

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

К. А. КАРАМЯН, А. С. ФАРАМАЗЯН

О СТАДИЯХ МИНЕРАЛИЗАЦИИ КАДЖАРАНСКОГО
МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Каджаранское медно-молибденовое месторождение по классификации И. Г. Магакьяна [7] является типичным представителем месторождений медно-молибденового семейства руд. Месторождение находится в Кафанском районе Армянской ССР и генетически связано с порфиридовидными гранодиоритами третичного возраста.

Геологическому строению месторождения посвящены обстоятельные работы [1, 9, 8].

В геологическом строении месторождения участвуют породы вулканогенной толщи нижнего эоцена и прорывающие их интрузивные породы Мегринского плутона, к северной окраине которого приурочено месторождение.

В приконтактной полосе, в результате воздействия интрузии на вмещающие породы, порфириты ароговикованы. Ширина полосы контактовых роговиков изменчива и варьирует от 300—350 м до 25 м.

В районе рудного поля проходит контакт между двумя разновозрастными интрузиями Мегринского плутона: 1) монцонитами и 2) порфиридовидными гранодиоритами. Этот контакт имеет северо-западное простирание и по существу является западной границей рудного поля. Контакт тектонический → осложненный последующими тектоническими подвижками, выражен в виде довольно мощной зоны дробления, так называемого, Таштунского разлома. Разлом является основной контролирующей структурой, к всяческому боку которого приурочены рудоносные структуры.

Большую роль в геологическом строении месторождения играют дайки гранодиорит-порфиров, имеющие два основных направления: 1) близширотное—северо-западное ($280-300^\circ$) с падением как на север, так и на юг; 2) северо-восточное ($50-70^\circ$) с падением на северо-запад.

Помимо даек гранодиорит-порфирирового состава в рудном поле отмечается целая серия даек диорит-порфирирового лампрофирирового состава. По отношению к основной гидротермальной минерализации

весь комплекс даек рудного поля является дорудным, что устанавливается многочисленными фактами пересечения наиболее поздних даек рудными прожилками.

Оруденение в основном локализовано в монцонитах и территориально совпадает с участком максимального развития даек гранодиорит-порфиров. В порфиroidных гранодиоритах отмечается лишь слабая минерализация пирита, молибденита и халькопирита в виде примазок и вкрапленности.

В рудном поле Каджаранского месторождения отмечается два основных морфологических типа оруденения: 1) штокверковый (прожилково-вкрапленный) и 2) жильный.

Штокверковый тип оруденения имеет большое площадное распространение. Породы здесь пронизаны рудными прожилками всевозможного направления и различной густоты; штокверковые зоны вытянуты в общем согласно с общим простиранием даек порфиров. На общем фоне штокверкового оруденения выделяются отдельные обогащенные металлами участки, обусловленные различной густотой прожилков в монцонитах.

Жильный тип оруденения имеет подчиненное значение. Простирание жилы северо-западное и северо-восточное; первые развиты в западной части рудного поля, вторые — в восточной.

Вдоль даек порфиров монцониты подвержены интенсивному гидротермальному изменению, которое слабеет по мере удаления от даек. На Центральном участке указанные измененные породы сливаются в единую мощную зону измененных пород, с которой и связаны наиболее богатые оруденелые участки.

В пределах рудного поля отмечаются отдельные изолированные друг от друга рудоносные участки, имеющие сходный с Центральным участком тип минерализации.

1. Стадии минерализации и их возрастные взаимоотношения

Одним из важных вопросов геологии и оруденения Каджаранского месторождения является вопрос стадийного развития главной рудной минерализации, составляющей основную промышленную ценность месторождения.

Минералогии Каджаранского месторождения, где специально затронут вопрос стадий минерализации, посвящены работы М. П. Исаенко (1949, 1953, 1959), Г. О. Пиджяна (1956), а также работа А. Г. Казаряна [4], освещающая гидротермально измененные породы Каджаранского месторождения.

В вопросе выделения стадий минерализации различные авторы проявляют совершенно различный методический подход, что и приводит к значительному разнобою во взглядах на количество

стадий минерализации и их возрастную последовательность. Так, выделение стадий минерализации на Каджаранском месторождении по М. П. Исаенко претерпело следующую эволюцию (табл. 1):

Таблица 1

Годы исследо- вания	Последовательность стадий минерализации							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1949	кварце- вая	молибде- новая	сульфид- ная	кварц- карбо- натная	—	—	—	—
1953	кварце- вая	кварц- молиб- деновая	кварц- суль- фидная	энаргит- халько- пирит- кварце- вая	карбо- натная	кварц- халце- дон- карбо- натная	—	—
1959	пирито- вая	кварце- вая	кварц- молиб- деновая	халько- пирит- овая	галени- то-сфа- лери- то- кварц- карбо- натная	кварц- энарги- товая	карбо- натная	кварц- халце- дон-до- ломи- товая

Указанный автор считает, что последняя схема является универсальной для всех медно-молибденовых месторождений Малого Кавказа с некоторыми изменениями для того или иного месторождения.

В работе Г. О. Пиджяна (1946), посвященной также минералогии Каджаранского месторождения, процесс гидротермальной деятельности расчленяется на шесть стадий: 1) медная, 2) кварц-молибденовая, 3) медно-молибденовая, 4) кварц-карбонат-полиметаллическая, 5) карбонатная и 6) карбонат-халцедоновая.

Вопросы стадийного развития Каджаранского месторождения освещены также в работе А. Г. Казаряна [4], где автор расчленяет весь процесс гидротермальной деятельности на 8 стадий в последовательности: 1) кварц-ортоклазовая, 2) кварц-молибденитовая, 3) кварц-халькопиритовая, 4) кварц-пиритовая, 5) кварц-галенит-сфалеритовая, 6) анкеритовая, 7) халцедоновая и 8) гипсовая. Данная схема является наиболее близкой к предлагаемой авторами настоящей статьи, отличаясь лишь отсутствием некоторых стадий. Следует отметить, что при выделении стадий минерализации А. Г. Казаряном учтены реальные случаи пересечения жилков различного состава, поэтому как у А. Г. Казаряна, так и у авторов данной статьи получены совершенно идентичные данные по взаимоотношению ряда стадий.

Выделение стадий гипогенной минерализации проведено авторами на основе ряда критериев, доказывающих разновозрастность этих образований. К ним прежде всего относятся: 1) пересечение различ-

ных парагенетических и минеральных ассоциаций; 2) разобщенность их в пространстве; 3) приуроченность их к совершенно различным тектоническим структурам; 4) различный характер гидротермальной измененности пород, связанный с отдельными стадиями минерализации.

В рудном поле Каджаранского месторождения проявились два этапа постмагматической деятельности: 1) связанный с монцонитовой интрузией и 2) связанный с интрузией порфиroidных гранодиоритов, во время которой происходит формирование медно-молибденовой минерализации, составляющей основную ценность Каджаранского месторождения.

Постмагматическая деятельность, генетически связанная с монцонитами, проявилась в рудном поле довольно слабо и выражена в образовании высокотемпературной магнетит-амфиболовой, биотитовой и кварц-турмалиновой минерализации в контактовой зоне монцонитов с роговиков.

1) Амфиболизация проявляется в тесной связи с монцонитами и территориально подчинена эндоконтакту, протягиваясь вдоль северного контакта монцонитов до восточной границы интрузии. Здесь отмечаются довольно широко роговообманково-магнетитовые прожилки, гнездообразные и пятнистые выделения роговой обманки и магнетита. Указанные образования проявляются как в самих монцонитах, так и в роговиках и даже в порфиритах.

По-видимому, одновременно с амфиболизацией проявляются и биотитизация монцонитов, которая выражается в образовании метасоматических прожилков биотита, гнездообразных скоплений и пятнистых проявлений площадной биотитизации.

2) Кварц-турмалиновые жилы имеют ограниченное распространение в рудном поле, приурочены также к эндоконтакту монцонитов с порфиритами.

Турмалинизация проявляется как в виде жил, так и метасоматических образований по аплитовым жилам в виде турмалиновых солнц, метасоматических прожилков и пятнистых выделений во вмещающих породах. Наряду с турмалином из рудных минералов отмечаются: магнетит, халькопирит, пирит и, реже, молибденит. Последние имеют в жилах второстепенное значение и встречаются в виде вкрапленности или гнездообразных выделений.

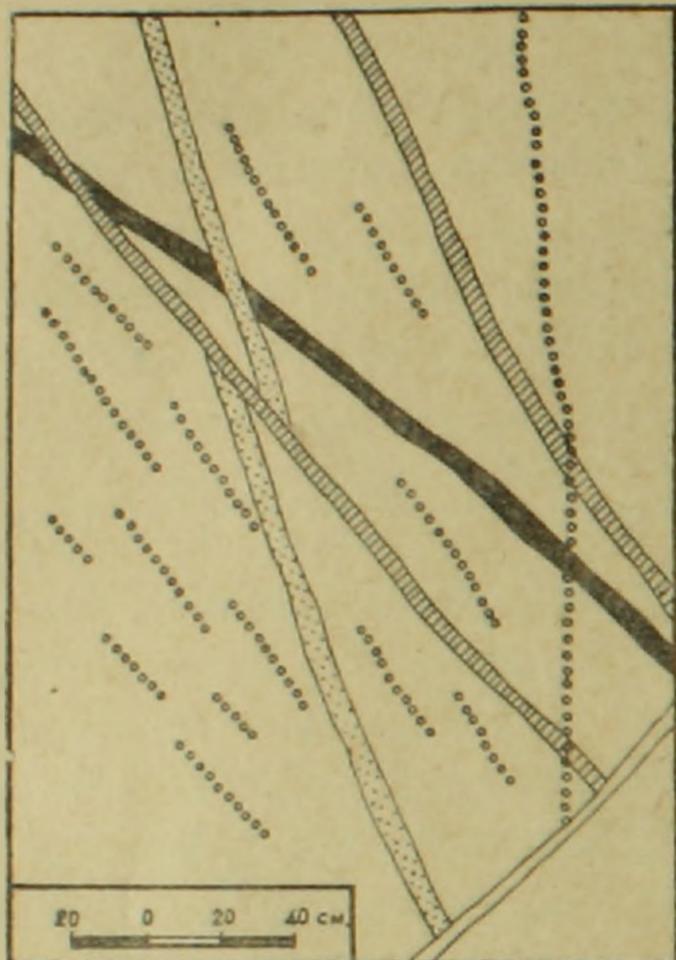
Несравненно сложно и разнообразно проявляется постмагматическая деятельность в связи с интрузией порфиroidных гранодиоритов. Наиболее полно представлена она на Центральном участке месторождения, где четко устанавливаются возрастные взаимоотношения между стадиями.

Изучение возрастных взаимоотношений между рудоносными структурами, локализирующими различные парагенетические ассоциации позволило выделить следующие стадии минерализации:

на следующая последовательность образования прожилков: 1) полевошпатовая, 2) кварц-молибденитовая, 3) кварц-халькопиритовая, 4) карбонатная.

Возрастные взаимоотношения между главными молибденоносными и медной стадиями отчетливо

ствол шт. 36, интервал 245 м (пр. стенка)



-  Сильно гидротермально измененный массив
-  Алютовый прожилок
-  Полевошпатовый прожилок
-  Кварц-молибденитовый прожилок
-  Кварц-халькопиритовые прожилки
-  Карбонатный прожилок

Фиг. 2.

устанавливаются многими пересечениями, отображенными на фиг. 3. Возрастные взаимоотношения между кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой стадиями также устанавливаются отчетливо на основе пересечения кварц-халькопиритового прожилка кварц-пиритовым (фиг. 4). На основе пересечения устанавливается также последовательность образования между кварц-пиритовой и кварц-сфалерит-галенитовой стадиями (фиг. 5). Более низкотемпературные образования карбонатного состава непосредственно следуют по времени за кварц-сфалерит-галенитовой стадией, что видно из многочисленных случаев пересечений сплошных кварц-сфалерит-галенитовых руд карбонатными прожилками.

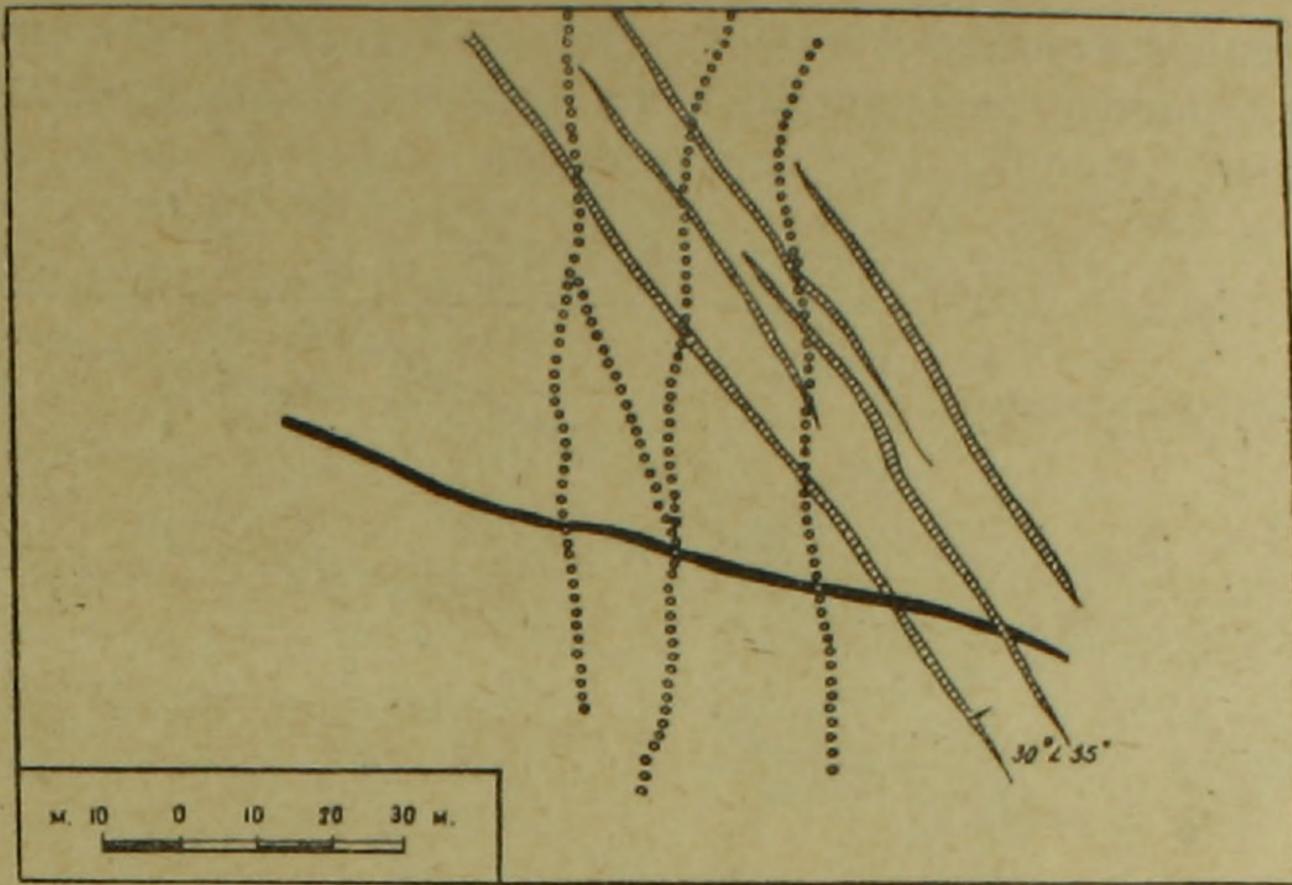
Повсеместно отмечаются случаи пересечения карбонатных жил и прожилков халцедоновыми, а также карбонатные брекчии, сцементированные халцедоном. Отчетливо устанавливаются также возрастные взаимоотношения карбонатной стадии с ангидрит-гипсовой. В сравнительно мощных ангидрит-гипсовых жилах отмечаются многочисленные обломки почти всех стадий минерализации, в том числе обломки карбоната и халцедона, что указывает на наиболее позднее образование ангидрит-гипсовой стадии.

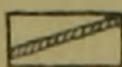
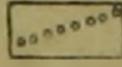
Более подробное описание места и характера ангидрит-гипсовой минерализации Каджаранского месторождения приведено в специальной статье авторов [6].

В пределах рудного поля Каджаранского месторождения отчетливо проявляется горизонтальная зональность в размещении отдельных парагенетических ассоциаций.

Так, например, в западной приразломной части Центрального участка месторождения отмечается преимущественное развитие кварц-молибденитовой стадии. По мере удаления от приразломной зоны отмечается более широкое развитие кварц-молибденит-халькопиритовой

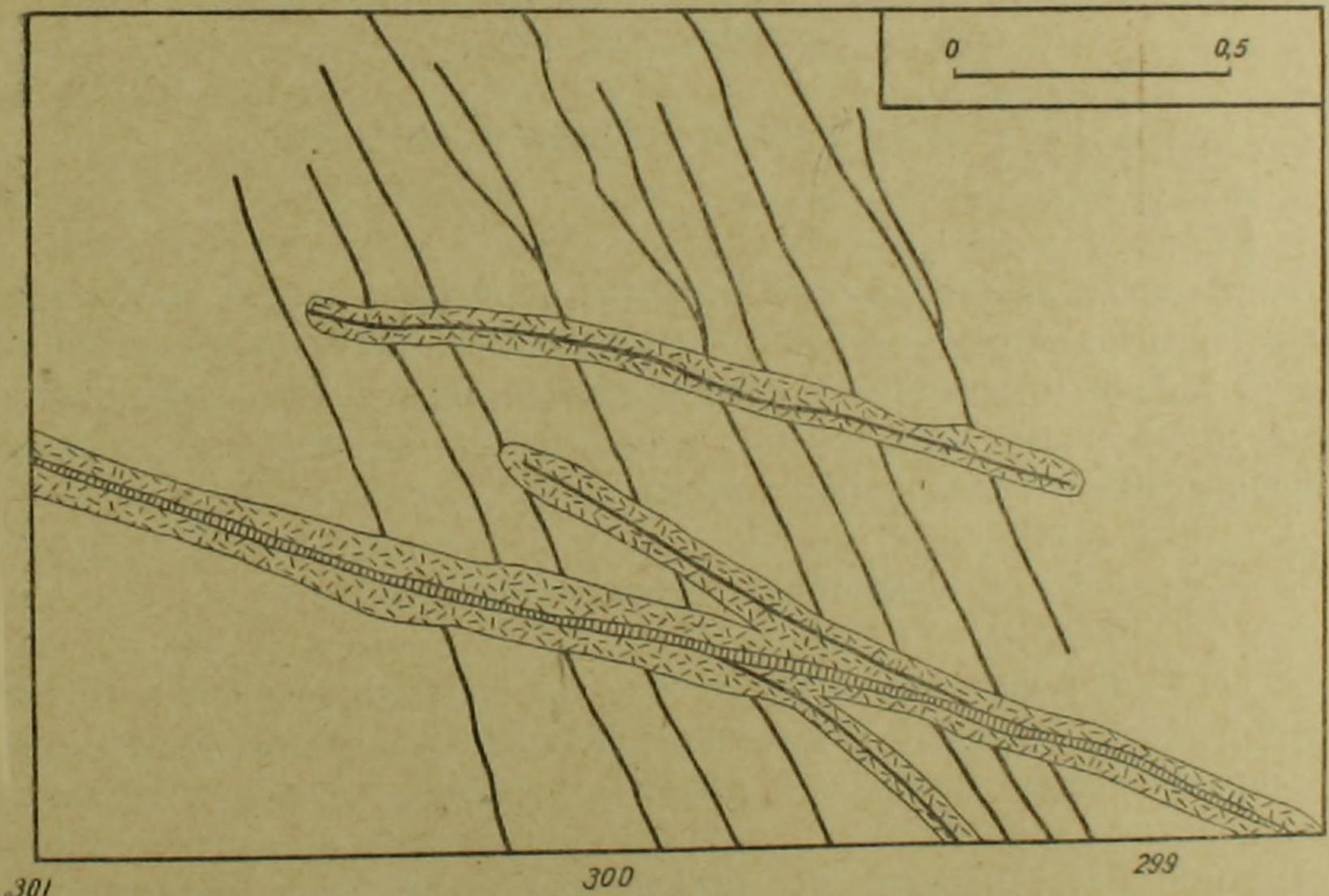
КАРЬЕР УСТУП 2220 ЗАБОЙ НА 26.7.1958 г

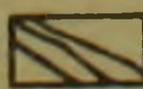


-  Кварц-молибденитовый прожилок
-  Халькопирит-молибденитовый прожилок
-  Кварц-халькопиритовый прожилок

Фиг. 3.

ШТОЛЬНЯ I, ШТРЕК 7, ПРАВая СТЕНКА

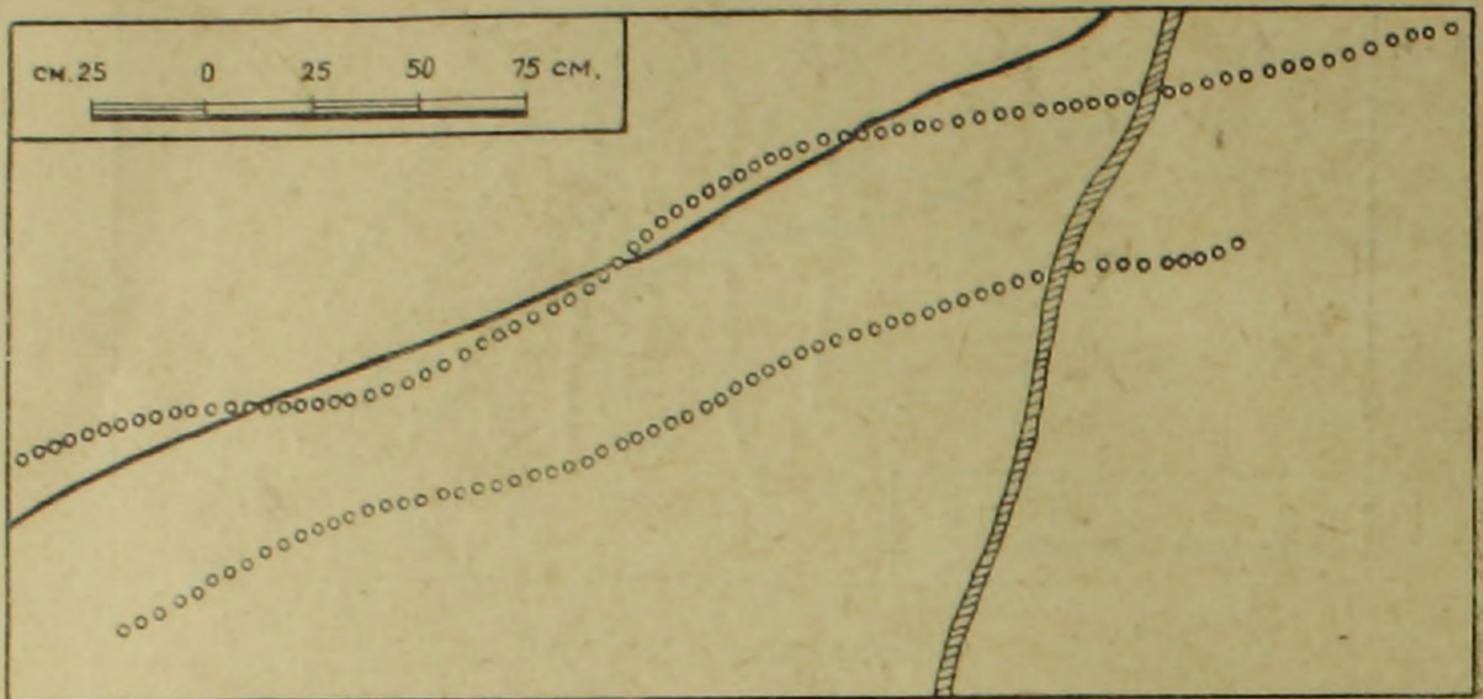


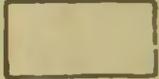
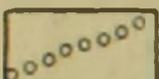
-  Слабо измененные монциты
-  Кварц-халькопиритовые прожилки
-  Кварц тиритовые прожилки с ореолом серицитизации

Фиг. 4.

стадии. В восточной части Центрального участка отчетливо проявляется преимущественное развитие кварц-халькопиритовой стадии. Далее на восток от приразломной зоны на северо-восточном

штольня 36 ствол



-  Слабо измененный монзонит
-  Кварц-молибденитовый прожилок
-  Кварц-пиритовый прожилок
-  Кварц-сфалерит-галенитовый прожилок

Фиг. 5.

участке наблюдается широкое развитие пиритовых жил. На Аткизском участке, наряду с кварц-пиритовыми жилами и отдельными прожилковыми зонами, отмечаются и сравнительно мощные кварц-сфалерит-галенитовые жилы. Одновременно с ними здесь широко развиты кварц-карбонатные и халцедоновые жилы.

2. Описание стадий минерализации

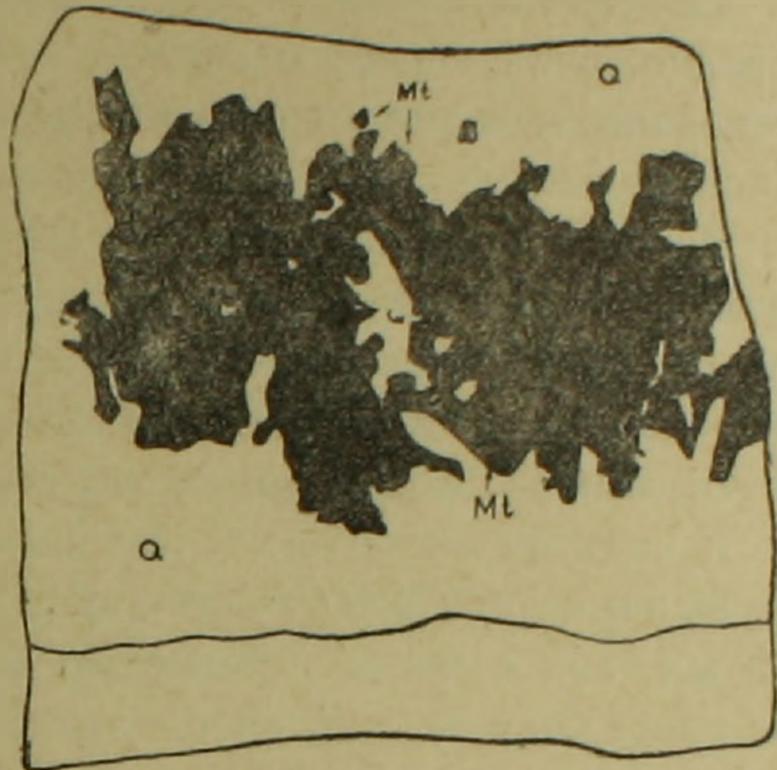
1. Кварц-магнетитовая стадия минерализации является наиболее ранней стадией гидротермальной деятельности. Наибольшее распространение последняя имеет в районе северного контакта монзонитовой интрузии с порфиритами нижнего эоцена. Полоса развития магнетитовых прожилков охватывает как эндоконтактовую зону монзонитов, так и экзоконтактовые роговики и порфириты. Магнетитовые прожилки отмечаются также и на Центральном участке месторождения. Здесь они представлены как в виде прожилков, жил так и в виде линзовидных тел, мощностью до 1,5 м.

В сравнительно мощных жилах магнетит проявляется в виде сплошных, пятнистых и гнездообразных выделений среди кварцевой

жильной массы. Отмечается также и интерстициальная структура, когда выделения магнетита заполняют промежутки между кристаллами кварца (фиг. 6).

Основными рудными минералами являются магнетит и гематит, второстепенными—халькопирит, борнит, молибденит, редко пирит, ильменит. Вышеотмеченные сульфиды в сплошных полях магнетита образуют небольшие скопления, заполняющие промежутки между идиоморфными кристаллами магнетита, образуя друг с другом совместные сростания, зачастую разъедая грани зерен магнетита.

Борнит с халькопиритом образует структуры распада. Молибденит дает короткие пластинки и совместно с халькопиритом заполняет промежутки между кристаллами магнетита.



Фиг. 6. Mt—магнетит, Q—кварц.

Мономинеральный магнетитовый агрегат имеет неравномерно зернистое строение с различным идиоморфизмом отдельных кристаллов. Подвержен интенсивной мартитизации. Обычно этот процесс протекает по краям отдельных кристаллов, однако, отмечаются и нацело мартитизированные кристаллы. Наблюдается также явление зональной мартитизации. Последняя проявляется вдоль стыков отдельных зон в магнетите.

Из других рудных минералов отмечаются небольшие выделения ильменита, представленные в виде пластинчатых структур распада в магнетите и отдельных пластинчатых кристаллов.

2. *Кварц-полевошпатовая стадия* имеет также сравнительно небольшое распространение в рудном поле. Отмечаются отдельные участки с максимальным ее развитием. Наиболее широко полевошпатовые прожилки развиты на участке Давачи, где они образуют сравнительно крупные жилы, а также систему мелких, но густо расположенных прожилков. На Центральном участке описываемая стадия представлена в виде маломощных прожилков (2—3 см), встречаемых на всех горизонтах и флангах.

Прожилки этой стадии минерализации сложены из К-полевого шпата, кварца, изредка биотита. Из рудных минералов присутствуют: магнетит, ильменит, молибденит, халькопирит и, очень редко, пирит.

Рудные минералы в прожилках распространены весьма неравномерно и образуют сравнительно небольшие скопления. Наибольшим распространением пользуется молибденит, образующий довольно крупные чешуйки или розетки, рассеянные в полевошпатовой основной

массе прожилка. Размер таких розеток местами достигает 1,2—2,0 см.

Вместе с молибденитом отмечаются также и выделения халькопирита, представленные зачастую в виде тонкой и густорассеянной вкрапленности. Магнетит образует изолированные выделения, а гематит представлен лучистыми и игольчатыми агрегатами.

Последовательность выделения рудных минералов в этой стадии, очевидно, следующая: магнетит, гематит, молибденит, халькопирит; устанавливается разьедание их друг другом в вышеприведенной последовательности.

3. *Кварц-молибденитовая стадия* минерализации имеет весьма широкое развитие в рудах месторождения и составляет основную промышленную ценность. Наиболее широко она представлена на Центральном участке, в сравнительно меньших масштабах на участках Давачи, Мякан, Кармир-Кар, весьма слабо — на северо-восточном участке и практически отсутствует на Аткизском участке.

Рудные тела этой стадии образуют как прожилки мощностью до 2 м, так и жилы мощностью до 3—4 м и более, со значительным протяжением. По составу отмечаются кварц-молибденитовые и чисто молибденитовые прожилки мощностью до 2 см.

Совместно с молибденитом в этой стадии минерализации в весьма подчиненном количестве присутствует тонкая вкрапленность пирита и халькопирита.

Форма проявления молибденита в прожилках весьма разнообразна. В небольших по мощности прожилках молибденит зачастую образует крупные дипирамидальные кристаллы, заполняя прожилки по мощности. В более крупных прожилках и небольших жилах молибденит образует отчетливо выраженную оторочку в обеих зальбандах прожилка или жилы. Мощность этой оторочки бывает различной и местами достигает до 1 см. Чешуйки вышеописанной оторочки обычно расположены перпендикулярно зальбанду прожилка. Местами в средней части жилы или прожилка отмечаются отдельные небольшие прожилкообразные скопления молибденита, параллельные направлению основных прожилков. В более крупных кварц-молибденитовых жилах текстура полосчатая, характеризуется чередованием прожилкообразных скоплений молибденита в кварцевой жильной массе. В сравнительно крупных прожилках, сложенных грубокристаллическим кварцем, отмечаются гнездообразные скопления крупночешуйчатого агрегата молибденита. Отмечается также и скрытокристаллическая форма проявления молибденита. Последняя проявляется в прожилках черного кварца. При изучении таких образований в отраженном свете при больших увеличениях, устанавливаются тончайшие пластинки молибденита. Химические анализы черного кварца показывают содержание 3—5% Мо. Последнее обстоятельство позволяет предположить, что молибденит в данном случае распылен в кварце в виде кристаллозоля.

Кварц в жилах и прожилках проявляется различно. В мелких прожилках он имеет мелкозернистое, зачастую микрогребенчатое строение. В более крупных прожилках и жилах кварц отчетливо раскристаллизован, а зачастую имеет грубозернистое строение с крупношестоватыми кристаллами, растущими от стенок к внутренней части.

4. *Кварц-молибденит-халькопиритовая стадия* пользуется довольно широким распространением на Центральном участке месторождения. Представлена как в виде прожилков в прожилковой зоне, так и виде отдельных, сравнительно небольших жил.

В сравнительно крупных прожилках мощностью до 5—7 см, а также в прожилках мощностью 1—2 см отмечается хорошо выраженная „зональная“ текстура, выразившаяся в отложении молибденита в призальбандовой части прожилка, а халькопирита — в средней части прожилка, в виде заполнений промежутков между гребенчатыми кристаллами кварца (фиг. 7).

В этой стадии минерализации отмечаются также прожилки, где молибденит образует правильные боченковидные дипирамидальные кристаллы в сплошных полях халькопирита. Иногда такие кристаллы молибденита развиты по всей мощности прожилка, заполняя прожилок от одной стенки до другой. В крупных молибденит-халькопиритовых жилах молибденит, как правило, образует отдельные скопления — мелкочешуйчатый агрегат неправильного очертания. Халькопирит образует вкрапленность в тесном срастании с молибденитом, и обособленно от выделений молибденита в одной и той же жиле.



Фиг. 7. Mo — молибденит, Cu — халькопирит, Py — пирит, Q — кварц.

Молибден и медь в этих жилах присутствуют примерно в одинаковом количестве с небольшим отклонением в ту или другую сторону.

Наряду с халькопиритом и молибденитом в незначительном количестве распространены также пирит и энаргит. Спорадически присутствуют: сфалерит, галенит, висмутин, виттихенит, эмплектит. Все эти минералы приурочены к участкам развития халькопирита.

Участки прожилков, где распространены пирит и халькопирит, имеют порфириновидное строение, обусловленное сравнительно крупными кристаллами пирита в мелкозернистом аллотриоморфном агрегате халькопирита.

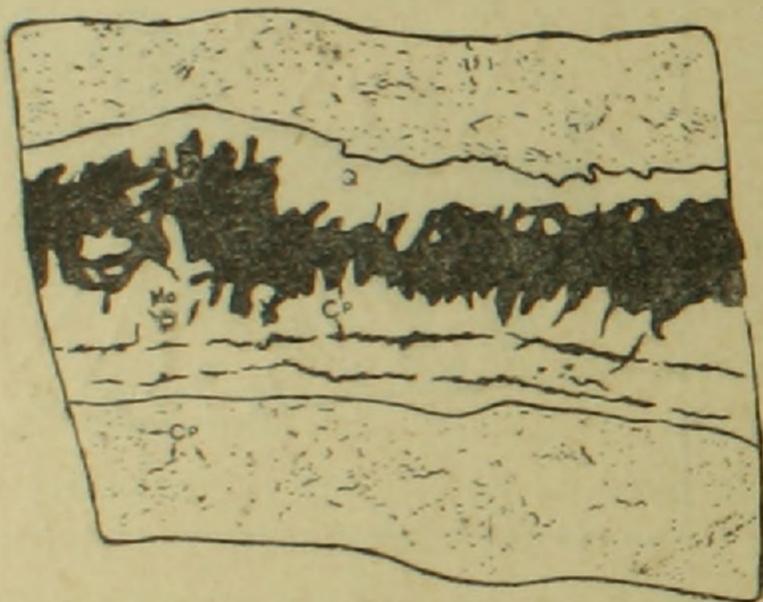
Висмутин, медно-висмутовые минералы—виттихенит, эмплектит образуют друг с другом тесные срастания. Последние окаймляют удлиненные выделения висмутина.

5. *Кварц-халькопиритовая стадия* пользуется весьма широким развитием в рудном поле Каджаранского месторождения. Наибольшее развитие этой стадии отмечается на Центральном участке. Оруденение в основном представлено прожилковым, прожилково-вкрапленным типами. Наибольшее распространение имеют сравнительно небольшие жилы, согласные с общей структурой штокверка, а также секущего направления.

В маломощных прожилках отмечается максимальное обогащение рудными минералами, а также мономинеральные халькопиритовые прожилки без жильного минерала.

Текстурные особенности рудных тел кварц-халькопиритовой стадии весьма разнообразны.

1. В сравнительно крупных прожилках отмечается отчетливая приуроченность рудных минералов, в основном халькопирита, к средней части прожилка, где халькопирит заполняет пустоты прожилка,



Фиг. 8. Ср—халькопирит, Мо—молибденит,
Q—кварц.

сложенные гребенчатым кварцем (фиг. 8). В более мощных прожилках отмечается несколько параллельных зон прерывистого гнездообразного скопления рудного минерала в пустотах кварцевой жилы. При этом рудная масса цементирует идиоморфные кристаллы кварца.

В сравнительно маломощных кварц-халькопиритовых прожилках (до 2—3 см) отмечается только рассеянная вкрапленность халькопирита в жильном кварце.

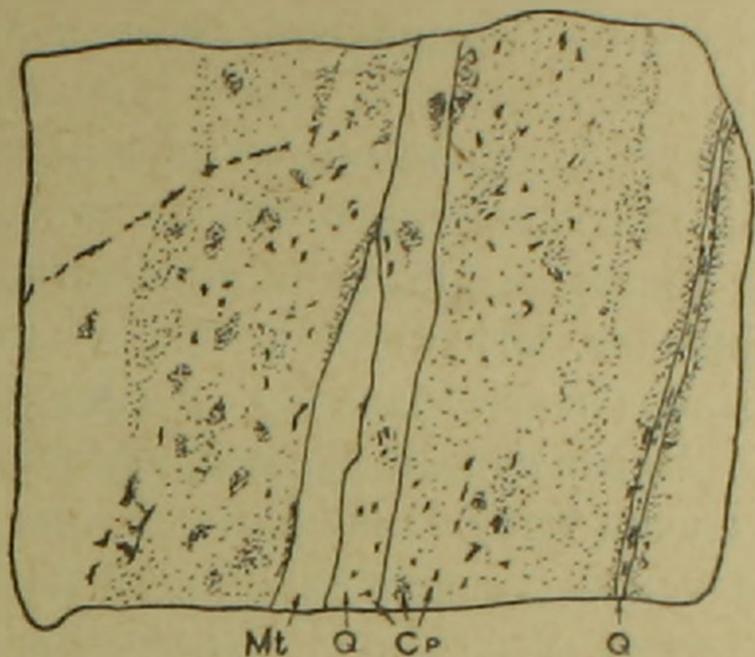
2. Широко представлено прожилково-вкрапленное оруденение, когда вокруг сравнительно небольшого прожилка развивается зона вкрапленного оруденения, по мощности превышающая в несколько раз мощность прожилка (фиг. 9). При этом вкрапленники пирита и халькопирита обычно приурочены к чешуйкам биотита. Вкрапленность халькопирита и пирита, как правило, совершенно плавно и постепенно исчезает по мере удаления от основного прожилка. Вблизи прожилка отмечается более крупная вкрапленность, по мере удаления от нее уменьшающаяся в размере.

Описанное явление позволяет предполагать, что при образовании пирита и халькопирита железо, необходимое для их образования, заимствуется из темноцветных минералов вмещающих пород.

В некоторых прожилково-вкрапленных рудах отмечаются случаи, когда кварцевые прожилки значительно беднее рудными минералами, нежели вмещающие породы непосредственно у прожилка (фиг. 9).

3. Зачастую у сравнительно мощных кварц-халькопиритовых прожилков развивается система густых продольных и секущих разветвлений, благодаря чему образуется сетчатая текстура.

4. На некоторых участках вкрапленного оруденения отмечается полосчатая текстура руды, обусловленная замещением рудных минералов по ранее образованной тектонической слоистости пород. Такая полосчатая вкрапленная текстура развита вдоль крупных структур (жилы, дайки), по которым происходили тектонические подвижки.



Фиг. 9. Cp—халькопирит, Mt—магнетит, Q—кварц.

Главные рудные минералы данной стадии минерализации: халькопирит, пирит, энаргит, молибденит, редко висмутин, медно-висмутовые минералы, галенит, сфалерит, тетрадимит (?), рутил.

Халькопирит образует тесные срастания со всеми рудными минералами. Пирит образует сравнительно крупные выделения, сцементированные халькопиритом. Он повсеместно разъедается последним. Энаргит, как правило, обрастает выделения халькопирита в виде удлиненных кристаллов. Все остальные рудные минералы образуют небольшие выделения в полях халькопирита.

Структура халькопирита, выявляемая при травлении—гипидиоморфно-зернистая, часто с многочисленными полисинтетическими двойниками, обычно не имеющими определенной ориентировки.

6. *Кварц-пиритовая стадия* по сравнению с ранее описанными промышленными стадиями минерализации более слабо распространена, однако, встречается повсеместно.

Максимальное развитие этой стадии отмечается на Северо-восточном участке, где кварц-пиритовая стадия представлена в виде отдельных, местами мощных кварц-пиритовых жил северо-восточного простирания и протяжением 100 и более метров. На Центральном участке в основном распространены небольшие прожилки размером 1—5 см по мощности.

В кварц-пиритовой стадии по условиям образования можно выделить две разновидности руд: 1) текстуры выполнения—мощные кварц-пиритовые прожилки и жилы, где превалирует грубозернистый кварц, а вмещающие породы изменены слабо; 2) метасоматические

прожилки и зоны вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализации, мощностью до 1,5—2,0 см, выполненные полностью грубокристаллическим гексаэдрическим пиритом. Прожилки второго типа обычно несут четкий ореол серицитизации значительно превышающий мощность прожилка.

В крупных кварцевых жилах пирит образует отдельные мономинеральные прожилкообразные и линзовидные скопления в жильной кварцевой массе. Такие скопления мономинерального пиритового агрегата отдельными тонкими перемычками соединяются друг с другом. В сравнительно небольших жилах отмечается также и полосчатая текстура, обусловленная отложением пирита вдоль зальбандов прожилка. Структура такого мономинерального пиритового агрегата обычно порфириовидная и гипидноморфнозернистая.

Вкрапленные руды приурочены к сравнительно крупным тектоническим нарушениям. Здесь они образуют густую вкрапленность в различной степени идиоморфных гексаэдрических и пентагондодекаэдрических кристаллов. Отмечается также и различная величина кристаллов пирита.

Главным рудным минералом здесь является пирит; в подчиненном количестве присутствуют: халькопирит, молибденит, сфалерит, в весьма незначительном количестве — галенит, энаргит, блеклая руда. Все указанные минералы выделяются значительно позже пирита. Они цементируют раздробленные кристаллы пирита в виде тонких прожилков, проникают в него, местами замещая средние части кристаллов пирита и корродируя их остроугольные обломки.

7. *Кварц-сфалерит-галенитовая стадия* в рудном поле Каджаранского месторождения имеет ограниченное распространение. На Центральном участке представлена отдельными прожилками, мощностью до 15 см, залегающими согласно с общим простиранием штокверка. Следует отметить, что с глубиной интенсивность полиметаллической минерализации усиливается.

Более крупные полиметаллические жилы отмечаются на Аткизском месторождении. Мощность их иногда достигает более метра со значительными раздувами на отдельных участках. В мощных полиметаллических жилах рудные компоненты образуют отдельные изолированные участки линзовидного очертания, сложенные нацело из сфалерита и галенита, отчасти, пирита.

В более мощных прожилках и жилах рудные минералы образуют отдельные скопления, гнезда и линзовидные очертания часто распределенные весьма неравномерно в жиле или прожилке. В более незначительных по мощности прожилках отмечается сплошное заполнение рудными минералами, среди которых преобладают сфалерит, галенит, пирит, халькопирит.

Описываемая стадия минерализации характеризуется весьма значительным разнообразием рудных минералов, представленных не

только сульфидами и сульфосолями, но и теллуридами (алтаит, самородный теллур (?), гессит, креннерит). Последние детально описаны в опубликованной статье А. С. Фарамазяна [10]. Следует отметить, что минерализация теллуридов по времени несколько оторвана от сульфидов и приурочена к конечным порциям рудоносной кварц-сфалерит-галенитовой стадии.

Сопутствующие жильные минералы представлены кварцем и карбонатом.

Для описываемой стадии минерализации характерны полосчатые, пятнистые и брекчиевидные текстуры.

8. *Карбонатная стадия* пользуется весьма широким развитием в рудном поле. При этом она отмечается повсеместно, на всех участках. Эта стадия особенно широко развита на Северо-восточном и Аткизском участках, где образует мощные кварц-карбонатные жилы и прожилковые зоны. На Центральном участке она представлена как в виде мелких прожилков, так и сравнительно крупных жил, в общем согласных с общей структурой штокверка.

В значительном большинстве случаев карбонатные жилы приурочены к скалывающим нарушениям, в результате чего в зальбандах карбонатных жил и прожилков довольно часто наблюдается интенсивно ороговикованная черная глина.

В некоторых прожилках карбонат имеет зонально колломорфную и фестончато-полосчатую текстуру, обусловленную перемежаемостью скрытокристаллического кварца и колломорфного карбоната.

Карбонат по данным химического анализа соответствует анкериту.

9. *Халцедоновая стадия* в рудном поле имеет сравнительно небольшое распространение. Представлена в основном в виде небольших прожилков мощностью до 1—2 см. Встречаются также и более крупные прожилки, а в восточной части рудного поля отмечаются халцедоновые жилы мощностью до 0,5 м, протяжением в несколько десятков метров.

Жилы и прожилки халцедоновой стадии обычно имеют полосчатое строение, обусловленное различной кристаллическостью мономинерального мелкозернистого агрегата.

10. *Ангидрит-гипсовая стадия* имеет небольшое распространение в рудном поле Каджаранского месторождения. Развита, как правило, на западном фланге Центрального участка. Отмечается во многих горизонтах. Наибольшим развитием ангидрит-гипсовая стадия минерализации пользуется в шт. 38, в концевых забоях, где она образует довольно хорошо выраженную зону интенсивно трещиноватых пород, заполненных мелкозернистым гипс-ангидритовым агрегатом.

Гипс-ангидритовая минерализация проявляется как в виде мало-мощных прожилков, так и сравнительно небольших жил, мощностью до 20—25 см с крутыми и резкими контактами с вмещающими поро-

дами, свидетельствующими о том, что упомянутые жилы и прожилки образованы путем заполнения трещин. Вмещающие породы подвержены довольно интенсивному огипсованию. Отмечаются также и отдельные гнездообразные выделения гипса.

По данным М. П. Исаенко [2] гипс на Каджаранском месторождении имеет исключительно гипергенное происхождение и образован благодаря замещению карбонатных прожилков нисходящими сульфатными растворами.

Большая глубина залегания гипс-ангидритовых прожилков и отчетливые резкие контакты с вмещающей породой, отсутствие случаев замещения карбонатов гипсом позволяют рассматривать указанные образования как гипогенные, отложенные гидротермальными растворами. На месторождении проявляется также и другая разновидность гипса—волокнуистая, очевидно селенит, приуроченная к пострудным трещинам.

В приведенной схеме показана последовательность выделения минералов по стадиям минерализации (табл. 2).

Гидротермальное изменение вмещающих пород в связи со стадиями минерализации

Гидротермально измененные породы на Каджаранском месторождении пользуются широким развитием как на Центральном, так и на других участках рудного поля. Наиболее широко они представлены на Центральном участке, где отмечается проявление всех типов гидротермального изменения.

Ниже приводится схема последовательности стадии минерализации и связанное с ними гидротермальное изменение пород с учетом интенсивности проявления того или иного типа изменения в пределах рудного поля (табл. 3).

В ы в о д ы

Как видно из вышеописанного, Каджаранское рудное поле сформировано благодаря проявлению постмагматической деятельности двух этапов.

Наиболее ранний этап постмагматической деятельности связан с монцонитовой интрузией и проявляется в высокотемпературной метасоматической амфиболизации, биотитизации в ассоциации с магнетитом и в образовании кварц-турмалиновых жил. Второй этап постмагматической деятельности генетически связан с интрузией порфировидных гранодиоритов; в связи с ним происходит формирование промышленной медно-молибденовой минерализации Каджаранского месторождения.

СХЕМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ПО СТАДИЯМ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Стадии минера- лизации	Магнетитовая	Кварц-палеогипсовая	Кварц-малахитовая	Кварц-малахит- халькопиритовая	Кварц-халькопиритовая	Кварц-пиритовая	Кварц-галенит- сфалеритовая	Карбонатная	Халцедоновая	Гилсовая
Магнетит	-----	-----		-----						
Пирит	-----			-----	-----	-----	-----			
Малахит		-----	-----	-----	-----	-----	-----			
Халькопирит			-----	-----	-----	-----	-----			
Сфалерит				-----	-----	-----	-----			
Галенит				-----	-----	-----	-----			
Темный	-----	-----		-----	-----	-----	-----			
Берилл	-----	-----		-----	-----	-----	-----			
Рутил		-----		-----	-----	-----	-----			
Висмутит				-----	-----	-----	-----			
Зинкит				-----	-----	-----	-----			
Витинит				-----	-----	-----	-----			
Эриктит				-----	-----	-----	-----			
Джонит				-----	-----	-----	-----			
Тенконит				-----	-----	-----	-----			
Тетраэдрит				-----	-----	-----	-----			
Нильзит	-----			-----	-----	-----	-----			
Телурит (P)				-----	-----	-----	-----			
Галенитовый				-----	-----	-----	-----			
Ангит				-----	-----	-----	-----			
Золото самородное				-----	-----	-----	-----			
Бурит				-----	-----	-----	-----			
Аргентит				-----	-----	-----	-----			
Висмут самородный				-----	-----	-----	-----			
Телур самородный (P)				-----	-----	-----	-----			
Вренит (P)				-----	-----	-----	-----			
Автисит				-----	-----	-----	-----			
Тессит				-----	-----	-----	-----			
Кварц	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----			
К шпат		-----		-----	-----	-----	-----			
Биотит	-----	-----		-----	-----	-----	-----			
Серцит				-----	-----	-----	-----			
Хлорит				-----	-----	-----	-----			
Карбонат				-----	-----	-----	-----	-----		
Халцедон				-----	-----	-----	-----	-----	-----	
Гипс				-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Количественные содержания минералов в прожилке

более 10% 1-5%
 5-10% менее 1%

Таблица 3

Схема интенсивности проявления процессов гидротермальных изменений по стадиям минерализации.
(Длина линии указывает на интенсивность изменения)

Стадии минерализации	Характер изменения	Интенсивность проявления
Кварц - магнетитовая	Окварцевание	—
Кварц - полевошпатовая	Полевошпатизация (?)	—
Кварц - молибденитовая	Серицитизация, слабая хлоритизация	—
Кварц - халькопирит - - молибденитовая	Серицитизация, слабая хлоритизация	—
Кварц - халькопиритовая	Серицитизация с окварцеванием	—
Кварц - пиритовая	Серицитизация с окварцеванием и пиритизацией (березитизация ?)	—
Кварц - сфалерит галенитовая	Серицитизация с окварцеванием и пиритизацией (березитизация ?)	—
Карбонатная	Карбонитизация, аргиллизация (?)	—
Халцедоновая	Не проявляется	
Ангидрит - гипсовая	Огипсование, слабая хлоритизация	—

Гидротермальная деятельность, вызвавшая образование Каджаранского месторождения, характеризуется некоторыми специфическими особенностями, сходными с таковыми аналогичных месторождений медно-молибденовой провинции юга Армянской ССР [5].

1. Наиболее характерной особенностью гидротермальной деятельности является многостадийность ее проявления, установленная на основе многочисленных фактов пересечения прожилков различного состава.

На месторождении установлено 10 стадий минерализации с постепенным изменением как температуры образования, так и парагенетических ассоциаций минералов.

Наиболее ранними образованиями гидротермального процесса являются кварц-магнетитовые жилы и крупные линзовидные тела, где характерным рудным минералом является магнетит. Присутствие остальных рудных минералов весьма ограничено. Характерна также структура распада борнит-халькопирита, свидетельствующая о сравнительно высокотемпературных условиях формирования этой стадии.

После магнетитовых образований на смену приходит кварц-полевошпатовая стадия, которая характеризуется обилием К-шпата, а из рудных минералов отмечаются магнетит, ильменит, молибденит и халькопирит, присутствующие в ограниченном количестве. Здесь уже наблюдается преобладание молибдена над медью. По ассоциации минералов эта стадия также относится к высокотемпературной.

Затем следуют среднетемпературные стадии, во время которых происходит формирование всего промышленного медно-молибденового оруденения.

Привнос основной массы молибденового оруденения происходит в кварц-молибденитовую стадию. За кварц-молибденитовой стадией следует кварц-халькопирит молибденитовая, где отмечается примерно равное количественное соотношение меди и молибдена. В последующую стадию следует существенно медная минерализация.

К числу переходных от среднетемпературной к низкотемпературной следует отнести кварц-сфалерит-галенитовую, карбонатную, халцедоновую и ангидрит-гипсовую стадии.

Как видно из вышеописанного, такая многостадийность процесса минерализации часто затрудняет установление границы между температурными интервалами в гидротермальном процессе. Однако, детальное изучение рудного поля Каджаранского месторождения позволило установить отчетливую горизонтальную зональность, выраженную в смене преимущественного развития одних стадий минерализации другими по мере удаления с запада на восток от основной рудоконтролирующей структуры (Таштунского разлома): от высокотемпературных на западе к более низкотемпературным на востоке.

2. Другой характерной особенностью оруденения Каджаранского месторождения является растянутость процесса минерализации. Как видно из таблицы 4 количественного соотношения минералов по ста-

диям минерализации, главные рудные минералы (молибденит, халькопирит, пирит, сфалерит, галенит, медно-висмутовые минералы, энаргит) присутствуют во многих стадиях минерализации. В качественном отношении в каждой последующей стадии намечается преемственность минералогического состава. Местами различие между стадиями минерализации заключается лишь в различных количественных соотношениях между главными рудными минералами.

Такая растянутость процесса минерализации обусловлена, по-видимому, глубоко протекавшей дифференциацией источника оруденения.

На Каджаранском месторождении в процессе образования сульфидов намечается следующая последовательность выноса металлов: Mo — Cu — Fe — Zn — Pb.

Как видно из вышеотмеченной схемы, максимальный вынос главного металла — молибдена падает на кварц-молибденитовую стадию, хотя в предыдущих стадиях также отмечается его присутствие. В последующую кварц-халькопиритовую — весьма ограничена. В кварц-пиритовую и кварц-сфалерит-галенитовую стадии молибденит имеет лишь минералогическое значение.

Время выноса основной массы меди значительно отстает от молибдена и приурочено к кварц-халькопиритовой стадии.

Далее следует стадия существенно пиритового оруденения, в период которой происходит образование главной массы пирита. Как правило, наиболее ранние стадии минерализации бедны пиритом и постепенно с развитием гидротермального процесса роль пирита повышается вплоть до существенно пиритовой стадии, после которой содержание пирита сильно падает.

Позднее проявление пиритовой стадии по сравнению с основными промышленными стадиями минерализации, по-видимому, обусловлено значительным обеднением поздних порций гидротермальных растворов Mo и Cu и значительным обогащением Fe при общем повышении парциального давления серы в конечных стадиях гидротермальной деятельности.

Сфалерит и галенит наибольшее развитие имеют в кварц-сфалерит-галенитовую стадию, хотя их присутствие отмечается в некоторых предыдущих стадиях.

Максимум развития висмутина и медно-висмутовых минералов приходится на кварц-халькопиритовую стадию.

Мышьяковые минералы (энаргит, люционит, блеклая руда) также присутствуют во многих стадиях минерализации, однако, максимальным развитием пользуются в кварц-халькопиритовой стадии, где отмечается их присутствие в довольно большом количестве.

Весьма своеобразно гидротермальное изменение вмещающих пород. Как видно из табл. 3 процесс изменения пород тесно связан со стадиями минерализации.

Схема количественного соотношения минералов по стадиям минерализации.

Стадии минерализации \ Минералы	Магнетит гематит	Молибденит	Халькопирит	Пирит	Борнит	Висмутин и медно-висмут	Энаргит и люцит	Теннантит и тетраэдр.	Сфалерит	Галенит
Кварц-магнетитовая	————	-	-	-	-					
Полевощпатовая		————	-	-						
Кварц-молибденитовая		————	-	-						
Халькопирит-молибденитовая		————	————	————	-	-	-	-	-	-
Кварц-халькопиритовая	-	————	————	————	-	————	————	————	————	————
Кварц-пиритовая	-	-	-	————	-		————	-	————	-
Полиметаллическая		-	-	————	-	-	-	————	————	————
Карбонатная				-						
Халцедоновая										
Гипс-ангидритовая										

———— Длина линии показывает сравнительное распространение указанного минерала в процессе минерализации

С каждой стадией минерализации происходит изменение вмещающих пород. При этом ранние стадии сопровождаются слабым изменением, а с развитием гидротермального процесса интенсивность изменения возрастает.

Наибольшая интенсивность изменения совпадает с кварц-пиритовой стадией, после которой происходит убывание интенсивности изменения пород.

Главный тип гидротермального изменения пород Каджаранского месторождения—эта серицитизация с окварцеванием и пиритизацией, а также карбонатизация и каолинизация.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 1.X.1959.

Կ. Ա. ՔԱՐԱՄՅԱՆ, Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ.

ՔԱՋԱՐԱՆԻ ՊՂՆՁԱ-ՄՈՒԻՐԴԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼԻՅԱՆ
ՍՏԱԴԻԱՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ս. մ փ ո փ ու մ

Քաջարանի պղնձա-մոլիբդենային հանքավայրը հանդիսանում է պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութերի տիպիկ ներկայացուցիչը:

Հանքավայրը գտնվում է ՀՍՍՒ-ի Հափանի շրջանում և գեներալորեն կապված է երրորդական հասակի պորֆիրանման գրանոդիորիտների հետ:

Հանքավայրի երկրաբանական կառուցվածքում մասնակցում են ստորին էոցենի հրաբխածին ապարները և նրանց պատուող Մեղրու պլուտոնի ինտրուզիվ ապարները՝ մոնցոնիտները ու պորֆիրանման գրանոդիորիտները:

Վերջիններիս կոնտակտը տեկտոնական է, որը ներկայացված է հյուսիս-արևմտյան տարածման ճաշտունյան խզումով: Հանքավայրի երկրաբանական կառուցվածքում մեծ դեր են կատարում նաև գրանոդիորիտ-պորֆիրային դաշկաները, որոնք հատվում են հանքաբեր երակներով և երակիկներով:

Հանքայնացումը տեղադրված է հիմնականում մոնցոնիտային շարքի ապարներում:

Քաջարանի հանքադաշտում նկատվում է հանքայնացման երկու մորֆոլոգիական տիպ. երակիկա-ներփակումային և երակային: Վերջինս ունի երկրորդական նշանակություն: Երակիկա-ներփակումային տիպը ներկայացված է պորֆիրային դաշկաների երկայնությամբ ձգված հյուսիս-արևելյան և հյուսիս-արևմտյան տարածում ունեցող հզոր զոնաներով: Հանքադաշտի սահմաններում նկատվում են առանձին հանքաբեր տեղամասեր, որոնք ունեն համանման միներալոգիական տիպ:

Բաղձաթիվ փաստերի հիման վրա, որոնք ստացվել են դաշտային աշխատանքների և լաբորատոր մշակման ընթացքում, հեղինակները անում են հետևյալ եզրակացությունները.

1. Հանքավայրի բնորոշ առանձնահատկություններից մեկն այն է, որ հանքայնացումն առաջացել է միներալացման մի քանի ստադիաներում:

Հանքավայրում դիտվում են տասը միներալացման ստադիաներ հետևյալ հաջորդականությամբ. ա) կվարց-մագնետիտային, բ) կվարց-դաշտաշպատային, գ) կվարց-մոլիբդենիտային, դ) կվարց-խալկոպիրիտ-մոլիբդենիտային, ե) կվարց-խալկոպիրիտային, զ) կվարց-պիրիտային, ի) կվարց-սֆալերիտ-գալենիտային, ը) կարբոնատային, թ) խալցեդոնային, ժ) անհիդրիտ-գիպսային:

Հիմնական արդյունաբերական նշանակություն ունեն կվարց-մոլիբդենիտային, կվարց-խալկոպիրիտ-մոլիբդենիտային և կվարց-խալկոպիրիտային ստադիաները: Մնացած ստադիաների արդյունաբերական նշանակությունը սահմանափակ է:

Հանքավայրում ցայտուն կերպով նկատվում է հորիզոնական զոնայականություն: Արևմուտքից դեպի արևելք՝ հանքայնացումը հսկող ճաշտունյան խզումից սկսած միներալային ասոցիացիաների առաջացման ջերմաստիճանը աստիճանաբար փոփոխվում է, բարձր ջերմաստիճանից՝ արևմուտքում, դեպի ցածր ջերմաստիճանայինը՝ արևելքում:

2. Հանքառաջացման պրոցեսի ձգվածությունը հանդիսանում է միներալացման մյուս բնորոշ առանձնահատկությունը:

Հաճախ ստադիաների միջև գոյություն ունեցող տարբերությունը կայանում է միայն միներալների քանակական պարունակության մեջ (աղ. 3):

Հանքավայրում նկատվում է մետաղների դուրս բերման հետևյալ հաջորդականություն՝ $Mo - Cu - Fe - Zn - Pb$:

3. Միներալացման յուրաքանչյուր ստադիայի համար բնորոշ են ներփակող ապարների յուրահատուկ հիդրոթերմալ փոփոխություններ: Այսպես՝ սկզբնական ստադիաները ուղեկցվում են ապարների թույլ փոփոխություններով, իսկ հիդրոթերմալ պրոցեսների զարգացման հետ մեկտեղ փոփոխությունների ինտենսիվությունն աճում է: Ներփակող ապարների փոփոխման ամենաբարձր ինտենսիվությունը համընկնում է կվարց-պիրիտային ստադիայի հետ (աղ. 2):

Ներփակող ապարների հիդրոթերմալ փոփոխման տիպն է սերիցիտացումը, կվարցացումը և նրանց հետ կապված պիրիտացումը, ինչպես նաև կարբոնատացումը և կաոլինացումը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Замятин П. М. и Чирков Н. И. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение в ССР Армении. Цвет. мет., № 1, 1957.
2. Исаенко М. П. К вопросу о генезисе гипса в медно-молибденовых рудах Закавказья. Тр. МГРИ, 29, 1956.
3. Исаенко М. П. Явления карбонатизации в медно-молибденовых и молибденовых месторождениях Закавказья. Изв. ВУЗ-ов, Геология и разведка, № 9, 1959.
4. Казарян А. Г. Об околорудно измененных породах Каджаранского месторождения. Изв. АН АрмССР (серия геолог. и географ. наук), № 6, 1958.

5. Карамян К. А. Особенности минерализации Дастакертского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геол. и геогр. наук, № 3, 1958.
6. Карамян К. А., Фарамазян А. С. К вопросу об ассоциации гипогенного гипса и ангидрита с сульфидами на примере месторождений Армении. Изв. АН АрмССР, сер. геол., № 6, 1959.
7. Магакьян И. Г. Главные промышленные семейства и типы руд. Зап. ВМО, ч. 79, вып. 4, 1958.
8. Мкртчян С. С. Зангезурская рудоносная область Армянской ССР, Ереван, АН АрмССР, 1958.
9. Мовсисян С. А. Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Изд. Арм. фил. АН СССР, 1941.
10. Фарамазян А. С. К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геол., № 6, 1958.