-Элиара и Чамлуга, месторождения бассейна р. Бабаджан, Спасакар, Дзагидзор, штокверковые участки на месторождениях Алаверди и Шамлуг, баритовые месторождения Акори, Уч-Килиса, Кариндж и некоторые гнезда Ахталы).

Среди текстур, возникших при отложении руд путем метасоматоза, широко развиты массивная, брекчиевидная (как реликтовая), петельчатая и вкрапленная.

Массивные текстуры развиты в рудах, отложенных в однородных породах (кератофиры, туфы, известняки), которые при достаточной концентрации рудоносных растворов и длительном их воздействии нацело замещались сульфидами и кварцем с реликтами породы, переработанной в серицит, хлорит и, в случае известняков, в скарновые минералы. В результате такого хода процесса образовались наиболее богатые сплошные руды, которые часто расположены под непроницаемым экраном (покрышкой непроницаемых для гидротерм пород). В случае замещения кератофировых брекчий метасоматоз протекает избирательно и выражается в полном замещении сульфидами только угловатых обломков известковистых (?) туфов, в то время как среди остальной части породы наблюдается вкрапленность рудных минералов; возникает брекчиевидная (как реликтовая) текстура руды, широко распространенная на Шамлуге. При неполном замещении пород вдоль сети тонких взаимно пересекающихся трещин или мельчайшим пустоткам возникают пестелчатая и вкрапленная текстуры; они развиты в периферических частях рудных тел.

Среди текстур, возникающих при отложении рудного вещества в пустотах, наиболее развита брекчиевая и текстура разлома; первая выражена обломками порфирита, сцементированными кварцем и рудными минералами (широко развита на Шагали-Элиаре), вторая — пересекающимися прожилками рудных минералов среди порфиритов; в обоих случаях замещения порфирита не происходит.

Сюда же относятся текстуры, возникшие в связи с наложением более молодых формаций на более ранние; они выражены в раздроблении ранних агрегатов и отложении по трещинам нового, более позднего комплекса.

Эти текстуры хорошо наблюдаются иногда в приполированных шлифах, особенно же четко устанавливаются микроскопически и могут быть названы микротекстурами; изучение их помогает разобраться в деталях процесса рудообразования.

Чаще всего наблюдается пересечение руд серноколчеданной и гематитовой формаций комплексом более молодых минералов — медно-серноколчеданной и полиметаллической; на месторождении Мед-Дзор серноколчеданная формация пересечена медно-мышьяковой.

Во многих случаях наблюдается пересечение медно-серноколчеданных руд прожилками полиметаллических, жилами кальцита с более поздними генерациями сульфидов, жилами барита.

Полиметаллические (богатые цинком) руды раздроблены и пересечены прожилками мелкозернистого галенита с кальцитом (бассейн р. Бабаджан).

Особо нужно отметить широкое развитие в рудах месторождений Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Чибухлы, отчасти Шагали-Элиар, метакolloидных текстур, которые выражены концентри-

чески зональным расположением пирита и др. сульфидов (рис. 22). Следует также отметить, что при детальном исследовании руд никаких текстур, характерных для метаморфогенных руд (следов сдавливания, расщепления или милонитизации руд) не отмечено.

Среди структур господствуют зернистые и коррозионные, значительную роль играют структуры перекристаллизации и совершенно подчиненную — структуры распада.

В почти мономинеральных серноколчеданных и гематитовых рудах господствует панидиоморфная структура, в медно-серноколчеданных и полиметаллических более обычна гипидиоморфнозернистая и реже порфировидная; эвгедральные выделения представлены в медно-серноколчеданных рудах — пиритом, в полиметаллических — сфалеритом и баритом. В большей или меньшей мере развиты коррозионные структуры расщепления, особенно часто разведены пирит, барит, сфалерит и энаргит.

Для борнитовых и галенитовых руд характерна очень мелкозернистая аллотриоморфная структура с размером зерен 0,01 — 0,05 мм; менее развиты гипидиоморфная и порфировидная структуры, где эвгедральные выделения и вкрапленники принадлежат пириту или сфалериту. Структуры распада отмечены в медно-серноколчеданных и реже в полиметаллических рудах (эмульсия халькопирита в сфалерите, борнита в сфалерите, сфалерита в халькопирите).

Иногда наблюдаются графические структуры замещения халькопирита — сфалеритом, галенита — теннантитом, энаргита — теннантитом; наблюдались также графические замещения халькопирита и галенита ковеллином и халькозином, галенита и теннантита — аргентитом; эти последние случаи сростания, как результат наложения супергенных процессов, могут рассматриваться как микро-текстуры замещения.

Взаимоотношения между минералами в исследованных рудах весьма сложны, так как отложение многих минералов происходило в довольно широком температурном интервале, или в условиях почти одновременного отложения или раскристаллизации из геля целой группировки минералов. Затем, формирование отдельных рудных формаций на различных месторождениях происходило в несколько отличных условиях.

По отдельным формациям последовательность выделения гипогенных минералов отражена на табл. 3, которая отражает также последовательность образования формаций и отчасти температурный режим процесса.

Можно отметить, что процесс рудообразования развивается в довольно широком температурном интервале, обнимая собой все стадии, начиная от пневматолитовой и гипотермальной и кончая эпитепмальной.

Описание геохимических особенностей отдельных элементов в описанных рудах приводится в алфавитном порядке.

Алюминий обычен в породообразующих минералах и в новообразованиях — сериците, леверрьерите и хлорите, связанных с гидротермальным изменением туфо-порфириновых пород.

Барий, в форме барита, фиксируется, главным образом, в полиметаллических и баритовых рудах и образует мономинеральные скопления в конце рудного процесса. Особенно тесно связан с Zn , отчасти с Cu , Pb , As , Ag . Очень характерен для процесса.

Бор входит в состав турмалина, играет заметную роль только на участке месторождения Мец-дзор.

Ванадий установлен спектрально* (средние линии) в красном барите Ахтальского месторождения.

Висмут фиксируется в форме висмутина, виттихенита и эмпактита, а также установлен спектрально (средние линии) в галените месторождения Ягдан и теннантите месторождения Мец-дзор. Играет ничтожную роль; связан с Cu , Pb , As .

Галлий играет ничтожную роль; установлен спектрально (линии выше средней интенсивности) в светлокоричневом сфалерите Ахтальского месторождения.

Германий играет ничтожную роль; установлен спектрально (слабые линии) в светлокоричневом сфалерите Ахтальского месторождения.

Железо в своей главной части фиксируется в форме пирита, отчасти других сульфидов (халькопирит, борнит и др.), магнетита и гематита. Богатство серой исключает сколько-нибудь заметное развитие пирротина даже в условиях высокой температуры. Железо — характерный элемент процесса, причем основное количество его выносится и фиксируется в виде пирита до отложения других рудных минералов.

Золото присутствует в форме самородного золота и электрума в тесной ассоциации с халькопиритом, борнитом, галенитом и теннантитом. Перечисленные сульфиды обогащены золотом и содержат его, вероятно, в рассеянном состоянии.

Вынос и фиксация золота происходят в более позднюю стадию рудного процесса, после отложения пирита, значительной части халькопирита и сфалерита. Au тесно связан с Ag , Cu , As , Pb .

Кадмий довольно обычен в сфалерите, где установлен спектрально (сильные линии), и в галените (слабые линии).

Кальций фиксируется в форме кальцита, гипса, ангидрита, отчасти карбонатов свинца и меди, т. е. в конечные стадии рудного процесса и в супергенных условиях.

* Все спектральные анализы выполнены проф. С. А. Боровиком.

Кобальт установлен спектрально в сфалерите (средние линии), в галените и пирите (слабые линии).

Кремний играет большую роль в форме кварца и силикатов. Окварцевание сопровождается пиритизацией и происходит до медно-полиметаллической минерализации.

Медь—один из основных элементов руд. Главным образом присутствует в форме халькопирита, в небольшом количестве фиксируется в форме борнита, блеклых руд, энаргита и в ничтожном—станнина и медно-висмутовых минералов.

Вынос и фиксация меди происходят в основном в мезотермальных и переходных от мезо-к эпитермальным условиям температур в тесной ассоциации с Fe, S, отчасти Zn; в конце рудного процесса небольшая часть меди фиксируется в блеклых рудах в ассоциации с As, Pb, Ag.

Молибден совершенно не характерен; в ничтожном количестве встречен лишь в одном пункте (Агви) в виде молибденита, в ассоциации с кварцем и гематитом.

Мышьяк довольно характерен и фиксируется в форме теннантита и реже энаргита в мезотермальных и переходных от мезо-к эпитермальным условиям. Характерна ассоциация с Cu, Zn, Pb, Ag, реже Sb и Sn.

Повышенная концентрация мышьяка имеет место в рудах полиметаллической, борнитовой, галенитовой и, особенно, медно-мышьяковой формаций.

Олово развито незначительно и только в медно-мышьяковых рудах месторождения Мец-дзор (в форме станнина и отчасти касситерита).

Палладий и платина присутствуют в незначительном количестве в рудах месторождений Алаверди, Шамлуг и Ахтала.

Свинец весьма характерен и в форме галенита концентрируется в более поздних, низкотемпературных формациях (полиметаллической, борнитовой и, особенно, галенитовой) в ассоциации с Zn, Ba, As, Ag.

Серебро присутствует в виде аргентита, самородного серебра и, главным образом, в виде изоморфной примеси в сульфидах — теннантите, галените, борните, халькопирите и др.

Повышенная концентрация серебра наблюдается в более поздних формациях: медно-мышьяковой, полиметаллической и, особенно, в борнитовой и галенитовой.

Характерна ассоциация с As, Pb, Ba, отчасти Cu и Zn.

Сера очень характерна для всех типов руд, которые представлены сульфидами и сульфосолями; среди нерудных немалую роль играют сульфаты—барит, ангидрит и гипс. Следует отметить очевидное богатство серой эманаций очага на протяжении всего процесса рудообразования.

Табл 4

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПО РУДНЫМ ФОРМАЦИЯМ

Формации Элемент	СЕРПОНТ- ЛЕДЯННАЯ	ГЕМА- ТИТОВАЯ	МЕДНО- СЕРПОНТОВЕ- ДАННАЯ	МЕДНО- ПЫШЕВКО- ВАЯ	ПОЛНО- ТАЛАНЧЕ- ККАЯ	БОРИНТО- ВАЯ	ГРЕБЕНТО- ВЫЯ	БЯРНТО- ВЫЯ
Fe	+++	+++	++	++	+	+	+	-
S	+++	+	++	++	+	+	+	+++
Cu	+	+	+++	+++	++	+++	+	-
Zn	-	-	+	+	+++	++	+	-
Pb	-	-	+	-	++	++	+++	-
As	-	-	+	++	+	++	++	-
Ba	-	-	+	-	++	++	++	+++
Ag	-	-	+	+	++	+++	+++	+
Au	-	-	+	+	++	+++	+++	-
Cd	-	-	+	-	+	-	-	-
Co	-	-	-	-	+	-	-	-
Sn	-	-	-	+	-	-	-	-
Bi	-	-	+	+	+	+	+	-
Tl	-	-	-	+	-	-	-	-
Sh	-	-	-	+	+	-	+	-
Ca	-	-	+	-	+	+	+++	++
Sr	-	-	-	-	-	-	-	+
Si	+++	+++	++	++	+	-	-	-

+++ ВЫСОКАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ

+ НИЗКАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ

++ СРЕДНЯЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ

- НИЗКАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ИЛИ ОТСУТСТВУЕТ

Стронций установлен спектрально (очень сильные линии) в барите месторождений Ахтала и Акори.

Сурьма в незначительном количестве фиксируется в тетраэдрите и присутствует в теннантите и энаргите в виде примеси.

Теллур установлен спектрально в энаргите (линии выше средней интенсивности) и теннантите (средние линии) месторождения Мец-дзор.

Фтор фиксируется в незначительном количестве в виде флюорита в серноколчеданном типе руд.

Цинк весьма характерен и присутствует в виде сфалерита. Намечается тесная ассоциация с Ba, Pb, в меньшей мере с Cu, As, Ag.

Сравнительное значение и изменение средних концентраций отдельных элементов по рудным формациям иллюстрируется таблицей 4.

Обобщая, можно сказать, что для руд характерны: Cu, Fe, Zn, Pb, As, S, Si, Ba, Ca, значительно менее Au, Ag, Cd, Sb.

Совсем не типичны Sn, Mo, Co, Ni.

Особо следует подчеркнуть господство Cu и S.

VIII. Описание сходных по типу месторождений

Колчеданные (пирит-халькопиритовые) линзообразные залежи руд среди эффузивных и туфоосадочных пород различного возраста широко распространены во многих странах и имеют ряд общих черт с описанными в работе месторождениями Алавердского типа.

Краткие данные по сходным месторождениям изложены отдельно по четырем крупным районам: Кавказ, Средиземноморская зона, Тихоокеанское кольцо, Урал и Казахстан, где наиболее широко развиты подобные месторождения.

А. Месторождения Кавказа (рис. 23).

Непосредственно к северу от описанных месторождений Алавердской группы, в пределах Грузинской ССР, располагается ряд небольших месторождений железных, медных, полиметаллических и баритовых руд (Чатах, Дманиси, Дамблут, Маднеули, Машавера и друг.), которые по условиям залегания и генезису приближаются к Алавердским. Рудные тела представлены линзами, гнездами, жиллообразными скоплениями среди измененных эффузивных и туфоосадочных пород эоцена, верхнего мела и, реже, средней юры. Вмещающие оруденение толщи прорваны гипабиссальными неинтрузиями гранитоидов после-среднеэоценового возраста (15, 30, 34).

Значительно более крупные месторождения колчеданных руд

располагаются в 100—150 км к ЮВ от Алавердского района, в Азербайджанской ССР (Кедабек, Чирагидзор) и в 200 км к западу от Алавердского района, в Артвинском округе (Дзансул, Кварцхана). Сходные месторождения имеются и на юге Армении.

Кедабекское месторождение детально описано К. Н. Паффенгольцем (39). Район сложен ниже (?) юрскими порфиритами и кварцевыми порфирами, которые перекрыты т. н. «покровной» среднеюрской толщей туфогенных пород, порфиритов и их туфов.

Месторождение медных руд генетически связано с неинтрузией кварцевого диорита, которая интродировала в толщу юрских пород.

Рудные скопления приурочены к вторичным кварцитам, образовавшимся за счет кварцевых порфиров, и концентрируются недалеко от контакта с прикрывающими их эффузивными и туфовыми породами, залегая в общем параллельно контакту (рис. 24).

Выработанные рудные тела представляли ряд плоских штоков колчеданных руд, связанных между собой тонкими рудными прожилками. Наиболее богатые медные руды залежали вблизи контакта вторичных кварцитов с покровными породами; последние выполняли роль непроницаемой преграды—экрана, задерживающего гидротермы и направляющего их вдоль контакта и по плоскостям наслоения кварцитов. В участках кварцитов, интенсивно разбитых сетью трещин, под покрывной непроницаемых пород происходило метасоматическое образование штоков, в то время как вдоль плоскостей наслоения потоков кварцевых порфиров отлагались тонкие рудные прожилки.

Проводниками гидротерм являлись «древние» сбросы в толще кварцевых порфиров.

Состав руд следующий: пирит, халькопирит, сфалерит, немного арсенопирита, тетраэдрита, гематита, пирротина, магнетита, елиничные зерна самородного золота. Из нерудных—кварц и, в меньшем количестве, барит, кальцит и гипс. Довольно значительно в зоне цементации развит ковеллин и менее халькозин.

В аналогичной обстановке, недалеко от выхода гранитной интрузии, к северу от Кедабека, имеются небольшие рудные линзы Битти-булахского месторождения (состав руд: пирит, халькопирит, энаргит, фаматинит, барит) и Ново-Гореловского месторождения (состав руд: сфалерит, халькопирит, пирит и барит).

Кедабекское месторождение считается выработанным; за время усиленной разработки концессией Сименса с 1867 г. по 1914 г. извлечено 1.700.000 т. руды, из которой выплавлено около 53.000 т. меди и получено значительное количество золота и серебра.

Чирагидзорское месторождение детально изучено К. Н. Паффенгольцем (38); оно приурочено к кварцевым порфирам нижней (?) юры, на которых залегает трансгрессивно подстилаемая кон-

гломератами толща порфиристов, туфов и туфогенных пород средней юры.

Отложения юры, а также перекрывающая их, несогласно, толща верхнего мела (туфона), прорваны интрузией авгитовых гранодиоритов, с которой генетически связано серноколчеданное и медное оруденение.

Рудные штоки залегают среди кварцевых порфиров, переработанных во вторичные кварциты, и расположены на расстоянии 30–60 м ниже покровных пород. Характер рудных штоков позволяет предполагать существование густой сети неправильных коротких трещин, возникшей еще до оруденения.

Состав руд: пирит (часто коллоидный или очень тонкозернистый), местами с примесью халькопирита, сфалерита, пирротина, теннангита, галенита и ковеллина. Нерудные представлены кварцем, баритом, кальцитом и гипсом.

Помимо крупных штоков серноколчеданных руд, имеются небольшие гнезда борнит-халькопиритовой руды и жилообразное тело, состоящее из смеси пирита и халькопирита.

Месторождения Артвинского округа (Дзансул и Кварцхана). Район и месторождения изучались Бацевичем Л. (7), Марголиусом А. М. (32) и, в последнее время, Kovenko V. (67)

В районе широко развиты андезиты и дациты верхнего мела, которые переслаиваются с мергелями; выше залегает толща андезитов и туфопесчаников эоцена (в последних определены нуммулиты). Интрузивные породы представлены древними гранито-гнейсами, которые пересечены штоками кварцевого диорита и кварцевого альбитофира. Возраст гранито-гнейсов, вероятно, палеозойский; кварцевые диориты и кварцевые альбитофиры секут толщу эоцена, чем и определяется их молодой возраст.

Рудные тела, представленные штоками, жилообразными скоплениями и гнездами, залегают среди вторичных кварцитов. Крупные скопления массивных сульфидных руд образуются в контактах кварцитов с плохо проницаемыми осадочными породами и туфами и приурочены к взбросовым нарушениям, по которым толща верхнего мела надвинута на эоцен.

Оруденение генетически связывается с тем же глубинным очагом гранитоидов, с которым связаны дайки кварцевых диоритов и альбитофиров.

Дзансульское (Мургальское) месторождение представляет крупный шток серно- и медно-серноколчеданной руды, залегающей среди дацитов и их туфов, переработанных во вторичные кварциты; сверху шток прикрыт глинистой породой.

Руда представляет тонкую импреньяцию халькопирита и пирита в кварците с содержанием Cu . Размеры рудного тела крупные.

Кварцханское месторождение представлено плоской жилообразной залежью, залегающей между верхнемеловыми мергелями в подошве и дайкой альбитофира в кровле вдоль плоскости взброса, который параллелен надвигу верхне-меловых отложений на эоценовые. По простирацию рудное тело прослежено на 200 м., по падению, примерно, на столько же, при мощности не более 20 м.

Руда массивная, состоит она из пирита и халькопирита с примесью арсенопирита, борнита, сфалерита, галенита, гематита, а из вторичных — ковеллина и халькозина. Из нерудных присутствуют: кварц, барит, кальцит и гипс.

Руда содержит Cu, местами As, Zn, немного Sb, Ag и Au.

В висячем боку рудного тела имеются скопления сфалерита. Месторождение в значительной мере выработано.

Месторождения южной Армении, расположенные в приграничной с Ираном Сюникской (Зангезурской) рудной провинции, в большинстве резко отличаются от колчеданных залежей Алавердского типа.

Генетически они связаны с более кислыми гранитоидами верхне-третичного (миоценового) интрузивного цикла и представлены штокверковыми, вкрапленными и реже жильными скоплениями медно-молибденовых руд (Каджаран, Агарах и др.) среди интрузивных пород или в андезитах экзоконтактной зоны (До-стакерт и др.).

Только в Кафанском рудном узле, в области развития эффузивных толщ юры, в геологической обстановке, сходной с Алавердской, мы встречаем медное и полиметаллическое оруденение, приближающееся по характеру к Алавердскому.

Среди порфиров нижней юры залегает серия рудных жил ширитного простираания; реже встречаются меридиональные жилы.

В последние годы установлено и штокверковое оруденение. Рудные жилы прослеживаются на сотни метров по простираанию и падению, при небольшой обычно мощности порядка 0,5–1 м., в раздувах до 3 м.

Состав руд: пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, борнит, теннантит и энаргит, а из нерудных — кварц, барит и кальцит.

На участке рудников Шаумян-Хададж происходит обособление полиметаллических жил, богатых цинком.

Интересно отметить довольно широкое развитие в рудах колломорфных структур (пирит, халькопирит, сфалерит, борнит), особенно во флангах рудных жил. Кристаллические и колломорфные разности одних и тех же минералов нередко встречаются в одном штуде, причем кристаллические агрегаты несколько старше.

Руды медно-серноколчеданных жил содержат Cu, немного Zn, Pb, As, Ag и Au; руды полиметаллических жил содержат Zn, Cu, Pb и повышенное количество As, Ag и Au.

Месторождение довольно крупное, а по содержанию меди в руде — одно из наиболее богатых в мире. За последний, почти столетний период разработки из руд Кафана выплавлено несколько десятков тысяч тонн меди и еще значительные запасы имеются в недрах.

Б. Месторождения средиземноморской зоны

Молодые альпийские структуры, которым подчинены интрузии гранитоидов и генетически связанная с ними, в основном медная, металлогения, протягиваются с Кавказа далеко на запад, в пределы Средиземноморской зоны.

В этой зоне мы встречаем многочисленные месторождения медных руд, из которых наиболее крупными являются: Эрганимадан в Турции, Бор в Югославии и Рио-Тинто в Испании.

Месторождение Эрганимадан, по данным A. Lange (68), залегает вдоль нарушений в хлоритизированном и рассланцеванном диабазе и представлено крупной линзой массивной медно-серноколчеданной руды. Рудная линза мощностью 30–35 м. прослежена по простиранию на 150 м. и по падению на 120 м.

Состав руды: пирит, халькопирит, борнит, ковеллин, редко галенит, сфалерит, пирротин, магнетит, гематит. Из нерудных — кварц, кальцит, сидерит. Руда содержит 10% и немного As, Zn, Pb.

Месторождение крупное, запасы металла — меди более 300.000 т.

Месторождение Бор представлено тремя рудными телами, залегающими среди пропилитизированных дацитов и андезитов третичного возраста. Рудные тела имеют эллиптическую форму, из них самое крупное имеет в длину 300 м., в ширину 130 м. и прослежено на глубину 150 м.

Руда представляет смесь пирита с халькопиритом, ковеллином, иногда энаргитом, люцитом и фаматинитом. Из нерудных — много кварца и барита. Руда содержит 5–6% Cu и немного Au (1–4 г/т). Месторождение очень крупное: ежегодная выплавка меди превышает 40.000 т.; при электролизе меди и, частью, при разработке железной шляпы ежегодно получают 3–4 тонны золота (58).

Месторождение Рио-Тинто, на юге Испании, по A. Bateman'у (58) и D. Williams'у (76), залегает среди палеозойских, главным образом, карбоновых сланцев, смятых и интродуцированных дайками альбитофиров и порфиоров. Рудные тела тяготеют к порфирам и поэтому и те и другие рассматриваются как производные одного и того же глубинного очага гранитоидной магмы.

Рудные тела представлены линзовидными скоплениями массивных сульфидов среди гидротермально измененных (окварцеванных, серицитизированных, хлоритизированных) сланцев, вблизи

и в контактах с дайками порфиров и штокверками среди порфиров.

Разрабатывалось (в разное время) до 50 рудных тел, из которых некоторые достигают грандиозных размеров: 3.000 м. в длину, до 200—250 м. мощности и до 500 м. в глубину.

Руда представляет тонкозернистый агрегат пирита с халькопиритом, небольшим количеством сфалерита, галенита, тетраэдрита, энаргита и редких арсенидов и селенидов. В отдельных участках крупные тела, состоящие главным образом из пирита, брекчиированы и сцементированы более поздним гипогенным халькопиритом; в этом случае содержание меди поднимается с обычных 1—2% до 5% и больше.

Кроме меди, руда богата серой и содержит немного Pb, Zn, As, Ag и Au. Это одно из крупнейших в мире месторождений меди и самое крупное из известных скопление серного колчедана.

В. Месторождения тихоокеанского кольца

По западному побережью Американского материка (Тихоокеанское побережье Канады, Калифорния, Перу, Чили) и в области крупных островов, окаймляющих с востока Азию (Япония, Филиппины), располагается молодой складчатый пояс, в металлогении которого медь играет крупную, подчас решающую роль.

Среди многочисленных месторождений меди этого пояса, как наиболее близкие к месторождениям Алавердского типа, представляют интерес месторождения Шаста Коунти в Калифорнии, Британия майн в Канаде и месторождения Японии (Иошино, Козака и др.).

Месторождение Шаста Коунти, по W. Lindgren'у (69), находится в районе широкого распространения сланцев девона и карбона, интродуцированных аляскистыми порфирами мелового возраста; последние связаны с меловыми кварцевыми диоритами, обнажающимися в районе. Аляскитовый порфир прикрыт сверху непроницаемыми глинистыми сланцами и является вмещающей породой для почти всех колчеданных рудных тел, имеющих форму плоских линз и залегающих в рассланцеванных и брекчиированных зонах.

Руда состоит из серного колчедана с примесью халькопирита и сфалерита и содержит в среднем 30% Cu, немного Au, Ag, Bi, As и Se.

Месторождение Британия майн, по A. Bateman'у (58), располагается в кровле батолита гранитоидов берегового хребта, среди кварц-серицитовых сланцев, в зоне разлома. Рудные линзы крупных размеров, числом 5, прослежены на глубину в 750 м.

Состав руды: сульфиды Fe, Cu, Pb, Zn, немного гематита, магнетита и редкие зернышки самородного золота.

Интересно наличие линз ангидрита, переходящего вверх в гипс. Руда содержит всего около 10% Cu, но сравнительно богата Au и Ag, что и делает ее промышленно весьма интересной.

Месторождения Японии описаны Камеки Киношито (23), а в последние годы изучались геологами Manjiro Watanabe (75) и Takeo Kato (65).

По данным первого автора, медные месторождения типа Куромоно, или «черной руды», широко распространены и образуют неправильные скопления сульфидов в третичных липаритах, андезитах и туфо-осадочных породах.

Руда представляет тесную смесь сфалерита, вурцита, галенита, пирита, халькопирита, борнита, халькозина, марказита, гематита, барита и гипса, образованных в гипогенных условиях при температуре, главным образом, ниже 100° С. В большинстве месторождений, непосредственно около рудного тела или на некотором расстоянии от него, залегают большие массы гипса, причем гипс образовался почти одновременно с сульфидами.

Руды представлены тремя типами: «Кейко» — кремнистая руда с пиритом, бедная халькопиритом, «Око» — колчеданная пирит-халькопиритовая руда и «Куромоно» — сложная сульфидная руда, богатая черным сфалеритом. В «Куромоно» сфалерит представлен мелкими зернами диаметром 2—3 мм, рассеянными вместе с галенитом в промежутках призматических кристаллов барита, или встречается в неправильных сростках с галенитом или в массивном гипсе.

Форма месторождений разнообразна, обычно шире сверху и уже внизу (в форме брюквы); реже встречаются пластообразные и жиллообразные формы. Породы, вмещающие месторождения, пропилитизированы и серицитизированы под действием щелочных растворов, содержащих H_2S и щелочные сульфиды. Колломорфные, иногда, структуры пирита, марказита и галенита говорят о возможном коллоидальном характере рудоносных щелочных растворов.

Представляет интерес описание отдельных, более детально изученных в последнее время, месторождений (рис. 25).

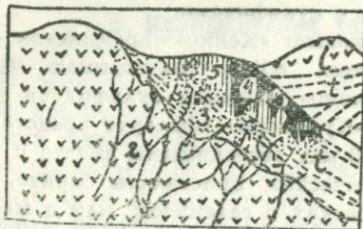
Месторождение медистого пирита Йошино, по Т. Като (65) и М. Watanabe (75) расположено в районе развития липаритов, перекрытых глинистыми сланцами и туфами миоцена.

Месторождение представляет почти вертикальный, неправильной формы, трубообразный штокверк, диаметром в 60 м, импрегнированный пиритом и халькопиритом. Минерализация приурочена к большому взбросу и сопровождающим его поперечным разломам, создавшим зону раздробленных пород.

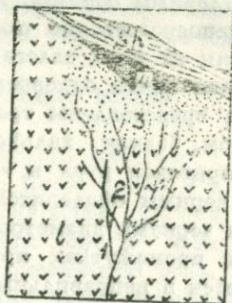
В нижней части липаритов месторождение представлено жилами, богатыми пиритом, которые постепенно переходят вверх в штокверк, обогащенный пиритом и халькопиритом. Еще выше

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЯПОНИИ

КОЗАКИ



МОШИНО



С - ЛЮДЯНТ L - тиф Sh - глинистые сланцы

1. ЖЕЛЕЗО
2. ШТОКВЕРКИ
3. ВЕРЯДЕННЫЕ РУДЫ
4. МЕТАСОМАТИЧЕСКОЕ ОРУДЕНЕНИЕ
[ТИП ЧЕРНЫХ РУД]
5. МЕТАСОМАТИЧЕСКОЕ ОРУДЕНЕНИЕ
[ПИРАТОВЫЙ ТИП РУД]

Рис. 25

располагаются вкрапленные руды, представляющие окварцованный липарит с пиритом, халькопиритом, баритом, сфалеритом и галенитом; непосредственно под сланцами они переходят в компактный агрегат барита, сфалерита и галенита с небольшим количеством пирита и халькопирита (тип «Куромоно»).

Месторождение Козака изучено М. Watanabe (75). Липариты интродуцируют в брекчиевидные туфы; обе породы пересекаются сетью жил кварца с пиритом и халькопиритом, местами переходящими, сверху в (туфах), в т. н. «желтые руды», состоящие, главным образом, из пирита и халькопирита. Эти последние на отдельных участках замещены «черными рудами» — компактным агрегатом сфалерита, галенита и барита с небольшой примесью пирита и халькопирита. Форма скоплений «черных руд» воронкообразная; по сравнению с другими типами руд они значительно богаче серебром и золотом.

Г. МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАЛА И КАЗАХСТАНА.

По восточному склону Урала, в меридиональном направлении, протягивается полоса медных месторождений колчеданного типа.

Структуры господствующие здесь герцинские и оруденение, по возрасту, значительно древнее Алавердского; однако, по геологическим условиям залегания, формам и составу рудных тел намечаются некоторые черты сходства.

Колчеданные месторождения Урала изучались детально академиком А. Н. Заварицким, который в последние годы высказал и обосновал новую теорию их генезиса (19, 20), Е. Е. Захаровым (21), А. А. Амираслановым (2) и многими другими.

Из месторождений Казахской ССР наиболее близки к описанному — Успенское, изученное И. С. Яговкиным (56) и Майкаин, описанное в работе В. К. Котульского (26).

Колчеданные месторождения Урала, числом более 30, расположены в т. н. зеленокаменной полосе, представляющей свиту расланцеванных эффузивов (диабазов, диабазовых порфиритов, порфиритов, альбитофинов) и туфов силура и девона. Эта свита прорвана во многих местах дайками гранит-порфира, диоритового порфира, альбитофира.

Рудные тела имеют форму линз (Калата, Карпушиха и многие другие), жиллообразных залежей (Детяринское) и более сложные (иногда изометричные) формы (Блява, Сибай, Учалы); последние характерны для южного Урала, где вулканические породы, вмещающие оруденение, не подвергались метаморфизму.

По данным одних исследователей, локализация рудных тел контролируется зонами смятия и дайками, другие придают решающее значение крутым разломам и плоскостям наложения вулканических пород, особенно участкам пересечения тех и других.

Руда состоит из смеси пирита и халькопирита с небольшим количеством сфалерита, галенита, теннантита; в месторождениях южного Урала значительную роль играют также вуртцит и мельниковит, причем наряду с кристаллическими структурами нередки и колломорфные. Из нерудных обычны кварц и барит, реже встречаются карбонаты.

Руды содержат Cu, немного Zn, Pb, As, Ag и Au.

Господствующим типом руд является медно-серноколчеданный; менее развиты полиметаллические и борнитовые руды, обогащенные Zn, Pb, Ag и Au.

Масштаб месторождений крупный, запасы меди-металла выражаются, по отдельным объектам, во много сотен тысяч тонн.

Большинство исследователей колчеданных залежей Урала относило их до сих пор к классу мезотермальных, метасоматических залежей и связывало генетически с герцинскими гранитоидами.

А. Н. Заварицкий связывает месторождения с очагами тех эффузивных толщ S_2-D возраста, среди которых они залегают, и считает их метаморфизованными месторождениями, возникшими при изменениях рудных скоплений типа, первоначально подобного «Куромоно».

Успенское месторождение в Казахской ССР, по описанию И. С. Яговкина (56), представляет жилу замещения вдоль трещины, имеющей в висячем боку глинистые сланцы, а в лежащем — песчаники.

Состав руд: халькопирит, пирит, тетраэдрит, сфалерит, борнит, галенит, окислы меди; из жильных — кварц, барит, а сверху также гипс.

Месторождение Майкаин, по В. К. Котульскому (26), представлено серией линз и гнезд колчеданов в зоне сильно рассланцеванных порфиров, перешедших во вторичные кварциты.

В висячем боку линз обилён барит, в лежащем боку преобладают пирит и халькопирит. Участки, где много барита, обогащены золотом и серебром.

IX. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ АЛАВЕРДСКОГО ТИПА ОРУДЕНЕНИЯ

Все месторождения колчеданных руд Алавердского и соседних с ним районов залегают среди эффузивных и туфоосадочных толщ средней юры, верхнего мела и эоцена. В распределении месторождений в вертикальном разрезе отдельных толщ наблюдается неравномерность. Так, в пределах средне-юрской толщи промышленные скопления руд приурочены, с одной стороны, к нижней части разреза (Ахтала), с другой — к самым верхам толщи (Алаверди, Шамлауг, Акори, Уч-Килиса); только отдельные и при-

том небольшие месторождения вкрапленных и штокверковых руд приурочены к средней части толщи (Агви, Палан-Токян, Спасакар, южный участок месторождения Алаверди). Это объясняется концентрацией руд в благоприятных структурно-литологических условиях; в низах разреза средней юры таким благоприятным фактором был контакт между разнородными породами — кварцевыми порфирами и порфиритами, выраженный перетертой зоной вдоль межформационных подвижек.

В верхней части разреза на локализацию оруденения решающее влияние оказывал характер пород (рассланцеванные кератофиры, их брекчии и туфы) и наличие над ними туфоосадочных пород, выполнявших роль экрана, непроницаемого для гидротерм. В то же время, средняя часть разреза юры представлена однообразной толщей порфиритов и их брекчий, в которой оруденение встречается спорадически и только в случае наличия трещиноватых участков; в контактах с подстилающими кварцевыми порфирами и с перекрывающими кератофирами интенсивность оруденения толщи порфиритов резко возрастает.

Неравномерное распределение оруденения имеет место и в толщах верхнего мела и эоцена. Одни месторождения (Сисимада, Антониевское) залегают в контакте известняков верхнего мела с эффузивами эоцена, другие (Медная гора, Черемша) в низах толщи эоцена, среди известковых туфопесчаников или (Дзигдзор) близ контакта с толщей юры. Другая группа месторождений залегают в верхней части разреза в контакте андезитов с перекрывающими их туфами и кератофирами (Шагали-Элиарская группа).

Средняя часть разреза эоцена, представленная, главным образом, однообразными андезитами, также включает концентрации руд, но только в благоприятных в структурном отношении участках (Чибухлинская группа вдоль контакта с экранирующей дайкой габбропироксенита, Бабаджанская группа вдоль трещинных зон в сводовой части антиклинали).

Таким образом, оруденение контролируется, отчасти, благоприятными для рудоотложения горизонтами (известняки, известковистые туфопесчаники, рассланцеванные кератофиры, их брекчии и туфы, участки дробления и рассланцевания, связанные с межформационными подвижками в контактах физически различных пород).

Решающим фактором для локализации рудных скоплений крупного масштаба является наличие над такими благоприятными для рудоотложения горизонтами или участками покрывки непроницаемых для гидротерм пород — экрана, на большую роль которого указал очень давно Н. С. Успенский (53).

Участки, где встречается совокупность благоприятных в литологическом или физическом (рассланцевание, раздробленность)

отношениях пород с экранирующими преградами, представляют потенциально наиболее ценные рудовмещающие структуры для развития богатого оруденения типа колчеданных линз.

Там, где породы, трудно поддающиеся замещению, раздроблены или разбиты трещинами, а экраны отсутствуют, могут возникнуть минерализованные зоны, жилообразные тела и штокверки.

Для того, чтобы благоприятные рудовмещающие структуры оказались действительно рудоносными, необходимо еще одно условие: обязательное наличие подводящих к этим структурам трещин-путей, имеющих связь с глубинным металлоносным очагом; вероятно, в некоторых случаях рудовмещающие и рудоподводящие структуры могут совпадать, протягиваясь на большие глубины.

Для отдельных рудных участков основные рудоподводящие каналы намечаются довольно четко: для Алавердского, Акоринского и Мец-дзорского месторождений—это меридиональные нарушения, для полосы Шамлуг-Ахтала—широтная зона нарушений, параллельная полосе гипабиссальных интрузий альбитофиров, для месторождений Чибухлинской группы и месторождений басс. р. р. Сиси-су и Шакар-джур—нарушения СЗ—ЮВ простирания, грубо параллельные простиранию интрузивных тел гранитоидов.

Конечно, очень важно установление в поле направлений таких каналов, так как именно в пересечении их с благоприятными рудовмещающими структурами располагается оруденение. Можно отметить, что рудоносные растворы проникают по каналам: 1) параллельным полосам внедрения малых гипабиссальных интрузий, 2) параллельным контактам трещинных гранитоидных интрузий, 3) вдоль крупных тектонических нарушений.

О направлении рудоподводящих каналов можно судить по сети рудных прожилков в глубоких горизонтах месторождений (штокверки в порфиритах месторождений Шамлуг и Алаверди), а также по полосам гидротермально измененных пород.

Возникает вопрос о характере и возрасте интрузивных пород, к которым тянутся рудоподводящие каналы, т. е. об очаге, породившем оруденение.

Давно подмечена, особенно на месторождениях Алаверди и Шамлуг, тесная территориальная связь медного оруденения с дайками альбитофира и фельзита, тесная связь скоплений барита с дайками альбитофира для Уч-Килисинского и Акоринского месторождений; в обоих случаях внедрение даек предшествует оруденению.

С другой стороны, гипабиссальные интрузии альбитофиров связаны с расположенной к северу от них третичной интрузией гранодиорита. Таким образом, наиболее естественно связывать оруденение участка Алаверди—Шамлуг—Ахтала с нескрытым здесь интрузивным телом третичного возраста, состав которого

приближается к составу обнажающихся севернее гранодиоритов; косвенным указанием на вероятный состав рудоносной интрузии может служить почти полное отсутствие в рудах элементов, характерных для кислых гранитов (Sn, W, Mo) или для основных пород (Ni, Co).

Характерно совпадение фаций глубинности интрузий и руд: как интрузии (дайки альбитофиров), так и руды (мелкозернистые, часто колломорфные медно-серноколчеданные и полиметаллические руды) носят гипабиссальный характер и сформировались на небольшой глубине от поверхности, далеко от материнского для них обоих очага.

Более отчетливая связь колчеданных месторождений с интрузиями имеет место на участке Чибухлинских месторождений и в басс. р. р. Сиси-су и Шакар-джур, где месторождения залегают среди эффузивных пород эоцена и располагаются вдоль пологого висячего контакта гранитоидных интрузий и где наблюдается переход от контактовых месторождений (Сисимадан, Антониевское) к гидротермальным (Шагали-Элиар, Чибухлы и др.). При этом, и по составу и по структурным особенностям руд (мелкозернистые, колломорфные) месторождения, наиболее удаленные от интрузий, подобны месторождениям Алаверди-Шамлуг-Ахтала.

Таким образом, колчеданные месторождения, залегающие среди юрской эффузивной толщи, о возрасте которых можно было бы спорить, неотличимы от заведомо третичных (после средне-эоценовых) месторождений, залегающих вдали от интрузий, среди эффузивных пород эоцена.

В расположении рудных месторождений намечается горизонтальная зональность по отношению к металлоносному очагу, причем, ближе к контактам с интрузией располагаются серноколчеданные, гематитовые и медно-серноколчеданные (последние с примесью гематита и магнетита) кристаллические руды, а дальше — мелкокристаллические и колломорфные медно-серноколчеданные, полиметаллические и баритовые руды; наиболее ясно выражена горизонтальная зональность для месторождений бассейнов р. р. Сиси-су и Шакар-джур, менее четко — для месторождений басс. р. Бабаджан.

На участке Алавердского месторождения хорошо, а для Шамлугского, Ахталского, Антониевского и некоторых других месторождений — хуже выражена вертикальная зональность; идеальный вертикальный разрез представлен сверху вниз следующими зонами:

а) зона барита (с кальцитом и следами сульфидов свинца, цинка, меди, иногда небольшим содержанием серебра),

б) зона серебросодержащего галенита (с кальцитом, баритом, сульфидами меди и цинка),

г) зона гипогенного борнита (с высоким содержанием серебра и золота, с примесью сульфидов свинца и цинка, и барита),

г) зона полиметаллов (сфалерит, галенит, халькопирит, барит, кварц).

д) зона меди и серного колчедана (халькопирит, хлорит, пирит, кварц).

Весь ряд занимает вертикальный отрезок до 800–1000 метров (Алаверди), но на некоторых месторождениях сдвинут до 200–300 метров, что приводит к совместному развитию руд, характерных для различных зон на одном, или почти одном горизонте (Ахтала, отчасти Шамлуг); в этих случаях устанавливается, что руды, характерные для верхних зон (баритовые, галенитовые, борнитовые, полиметаллические), приурочены к более поздним нарушениям и сформировались несколько позднее медно-серноколчеданных.

Зональность (горизонтальная и вертикальная) в расположении отдельных рудных формаций, их обособление и приуроченность к различным системам несколько разновременных трещин, позволяет наметить следующий общий порядок развития единого, но прерывистого, длительного процесса рудообразования, протекавшего в широком диапазоне от гипо-до эпitherмальных условий:

1. Вынос Fe, S, SiO_2 — серноколчеданная формация.
2. Вынос $\text{Fe, SiO}_2 (\text{S, Cu})$ (уменьшение роли серы, повышенная активность кислорода) — гематитовая формация.
3. Вынос Cu, Fe, S, SiO_2 — медно-серноколчеданная формация, широкое развитие хлорита и серицита, нередко гипса.
4. Вынос $\text{Fe, Cu, As, S, SiO}_2 (\text{Sn})$ — медно-мышьяковая, оловосодержащая формация** (широкое развитие турмалина).
5. Вынос $\text{Zn, Pb, Cu, Ba, S, (Ag, Au)}$ — полиметаллическая формация.
6. Вынос $\text{Cu, Zn, Pb, Ba, S, (As, Ag, Au)}$ — борнитовая формация.
7. Вынос Pb, Ag (Au) — галенитовая формация.
8. Вынос Ba, Ca — баритовая формация.

Следует оговорить, что широкое развитие гематитовой формации имеет место только в условиях контактовых месторождений (Сисимадан, Антониевское), а медно-мышьяковая оловосодержащая формация представляет исключение и связана с гранитами; остальные шесть формаций развиты более или менее широко, повсеместно.

Исходя из единства рудного процесса, в котором борнитовые, полиметаллические, галенитовые и баритовые руды, а также кальцит и гипс принадлежат к конечным стадиям процесса, многочисленные участки с проявлением одной из этих формаций на

* В скобках элементы — примеси.

** Развита только в генетической связи с кислыми гранитами (Мец-дзор).

поверхности или в неглубоких выработках следует рассматривать, как перспективные; здесь можно рассчитывать на наличие, на более глубоких горизонтах рудного поля, или вдоль более ранних нарушений, в пределах благоприятных рудовмещающих структур, скоплений руд других, более ранних формаций — серноколчеданной и медно-серноколчеданной.

С этой точки зрения следует подходить не только к Алавердскому и смежным районам, но ко всей области Малого Кавказа со сходным оруденением; в частности, участки развития баритовых, полиметаллических и борнитовых проявлений южной Грузии и юго-западного Азербайджана должны рассматриваться как рудные поля с оруденением Алавердского типа, вскрытого только в самых верхних частях (и потому, учитывая третичный возраст оруденения, целиком сохранившиеся от размыва).

Это наиболее интересный практический вывод, в основе которого лежит представление о едином типе оруденения третичного возраста и генетическое единство различных рудных формаций.

В применении к поисково-разведочным работам это значит, что не следует бояться глубины и при наличии выходов на поверхность одной из выделенных формаций среди благоприятных рудовмещающих структур, широко применяя геофизические методы разведки и бурение, смело вести работы на сотни метров вглубь по падению рудных зон, в поисках слепых тел.

Конкретизируя перспективы отдельных участков и месторождений именно с этой точки зрения, следует направить работы следующим образом:

На Алавердском месторождении разведать северный участок под гипсовыми карьерами и западный участок — в сторону баритового месторождения Акори.

На Шамлугском месторождении проверить перспективы восточного фланга, именно глубокие горизонты участка Охнацбулах, где имеются полиметаллические руды, и западного фланга, в сторону Уч-Килисинского месторождения барита.

На участке Сисимадан — Шагали — Элиар разведать глубокие горизонты, особенно в районе штолен № № 1—2 и капитальной французской, где развиты колломорфные медно-серноколчеданные руды.

Провести поисково-разведочные работы в районах, где на поверхности развито полиметаллическое и баритовое оруденение (бассейн р. Бабаджан, Шамшадин, Борчалинский район), с задачей выявления на глубине медного оруденения.

Генетические особенности Алавердского типа месторождений можно сформулировать в следующих пунктах:

1. Месторождения залегают среди эффузивных и туфо-осадочных пород, юрского, мелового и эоценового возраста и генетически связаны с после-средне-эоценовыми гранитоидами средней кислотности.

2. Локализация оруденения происходит либо среди литологически благоприятных горизонтов, либо в зонах дробления или контактах различных пород, причем в случае наличия экрана, непроницаемого для гидротерм, образуются линзообразные скопления богатых сульфидных руд, в остальных случаях — штокерки и вкрапленность.

3. Наблюдается совпадение фаций глубинности интрузивных пород и руд; на севере, на участке месторождений Алаверди — Шамлуг—Ахтала, где развиты гипабиссальные интрузии альбитофира, руды формировались на небольшой глубине от поверхности и характеризуются широким развитием колломорфных и мелкозернистых структур (для всех формаций); на юге, в области развития трещинных интрузий гранодиоритов-кварцевых монзонитов, более характерны кристаллические структуры руд, а колломорфные встречаются лишь в рудах месторождений, отстоящих довольно далеко от интрузий (Чибухлинское серноколчеданное, участок штолен № № 1—2 месторождения Шагали-Элиар).

4. В расположении руд различного состава устанавливается горизонтальная и вертикальная зональность по отношению к металоносному очагу.

В порядке от более ранних к более поздним выделяются следующие формации: серноколчеданная, гематитовая, медно-серноколчеданная, медно-мышьяковая, полиметаллическая, борнитовая, галенитовая, баритовая.

Эти формации рассматриваются, как продукты отдельных стадий единого, длительного и прерывистого рудного процесса.

Пиритизация сопровождается окварцеванием, в то время как медной минерализации сопутствует обильное развитие хлорита.

Рудный процесс протекает, в основном, в условиях невысокой температуры и на небольшой глубине от поверхности; в контактах с интрузиями господствуют высокие температуры (развитие граната, турмалина).

5. Алавердский тип оруденения имеет близких аналогов в месторождениях колчеданных руд Средиземноморской зоны и Тихоокеанского кольца (Япония, Калифорния). Особенностью типа является совместное нахождение и тесное переплетение на небольшом вертикальном отрезке руд нескольких металлов: Cu, Zn, Pb, As, Ag и Au и широкое развитие колломорфных структур в рудах; и то и другое можно объяснить гипабиссальным характером оруденения.

В этом отношении алавердский тип сходен с венгерскими, молодыми третичными месторождениями Au и Ag, боливийскими Ag—Sn месторождениями и вместе с ними относится к месторождениям, которые образовались среди эффузивных толщ, на небольшой глубине от поверхности.

В результате осмотра в 1944 году месторождений колчеданных руд северной Армении и детального микроскопического изучения руд, а также в результате сравнения изученных месторождений с сходными по типу, мы выделяем Алавердский тип оруденения, представляющий вариацию общемирового типа колчеданных залежей.

Главнейшими особенностями Алавердского типа являются: залегание руд среди мезо-кайнозойских эффузивных, реже туфоосадочных толщ, генетическая связь с третичными гранитоидами ряда гранодиориты-монциты, господство линзообразных форм рудных тел. Решающее значение при формировании скоплений богатых руд имеют метасоматические процессы, протекающие особенно энергично в благоприятной, в литологическом отношении, среде (известняки, известковистые туфы, туфобрекчии и песчаники) или в породах рассланцеванных и раздробленных; во всех случаях большое значение имеют преграды непроницаемых для гидротерм пород-экраны, перекрывающие или подстилающие участки, благоприятные для метасоматоза и рудоотложения.

Подчиненное значение имеют процессы выполнения минеральным веществом пустот, с образованием жильных и штокверковых месторождений, обычно в породах инертных, не поддающихся замещению (плотные андезиты, порфиристы, туфобрекчии порфирита) и разбитых трещинами.

Гидротермальные растворы поступают в благоприятные для отложения рудовмещающие структуры по глубоким каналам, имеющим связь с материнскими интрузиями. Расположение этих рудоподводящих каналов не всегда ясно; они намечаются по линейному расположению месторождений, по тектоническим разломам, достигающим поверхности, по зональному расположению руд и измененных пород относительно канала. В частности, такие каналы намечаются на участках месторождений Чибухлы и Шагали-Элиар, где они параллельны выходам небольших трещинных интрузий гранитоидов, на участке Шамлугского месторождения — параллельно выходам гипабиссальных интрузий альбитофиров и на участке Алавердского месторождения — параллельно меридиональному разлому.

Источником оруденения были те после-среднеэоценовые интрузии гранодиоритового-монцитового состава, которые на юге обнажаются в виде небольших штоков, а на севере, на участке месторождений Алаверди и Шамлуг, проявляются в их гипабиссальной фации, в виде малых интрузий альбитофиров и порфиров.

В составе руд резко преобладают пирит и халькопирит, при повышенной роли сфалерита, галенита, теннантита, борнита, не-

большой роли магнетита и гематита, минералов висмута, олова, золота и серебра. Среди нерудных наиболее обычны: кварц, барит, серицит и хлорит, во многих случаях — гипс и кальцит. На отдельных месторождениях большое значение приобретают: гранат, эпидот, турмалин.

Главную ценность представляет медь, подчиненное значение имеют: цинк, свинец, золото, серебро, сера, барий; может приобрести значение, в отдельных случаях, мышьяк (в медно-мышьяковых, полиметаллических и борнитовых рудах), а также кобальт и кадмий, связанные со сфалеритом. Характерно богатство серой (чем объясняется отсутствие пирротина, даже в высокотемпературных условиях), почти полное отсутствие олова, вольфрама, молибдена — типичных элементов кислых магм, и никеля — типичного элемента основных магм.

Весьма распространены колломорфные структуры руд, частично выраженные мелкокристаллическими агрегатами тесной смеси пирита, халькопирита, сфалерита, галенита и других сернистых соединений, происшедших за счет раскристаллизации гелей сложного состава, сохраняющих реликты колломорфного строения.

При этом важно отметить, что колломорфные структуры и тесно с ними связанные мелкокристаллические типичны для руд, образовавшихся в эпи-мезотермальных условиях, вдали от материнского очага и на небольшой глубине от поверхности (Алаверди, Шамлуг, Ахтала, частью Чибухлы и Шагали-Элиар); в гипотермальных и контактовых условиях типичны крупно- и среднезернистые кристаллические структуры руд (Мец-дзор, Сисимадан, частью Шагали-Элиар). В тех случаях, когда кристаллические и колломорфные руды встречаются совместно, первые более распространены в ранних формациях — серноколчеданной и медно-серноколчеданной.

В заключение необходимо привести те основные научные и практические выводы, какие вытекают из изучения месторождений и руд.

1. Месторождения колчеданных руд Алавердского типа представляют в большинстве (Алаверди, Шамлуг, Ахтала, Чибухлы, Шагали-Элиар) образования, сформировавшиеся в условиях небольшой глубины от поверхности и невысокой температуры (от эпи-до мезотермальной). Они достаточно удалены от материнских интрузий и совпадают по фации глубинности — с гиабиссальными интрузиями (небольшие штоки гранитоидов, дайки и лакколиты альбитофиров).

Месторождения залегают среди эффузивных толщ, либо непосредственно предшествовавших внедрению рудоносных гранитоидных интрузий (и эффузивы и интрузии ниже-третичные), либо среди более древних эффузивных толщ юрского возраста, до-

статочно прогретых внедрением обильных гипабиссальных третичных интрузий.

Растворы, двигаясь вверх через прогретые толщи эффузивов, сбрасывали весь свой металлический груз близко от поверхности, и на небольшом вертикальном отрезке, отсюда—сдавленность (телескопированность) различных рудных формаций, смешанный состав руд (47), высокая концентрация растворов, приводящая в условиях быстрого отложения к образованию богатых скоплений колломорфных и мелкокристаллических руд.

Алавердский тип месторождений плохо укладывается в классификацию В. Линдгрена и, близко напоминая месторождения Янонии типа «Куромоно», имеет ряд общих черт с молодыми «бонанцовыми», серебро-оловянными месторождениями Боливии, с золото-серебряными месторождениями Венгрии, с некоторыми оловянными и полиметаллическими месторождениями Дальнего Востока СССР. В то же время наблюдаются переходы руд Алавердского типа к более высокотемпературным (Сисимадан, Мед-дзор), расположенным близко от очага и отличающимся не только господством крупно- и средне-кристаллических структур, но также составом руд (наличие граната, турмалина, сравнительно большая роль магнетита и гематита).

2. Намечается закономерный и вполне определенный везде порядок отложения рудных формаций, определенная зональность в вертикальном и горизонтальном направлениях (по отношению к вскрытому эрозией или предполагаемому на глубине очагу); правда, в ряде случаев вертикальный ряд сдавлен, телескопирован, особенно в месторождениях, удаленных от материнской интрузии.

Порядок отложения рудных формаций следующий: серноколчеданная, медно-серноколчеданная, полиметаллическая, борнитовая, галенитовая, баритовая. В контактовых месторождениях за серноколчеданной формацией следует гематитовая, а потом уже остальные, в одном случае, где оруденение связано с кислыми гранитами, вслед за серноколчеданной следует медно-мышьяковая (олово-содержащая) формация.

Общий порядок выноса и отложения металлов следующий: Fe, Cu, Zn, Pb, Ba; Au и Ag выносятся частью одновременно с Cu, но главным образом с Pb. Порядок отложения жильных минералов определенный: кварц, серицит, хлорит, барит, кальцит и гипс.

Окварцевание сопровождается пиритизацией и развитием местами гематита, в то время как с хлоритом тесно связан халькопирит, с баритом—сфалерит, с кальцитом—галенит, а с гипсом—колломорфные—пирит, халькопирит и сфалерит.

Рудный процесс единый, но внутри этого процесса устанавливается несколько этапов с различным, меняющимся во времени, составом растворов, что приводит к образованию руд различного состава, обособляющихся друг от друга в пространстве.

Из изложенного можно сделать один важный в практическом отношении вывод:

Необходимо вести поисково-разведочные работы с учетом единства рудного процесса и рудных формаций и той вертикальной и горизонтальной зональности, которая характерна для данного типа оруденения.

Основная ценность заключается в рудах меди, и перспективными в этом отношении являются не только те участки, где имеются выходы серно-и медноколчеданных руд, но и районы, где на поверхности вскрыты только полиметаллические или баритовые руды; такие участки должны изучаться всесторонне, с задачей выделения благоприятных рудовмещающих структур и обнаружения на глубине разведочными или геофизическими работами слепых скоплений медных руд. Можно указать конкретно на перспективность в отношении Алавердского типа оруденения, в первую очередь в отношении медных руд следующих участков:

а) Полосы Ахтала—Шамлуг—Уч-Килиса, особенно участков, где на поверхности известны баритовые (Уч-Килиса) и полиметаллические (Охнац-булах) руды.

б) Района Алаверди—Акори, особенно к северу от месторождения Алаверди, на участке гипсовых карьер, и в районе с. Акори, где известно баритовое месторождение.

в) Бассейн р. Бабаджан—глубокие горизонты полиметаллических месторождений.

г) Шамшадинский район (к ЮВ от Алавердского), где широко развито полиметаллическое оруденение.

С этой же точки зрения представляют неменьший интерес районы южной Грузии и юго-западного Азербайджана (прилегающие к Алавердскому району), где с поверхности широко развиты полиметаллические и баритовые руды, а на глубине надо ожидать наличия нескрытых эрозией—медных и серноколчеданных.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абих Г.—Несколько замечаний об Алавердском и Шамлугском медных рудниках в Сомхетии. Горный журнал, 1856 г. ч. II.
2. Амирасланов А. А.—Минералогическая характеристика колчеданных месторождений Урала и вторичные процессы в них. Труды ВИМС, вып. 121, 1937 г.
3. Барканов И. В.—Очерк геологии и рудных месторождений северной части Степанаванского района ССР Армении и Башкичетского района Грузинской ССР. 1934—35 г. г. Рукпись, фонд Арм. Г. У. Ереван.
4. Барканов И. В.—Бзовдал-Аглаган. Геологический очерк южной

- части Степанаванского района. 1936 г. Рукопись, фонд Арм. Г. У. Ереван.
5. Байчаров Х. К.—Отчет о геолого-разведочных работах на Агвинском месторождении. 1941 г. Рукопись, фонд Арм. Г. У. Ереван.
 6. Бархатова М. М., Гзовский М. В. и др.—Предварительный отчет по работе—Колчеданные-медные месторождения Малого Кавказа (Алавердский район). 1944 г. Рукопись, фонд Арм.-цветметразведки, Ереван.
 7. Бацевич А.—Геологическое описание Батумского и Артвинского округов. Мат. для геол. Кавказа, сер. II, кн. I, 1887 г.
 8. Бетектин А. Г.—Классификация структур и текстур руд. Известия АН СССР, № № 1, 2, 1937 г.
 9. Вартапетян Б. С.—Спасакарское медное месторождение. Рукопись, 1942 г., фонд Арм. ГУ, Ереван.
 10. Григорьев И. Ф.—Исследование Алтайских руд в отраженном свете. Геолком. Материалы по общей и прикладной геологии. Вып. 70, 1927 г.
 11. Григорьев И. Ф.—Медные и свинцово-цинковые месторождения района с. с. Мериси и Вайо в Аджаристане. Изв. Геол. ком. 1929 г., т. XI XIII, № 1.
 12. Грушевой В. Г.—Алавердское медное месторождение в Закавказье. Труды ГГРУ, вып. I, 1930 г.
 13. Грушевой В. Г.—Медные месторождения Сисимадан, Антониевское и Дсехское. 1932 г. Рукопись, фонд Арм. ГУ.
 14. Грушевой В. Г.—Медные месторождения Алавердского района ССР Армении. Труды ЦНИГРИ, вып. 36, 1935 г.
 15. Грушевой В. Г.—Геологический очерк северо-западной части Алавердского района Армении и части Борчалинского района Грузии. 1935 г. Фонд Арм. ГУ, Ереван.
 16. Грушевой В. Г.—Краткий очерк металлогении Закавказья. Проблемы сов. геологии, № 10, 1935 г.
 17. Грушевой В. Г.—Интрузия кварцевого диорита у сел. Кульп и Шиох Алавердского р-на ССР Армении. Рукопись, фонд Груз. ГУ. 1939 г.
 18. Грушевой В. Г.—Интрузивные породы Армянской ССР (сев. часть Армении и соседний район Грузии). Сборник—Интрузивы Закавказья. Труды Груз. Геол. упр. вып. II, 1941 г., Тбилиси.
 19. Заварицкий А. Н.—Колчеданное месторождение Блява в южном Урале и колчеданные залежи Урала вообще. Труды Геол. инст. АН СССР, 1936 г., т. V.
 20. Заварицкий А. Н.—О генезисе колчеданных месторождений. Известия АН СССР, № 3, 1943 г.
 21. Захаров Е. Е. и Юшко С. А.—Карпущинское медно-цинковое месторождение на среднем Урале. Изв. АН СССР, 1936 г.
 22. Иссен А. А.—К вопросу о древнейшей металлургии меди на

Кавказе. Изв. Гос. Акад. истории матер. культуры, вып. 120, 1935 г.

23. Камеки Киношита — О генезисе месторождений Куромоно. 1932 г. Изд. Госгеолиздата.
24. Константинов С. В. — Тип Алавердский и его изменения. Е. П. С. Р. т. IV, вып. 7, 1917 г.
25. Котляр В. Н., Паффенгольц К. Н. — Геологическая карта Кавказа, масштаб 1:200.000, лист К-38 XXVII (Кировакан). 1940 г., фонд Арм. ГУ. Ереван.
26. Котульский В. К. — Медные и полиметаллические месторождения Майкаина в Киргизской степи. Матер. по общ. и приклад. геологии, вып. 85, 1928 г.
27. Кузнецов И. Г. — Предварительный отчет о структурно-геологических исследованиях в Алавердском рудоносном районе в 1942 г. Фонд Армцветметразведки, Ереван.
28. Магакьян И. Г. — Алавердский рудоносный район (сводка по литературе), 1943 г. Фонд Геол. ин-та АН Арм. ССР и Арм. ГУ. Ереван.
29. Магакьян И. Г. — Алавердский тип оруденения и руды Алавердской группы месторождений. 1943 г. Фонд Арм. ГУ; Доклады АН Арм. ССР. 1944 г., № 5.
30. Магакьян И. Г. — Металлогения северной части Малого Кавказа. 1943 г. Фонд Ин-та геол. наук и Доклады АН Арм. ССР, 1944 г. № 3.
31. Магакьян И. Г., Карапетян О. Т. — Мец-дзорское месторождение медно-мышьяково-оловянных руд. Известия АН Арм. ССР, № 1-2, 1944 г.
32. Марголиус А. М. — Главнейшие результаты геологического исследования Артвинского округа Батумской области с описанием медных и других руд и полезных ископаемых. Материалы по геол. Кавказа, сер. IV, кн. 2, 1915 г. Тбилиси.
33. Меллер В. и др. — Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. 1900 г.
34. Меллер В., Денисов и др. — Полезные ископаемые и минеральные воды Кавказского края. Вып. I, 1917 г. Изд. Кавк. Горн. Упр.
35. Мкртчян С. С. — Чибухлинское медное месторождение. 1939 г. Фонд Арм. ГУ. Ереван.
36. Мовсисян С. А., Степанян О. С. — Медные месторождения Армении. Минеральные ресурсы Арм. ССР, т. I, Ереван. 1945 г.
37. Морозов Н. А. — Алавердское месторождение медных руд в Закавказье, его породы и генезис. Изв. С. Петерб. Политех. ин-та, т. XVII, 1912 г., вып. I.
38. Паффенгольц К. Н. — Чираги-Дзор. м-ние серного колчедана в Гянджинском уезде Аз. ССР. Геолком. Материалы по общей и прикладной геологии. Вып. 102, 1928 г.

39. Паффенгольц К. Н.—Кедабек. Геологический очерк Кедабекского м-ния медных руд в Аз. ССР. Труды ВГРО, вып. 218, 1932 г.
40. Паффенгольц К. Н.—Армутлы-Кульп. Геол. очерк междуречья среднего и нижнего течения р. р. Акстафа-чай и Дебеда-чай (ССР Армении). Тр. ВГРО, вып. 353, 1934 г.
41. Паффенгольц К. Н.—Положение Малого Кавказа в зоне средиземноморского орогена, 1942 г. Фонд Геол. института АН Армянской ССР.
42. Паффенгольц К. Н.—Геологическое строение Армении и основные закономерности распределения полезных ископаемых. 1943 г. Фонд Геол. ин-та АН Арм. ССР.
43. Пилюян Г. А.—Отчеты по Шагали-Элиарскому и Ахталскому м-ниям за 1933—1934 г. г. Рукопись, фонд Арм. ГУ. Ереван.
44. Пилюян Г. А., Антипов П. А.—Барит. Минер. ресурсы Арм. ССР. 1942 г. Фонд Арм. ГУ и ин-та геол. наук.
45. Русаков М. П.—Структура и генезис месторождения Шамлуг. 1932 г. Фонд Закцветметразведки.
46. Саакян П. С., Кристин Н. Г. и др.—Отчеты по рудно-геологическому изучению месторождений Алавердского р-на ССР Армении. Закавк. Экспед. Ин-та геологии и минералогии. 1934 г. Фонд. Арм. ГУ, Ереван.
47. Смирнов С. С.—Заметки по некоторым вопросам учения о рудных месторождениях. Изв. АН СССР, серия геол., 1946 г., № 3.
48. Смирнов С. С.—Некоторые общие вопросы изучения рудных м-ний. Изв. АН ССР, 1946 г., № 5.
49. Степанян О. С.—Ахталское полиметаллическое м-ние. 1938 г. Изд. Арм. ФАН.
50. Степанян О. С.—Шамлугское медное месторождение. 1940 г. Фонд Геол. ин-та АН Арм. ССР, Ереван.
51. Степанян О. С.—Южная часть Алавердского месторождения. Изд. Арм. ФАН, 1940 г.
52. Степанян О. С.—Медно-мышьяковое м-ние Мец-дзор. 1942 г. Фонд Арм. ГУ.
53. Успенский Н. С.—Кедабекский тип медных месторождений на Кавказе. Известия Общ. горных инженеров, 1910 г.
54. Чирвинский В. Н.—Кристаллографическое исследование пиритов некоторых Кавказских месторождений. Изв. Акад. Наук 1921 г.
55. Шостак М. А.—Исторический очерк развития горного дела на Кавказе, 1801—1901 г. г.
56. Яговкин И. С.—Успенское медное месторождение Акмолинской губ. в Казахской АССР. Геол.-Ком. Нов. серия, вып. 165, 1928 г.

57. Abich, H.—Vergleichende Grundzüge der Geologie des Kaukasus wie der Armenischen und Nord-persischen Gebirge (Prodromus einer Geologie der Kaukasischen Länder), 1858.
58. Bateman, A.—Economic Mineral deposits. 1942
59. Braly, A Rapport sur les mines d'Allah—verdi, Tchamlouck, Aktala (Caucase). Paris, 1897.
60. Eichwald, E.—Reise auf dem Caspischen Meere und in dem Kaukasus unternommen in den Jahren 1825—26, 1834—37, Bd. I. H. 2
61. Emmons, W.H.— The principles of Economic Geology. 1940.
62. Goldschmidt, V. M. Atlas der Krystallformen. 1911—1918.
63. Kania Y.E.A. —Some notes on the origin of pyritic copper deposits of the mesothermal type. Economic Geology, v. XXXI, 1936, N 5.
64. Karapetian, O. T.— Etude géologique. Le gisement du Chamlouk. 1914
65. Kato Takeo.—Some ore deposits in Japan, Сборник под редакцией W. H. Newhous'a Ore deposits as related to structural features, 1942.
66. Kostov, I.—Metallization of the Balkan Peninsula. A review of metalliferous ore deposits in the Balkans. The Mining Magazine, vol. LXVIII N 5. 1943.
67. Kovenko, V.—Mines de cuivre de Kuvarshan de la region d'Artvin. MTA Sene, 7 Soyı 2/27. 1942 Ankara.
68. Lange, A.—Die türkische Kupferhüttenindustrie unter besonderes Berücksichtigung der Hütte von Ergani Maden, Zugleich ein Beitrag zur praxis des halbpvritischen Smeltzens. Metall und Erz. 1913, H 1,2,3:
69. Lindgren, W.— Mineral deposits, 1933. .
70. Morgan de J.— Rapport sur les Mines de cuivre, de plomb et d'argent d'Achtala (Caucase). 1886, Paris.,
71. Morgan de J.—Mission scientifique au Caucase. Paris, 1889.
72. Rapport de m. m. les ingénieurs. (Société d'industrie minière de Chagali—Héliar (Russie-Caucase). Paris 1900.
73. Smith, F.G. Transport and deposition of the non-sulphide vein minerals. Economic Geology, v. XLI, 1946, № I.
74. Spurr, Y. E.—Diaschistic dikes and ore deposits Econ. Geol, vol. XXXIV, 1939, № 1.
75. Watanabé Manjiro.—Epithermal deposits in Japan. Сборник, под редакцией W. H. Newhous'a Ore deposits as related to structural features, 1942.
76. Williams, D.—Rio Tinto, Spain. Сборник, под редакцией W. H. Newhous'a Ore deposits as related to structural features, 1942.

ՀԱՆՐԱՅՆԱՅՄԱՆ ԱՆՎԵՐԻՈՒ ՏԻՊԸ ԵՎ ՆՐԱ ՀԱՆՐԱՆՅՈՒԹԵՐԸ

ԳԼԽԱՎՈՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1944 թվին Հյուսիսային Հայաստանի կոլչեզանային հանքավայրերի զննման, ինչպես նաև դրանց նման տիպի հանքավայրերի հետ համեմատելու հետևանքով, մենք առանձնացնում ենք հանքայնացման Արավերդու տիպը, որը ներկայացնում է կոլչեզանային կուտակումների համալսարնային տիպի վարիանտը:

Արավերդու տիպի գլխավոր առանձնահատկություններն են՝ հանքանյութերի տեղադրումը մեզո-կայնոզոյան էֆուզիվ, հազվադեպ տուֆո-նստվածքային շերտախմբերի մեջ, դեննտրիկական կապը գրանոդիորիտներ-մոնցոնիտներ շարքի երրորդական գրանիտոիդների հետ, հանքամարմինների ոսպնյականման ձևերի գերակշռությունը: Հարուստ հանքանյութերի ձևավորման դեպքում վճռական նշանակություն ունեն մետասոմատիկ պրոցեսները, որոնք առանձնապես բուռն կերպով ընթանում են լիթոլոգիական տեսակետից նպաստավոր միջավայրում (կրաքարեր, կրաքարային տուֆեր, տուֆորեկլիտներ և ալազաքարեր) կամ բեկորատված ու թերթավորված ապառներում: Ըլլոր գեպքերում մեծ դեր են խաղում հիդրոթերմալ համար անթափանց ապառների արգելակները՝ էկրանները, որոնք ծածկում կամ սխալում են մետասոմատոզի և հանքաառաջացման համար բարենպաստ տեղամասերի տակ:

Նրկորդական նշանակություն ունեն դասարկությունները հանքանյութերով լցվելու պրոցեսները, որոնք սովորաբար ճեղքվածքավոր ու անտարբեր, տեղակալման չնթարկվող ապառների մեջ (կարծր անդեզիտներ, պորֆիրիտներ, պորֆիրիտների տուֆորեկլիտներ) տալիս են երակային և շտեկվերկային հանքավայրեր:

Հիդրոթերմալ լուծույթները մուտք են գործում նստեցման համար նպաստավոր հանքաբեր ստրուկտուրաները խոր կանալներով, որոնք կապ ունեն մայր ինտրուզիտների հետ: Այդ հանքաբեր կանալների դասավորությունը միշտ է, սր պարզ է. դրանք նշվում են հանքավայրերի գծային դասավորության շնորհիվ, տեկտոնական բեկվածքներով, որոնք հասնում են երկրի

մակերեսին, հանքանյութերի զոնալ դասավորությամբ և փոփոխված ապառների կանալի նկատմամբ ունեցած զիրքով: Մասնավորապես այդպիսի կանալներ նշվում են Ջքնաղի (Չիբուխուլի) և Շահալի-էլիարի հանքավայրերի տեղամասերում, որտեղ նրանք զուգահեռ են զբանոդիորիտների ոչ մեծ ձեղքային ինտրուզիաների ելքերին, Շամլուղի հանքադաշտում զուգահեռ են ալբիտոֆիրների հիպարիսալ ինտրուզիաների ելքերին և Ալավերդում հանքավայրի տեղամասում՝ զուգահեռ միջօրեական բեկվածքին:

Հանքանյութային աղբյուրը եղել է զբանոդիորիտ-մոնցոնիտային բաղադրության այն հետմիջինէոցենյան ինտրուզիաները, որոնք հարավում մերկանում են ոչ մեծ շտոկների ձևով, խոկ հյուսիսում, Ալավերդում և Շամլուղի հանքավայրերի տեղամասում, արտահայտվում են իրենց հիպարիսալ ֆացիայում, ալբիտոֆիրների և պորֆիրների փոքր ինտրուզիաների ձևով:

Հանքանյութերի կազմության մեջ խիստ կերպով գերակշռում են պիրիտը և խալկոպիրիտը, ստորադաս դեր են կատարում սֆալերիտը, գալենիտը, տեննանտիտը, բորնիտը, փոքր դեր ունեն մագնետիտը, հեմատիտը, բիսուտի միներալները, անագը, ոսկին և արծաթը: Ոչ-մետաղայինների մեջ ամենատարածականն են քվարցը, բարիտը, սերիցիտը և քլորիտը, շատ դեպքերում գիպսը և կալցիտը: Առանձին հանքավայրերում մեծ նշանակություն են ձեռք բերում գրանատը, էպիդոտը, տուրմալինը:

Գլխավոր արժեք է ներկայացնում պղինձը, ստորադաս նշանակություն ունեն ցինկը, կապարը, ոսկին, արծաթը, ծծումբը, բարիտը: Առանձին դեպքերում կարող է նշանակություն ձեռք բերել մկնդեղը (պղինձ-մկնդեղային, բազմամետաղ և բորնիտային հանքանյութերում), ինչպես նաև կոբալտը և կադմիումը, կապված սֆալերիտի հետ: Բնորոշ է ծծմբի առատությունը (որով բացատրվում է պիրրոտինի բացակայությունը նույնիսկ բարձր ջերմաստիճանների պայմաններում), անագի, վոլֆրամի, մոլիբդենի՝ թթու մագմայի այդ տիպիկ էլեմենտների և նիկելի՝ հիմքային մագմայի տիպիկ էլեմենտի համարյա լրիվ բացակայությունը:

Շատ տարածված են հանքանյութերի կոլլոմորֆ ստրուկտուրաները, մասամբ արտահայտված պիրիտի, խալկոպիրիտի, սֆալերիտի, գալենիտի և ուրիշ ծծմբային միացությունների

սերտ խառնուրդի մանրաբյուրեղ տգրեղատներով, առաջացած
ի հաշիվ բարդ կազմութեան գելերի բյուրեղացման, որոնք պահ-
պանել են կոլլոիդային կառուցվածքի մնացորդները:

Ընդ որում կարևոր է նշել, որ կոլլոիդային և նրանց հետ սերտ
կապված մանր բյուրեղային ստրուկտուրաները տիպիկ են այն
հանքանյութերի համար, որոնք առաջացել են էպի-մեզոթերմալ
պայմաններում, հեռու մայր օջախից և մակերեսից ոչ մեծ խոր-
ութեան վրա (Ալավերդի, Շամլուղ, Ախթալա, մասամբ Ջընաղ
(Չիրուխի) և Շահալի-էլիար). հիպոթերմալ և կոնտակտային
պայմաններում տիպիկ են հանքանյութերի խոշոր և մանրահա-
տիկ բյուրեղային ստրուկտուրաները (Մեծ—Ջոր, Սիսիմադան,
մասամբ Շահալի-էլիար): Այն դեպքում, երբ բյուրեղային և
կոլլոիդային ստրուկտուրաները հանդիպում են համատեղ, առա-
ջինները ավելի տարածված են վաղ ֆորմացիաներում՝ ծծումբ-
կոլչեդանային և պղինձ-ծծումբ-կոլչեդանային:

Ներառված լինելով մեջ անհրաժեշտ է բերել այն հիմնական
գիտական և գործնական հետազոտությունները, որոնք բխում են
հանքավայրերի և հանքանյութերի ուսումնասիրություններից:

1. Ալավերդու տիպի կոլչեդանային հանքանյութերի հան-
քավայրերը մեծ մասամբ (Ալավերդի, Շամլուղ, Ախթալա, Ջընաղ,
(Շահալի-էլիար) ներկայացնում են մակերեսից ոչ մեծ խորու-
թեան և ոչ բարձր ջերմության (էպիթերմալից մինչև մեզոթեր-
մալ) պայմաններում ձևավորված առաջացումներ: Դրանք բա-
ղաձային ֆազային համընկնում են հիպարխալ ինտրուզիաների
հետ (գրանիտոիդների ոչ մեծ շտովներ, ալբիտոֆիրներ, դեյկեր
և լակկոլիտներ):

Հանքավայրերը տեղադրված են էֆուզիվ հաստվածքների
մեջ, որոնք անմիջականորեն նախորդել են հանքաբեր գրա-
նիտոիդային ինտրուզիաների ներխուժմանը (և՛ էֆուզիվները և՛
ինտրուզիվները ստորին երրորդական հասակ ունեն), կամ թե
յուրային հասակի ավելի հին էֆուզիվ հաստվածքների մեջ, բա-
ղաձային առաջացած հիպարխալ երրորդական առատ ինտ-
րուզիաների բարձրացման հետևանքով:

Լուծույթները էֆուզիվների տաքացած շերտախմբերի մի-
ջով շարժվելով դեպի վեր, իրենց ամբողջ մետաղային բեռը
թափել են մակերեսից մոտ և ոչ մեծ ուղղաձիգ հատվածում՝ դրա-
նով էլ հենց բացատրվում է տարբեր հանքային ֆորմացիաների

ճնշվածությունը (տեխնոկոմ), հանքանյութերի խառը բաղադրությունը (47), լուծույթների բարձր կոնցենտրացիան, որը արագ նստեցման պայմաններում հասցրել է կոլլոիդոֆ և մանրաբյուրեղ հանքանյութերի հարուստ կուտակումների առաջացմանը:

Հանքավայրերի Ալավերդու տիպը մատ է տեղավորվում Վ. Լինդգրենի դասակարգման մեջ և հիշեցնելով Ճապոնիայի «Կուլումոնո» տիպի հանքավայրերը, մի շարք ընդհանուր գծեր ունի Բոլեվիայի երիտասարդ «բոնանցային» արծաթ-անագային հանքավայրերի, Վենգրիայի ոսկի-արծաթային հանքավայրերի և ՍՍՌՄ Հեռավոր Արևելքի անագային և բազմամետաղային հանքավայրերի հետ: Միևնույն ժամանակ դիտվում են հանքանյութերի Ալավերդու տիպի անցումները դեպի ավելի բարձր աեմպերատուրայինները (Սիսիմադան, Մեծ-Ջոր), որոնք տեղադրված են օջախի մոտ և աչքի են ընկնում ոչ միայն խոշոր ու միջին բյուրեղային ստրուկտուրաներով, այլև հանքանյութերի բաղադրությամբ (զրանատի և տուրմալինի առկայություն, մագնետիտ և հեմատիտի համեմատաբար մեծ դեր):

2. Նշվում է հանքային ֆորմացիաների նստեցման օրինաչափ ու ամենուրեք միանգամայն որոշակի կարգ, որոշակի դոնաթականություն ուղղաձիգ և հորիզոնական ուղղություններով (էրոզիայով մերկացված կամ խորքում ենթադրվող օջախի նկատմամբ): Ճիշտ է, որոշ դեպքերում ուղղաձիգ շարքը ճնշված է (ենթադրված տեխնոկոմային), մանավանդ մայր ինտրուզիայից հեռացած հանքավայրերում:

Հանքային ֆորմացիաները նստել են հետևյալ կարգով՝ ձծումբկոլչեզանային, պղինձ-ձծումբկոլչեզանային, բազմամետաղային, բորնիտային, գալենիտային, բարիտային: Կոնտակտային հանքավայրերում ձծումբկոլչեզանային ֆորմացիային հետևում է հեմատիտայինը, այնուհետև արդեն մնացածները, մի դեպքում, որտեղ հանքայնացումը կապված է թթու զրանիտների հետ, ձծումբկոլչեզանայինին հետևում է պղինձ-մկնդեզային (անագ պարունակող) ֆորմացիան:

Մետաղների դուրս բերման ու նստեցման ընդհանուր կարգը հետևյալն է՝ Fe, Cu, Zn, Pb, Ba: Au և Ag դուրս են բերվում մասամբ Cu հետ միաժամանակ, սակայն զլխավորապես Pb հետ: Երակային միներալների նստեցման կարգը որոշակի է՝ քվարց, սերիցիտ, քլորիտ, բարիտ, կալցիտ և գիպս:

Քվարցացումն ուղեկցվում է պրիտացմամբ և տեղ-տեղ հեմատիտի զարգացմամբ, մինչդեռ քլորիտի հետ սերտորեն կապված է խալկոպիրիտը, բարիտի հետ սֆալերիտը, կալցիտի հետ գալենիտը, իսկ գիպսի հետ կոլլոմորֆ պիրիտը, խալկոպիրիտը և սֆալերիտը:

Հանքային պրոցեսը միասնական է, բայց այդ պրոցեսի ներսում սահմանվում են մի քանի էտապներ լուծույթների ժամանակի ընթացքում փոփոխվող բաղադրություններ, որոնք տարածություն մեջ միմյանցից առանձնանում են:

Վերը շարադրվածից կարելի է անել գործնական տեսակետից մի կարևոր հետևություն:

Որոշման հետախուզական աշխատանքներն անհրաժեշտ է կատարել ինկատի ունենալով հանքային պրոցեսի ու հանքային փորմացիաների միասնականությունը և այն ուղղածիդ ու հորիզոնական գոնայականությունը, որը բնորոշ է հանքայնացման տիպի համար:

Հիմնական արժեքը կայանում է պղնձի հանքանյութերում և այդ տեսակետից հեռանկար ունեն ոչ միայն այն տեղամասերը, որտեղ կան ծծումբ և պղինձկուլչեղանային հանքանյութերի ելքեր, այլև այն շրջաններում, որտեղ մակերեսում հայտարարված են միայն բազմամետաղային կամ բարիտային հանքանյութեր, այդպիսի տեղամասերը պետք է ուսումնասիրվեն բաղժակողմանիորեն, նպաստավոր հանքերը ստորուկուռաների առանձնացման և հետախուզական կամ գեոֆիզիկական աշխատանքներով խորքում պղնձի հանքանյութերի կույր կուտակումներ հայտարերելու նպատակով: Հանքայնացման Ալավերդու տիպի նկատմամբ, առաջին հերթին պղնձի հանքանյութերի նկատմամբ, կոնկրետ կարելի է նշել հեռանկար ունեցող հետևյալ տեղամասերը՝

ա) Ախթալա—Շամլուղ—Ուչքիլիսա շերտը, մանավանդ այն հատվածները, որտեղ մակերեսին հայտնի են բարիտային (Ուչքիլիսա) և բազմամետաղ (Օլնած-Բուլաղ) հանքանյութեր:

բ) Ալավերդի—Աքորի շրջանը, առանձնապես Ալավերդու հանքավայրերից դեպի հյուսիս, գիպսային կարերների հատվածը և Աքորի գյուղի շրջանը, որտեղ հայտնի է բարիտային հանքավայր:

գ) Մարց գետի ավազանը՝ բազմամետաղ հանքավայրերի խոր հորիզոնները:

դ) Շամլուղի շրջանը (Ալավերդուց դեպի հյուսիս-արևելք), որտեղ լաչն կերպով զարգացած է բազմամետաղ հանքայնացումը:

Նույն տեսակետից պակաս հետաքրքրութուն չեն ներկայացնում Հարավային Վրաստանի և հարավ-արևմտյան Ադրբեջանի շրջանները (Ալավերդու շրջանին հարող), որտեղ մակերեսից լաչն զարգացած են բազմամետաղ և բարիտային հանքանյութեր, իսկ խորքում պետք է սպասել էրոզիայով չմերկացված պղնձի և ծծումբկոլչեզանային հանքամարմինների:

I. G. MAGAKIAN

THE ALAVERDY TYPE OF MINERALIZATION AND ITS ORES

S u m m a r y

The sulfid ores deposits of the Alaverdy type represent in their most part (Alaverdy, Shamlugh, Akhtala, Chibukhly, Shagali-Eliar) formations built up under conditions of a minor depth from the surface and of rather low temperature (from epithermal to mesothermal one). They lay far enough from the maternal intrusions and by the depth facies are coincident with hipabyssal intrusions (minor granitoid stocks, albitophyrs dykes and lakkolites).

The deposits are located among effusive series, preceeding immediately the intrusion of granitoid masses (as well as effusives, so the intrusions are of Eearly Tertiary age), or among more ancient effusive series of the Jurassic, heated well enough by the intrusion of the abundant hipabyssal Tertiary magmatic bodies.

The solutions, moving upwards through the heated masses of the effusives, threw out all their metallic burden near by the surface and along a small vertical interval, thereoff the compressed character (telescopy) of different ore formations, the contaminated (mished) ore composition, the high concentration of the solutions, leading under conditions of rapid deposition to the formation of rich accumulations of colloid and finely grained ores.

The Alaverdy type of deposits is difficult to classify according to W. Lindgren's scheme, and it is highly reminiscent of the Japanese deposits of the „Kuromono“ type; it has a set of common features with the young „Bonanza“ silver-tin occurrences of Bolivia, with the gold-silver deposits of Hungary, and with several tin and polymetallic occurrences of the Far East of the USSR. There are observed, too, transitions of the ores of the Alaverdy type to more high-temperature ones (Sisimadan, Mez-dzor), situated near by the hearth and characterized not only by the predominance of coarse-crystalline and meso-crystalline structures, but by the ore composition, too (the presence of garnet and tourmaline, by a comparatively greater role of magnetite and of hematite).

There is a tendency of a regular and well expressed order of ore formation, an accentuated zonality in vertical and horizontal directions (relatively to the hearth, being masked by the erosion, or being supposed in the depth); indeed, in many cases the vertical set is compressed, telescoped, especially in deposits, far away of the maternal intrusions.

The order of deposition of the ore formations is as follows: pyrite, copper-pyritic, polymetallic, bornite, halenite, baryte-bearing ones. In contact deposits after the pyrite-bearing formations is following the hematite-bearing one, and only then the later ones; in one occurrence, where the mineralization is connected with acid granites, consequent after the pyrite formation is the copper-arsenic (tin-bearing) one.

The general order of output and deposition of the metals is such: Fe, Cu, Zn, Pb, Ba; Au and Ag are moved up partly together with Cu, but mainly together with Pb. The order of deposition of vein minerals is constant (well established): quartz, sericite, chlorite, baryte, calcite and gypsum.

The silicification is accompanied by pyritization and by local development of hematite, while chlorite is tightly connected with chalcopyrite, baryte with sphalerite, calcite with galenite, and gypsum with collomorphic pyrite, chalcopyrite and sphalerite.

The ore-mineralization process is a single one, but within this process there may be differed several stages with

a different (variable in time) composition of the solution, what is resulting in the formation of ores of different compositions, getting individualized in space, too.

Out of the above suggested, one may deduct a conclusion, important in practice:

There is necessary to lead research-and prospecting works and investigations, taking in account the unity of the ore-mineralization process and of the ore formations, and the vertical and horizontal zonality which is characteristic for the given type of ore-mineralization.

The chief value consists in copper ores, and prospective in this relation are not only those areas, where pyritic and copper-pyritic ores are present, but, moreover, those regions, where on the surface are outcropping polymetallic or barytic ores only; such areas are to be studied from different sides the problem consisting in the looking for favorable ore-including structures, of the finding out in the depth of blind accumulations of copper ores by means of deep geological or geophysical examinations. One may assert quite concretely the prospective character for the Alaverdy type of ore-mineralization (for the first hand relatively to the copper ores) in following areas.

a) The band Akhtala-Shamlugh-Uch-Kilissa, especially those areas, whereon the surface are known barytic (Uch-Kilissa) and polymetallic (Okhnatz-bulakh) ores.

b) The region Alaverdy-Akori, especially to N from the Alaverdy deposit, on the area of gypsum-carriers and in the Akori-village region, where a baryte deposit is known.

c) The Babadjan-river bassin,—the deep-seated horizons of the polymetallic occurrences.

d) The Shamshadin-region (to SE from the Alaverdy one), where there is widely developed a polymetallic mineralization.

From the same sidepoint of high interest are those regions of the Southern Georgia and of the South-Western Azerbaidjan (limitroph to the Alaverdy region), where on the surface are widely distributed polymetallic and barytic ores, while on the depth one may await to meet copper and pyritic ores, not yet disclosed by the erosion.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Введение	3
I. История разработки и состояние изученности месторождений .	5
II. Краткий геологический очерк,	9
1. Стратиграфия	10
2. Интрузивные породы	12
3. Тектоника	12
4. Описание рудных областей и районов	13
III. Описание отдельных месторождений Алавердского типа .	24
IV. Типы руд (рудные формации) и их взаимоотношения .	39
V. Минералогический очерк	43
VI. Текстуры и структуры руд	53
VII. Геохимия отдельных элементов	65
VIII. Описание сходных по типу месторождений	68
А. Месторождения Кавказа	68
Б. Месторождения Средиземноморской зоны	73
В. Месторождения Тихоокеанского кольца	74
Г. Месторождения Урала и Казахстана	77
IX. Генетические особенности и перспективы Алавердского типа оруденения	78
X. Главнейшие выводы	85
Цитированная литература	88
Армянское резюме	93
Английское резюме	96

Гл. редактор М. КАПЛАНЯН

Корректор Г. ТУРАБОВ

Сдано в производство 11/VI 1947 г., подписано к печати 3/IX 1947 г.
Объем 6 1/2 п. л., в п. л. 38000 печ. зн. Тираж 1000. ВФ 03001.
Изд. № 427. Заказ № 490.

Типография Академии Наук Арм. ССР, Ереван, ул. Абовян 104.