ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Երկրար. և աշխարհագր. գիտ. XIII, № 2, 1960 Геологич. и географич. науки

МИНЕРАЛОГИЯ

Г. О. ПИДЖЯН

# К МИНЕРАЛОГИИ РУД КАДЖАРАНСКОГО МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В 1955—59 гг. на Каджаранском медно-молибденовом месторождении нами проводились детальные минералого-геохимические исследования, в результате чего были получены некоторые новые данные по вещественному составу руд, излагаемые в настоящей статье. В частности, более детально охарактеризованы все рудные минералы во всех своих проявлениях и взаимоотношениях с другими минералами. Изучены типоморфные особенности главных рудообразующих минералов, выявлены генерации и установлены в них примеси рассеянных элементов: Re, Se, Te, Ge. При изучении руд в отраженном свете автором были обнаружены ильменит в полях магнетита и неизвестный минерал (по-видимому сульфосоль меди, сурьмы и олова) в тесной ассоциации с халькопиритом и пиритом второй генерации.

На основании микроскопических и химических данных нами предполагается наличие в рудах селеномолибденита (?). Кроме того, впервые приводится описание медно-висмутовых минералов—виттихенита и эмплектита.

В 1958 г. А. С. Фарамазян [9] при детальных микроскопических исследованиях в полиметаллических рудах Каджарана (штольни 1 и 2) установил алтаит, самородный висмут, самородный теллур (?) и гессит (?).

В геологическом строении Каджаранского месторождения принимают участие вулканогенно-осадочные породы нижнего эоцена и прорывающие их интрузии гранитоидов постолигоценового возраста. Главными рудовмещающими породами являются монцониты, которые интенсивно окварцованы, серицитизированы, карбонатизированы, каолинизированы и содержат прожилково-вкрапленную медно-молибденовую минерализацию.

В рудном поле Каджаранского месторождения широко развиты жильные породы, часто резко выступающие на поверхности в виде мощных, протяженных даек. Они представлены гранит-порфирами, гранодиорит-профирами, сиенит-порфирами и диорит-порфирами, которые по преобладающему составу минералов можно отнести к кварц-по-

левошпатовым порфирам; менее развиты лампрофиры, аплиты и пегматиты.

Среди факторов, благоприятствующих локализации оруденения важнейшим является структурный фактор. Крупные концентрации медно-молибденовых руд контролируются зонами раздробленных брекчированных монцонитов, развитых вдоль мощных, протяженных даек жильных порфиров. Наблюдается прямая зависимость интенсивности оруденения от степени дробления пород. Сильно раздробленные, перетертые, брекчированные монцониты являлись наиболее благоприятной средой для локализации оруденения.

В непосредственной близости от даек жильных порфиров развито богатое медно-молибденовое оруденение, а по мере удаления от них интенсивность оруденения постепенно падает и сходит на нет.

На Каджаранском месторождении оруденение представлено двумя типами: прожилково-вкрапленным и жильным. Прожилково-вкрапленное оруденение является главным и представлено сетью сульфидных и кварц-сульфидных прожилков и вкрапленностью сульфидов в измененных монцонитах. Жильный тип оруденения имеет резко подчиненное значение и представлен кварцево-сульфидными рудными жилами, вскрытыми на нижних горизонтах месторождения. Кварцево-рудные жилы являются самостоятельными рудными телами и представляют промышленный интерес в отношении молибдена и меди.

На месторождении широко развиты межрудные и пострудные трещины, часто заполненные минеральными агрегатами или тектонической глинкой. Они ориентированы в различных направлениях и смещают ранние прожилки и дайки (фиг. 1).

Фиг. 1. Монцонит (светлосерое) с кварц-молибденитовым прожилком (темносерое, черное), который смещен дважды по тонким трещинкам. Образец 220, $^1/_2$ натур. величины.

Зона окисления выражена довольно четко, однако, для отдельных участков с различной интенсивностью. Мощность зоны окисления на центральном участке колеблется в пределах от 30 до 55 *м*. Наиболее глубоко, до 150—200 *м*, граница зоны окисления опускается вдоль даек гранодиорит-порфиров и тектонических трещин, однако, это имеет локальный характер.

Между зонами окисления и вторичного сульфидного обогащения резкого разграничения не существует. Наблюдаются постепенные переходы и тесные взаимоотношения.

В зоне окисления Каджарана, среди нацело окисленных и полуокисленных руд, наблюдаются участки неокисленных сульфидных руд, обычно со слабой заохренностью и частичным разрушением. Гипергенные образования представлены: тонкими корочками, прожилками, слабыми налетами, примазками, дендритами и землистой, охристой массой.

Ниже приводится описание гипогенных минералов в порядке степени их распространенности и ценности.

Молибденит является главным компонентом руды. Встречается в виде мономинеральных прожилков, вдоль трещин отдельности оруденелых пород, мелких вкрапленников, иногда в крупных кристаллах, розетках и изредка в виде цемента, цементирующего обломки сильно измененных монцонитов. Очень характерна ассоциация молибденита с кварцем (фиг. 2).

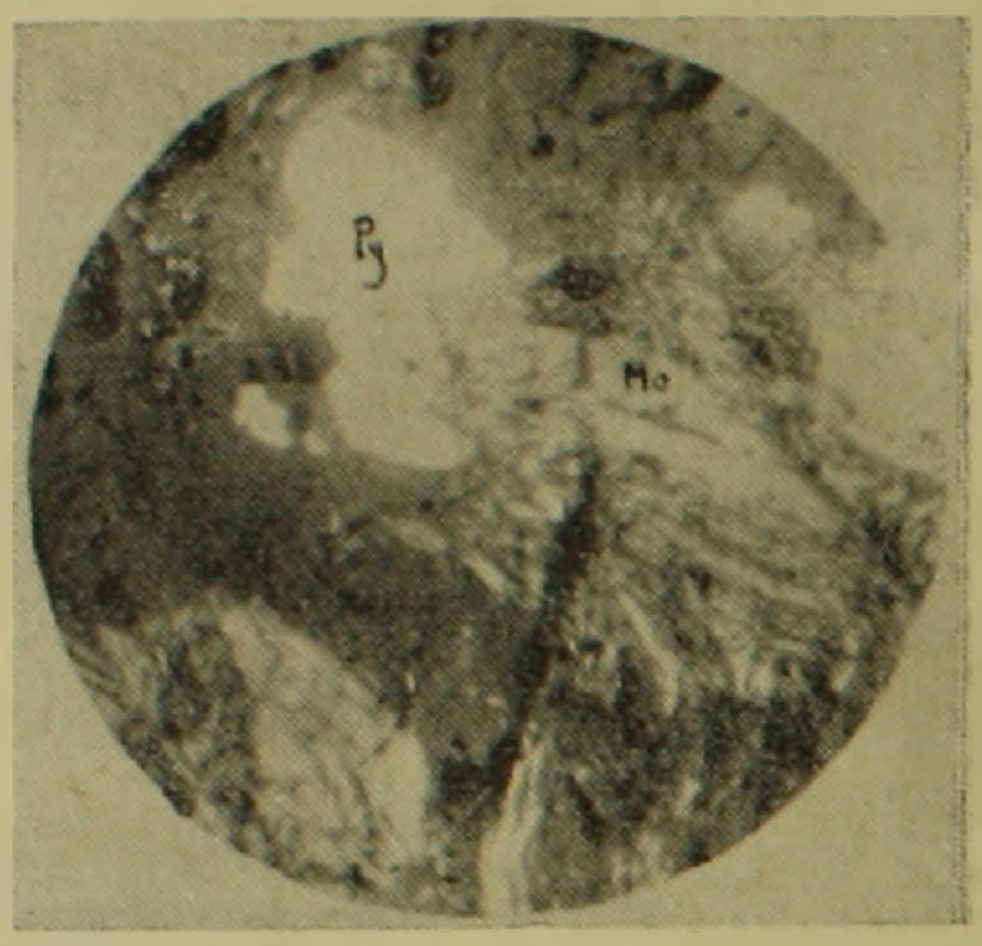
Прожилки молибденита часто расположены параллельно друг другу и образуют полосчатые текстуры руд, возникшие в результате выполнения серий параллельных трещин. Под микроскопом представлен в виде мелкой вкрапленности, крупных выделений, состоящих из чешуйчатых или удлиненных, листоватых агрегатов размерами от тысячных долей *мм* до 1—1,5 *мм*, редко 5—6 *мм*. Структура молибденита зернистая, иногда зернистый агрегат представлен шестиугольными кристаллами и зернами неправильной формы. Местами встречаются пластинки молибденита с полисинтетически-двойниковым строением, иногда обнаруживающие волнистое угасание.

Фиг. 2. Тесное взаимоотношение крупных удлиненных кристаллов молибденита (Mo, серовато-белое) с кварцем (Q, темносерое) и халькопиритом (Ср, белое) Полир. шлиф. Увел. ×72.

Парагенетически молибденит тесно ассоциируется с халькопиритом, образуя с ним зернистые срастания. Халькопирит часто проникает вдоль спайности молибденита и окаймляет его. Как правило, молибденит разъеден халькопиритом, борнитом и другими сульфидами за исключением пирита; последний сам разъедается молибденитом (фиг. 3).

Под микроскопом среди полей молибденита были встречены чешуйки, отличающиеся по своим оптическим свойствам от молибденита. Они характеризуются повышенной отражательной способностью, белым цветом и слабой анизотропностью. Указанные микроскопические данные соответствуют свойствам описанного в литературе [4] селеномолибденита (?) из месторождения Шинколобве (Бельгийское Конго). Химические анализы чисто отобранных молибденитов Каджарана пока-

зали высокие содержания селена от 0,028 до 0,04%. Химические анализы на селен были выполнены в Институте редких элементов АН СССР под руководством Н. Д. Синдеевой (проба 166 — Se — 0,028%) и в Институте геологических наук АН АрмССР аналитиком Т. Т. Авакян (проба 225 — Se — 0,04%).




Фиг. 3. Раздробленные кристаллы пирита (Ру, белое) разъедаются и пересекаются молибденитом (Мо, серовато-белое). Полир. шлиф. Увел. ×130.

Микроскопические данные и результаты химических анализов молибденитов на селен позволяют предполагать, что в молибденовых рудах Каджарана присутствует селеномолибденит (?); уже сейчас достоверно установлено, что высокие содержания селена в рудах Каджарана связаны именно с молибденитом, а не с пиритом и халькопиритом.

Химические анализы чисто отобранных молибденитов на Re, Ge, Te показали следующие результаты:

**Проба 225**—молибденит средне-мелкочешуйчатый до данным лаборатории Института геологических наук АН АрмССР (аналитик Г. М. Джрбашян) Re—0,038%, а по данным химического Института АН АрмССР (анализ произведен под руководством проф. М. В. Дарбиняна) Re—0,0343%.

**Проба 139**—молибденит крупночешуйчатый, участок Давачи Re—0,066% (аналитик Г. М. Джрбашян).

**Проба 226**—Te—0,002%; Ge—0,00015% (аналитик С. А. Дехтрикян). На основании результатов приведенных химических анализов можно заключить, что молебдениты Каджарана характеризуются высокими, промышленными содержаниями Re и Se и примесью Te и Ge.

На Каджаранском месторождении молибденит представлен двумя генерациями: а) крупночешуйчатый, блестящий в виде розеток в парагенезисе с кварцем, магнетитом, пиритом, гематитом, халькопиритом, б) средне-мелкочешуйчатый матовый в парагенезисе с квар-

цем, халькопиритом, борнитом, энаргитом, люцонитом, висмутином, сфалеритом и галенитом.

*Таблица 1*

Результаты спектральных анализов* молибденитов Каджаранского месторождения

| Номер пробы | Место взятия и характеристика пробы | Генерация молибденита | Элементы, содержание в % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Fe | Ni | Ti | Cu | Pb | Ag | Bi |
| 139 | Участок Давачи контактово-измен. порода . . . . . | I | 0,1 | — | — | 0,003 | — | — | — |
| 78 | Шт. 1 бис, кварцевый прожилок в монцоните . . . . | I | 0,01 | — | — | 0,003 | 0,003 | — | — |
| 75 | Шт. 1, штр. 2, кварцевый прожилок в монцоните . . . | II | 0,01 | 0,001 | — | 0,03 | 0,003 | — | — |
| 193 | Шт. 36, кварцевый прожилок в монцоните . . . . . | II | 0,03 | — | — | 0,03 | 0,001 | — | — |
| 68 | Шт. 19, монцонит кварц сульфид. прожилок . . . . . | II | 0,3 | — | 0,003 | 0,2 | 0,001 | — | 0,001 |
| 61 | Шт. 19, кварцевая жила с пиритом . | II | 0,1 | — | 0,03 | 0,1 | 0,001 | 0,001 | — |

Крупночешуйчатый молибденит I генерации характеризуется незначительным содержанием Cu и только в отдельных пробах присутствием Pb, а средне-мелкочешуйчатый молибденит II генерации—повышенным, иногда высоким содержанием Cu и постоянным присутствием Pb. В отдельных пробах (молибденит II генерации) отмечаются небольшие содержания Bi и Ag. Кроме указанных элементов, в пробах установлены Fe, Ni, Ti; эти элементы для молибденитов не характерны.

Халькопирит самый распространенный минерал месторождения. Он встречается в виде вкрапленников, мономинеральных прожилков, реже примазков и в виде цемента, цементирующего обломки монцонита, кварца, пирита и молибденита.

Халькопирит замещается борнитом, энаргитом, люцонитом, сфалеритом, галенитом, висмутином, медно-висмутовыми минералами, карбонатами и кварцем более поздних генераций. Местами халькопирит цементируется карбонатом и халцедоном.

Под микроскопом представлен как в виде крупных выделений неправильной формы, часто занимающих сплошные поля, так и в виде отдельных зерен размерами от сотых долей *мм* до нескольких *мм*.

---

* Спектральные анализы произведены в спектральной лаборатории Ленинградского университета Р. А. Клочковой под руководством М. М. Клера.

Местами среди крупнозернистого агрегата халькопирита обнаруживаются полоски халькопирита мелкозернистой структуры, иногда встречаются двойники давления.

В полях магнетита развиты отдельные зерна и редко прожилки халькопирита. Обычно наблюдается замещение магнетита халькопиритом. Халькопирит развивается в периферических частях пирита, окаймляет и пересекает его поля и образует с ним различные структуры замещения.

В полиметаллических рудах месторождения халькопирит тесно ассоциируется также со сфалеритом, галенитом, блеклыми рудами, кварцем и карбонатами. В рудах очень характерна эмульсия халькопирита в сфалерите. Нередко в полях халькопирита развиваются прожилки теннантита. Тесные срастания халькопирит образует с энаргитом и люцонитом. В отдельных случаях в полях халькопирита встречаются мелкие выделения висмутина, виттихенита и эмплектита. Вторичные сульфиды меди развиваются в халькопирите в виде тончайших жилок и нередко окаймляют зерна халькопирита тонкой каемкой.

*Таблица 2*

Результаты спектральных анализов халькопиритов Каджаранского месторождения

| Номер пробы | Метго взятия и характеристика пробы | Генерация халькопирита | Элементы, содержание в % | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Mn | Ni | Co | Ti | Cr | Mo | W | Pb | Ag | Sb | Bi | As | Zn |
| 68 | Шт. 19, монцонит с кварц—Мо прожилк. | I | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,003 | — | 0,03 | — | — | — | — | — | — | 0,03 |
| 133 | Левый берег *р.* Вохчи, обн. 35; плагиоклазовый порфирит | I | 0,003 | — | 0,001 | 0,03 | — | 0,03 | 0,03 | — | 0,03 | — | — | — | 0,03 |
| 33 | Шт. 38, монцонит с кварц-сульф. прож. | II | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | — | — | 0,01 | 0,1 | — | — | — | 0,03 |
| 118 | Р-н Дебаклинского разлома, порфировид. гранит. | II | 0,01 | 0,001 | — | — | — | — | — | 0,03 | 0,1 | — | — | 0,03 | 0,1 |
| 184 | Шт. 36, монцонит с кварц-карбонат-полиметал. оруден. | III | 0,03 | — | 0,003 | 0,003 | — | 0,01 | — | 0,1 | 0,03 | 0,01 | 0,003 | 0,03 | 1,0 |

Халькопирит имеет кристаллическое строение, что выявляется структурным травлением реактивом $KMnO_4+KOH$.

Представлен халькопирит тремя генерациями в ассоциации: а) с магнетитом, пиритом, гематитом, крупночешуйчатым молибденитом, борнитом, полевым шпатом и кварцем молочно-белого цвета; б) с средне-мелкочешуйчатым молибденитом, пиритом, борнитом, энаргитом, люцонитом, висмутином, виттихенитом и кварцем: в) со сфалеритом, пиритом, теннантитом, тетраэдритом, галенитом, кварцем и карбонатами—этот комплекс минералов встречается на тех участках, где развиты полиметаллические руды.

Химические анализы* чисто отобранных халькопиритов на Re, Se, Te, Ge показали следующие результаты (в процентах).

*Таблица 3*

| Автор. номер пробы | Наименование минерала | Генерация | Re | Se | Te | Ge |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 68 | Халькопирит | I | 0,0002 | 0.026 | не обн. | не обн. |
| 33 | Халькопирит | II | 0,0002 | 0,023 | 0,0030 | не обн. |
| 184 | Халькопирит | III | 0,0001 | 0,015 | 0,0045 | 0,0005 |

Таким абразом, халькопириты Каджарана характеризуются повышенными содержаниями Re, Se, Te, причем отмечается некоторая закономерность, выражающаяся в том, что Re и Se сравнительно высокие концентрации образуют в халькопирите I и II генерации, а Te в халькопирите III генерации. В халькопирите III генерациями отмечается присутствие Ge.

Пирит распространенный минерал руд и вмещающих пород месторождения. Встречается в виде вкрапленников и прожилков. Часто представлен идиоморфными кристаллами в форме октаэдров и пентагон-додекаэдров. Выделяются три генерации пирита в ассоциации: а) с магнетитом, гематитом, крупночешуйчатым молибденитом, халькопиритом; б) со средне-мелкочешуйчатым молибденитом, халькопиритом; в) с халькопиритом, сфалеритом, блеклыми рудами, галенитом в кварц-карбонат-полиметаллических жилах и прожилках.

Особенно тесно с пиритом ассоциируются халькопирит и молибденит, которые разъедают, секут зерна пирита и замещают их. Пирит часто раздроблен и трещины его заполнены более поздними сульфидами и нерудными минералами. Образовался после магнетита, но в ассоциации с сульфидами раньше них.

Химические анализы чисто отобранных пиритов показали следующие результаты (аналитик Т. Т. Авакян):

---

* Химические анализы на редкие и рассеянные элементы произведены в химической лаборатории Института геологических наук АН АрмССР аналитиками Т. Т. Авакян (Se, Te), Л. Мушегян (Re) и С. А. Дехтрикян (Ge) под общим руководством проф. В. М. Тараян.

| | | | |
|---|---|---|---|
| проба 108 (шт. 36) | Mo—следы; S—53,05%; | Cu—0,047%; Bi—0,002%; | Fe—44,75%; Ni—следы; |
| проба 208 (шт. 36) | Cu—0,095%; Bi—0,002%; | Fe—44,65%; | S—53,45%. |

Пириты Каджарана показали следующие результаты в отношении содержания селена и теллура. Проба 92—Se—0,0015%; Te—0,0005% (анализ произведен под руководством Н. Д. Синдеевой). Проба 61—Se—0,006%; Te—0,002% (аналитик Т. Т. Авакян).

Борнит встречается в виде мелкой вкрапленности и редко прожилков. Обычно образует тесные зернистые срастания с халькопиритом и выполняет участки между сростками или скоплениями молибденита, часто проникая в молибденит по спайности. Нередко борнит окаймляет идиоморфные кристаллы кварца и пирита. Отмечаются тесные зернистые срастания борнита с энаргитом. Местами в полях борнита встречаются выделения блеклой руды, сфалерита и галенита. Структурное травление борнита реактивом J в KJ выявило его внутреннее кристаллическое строение. Является гипогенным сравнительно высокотемпературным образованием.

В рудах Каджарана в ничтожном количестве встречается и супергенный борнит.

Энаргит в медно-молибденовых рудах встречается в виде вкрапленников или тонких прожилков в тесной ассоциации с халькопиритом. Энаргит установлен в кварцевых жилах штолен 34, 36, 38 и в тонких кварцево-сульфидных прожилках как среди монцонитов, так и порфировидных гранитов. Образует зернистые агрегаты с хорошо выраженной спайностью, которая четко выделяется после структурного травления KCN. Иногда представлен в виде идиоморфных столбчатых кристаллов. Тесные зернистые срастания энаргит образует с халькопиритом и часто развивается по периферии выделений халькопирита. Обычно энаргит развивается в полях халькопирита и иногда борнита, блеклой руды и редко молибденита. В полиметаллических рудах энаргит замещается галенитом. По энаргиту иногда развиваются халькозин и ковеллин. Размеры зерен энаргита колеблются от тысячных долей *мм* до 0,2 *мм*.

Люцонит в рудах Каджарана установлен впервые И. С. Волынским; более детально исследован и описан И. Г. Магакьяном. Приурочен к прожилково-вкрапленным рудам и встречается в виде тончайших прожилков и мелких зернистых выделений. Тесно ассоциируется с халькопиритом и борнитом и образует каемки вокруг зерен этих минералов. Размеры зерен люцонита колеблются от 0,006 до 0,15 *мм*. Редко встречаются шестоватые кристаллы с размерами 0,05—0,2 *мм*.

Люцонит в отличие от энаргита обладает более отчетливым розоватым оттенком и при скрещенных николях обнаруживает полисинтетически-двойниковое строение. Угол погасания относительно удлинения кристаллов и двойниковых швов составляет 20—30° (у энаргита погасание прямое), что говорит за моноклинную сингонию ми-

*Таблица 4*

Результаты спектральных анализов пиритов Каджаранского месторождения

| Номер пробы | Место взятия и характеристика пробы | Генерация | Элементы содержание в % | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Mn | Ni | Co | Ti | Cr | Mo | Cu | Pb | Ag | Bi | As | Zn |
| 214 | Шт. 38, монцонит с кварцем. | I | — | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 0,01 | — | — | — | — | — | — | — |
| 168 | Шт. 34, монцонит . . . . . | I | 0,003 | 0,001 | 0,03 | 0,001 | 0,003 | — | 0,03 | — | — | — | — | — |
| 296 | Шт. 36, монцонит с медно-молибд. оруденением. . . . . | II | 0,01 | — | 0,001 | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 0,2 | — | — | — | — | — |
| 190 | Шт. 36, изм. монцонит с медно-мол. оруденением | II | — | 0,001 | 0,01 | 0,001 | 0,003 | — | 0,3 | — | — | — | — | — |
| 23 | Шт. 38, кварц с полиметаллич. оруден. . . . . | III | 0,03 | 0,003 | 0,03 | 0,003 | 0,01 | — | 0,3 | 0,3 | — | — | 0,1 | 0,1 |
| 61 | Шт. 19, кварц с полиметаллич. оруден. . . . . | III | 0,03 | 0,003 | 0,03 | 0,001 | 0,01 | — | 0,3 | 0,03 | 0,003 | 0,003 | — | 0,01 |

нерала и принадлежность к люцониту (моноклинная модификация энаргита).

Сфалерит в медно-молибденовых рудах имеет незначительное развитие и встречается в полях халькопирита в виде мельчайших выделений и рассеянной вкрапленности. На отдельных участках месторождения, где развиты кварц-карбонат-полиметаллические жилы и прожилки, сфалерит является преобладающим минералом и представлен прожилками и вкрапленниками.

Тесно ассоциируется с халькопиритом, галенитом, блеклой рудой и пиритом. В отдельных аншлифах наблюдается серия тонких прожилков халькопирита в сфалерите. Местами поля сфалерита секутся прожилками кварца, карбоната, галенита и блеклой руды, с последними сфалерит образует графические структуры замещения.

Внутренняя структура сфалерита зернистая; многие зерна имеют полисинтетически-двойниковое строение (выявлено травлением в парах царской водки). Двойниковые пластинки местами изогнуты и разорваны.

*Таблица 5*

Результаты спектральных анализов сфалеритов Каджаранского месторождения

| Номер пробы | Место взятия и характеристика пробы | Элементы, содержание в % | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Fe | Mn | Ti | Mo | Cu | Pb | Ag | Sb | Bi | Cd | Sn | In |
| 109 | Шт. 36, кварц-карбонатные жилы с полиметал. оруденением | 0,3 | 0,03 | 0,001 | — | 0,3 | 1,0 | 0,3 | 0,03 | 0,03 | 0,2 | 0,001 | 0,001 |
| 219 | Шт. 38, кварц-карбонатные жилы с полиметаллич. оруденением | 0,3 | 0,1 | 0,003 | 0.001 | 0,1 | 1,0 | 0,1 | 0,03 | 0,003 | 0,3 | — | 0,001 |

Сфалериты Каджарана характеризуются высокими содержаниями Pb, Cu, Ag, Sb, Cd и повышенными содержаниями Bi и In.

Галенит встречается в небольшом количестве в виде мелких включений и тонких прожилков, образовавшихся в более поздних трещинах. На отдельных участках месторождения, где развиты кварц-карбонат-полиметаллические жилы и прожилки, галенит образует скопления в виде мономинеральных прожилков и вкрапленников в тесной ассоциации с сфалеритом и халькопиритом.

Представлен в виде отдельных зерен и сплошных полей. Размеры зерен колеблются от 0,02—0,08 до 0,5—1,5 *мм*. Ассоциирует со сфалеритом, халькопиритом, блеклой рудой и энаргитом, а из жильных минералов—с кварцем и карбонатами. Прожилки галенита секут зерна халькопирита, сфалерита, энаргита и блеклой руды. Редко мелкие выделения галенита в виде единичных зерен встречаются

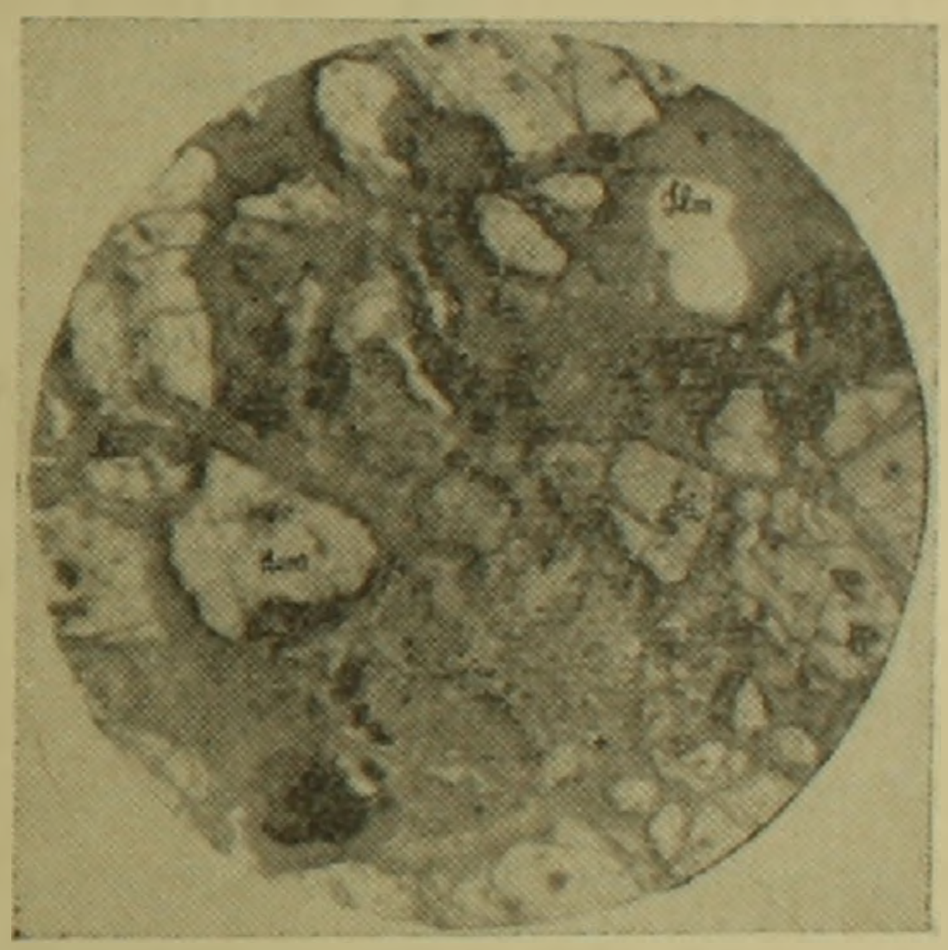
в молибдените. Очень редко в полях галенита наблюдаются мельчайшие выделения аргентита.

Галенит в зоне окисления замещается англезитом и церусситом, ковеллином и гидрогетитом. Вторичные минералы часто образуют каемки вокруг зерен галенита и проникают по трещинам спайности.

Спектральный анализ галенита из шт. 36 проба 221 показывает примеси следующих элементов в процентах: Fe—0,01; Mn—0,001; Mo—0,001; Cu—0,3; Ag—0,1—0,3; Sb—0,1—0,3; Bi—0,003; Zn—0,1; Cd—0,01.

Магнетит встречается во всех рудовмещающих породах Каджарана в виде отдельных мелких вкрапленников. В рудах ассоциируется с халькопиритом, пиритом, гематитом, борнитом и редко молибденитом. Наблюдается в виде хорошо образованных кристаллов, размерами от 0,3—0,5 до 1—2 *мм*. Как правило кристаллы магнетита разъедены или пересечены прожилками сульфидов. Интенсивно замещается гематитом, последний развивается по трещинкам и по периферии кристаллов магнетита и образует мартит. Редко встречается мушкетовит (псевдоморфозы магнетита по гематиту). Иногда в полях магнетита встречаются мелкие выделения ильменита.

Гематит встречается в виде вкрапленников, прожилков и удлиненных кристаллов, в ассоциации с магнетитом, пиритом и кварцем. В аншлифах местами наблюдается расположение кристаллов гематита между идиоморфными кристаллами пирита и частичное замещение пирита гематитом. Иногда прожилки гематита пересекаются выделениями молибденита, халькопирита, кварца и карбонатов.



Фиг. 4. Замещение кристаллов магнетита (Mt, серое) гематитом (Hem. серовато-белое). В правом верхнем углу кристалл ильменита (Ilm, светлое-серое). Полир. шлиф. Увел. ×130.

Блеклая руда широко развита главным образом, на тех участках, где встречаются полиметаллические руды. Она представлена ксеноморфными выделениями, размерами от 0,02 до 0,1 *мм*. Блеклая руда обычно ассоциируется с халькопиритом, сфалеритом, галенитом, пиритом, кварцем и карбонатами. В виде тонких прожилков развита в полях сфалерита и халькопирита. Выделения блеклой руды образуют каемки вокруг зерен халькопирита и сфалерита.

Микроскопическим, химическим и спектроскопическим изучением удалось установить, что блеклая руда относится, главным образом, к **теннантиту** и характеризуется в отраженном свете серовато-белым цветом с синевато-зеленым оттенком. Структурное травление реак-

тивом равных частей конц. KOH, конц. $KMnO_4$ и $H_2O_2$ (6%) в большинстве случаев не дало должного эффекта, так как этот реактив действует только на тетраэдрит. Химические анализы полиметаллических руд штолен 38 и 36 показали следующие результаты:

проба 23—As—0,13%; Sb—не обнаружено.
проба 211—As—0,082; Sb—следы.

Спектральные анализы показали As—0,03—0,1%, Sb—0,001%.

В некоторых полированных шлифах (211, 109) было установлено, что блеклая руда присутствует как в виде теннантита, так и большей частью **тетраэдрита.** Микрохимические реакции и химические анализы на Sb и структурное травление вышеуказанным реактивом дали положительные результаты. Местами теннантит и тетраэдрит образуют тесные зернистые срастания, и только при внимательном наблюдении (при больших увеличениях и в масле) можно их отличить.

Блеклая руда встречается также в медно-молибденовых рудах в тесной ассоциации с халькопиритом и редко борнитом.

Висмутин установлен впервые в рудах Каджарана И. С. Волынским. Нами встречен в медно-молибденовых рудах кварцевых жил штолен 36 и 38. Представлен удлиненно-овальными зернами, размерами от 0,01 до 0,07 *мм*. Он тесно ассоциируется с халькопиритом и в основном развивается в его полях. Контуры зерен висмутина в полях халькопирита едва заметны. Иногда выделения висмутина окаймляются медно-висмутовыми минералами, которые разъедают зерна висмутина и замещают его. Образовался позже халькопирита и борнита, и до медно-висмутовых минералов (виттихенита и эмплектита).

Медно-висмутовые минералы встречаются в медно-молибденовых и полиметаллических рудах в виде мельчайших (0,02—0,03 реже 0,1 *мм*) большей частью, удлиненных выделений в полях халькопирита, сфалерита, борнита и редко галенита. Устанавливаются две разновидности медно-висмутовых минералов, отличающиеся друг от друга по цвету, отражательной способности и по степени анизотропности. Наиболее часто встречается темная разновидность медно-висмутовых минералов (особенно в медных и медно-молибденовых рудах), которая по своим диагностическим свойствам соответствует **виттихениту**; последний в отраженном свете характеризуется серовато-белым цветом с отчетливым коричневатым оттенком, отражательной способностью порядка 32—35%, анизотропностью без цветного эффекта, слабым двуотражением и сравнительно более высоким рельефом. Вторая разновидность медно-висмутовых минералов встречается редко и, главным образом, в полиметаллических рудах. По своим диагностическим свойствам она близка к **эмплектиту**; характеризуется серовато-белым цветом со слабым желтоватым оттенком, сравнительно более высокой отражательной способностью, и довольно сильной анизотропностью, иногда с цветным эффектом от зеленоватого до серого, бледножелтого.

# СХЕМА

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛОВ

(Составил Г. О. Пиджян)

Таблица 6

| NN п/п | Минералы | Стадии минерализации | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I Полевой шпат-кварц-сульфидная с окислами | II Кварц-сульфидная (пирит, халькопирит) | III Кварц-молибденитовая | IV Халькопирит-молибденитовая | V Кварц-карбонат-сфалерит-галенитовая | VI Карбонат-сульфидная (пирит, галенит) | VII Карбонат-халцедоновая (безрудная) |
| 1 | Полевой шпат | — — — | | | | | | |
| 2 | Кварц | — 1 — | — 1 — | — 1 — | — 1 — | — 2 — | — 2 — | — 3 — |
| 3 | Турмалин | — — — | — — — | | | | | |
| 4 | Магнетит | — — — | — — — | — — — | — — — | | | |
| 5 | Ильменит | — — — | — — — | | | | | |
| 6 | Рутил | — — — | — — — | | | | | |
| 7 | Шеелит | — — — | — — — | | | | | |
| 8 | Пирит | — 1 — | — 1 — | — 2 — | — 2 — | — 3 — | — 3 — | |
| 9 | Гематит | — — — | — — — | — — — | — — — | | | |
| 10 | Молибденит | — — — | — 1 — | — 1 — | — 2 — | — 2 — | — — — | |
| 11 | Халькопирит | — — — | — 1 — | — 2 — | — 2 — | — 3 — | — 3 — | |
| 12 | Борнит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 13 | Самородное золото | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 14 | Сфалерит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 15 | Энаргит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 16 | Люцонит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 17 | Висмутин | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 18 | Виттихенит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 19 | Эмплектит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 20 | Теннантит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 21 | Тетраэдрит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 22 | Галенит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 23 | Аргентит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 24 | Аннерит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 25 | Кальцит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 26 | Сидерит | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| 27 | Гипс ? | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — | — — — |

—— Очень много  —— много  - - - Мало  —— 2 —— Генерация минерала

Неизвестный минерал (сульфосоль меди, сурьмы и олова) встречается главным образом в виде удлиненных призматических кристаллов. Иногда образует недоразвитые грани и выделения в виде тонких прожилок. На основании формы кристаллов и некоторых оптических свойств можно предполагать, что минерал относится к ромбической сингонии.

Цвет минерала в отраженном свете серовато-белый со слабым коричневатым, бурым оттенком. Отражательная способность для желтых лучей очень близка к максимуму молибденита (R —35%), но при сравнении все же отчетливо немного ниже и приближается к отражательной способности блеклой руды. Таким образом, R менерала колеблется в пределах 29—33%. Твердость минерала низкая—средняя, полируется хорошо. Рельеф несколько ниже чем у халькопирита и близок к рельефу висмутина. Характеризуется сильной анизотропностью с цветным эффектом от буровато-коричневатого до темносерого. Двуотражение заметно в воздухе, $HNO_3$ не действует.

Неизвестный минерал очень тесно ассоциируется с пиритом (фиг. 5) и халькопиритом. Обычно развивается по периферии зерен халькопирита, окаймляет кристаллы и зерна пирита и халькопирита и замещает их. Местами тонкие прожилки минерала пересекают поля халькопирита. Несомненно, неизвестный минерал образовался позже пирита и халькопирита. Спектральный анализ, отобранных под микроскопом зерен неизвестного минерала в срастании с халькопиритом, показал наличие следующих элементов Cu, Sb, Sn, Pb и Ag.

Фиг. 5. Взаимоотношение пирита (Ру, белое) с неизвестным минералом (серовато-белое). Неизвестный минерал окаймляет пирит. Полир. шлиф. Увел. ×130.

Самородное золото установлено в полуокисленных рудах Каджарана (Карьер). Представлено в полях халькопирита в виде мелких изометрических, частично округлых зерен, размерами 0,005—0,008 *мм* в поперечнике. Золото тесно ассоциируется с халькопиритом, лимонитом и кварцем.

Ильменит в рудах Каджарана впервые установлен нами. Встречается в окисленных рудах и в шт. 1, где имеется небольшое линзовидное тело, представленное халькопирит-магнетитовыми рудами. Тесно ассоциирует с магнетитом и развивается в полях его в виде отдельных удлиненных кристаллов. Редко встречаются мелкие кристаллы ильменита во вмещающих породах. Спектральными анализами в полуокисленных и сульфидных рудах установлен титан от 0,3 до 1,0%.

Рутил в рудах встречается редко и обычно представлен идиоморфными удлиненными призматическими кристаллами в полях халь-

копирита и во вмещающей породе. Характеризуется серовато-белым цветом, пластинчатыми двойниками, призматической спайностью, высокой твердостью, отчетливой анизотропностью и интенсивными бесцветными, желтобурыми внутренними рефлексами.

Аргентит встречается очень редко в полях галенита в виде мельчайших выделений. Совместно с аргентитом З. В. Рупасова отмечает также мелкие выделения штернбергита.

Шеелит установлен в шлихах в виде мелких округлых зерен.

Кварц является характерным и широко распространенным жильным минералом Каджаранского месторождения. Он слагает мощные жилы и многочисленные прожилки и встречается в различных ассоциациях в виде нескольких генераций. Среди минералов, образованных в гидротермальном этапе, кварц является наиболее ранним и представлен разностью молочно-белого цвета, с крупнокристаллическим строением.

Кварц сильно раздроблен и трещинки дробления заполнены сульфидами, хлоритом и карбонатами. Как правило, кристаллы кварца корродированы сульфидами, хлоритом и серицитом.

Среди рудовмещающих пород развит мелкокристаллический кварц в виде идиоморфных кристаллов сцементированных молибденитом, халькопиритом и другими сульфидами.

Наиболее поздние формы проявления кварца представлены в виде кварц-карбонатных прожилков с полиметаллическим оруденением и в виде безрудного халцедоноподобного кварца и халцедона.

Карбонаты развиты, главным образом, в виде прожилков и отдельных скоплений. Местами содержат сульфидное оруденение в виде вкрапленников и тонких прожилков халькопирита, пирита, сфалерита и галенита. Как правило, карбонатные прожилки секут рудовмещающие породы и кварц-сульфидные прожилки. Среди карбонатов наиболее широко развит анкерит, который является одним из главных жильных минералов в карбонатных и кварц-карбонатных жилах и прожилках. Обычно анкерит замещается и пересекается сидеритом и халцедоном. Кальцит и сидерит встречается совместно с анкеритом в тесной ассоциации с кварцем. Вторичный кальцит образует корочки и заполняет трещинки и пустоты в рудовмещающих породах.

Химические анализы карбонатов показали следующие результаты в процентах:

проба 219—шт. 38—CaO—32,28; $Fe_2O_3$—3,25; MgO—18,87; MnO—0,23; п.п.п. 45,63;

проба 219—шт. 38—CaO—29,91; $Fe_2O_3$—4,34; MgO—18,36. MnO—0,60; п.п.п.—36,62;

В зоне окисления Каджарана широкое распространение имеют: вся группа водных окислов железа—лимониты, малахит, лампадит, медно-марганцевая смоляная руда; менее распространены—азурит, куприт, ярозит, феррокупрохалькантит, хризоколла, галлуазит, гипс;

местами встречаются повеллит, ферримолибдит, самородная медь, фиброферрит, брошантит, корнуит, кварц, эозит, тенорит, смитсонит церуссит и каламин.

Минералы зоны вторичного сульфидного обогащения — халькозин, ковеллин и борнит распространены повсеместно, но в небольших количествах.

Минералогия зоны окисления Каджарана детально изучена Н. А. Акопян [1], которая установила и описала лампадит, стильпносидерит, кварц, медно-марганцевую смоляную руду, галлуазит, корнуит, феррокупрохалькантит, фиброферрит и ярозит.

В рудах Каджаранского месторождения наблюдаются различные типы текстур и структур, образование которых обусловлено условиями отложения рудного вещества. Наиболее широко развитыми текстурами являются: вкрапленная и жильная; встречаются местами полосчатая, брекчиевидная и друзовая текстуры.

Характерными структурами руд являются: гипидиоморфнозернистая, пойкилитовая, разъедания, пересечения, местами эмульсионная и решетчатая. На отдельных участках значительное развитие имеют структуры смятия и дробления.

На Каджаранском месторождении можно выделить следующие главные парагенетические ассоциации минералов: 1. Полевой шпат-кварц-пирит-халькопирит, 2. Кварц-пирит-магнетит-халькопирит, 3. Кварц-молибденит, 4. Кварц-молибденит-халькопирит-борнит, 5. Кварц-анкерит-сфалерит-галенит, 6. Анкерит кальцит-пирит-галенит, 7. Анкерит-халцедон. В указанных парагенетических ассоциациях минералов встречаются примеси отдельных сульфидов и сульфосолей, которые образуют с главными рудообразующими минералами двух-трех и редко четырехфазные равновесные системы. Например, во второй парагенетической ассоциации характерны следующие бинарные парагенезисы: пирит-молибденит, пирит-халькопирит, магнетит-халькопирит, халькопирит-борнит и трехфазные: пирит-молибденит-халькопирит. В четвертой—бинарные парагенезисы халькопирит-энаргит, халькопирит-висмутин, трехфазные: халькопирит-энаргит-люцонит, халькопирит-висмутин-виттихенит и четырехфазные: халькопирит-энаргит-теннантит и сфалерит.

Такое разнообразие парагенетических ассоциаций минералов объясняется изменением физико-химических условий рудоносных растворов во времени. Главным образом это обусловлено изменением режима серы и кислорода в растворах.

Выделенным главным группам парагенетических ассоциации минералов соответствуют определенные стадии минерализации, характеризующиеся неоднократным возобновлением циркуляции рудоносных растворов, в связи с повторными приоткрываниями трещин.

В результате минералогических исследований и изучения структурных особенностей руд, нами выделяются следующие стадии минерализации в процессе формирования Каджаранского месторождения:

1. Полевой шпат-кварц-сульфидная (пирит, харькопирит) с окислами, 2. Кварц-сульфидная (пирит, халькопирит и др.), 3. Кварц-молибденитовая, 4. Халькопирит-молибденитовая, 5. Кварц-карбонат-сфалерит-галенитовая, 6. Карбонат-сульфидная (пирит, сфалерит, галенит), 7. Карбонат-халцедоновая (безрудная). Среди указанных стадий минерализации наиболее важными являются кварц-молибденитовая и халькопирит-молибденитовая, в течении которых в основном заканчивается процесс формиривания Каджаранского месторождения и образуются промышленные медно-молибденовые руды.

## Выводы

1. Вещественный состав руд Каджаранского месторождения представлен в таких минеральных ассоциациях, которые характерны для медно-молибденового семейства месторождений умеренных и значительных глубин.

До настоящего времени в рудах установлены следующие гипогенные минералы: по ценности и количественному распространению главную роль играют молибденит и халькопирит, второстепенное значение имеют борнит, пирит, энаргит, сфалерит, галенит, магнетит, гематит, теннантит, тетраэдрит, селеномолибденит?, люцонит, висмутин. Редко встречаются виттихенит, эмплектит, неизвестный минерал (по-видимому сульфосоль меди, сурьмы и олова) самородное зотото, ильменит, рутил, аргентит, штернбергит, алтаит, самородный висмут, самородный теллур? и гессит?, в шлихах установлен шеелит. Из жильных минералов очень широко распространен кварц, менее карбонаты; местами развиты полевой шпат и гипогенный (?) гипс.

2. На Каджаранском месторождении довольно четко выделяются две генерации молибденита: а) крупночешуйчатый, блестящий в виде розеток, характеризующийся наиболее высокими содержаниями Re, Se незначительной примесью Cu и только в отдельных пробах присутствием Pb, б) средне-мелкочешуйчатый, матовый, характеризующийся повышенными, а часто высокими концентрациями Cu, Re, Se и постоянным присутствием Pb. В отдельных пробах отмечаются повышенные содержания Bi и Ag.

Халькопирит представлен тремя генерациями, причем отмечается отличие в составе примесей для халькопиритов различных генераций. Халькопирит I генерации характеризуется повышенными содержаниями Mo, Re, Se, Zn, в отдельных пробах W, Ag и присутствием Co, Ni. Халькопирит II—высоким содержанием Ag, повышенными содержаниями Re, Se, Bi, Pb, Zn иногда Co, Ni и присутствием Te. Халькопирит III—высоким содержанием Zn, повышенными содержаниями Te, Se; Mo, Pb, Ag, Sb, Bi, As и присутствием Re и Ge. Интересно отметить то обстоятельство, что как в молибденитах, так и в халькопиритах с увеличением содержания Re соответственно увеличивается и со-

держания Se. Констатируя этот факт, в настоящее время трудно объяснить с чем связана эта закономерность. Нам кажется, что вопрос заслуживает специального исследования.

Пирит представлен тремя генерациями, причем пирит I генерации характеризуется повышенными содержаниями Co и Cu и присутствием Ni. Пирит II—высоким содержанием Cu (0,2—0,3%) и повышенными содержаниями Mo и Co; пирит III—высокими содержаниями Cu, Pb и повышенными содержаниями Co, Ni, Ag, Bi, As, Zn. Кроме указанных элементов, во всех пиритах установлены повышенные содержания Se, Te и незначительные примеси Mn, Ti, Cr.

3. На основании изучения минералогического состава руд и соотношения минеральных комплексов в рудах Каджарана нами выделяются 7 главных групп парагенетических ассоциаций минералов. В каждой группе отмечаются своеобразные часто бинарные, трехфазные и редко четырехфазные парагенезисы. Выделенным главным группам парагенетических ассоциации минералов соответствуют определенные стадии минерализации. В связи со стадиями минерализации приводится схема последовательности выделения минералов (табл. 6).

4. Установление в главных минералах руд (молибденит, халькопирит) высоких содержаний Re, Se, Te и присутствие Ge повышает ценность медно-молибденовых руд и представляет не только научный, но также большой практический интерес.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 23.IV.1959.

Գ. Հ. ՓԻՋՅԱՆ

## ՔԱՋԱՐԱՆԻ ՊՂԻՆՁ-ՄՈԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼՈԳԻԱՅԻ ՀԱՐՑԻ ԱՇԽԱՏԻՎ

### Ա մ փ ո փ ո ւ մ

*1955—59 թվականների ընթացքում հեղինակը Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրում կատարել է մանրակրկիտ միներալա-գենետիկական ուսումնասիրություններ և ստացել է մի քանի նոր տվյալներ հանքանյութի միներալոգիայի մասին, որոնք շարադրվում են սույն հոդվածում։*

*Մինչև այժմ Քաջարանի հանքանյութում հայտնաբերվել են հետևյալ հիպոգեն միներալները՝ մոլիբդենիտ, խալկոպիրիտ, բորնիտ, պիրիտ, էնարգիտ, սֆալերիտ, գալենիտ, մագնետիտ, հեմատիտ, տենանտիտ, տետրաեդրիտ, սելենոմոլիբդենիտ?, լյուցոնիտ, բիսմուտին, վիտիխենիտ, էմպլեկտիտ, անհալատ միներալ (հավանական է պղնձի, ծարիրի և անագի սուլֆոաղ), բնածին ոսկի, իլմենիտ, ռուտիլ, սրգենտիտ, շաներնքերգիտ, ալթահտ, բնածին բիսմուտ, բնածին թելուր? հնսիտ? և շնելիտ (սեկվածքներում)։ Երակային միներալներից շատ մեծ տարածում ունի կվարցը, ավելի քիչ կարբոնատները, տեղ-տեղ տեղամասերում հանդիպում են դաշտային շպատ և դիպս (հիպոգեն?)։*

*Հոդվածում մանրամասն նկարագրված են բոլոր հանքային միներալները իրենց առանձնահատկություններով և փոխհարաբերություններով մյուս*

միներալների հետ։ Պարզարանված են գլխավոր հանքառաջացնող միներալների յուրահատուկ նշանները, առանձնացվել են նրանց գեներացիաները և հայտնաբերվել են նրանց մեջ ցրված և հազվադյուտ տարրերի բնորոշ, արժեքավոր իզոմորֆ խառնուրդներ։ Հեղինակը հանքանյութում հայտնաբերել է՝ իլմենիտ, անհայտ միներալ, սելենո-մոլիբդենիտ? և առաջին անգամ տվել է վիտիխենիտի և էմպլեկտիտի նկարագրությունները։

1958 թ. Ա. Ս. Ֆարամազյանը Քաջարանի բազմամետաղ հանքանյութում հայտնաբերել է՝ ալթաիտ, բնածին բիսմուտ, բնածին թելուր? և հնսիտ?։

Քաջարանի հանքավայրում մոլիբդենիտը հանդես է գալիս երկու գեներացիայով՝ ա) խոշոր թիթեղայինի, ուժեղ փայլով և վարդանման բյուրեղներով, որը բնորոշվում է Re, Se-ի բարձր պարունակություններով, Cu փոքր խառնուրդով և միայն առանձին նմուշներում Pb առկայությամբ, բ) միջակ-մանրթիթեղայինի՝ ոչ ուժեղ փայլով, որը բնորոշվում է Cu, Re, Se բարձր պարունակություններով և Pb մշտական առկայությամբ։ Առանձին նմուշներում մոլիբդենիտի երկրորդ գեներացիայում հայտնաբերվել են Bi, Ag բարձր պարունակություններ։

Խալկոպիրիտը հանդես է գալիս երեք գեներացիայով, ըստ որում ամեն մի գեներացիան բնորոշվում է յուրահատուկ տարրերի խառնուրդներով։ Խալկոպիրիտի առաջին գեներացիան բնորոշվում է Mo, Re, Se, Zn, առանձին նմուշներում W, Ag պարունակություններով և Co, Ni առկայությամբ։ Երկրորդ գեներացիայի խալկոպիրիտը—Ag բարձր պարունակությամբ, Re, Se, Bi, Pb, Zn որոշ նմուշներում նաև Co, Ni պարունակություններով և Te առկայությամբ։ Երրորդ գեներացիայի խալկոպիրիտը՝ Zn բարձր պարունակությամբ, Te, Se, Mo, Pb, Ag, Sb, Bi, As պարունակությամբ և Re, Ge առկայությամբ։ Հետաքրքիր է նշել այն հանգամանքը, որ խալկոպիրիտների և մոլիբդենիտների մեջ Re պարունակության աճի հետ մեկտեղ բարձրանում է նաև Se պարունակությունը։ Այժմ դժվար է տալ այդ երևույթի բացատրությունը, այս ուղղությամբ անհրաժեշտ է կատարել հատուկ հետազոտություններ։

Պիրիտը հանդես է գալիս երեք գեներացիաներով, ըստ որում պիրիտի առաջին գեներացիան բնորոշվում է Co և Cu բարձր պարունակություններով և Ni առկայությամբ։ Պիրիտի երկրորդ գեներացիան՝ Cu բարձր և Mo, Co ոչ մեծ պարունակությամբ։ Պիրիտի երրորդ գեներացիան՝ Cu, Pb բարձր և Co, Ni, Ag, Bi, As, Zn ոչ մեծ պարունակությամբ։ Բացի վերոհիշյալ տարրերից պիրիտի բոլոր գեներացիաներում հայտնաբերված են Se, Te-ի բարձր պարունակություններ։

Սֆալերիտը բնորոշվում է Pb, Cu, Ag, Sb, Cd բարձր պարունակություններով և Bi, In առկայությամբ։ Սֆալերիտի առանձին նմուշներում հայտնաբերվել են նաև Mo, Sn աննշան խառնուրդներ։

Գալենիտը բնորոշվում է Cu, Ag, Sb, Bi բարձր պարունակություններով և Zn, Cd-ի առկայությամբ։

Տարբեր տիպի հանքանյութերի և նրանց մեջ միներալային ագրեգատների հատակային փոխհարաբերությունների ուսումնասիրությունների հիման վրա Քաջարանի հանքանյութերում կարելի է անջատել միներալների պարագենետիկ ասոցիացիաների 7 գլխավոր խմբեր։ Ամեն մի խմբում առանձնացվում են յուրահատուկ երկֆազային (բինար), եռֆազային և հազվագեպ չորսֆազային

*միներալների պարագենեզիաներ։ Վերոհիշյալ պարագենետիկ ասոցումների 7 խմբերին համապատասխանում են միներալացման հետևյալ ստադիաները՝ 1) գաշտային շպատ-սուլֆիդային (պիրիտ, խալկոպիրիտ), 2) կվարց-սուլֆիդային (պիրիտ, խալկոպիրիտ, մոլիբդենիտ), 3) կվարց-մոլիբդենիտային, 4) խալկոպիրիտ-մոլիբդենային, 5) կվարց-կարբոնատ-ֆլուորիտ-գալենիտային, 6) կարբոնատ-սուլֆիդային (պիրիտ, գալենիտ), կարբոնատ-խալցեդոնային (ոչ հանքային). Հոդվածում միներալացման ստադիաների հետ կապակցված տրվում է միներալների առաջացման հաջորդականությունը (աղյուսակ 6)։*

*Ֆաջարանի գլխավոր հանքառաջացնող միներալներում՝ մոլիբդենիտում և խալկոպիրիտում* Re, Se, Te, *բարձր պարունակությունները և* Ge-*ի առկայությունը, բարձրացնում են պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութի արժեքը և ներկայացնում են ոչ միայն տեսական հետաքրքրություն այլև մեծ գործնական նշանակություն։*

## ЛИТЕРАТУРА


1. *Акопян Н. А.* К минералогии зоны окисления медно-молибденовых месторождений Армении. Изв. АН АрмССР, серия геолог. и географ., т. X. № 1, 1957.
2. *Бетехтин А. Г.* Гидротермальные растворы, их природа и процессы рудообразования. В книге „Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях". М., 1955.
3. *Волынский И. С.* Определение рудных минералов под микроскопом. Том 3, 1949.
4. *Деррикс* и *Ваес.* Месторождение урана Шинколобве. В книге „Мирное использование атомной энергии". Материалы международной конференции в Женеве, август, 1955, том, 6, стр. 111—149.
5. *Замятин П. М.* и *Чирков И. Н.* Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение в ССР Армении. Цветные металлы, № 1, 1937.
6. *Магакьян И. Г.* Главные промышленные семейства и типы руд. Зап., ВМО, № 4, 1950.
7. *Мовсесян С. А.* Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Изд. Армянского филиала АН СССР, 1941.
8. *Мкртчян С. С.* Пирдоуданское медно-молибденовое месторождение. Изв. АН АрмССР, № 1—2, 1944.
9. *Фарамазян А. С.* К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН АрмССР, сер. геолог. и географ., т. XI, № 6, 1958.