

А. И. КАРАПЕТЯН, Г. И. ГОЛЬДЕНБЕРГ

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ АЙГЕДЗОРСКОГО МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АРМЯНСКАЯ ССР)

Айгедзорское месторождение находится в Мегринском районе Армянской ССР у слияния рек Мегригет и Бугакяр. Оруденение генетически связано с третичной гранодиоритовой интрузией, контактирующей с порфиритами, которые в контактовой полосе в некоторой степени ороговикованы. В гранодиоритах, вмещающих оруденение, наблюдается пиритизация, которая имеет площадное развитие и усиливается у кварцеворудных жил.

Более молодыми образованиями являются аплитовидные породы и дайки порфиритового, диоритового и лампрофирового состава.

Возрастное взаимоотношение гидротермального оруденения с дайками устанавливается довольно отчетливо — оруденение моложе дайкового комплекса.

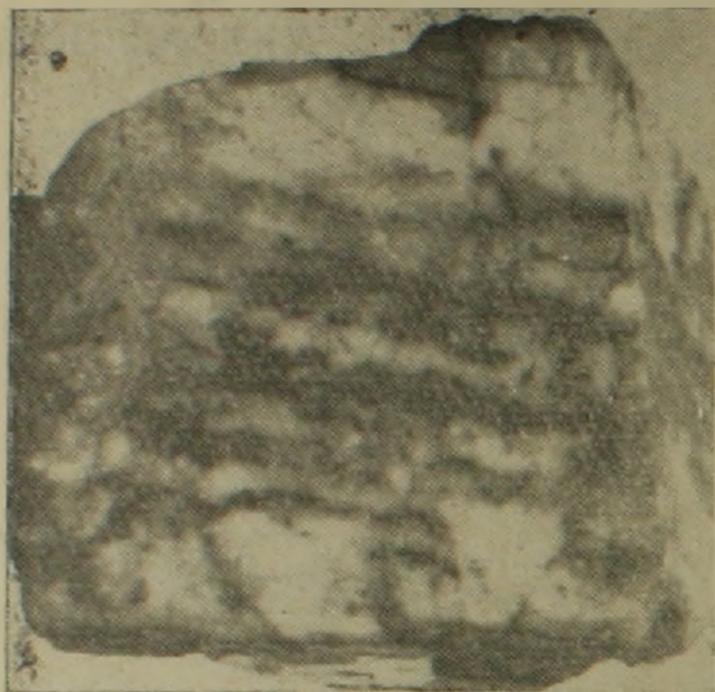
Оруденение, в основном, связано с кварцеворудными жилами и прожилками, которые круто падают на юго-восток под углом $75-80^\circ$. Исключение составляют жилы и прожилки в северо-западной части месторождения, где они падают на северо-запад и залегают почти параллельно дайкам диорит-порфиритового состава.

Жилы эти протягиваются от нескольких десятков до сотен метров, по простиранию переходят в прожилки и выклиниваются. Мощность жил колеблется от нескольких сантиметров до 1,5 метра и больше.

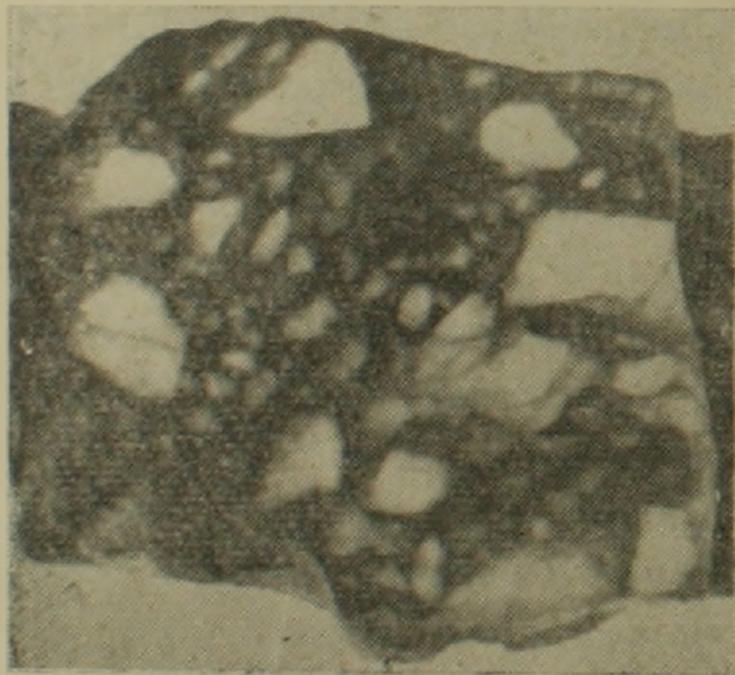
Жилы, в основном, выполнены белым кварцем и отдельными крупными вкрапленниками, реже включениями халькопирита, пирита и молибденита, причем последний приурочен к зальбандам жил. Местами наблюдается сеть параллельных трещин, развитых вдоль жил. Эти трещины выполнены густыми примазками молибденита, которые придают жилам полосчатую текстуру (фиг. 1).

Кварцеворудные жилы иногда имеют брекчиевую текстуру; здесь следует выделить внутрирудную брекчию, цементом которой является темный кварц, густо пропитанный молибденитом, и пострудную брекчию, которая особенно хорошо наблюдается вблизи тектонических трещин, смещающих жилы (фиг. 2 и 3).

Образование этих трещин по времени, очевидно, совпало с последней стадией гидротермальной деятельности магматического очага, когда из растворов выделялись карбонаты, в основном, анкерит.

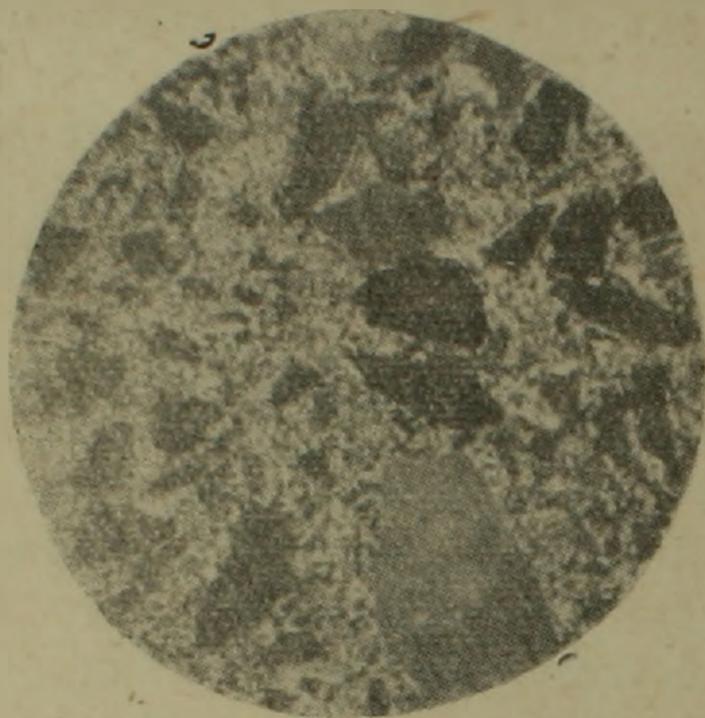


Фиг. 1. Полированный штуф. Кварц-молибденитовая жила с полосчатой текстурой. Полосчатость обусловлена параллельным расположением по трещинкам в молочно-белом кварце II стадии минерализации (с вкрапленностью и включениями пирита и халькопирита), прожилков кварца III стадии, обогащенного среднечешуйчатым молибденитом (черный).



Фиг. 3. Полированный штуф. Рудная брекчия. Обломки кварца I стадии минерализации (белый) в темно-серой массе; последняя сложена обломками пирита, смятыми чешуйками молибденита, кварцем более поздних стадий минерализации, зернами анкерита и халцедона.

Гранодиориты в зальбандах жил гидротермально изменены. Интенсивность гидротермального изменения обычно возрастает с уве-



Фиг. 2. Прозрачный шлиф. Обломки кварца (серый), пирита (черный, остроугольный) и молибденита (черный, вытянутый) цементированы карбонатом (мелкозернистый, светло-серый, темный). $\times 40$.

личением мощности жилы и охватывает полосы по 0,25—1 м вдоль ее лежащего и висячего боков.

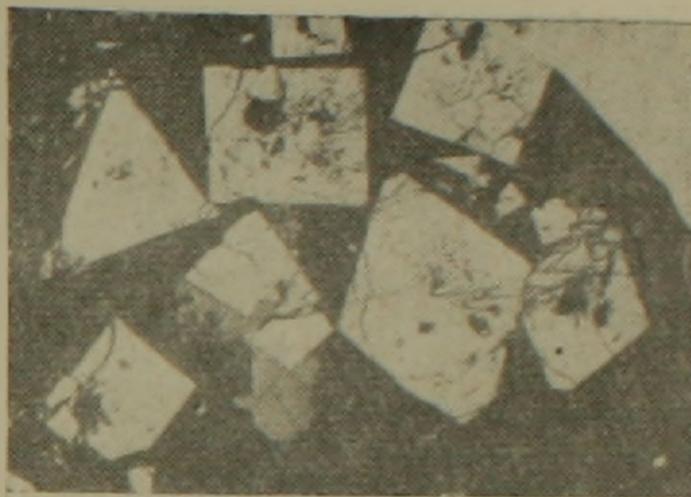
Следует также отметить, что интенсивность гидротермального изменения находится в прямой зависимости от неравномерности и интенсивности тектонических подвижек, которые приводили к образованию продольных трещин внутри жил и вдоль их зальбандов, причем по времени эти подвижки совпали с гидротермальным этапом минерализации.

Таким образом, наиболее интенсивное изменение вмещающих пород в лежащем и висячем боках жил наблюдается вдоль тех жил или отдельных их участков, где имели место более интенсивные и

продолжительные подвижки, сопровождающиеся несколькими стадиями минерализации, там, где породы подверглись дроблению и многократному гидротермальному воздействию.

Изменение обычно выражено каолинизацией и заохренностью, сопровождается вкрапленностью пирита, халькопирита и редко мелкими чешуйками молибденита (фиг. 4).

Отмечены также участки жил (жила № 6 и другие), где изменение боковых пород представлено окварцеванием, сопровождающимся густой сетью мелких, параллельных зальбандам жил, прожилков, несущих вкрапленники пирита, халькопирита и молибденита.



Фиг. 4 Метакристаллы пирита (белый) в гранодиорите (черный) вдоль зальбандов кварцево-рудной жилы. Внутри зерен пирита заключены реликты породообразующих минералов. Пирит замещается сфалеритом (серый).

Изучение возрастных взаимоотношений между различными рудоносными структурами позволяет выделить ряд последовательных стадий рудообразования, отличающихся друг от друга по минеральным ассоциациям.

Выделяются следующие стадии минерализации:

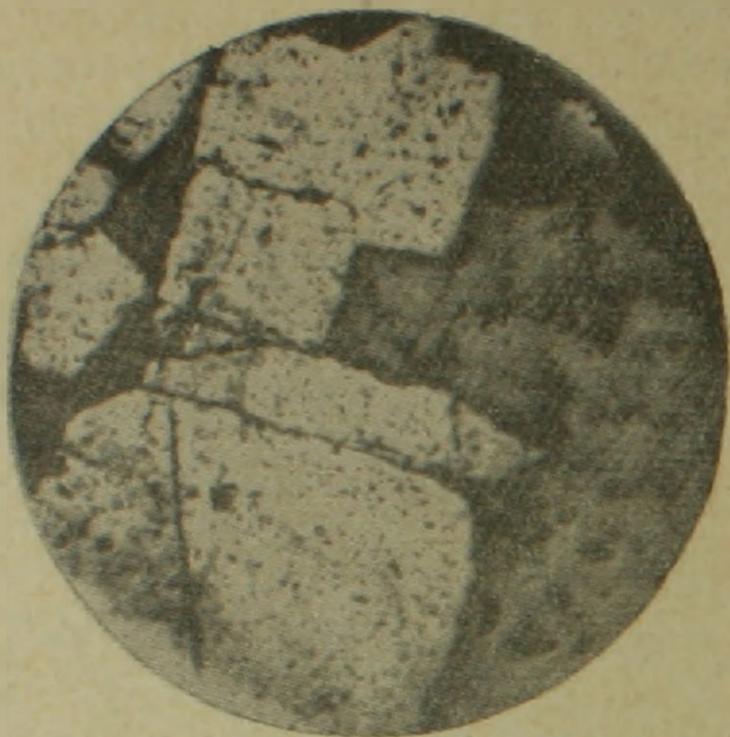
1. Пирит-полевошпатовая.
2. Пирит-халькопиритовая.
3. Халькопирит-молибденитовая.
4. Молибденитовая.
5. Полиметаллическая.
6. Карбонатная.

Пирит-полевошпатовая стадия проявляется весьма широко. Она чаще всего образует мелкие прожилки полевого шпата с пиритом и незначительным количеством магнетита и гематита. Полевой шпат обычно нарастает на стенки трещин, а пирит заполняет среднюю часть прожилка.

Пирит-халькопиритовая стадия имеет довольно широкое распространение. Оруденение представлено главным образом прожилками, а иногда небольшими скоплениями. Главные рудные минералы этой стадии — пирит и халькопирит приурочены к трещинам северо-восточного простирания. Вблизи прожилков, среди гранодиоритов, имеет место густая вкрапленность пирита и халькопирита, которая по мере удаления от прожилков исчезает.

Характерным для этой стадии является то, что повсеместно халькопирит образует неправильной формы выделения, цементирующие более ранние образования (фиг. 5). Вместе с упомянутыми рудными минералами в этой стадии значительное распространение имеет молочно-белый, крупнозернистый кварц.

Халькопирит-молибденитовая стадия проявилась довольно интенсивно и отмечается повсеместно. Возрастное взаимоотношение с



Фиг. 5. Метакристаллы пирита (белый, рельефный), сцементированные халькопиритом. $\times 60$.

предыдущей стадией устанавливается пересечением гнезд пирит-халькопиритовых руд прожилками халькопирит-молибденитового состава. Рудными минералами халькопирит-молибденитовой стадии являются: молибденит, халькопирит, пирит, борнит, висмутин и медно-висмутовые минералы (эмплектит, виттихенит).

Основная часть жил и прожилков этой генерации сложена молочно-белым, среднезернистым кварцем. Молибденит является одним из наиболее распространенных минералов; он образует крупно-

чешуйчатые (размером от 3 до 10 мм) выделения, приуроченные к зальбандам крупных жил и прожилков.

Халькопирит тесно сростается с молибденитом, пиритом, борнитом и медно-висмутовыми минералами. При травлении выявляется неравномерное зернистое аллотриоморфное строение полей халькопирита, в отличие от халькопирита предыдущей стадии минерализации.

Борнит имеет незначительное распространение, образует небольшое скопление, тесно сростается с халькопиритом, выделяется раньше халькопирита, но после пирита. Пирит часто образует хорошо ограненные кристаллы и скопления. Халькопирит и молибденит выделяются позже пирита; отмечаются случаи разъедания и проникновения кварца в пирит. Зачастую в халькопирите наблюдаются реликты пирита предыдущих стадий минерализации (фиг. 6).

Местами скопления пирита образуют сферические, почкообразные выделения, которые свидетельствуют о коллоидном характере растворов.

Висмутин и медно-висмутовые минералы встречаются довольно редко и больших скоплений не образуют. Минералы висмута почти во всех случаях встречаются в полях халькопирита, образуя призматические кристаллы или неправильные по форме выделения.



Фиг. 6. Халькопирит (светло-серый) с реликтами пирита (белый). $\times 85$.

Молибденитовая стадия. Вдоль кварцево-рудных жил произошли смещения, которые, очевидно, были заложены в момент поступления порций гидротермальных растворов, особенно богатых молибденом; поэтому вдоль таких смещений наблюдаются отдельные прожилки (фиг. 7) и линзовидные тела с богатым мономинеральным молибденитовым оруденением, а также кварц-молибденитовые прожилки. Эти подвижки в дальнейшем неоднократно возобновлялись (интратрудные подвижки), в результате чего образовалось большое количество плоскостей скольжения с глиной притирания и растасканным молибденитом в виде примазков.

Молибденит является типичным и широко распространенным минералом и основным ценным компонентом этой стадии. Встречается он здесь, в основном, в виде мелких, реже более крупных чешуек, образующих мономинеральные скопления. Преобладает более низкотемпературный, мелкочешуйчатый (размером 0,1—1 м.м) молибденит, который часто тесно срастается с халькопиритом.

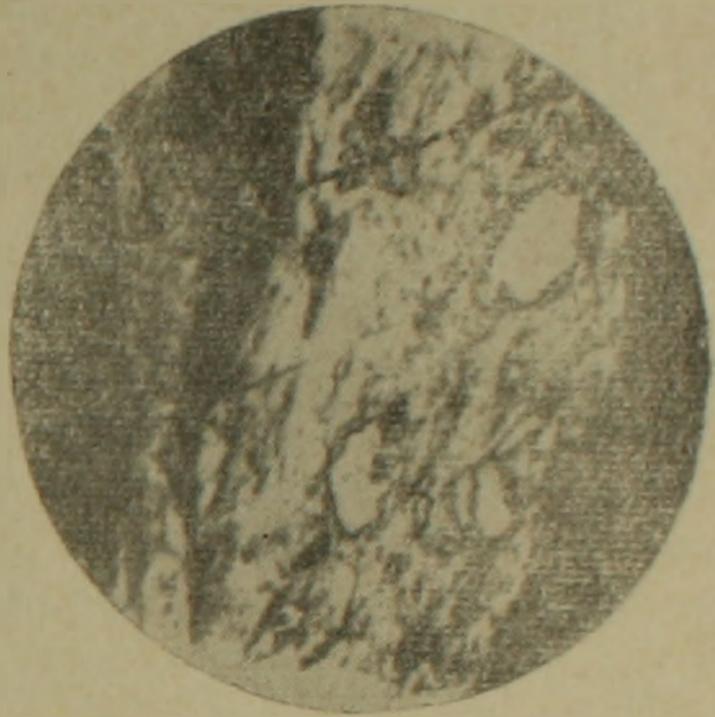
Листочки молибденита располагаются часто перпендикулярно к зальбандам жил и прожилков.

Иногда молибденит образует выделения в виде округлых розеток, приуроченных к периферической части жил и прожилков.

Отмечаются выделения молибденита в сплошных полях халькопирита, или наоборот, выделения халькопирита в сплошных полях молибденита, что свидетельствует об их одновременном образовании. Халькопирит встречается вместе с мелкочешуйчатым молибденитом и часто сопровождается более высокотемпературными и ранними выделениями магнетита, гематита и крупночешуйчатого молибденита. В молибденовой стадии кварц, в основном, темно-серый и цементирует небольшие выделения халькопирита и молибденита.

Полиметаллическая стадия по времени несколько оторвана от предшествующей молибденовой стадии минерализации. Минеральные агрегаты данной стадии повсеместно пространственно обособлены от всех предшествующих стадий минерализации и местами образуют крупные прожилки, которые секут и несколько смещают кварцево-рудные жилы, сложенные продуктами предшествующих стадий.

Полиметаллические прожилки сложены карбонатом и кварцем в ассоциации со сфалеритом, галенитом, халькопиритом, пиритом и теннантитом. Сфалерит и халькопирит находятся примерно в равных количествах, причем последний выделился позже пирита, кварца, сфа-



Фиг. 7. Прожилки молибденита в кварце. Наблюдаются реликты зерен пирита (белый). $\times 60$.

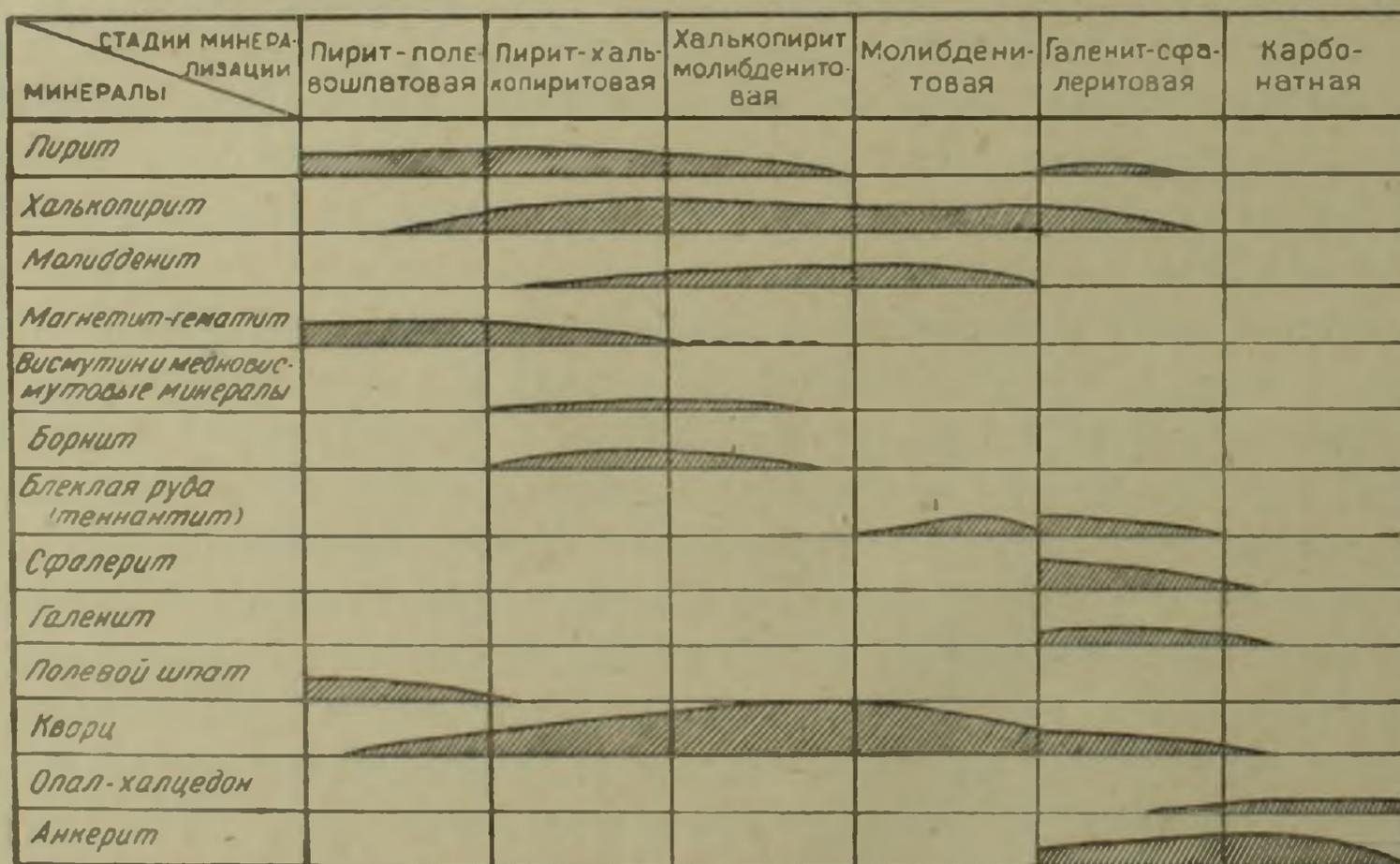
лерита и почти одновременно с галенитом. Пирит выделился раньше остальных минералов и присутствует в виде идиоморфных зерен размером до 5 мм в поперечнике.

Галенит и теннантит имеют наибольшее распространение. Следует отметить, что в ассоциации с агрегатами полиметаллической стадии отмечены сильно деформированные чешуйки перетертого молибденита, который является результатом динамометаморфизма руд молибденитовой стадии минерализации.

Карбонатная стадия имеет подчиненное развитие и представлена маломощными прожилками и мелкими друзами анкерита. В подчиненном количестве здесь присутствуют опал и халцедон.

Как видно из вышесказанного, гидротермальная минерализация Айгедзорского месторождения проявилась в шести последовательных стадиях, которые развивались при постепенном падении температуры (фиг. 8). Наиболее ранняя пиритовая стадия характеризуется развитием полевого шпата. В следующих стадиях преобладающая роль принадлежит кварцу, который является главным минералом, составляя примерно 70—90% жильной массы.

В полиметаллической стадии роль кварца убывает, а в последующей карбонатной стадии он отсутствует.



Фиг. 8. Стадии минерализации Айгедзорского молибденового месторождения.

Количественное распространение рудных минералов в различных стадиях также различно. Наиболее ранние стадии минерализации богаты пиритом, роль которого затем постепенно падает; это обстоятельство, по всей вероятности, можно объяснить постепенным понижением концентрации серы в поздних порциях растворов.

Аналогично ведет себя халькопирит, но образование его начинается с небольшим опозданием по сравнению с пиритом. Присут-

ствие халькопирита отмечается на протяжении всего рудного процесса, но в последних стадиях минерализации роль его постепенно убывает. Несколько иначе ведет себя важнейший минерал месторождения — молибденит. Роль его в ранних стадиях минерализации незначительна и постепенно повышается вплоть до IV стадии, где он приобретает доминирующее значение. Интересно отметить, что с молибденитом связана изоморфная примесь рения.

Висмутин, медно-висмутовые минералы и борнит представлены в ранних стадиях оруденения и тесно связаны с халькопиритом.

Блеклая руда установлена в наиболее поздних стадиях оруденения и представлена теннантитом (фиг. 9).

Основное количество галенита и сфалерита образовалось в полиметаллическую стадию, незначительное количество их встречается в тесной ассоциации с анкеритом в карбонатной стадии.

Таким образом, наличие рудных минералов (молибденит и халькопирит), в основном, только в средних стадиях минерализации и отсутствие молибденита в ассоциации с низкотемпературными минералами (сфалерит, галенит) говорит о незначительной растянутости во времени процесса медно-молибденовой минерализации.

Намечается определенный порядок выноса элементов из очага в следующей последовательности: $S-Cu-Mo-Zn-Pb$.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР
Управление геологии и охраны
недр при СМ Армянской ССР

Поступила 14. I. 1959.

Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Գ. Ի. ԳՈԼԴԵՆԲԵՐԳ

ԱՅԳԵԶՈՐԻ ՄՈԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԱՆՔԱՅՆԱՅՄԱՆ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հանքավայրը գեներալորեն կապված է երրորդական հասակի գրանո-
գիորիտային ինտրուզիայի հետ:

Նրա կառուցվածքում մասնակցում են նաև ապլիտանման ապարներ,
պորֆիրիտային, գիորիտային և լամպրոֆիրային դալիաներ, որոնք մինչհան-
քային են: Հանքայնացումը հիմնականում կապված է կվարցհանքային երակ-



Фиг. 9. Халькопирит (белый) заме-
щается прожилками блеклой руды
(светло-серый, рельефный) и кварца
(черный). $\times 165$.

ների և երակիկների հետ, որոնք զառիթափ կերպով ընկնում են հարավ-արև-
վելք $75-80^{\circ}$ -ի անկյան տակ:

Կվարցհանքային երակները առանձին տեղերում ունեն բրեկչային տե-
քրստուրա: Այստեղ պետք է առանձնացնել ներհանքային բրեկչիա, որի համա-
որակա ցեմենտացնող նյութ ծառայում է գորշ կվարցը ներծծված մոլիբդենի-
տով, և հեաճանքային բրեկչիա, որը առանձնապես լավ է նկատվում տեկտո-
նական ճեղքերի շրջանում: Ըստ երևույթին այդ ճեղքերի առաջացումը ժա-
մանակի տեսակետից համընկել է հիդրոթերմալ գործունեության վերջին ստա-
դիաների հետ, երբ լուծույթներից անջատվում էին կարբոնատները՝ հիմնա-
կանում անկերիտ:

Տարբեր հանքային սարուկտուրաների հասակային փոխհարաբերության
ուսումնասիրությունը մեզ հնարավորություն է տալիս հանքավայրում անջա-
տել միներալացման մի շարք ստադիաներ, որոնք միմյանցից տարբերվում
են որոշակի միներալային համակցությամբ:

Այդ ստադիաները հետևյալներն են:

1. Պիրիտ-դաշտաշպատային
2. Պիրիտ-խալկոպիրիտային
3. Խալկոպիրիտ-մոլիբդենիտային
4. Մոլիբդենիտային
5. Բազմամետաղային
6. Կարբոնատային

Նշվող ստադիաներում նկատվող ընդհանուր օրինաչափությունը կաշա-
նում է նրանում, որ հանքայնացման ամբողջ պրոցեսը տեղի է ունենում
ջերմաստիճանի աստիճանական անկումով:

Ավելի վաղ, պիրիտ-դաշտաշպատային ստադիան բնութագրվում է դաշ-
տային շպատի տարածումով, հաջորդ ստադիաներում գերակշռող դերը
պատկանում է կվարցին, որը և հանդիսանում է նկարագրվող հանքա-
վայրի գլխավոր երակային միներալը: Վերջապես հանքայնացման վերջին
ստադիաներում կվարցը պակասում է և փոխարինվում է կարբոնատներով
(հիմնականում անկերիտ), որոնք սերտ կերպով համակցում են օպալի և խալ-
ցեդոնի հետ:

Հանքային միներալների տարածումը միներալացման տարբեր ստա-
դիաներում խիստ տարբեր է: Ավելի վաղ ստադիաները հարուստ են պիրի-
տով, որի դերը հաջորդ ստադիաներում նկատելի կերպով պակասում է: Այդ
հանգամանքը ամենայն հավանականությամբ, կարելի է բացատրել հիդրոթեր-
մալ լուծույթներում ծծումբի կոնցենտրացիայի աստիճանական անկումով:
Նման ձևով է հանդես գալիս նաև խալկոպիրիտը, միայն նրա առաջացումը
որոշ չափով ուշանում է պիրիտից:

Մոլիբդենիտի հիմնական դանդաժը առաջանում է միներալացման IV
(մոլիբդենիտային) ստադիայում, որի հետ իզոմորֆ խառնուրդի ձևով հանդես
է գալիս սենիտումը:

Հանքայնացման ամենարճորոշ հատկանիշը նրա բազմաստադիականու-
թյունն է:

Գլխավոր հանքային միներալների (մոլիբդենիտ և խալկոպիրիտ) գոյու-
թյունը միներալացման միայն միջին ստադիաներում և մոլիբդենիտի հա-

մակցութիւնը բացակայութիւնը ավելի ցածր ջերմաստիճանային միներալների հետ (սֆալերիտ-գալենիտ) խոսում է ժամանակի տեսակետից, պղինձ-մոլիբդենային հանքայնացման ոչ մեծ ձգվածութիւն մասին:

Նկատվում է տարրերի ներբերման հետևյալ հաջորդականութիւնը.
S - Cu - Mo - Zn - Pb:

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А. Г. О текстурах и структурах руд. Проблемы советской геологии, № 9, 1934.
2. Бетехтин А. Г. Классификация текстур и структур руд. Изв. Ак. наук СССР, 1937.
3. Бетехтин А. Г. О структурном травлении полированных шлифов. Тр. Ин-та геол. наук Ак. наук СССР, вып. 41, 1941.
4. Бетехтин А. Г., Вольфсон Ф. И., Заварицкий А. Н. и др. Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. Москва, 1953.
5. Волынский И. С. Определение рудных минералов под микроскопом. Госгеолиздат, т. I, II и III, 1947—1949.
6. Вахромеев С. А. Руководство по минераграфии. Госгеолиздат, 1950.