



К. А. КАРАМЯН

**ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД  
ЭНДОГЕННЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАНГЕЗУРА**



ЕРЕВАН 1972



ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ  
ԵՐԿՐԱՐԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Կ. Ա. ՔԱՐԱՄՅԱՆ

ԶԱՆԳԵԶՈՒՐԻ ԷՆԴՈԳԵՆ  
ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՏԵԿՍՏՈՒՐԱՆԵՐԸ  
ԵՎ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՆԵՐԸ



АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Дружину  
Ташу

Карамян

автор

К. А. КАРАМЯН

# ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАНГЕЗУРА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР  
ЕРЕВАН

1972



## ВВЕДЕНИЕ

Систематического изучения текстур и структур руд месторождений Зангезурского рудного района до настоящей работы не проводилось. Некоторые сведения о текстурах и структурах руд имелись в работах И. Г. Магакьяна, С. С. Мкртчяна, М. П. Исаенко, Г. О. Пиджяна, К. А. Карамяна, А. С. Фарамазяна, Э. Х. Гульяна и других исследователей. Настоящая работа ставит перед собой задачу восполнить пробел в изучении рудных месторождений Зангезурского рудного района и дать обобщенный материал для проведения дальнейших более детальных исследований этих месторождений.

При написании работы автор в основном придерживался классификации текстур и структур руд, предложенной А. Г. Бетехтиным, которая была наиболее полно изложена в специальной статье «Классификация текстур и структур руд», опубликованной в Известиях Академии наук СССР (серия геологическая) № 1—2 за 1937 г.

В дополнение к этой классификации автором описывается новый тип текстур, образование которых обязано наложению продуктов различных стадий минерализации. Необходимость введения этого типа текстур обусловлена тем, что в результате вышеотмеченного процесса образуются текстуры, резко отличающиеся от текстур других генетических типов своей неоднородностью. По своему происхождению они обязаны процессам повторного воздействия гидротермальных растворов на ранее образованные руды.

Необходимо отметить, также, что автор придерживается тех понятий, которые были вложены в термин «текстура» и «структура» А. Г. Бетехтиным, т. е. под текстурами руд понимаются «те черты строения, которые обусловлены формой, размерами и способами сочетания минеральных агрегатов, как составных частей руды, отличающихся друг от друга по составу и часто по структуре».

«Под структурами подразумеваются те же особенности строения минеральных агрегатов, что и для горных пород, т. е. те структурные части их, которые обуславливаются формой, размерами и способами



сочетания кристаллических зерен, слагающих данный минеральный агрегат».

Каждый генетический тип текстур сопровождается описанием своих специфических структур, в целом наиболее полно раскрывающим условия формирования руд.

В заключение автор выражает глубокую признательность академику АН Арм. ССР И. Г. Магакьяну и Е. А. Акопян за ценные замечания.



## **I. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА**

Зангезурский рудный район расположен на крайнем юго-востоке Армянской ССР и является самым южным сегментом медно-молибденового пояса Армянской ССР, выделенного И. Г. Магакьяном и С. С. Мкртчяном (1958) в Памбак-Зангезурскую структурно-металлогеническую зону.

Указанная зона протягивается по всей территории Армянской ССР от Памбака до Зангезура и продолжается как на юго-восток в Иранский Карадаг, так и на север в пределы Турции и всюду сохраняет специфику геологического строения, магматизма и металлогении.

Зангезурский рудный район на востоке граничит с Кафанским рудным районом по глубинному Хуступ-Гиратахскому разлому. На западе Зангезурский рудный район граничит с Еревано-Ордубадским синклинорием.

В геологическом строении Зангезурского рудного района участвуют отложения докембрия, палеозоя, мела, эоцена, олигоцена и мио-плиоцена.

Все указанные отложения подвергнуты складчатости и образуют антиклинорий северо-западного направления, прорванный гранитоидными интрузиями, внедрившимися по времени от верхнего эоцена до нижнего миоцена.

В складчатой структуре Зангезурского антиклинория могут быть выделены четыре структурных этажа.

1. Докембрийский—представлен интенсивно метаморфизованными отложениями докембрия и нижнего палеозоя (?).

2. Палеозойский—девон-пермь представлен нормально-морскими карбонатными отложениями.

3. Нижнетретичный—представлен вулканогенными отложениями верхнего мела, эоцена, олигоцена.

4. Верхнетретичный—представлен континентальными (озерными) отложениями верхнего миоцена и плиоцена.

Отсутствие мезозойского структурного этажа обусловлено тем, что в течение всей юры указанная область испытывала геоантиклинальную тенденцию развития.

Магматическая деятельность в пределах Зангезурского рудного района проявилась многоциклично и обусловлена режимом развития геосинклинальной зоны.

1. В начальную стадию развития геосинклинали в период максимального ее прогиба формируются мощные вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи базальтовых, андезитобазальтовых и андезитовых порфиритов, туфобрекчий и туфоконгломератов.



2. В среднюю стадию развития Зангезурской геосинклинали образуется многофазный комплекс батолитовых интрузий в ниже приведенной последовательности внедрения отдельных фаз: габбро, габбро-пироксениты, монцониты, сиенит-диориты, банатиты, гранодиориты, сиенит-граниты, порфиroidные гранодиориты и граниты.

3. Наконец, в завершающую (орогенную) стадию развития геосинклинали формируется экструживный комплекс: андезиты, андезито-дациты, липарито-дациты.

Вышеотмеченные постмагматические месторождения и рудопроявления являются продуктами деятельности различных интрузивных и субвулканических комплексов и находятся в различных формах связи с ними.

I. Контактво-метасоматические:

а) скарновые, медно-молибденовые шеелитоносные месторождения (Кефашен, Ньюади, Мичимат и др.);

б) пегматитовые—медно-молибденовые проявления (Калер, Мюлк, Аткиз);

в) высокотемпературные кварц-турмалиновые жилы и метасоматическая турмалинизация, магнетит-биотит-апатитовые метасоматические образования, генетически связанные непосредственно с массивами изверженных пород, в которых они залегают, либо в контакте, в которых формируются указанные образования (монцониты, гранодиориты).

II. Высоко-среднетемпературные гидротермальные:

а) медно-молибденовые (Каджаран, Агарак, Дастакерт, Джиндара, Парага, Айгедзор);

б) полиметаллические—Аткиз, Пхрут, Кармир-Кар;

в) золото-полиметаллические—Личквас-Тей.

Парагенетически связаны с послезооценовым интрузивным комплексом и формируются в завершающие стадии формирования комплекса после внедрения дайкового комплекса.

III. Средне-низкотемпературные:

а) реальгар-аурипигментовые месторождения (Аравус-Салварт);

б) киноварные, парагенетически связанные с мио-плиоценовым экструживным комплексом.

Весьма большую роль в локализации оруденения в пределах Памбак-Зангезурской зоны имеют крупные структурные элементы: региональные тектонические разломы, сопровождающиеся зонами смятия и дробления.

Такие месторождения, как Каджаранское, Агаракское, Джиндаринское, Айгедзор-Личквас-Тей контролируются Дебаклинским и Агаракским разломами.

Целая группа рудных проявлений на северном склоне Баргушатского хребта контролируется зонами дробления северо-западного простирания.

Значительную роль в локализации оруденения играли также литологические особенности вмещающих пород и их физико-механические свойства.

На всех медно-молибденовых месторождениях отмечается неравномерное распределение оруденения во вмещающих породах. Почти всегда оруденение наиболее интенсивно концентрируется в трещиноватых породах, подверженных интенсивному дроблению, а также в породах, легко поддающихся метасоматозу. В механически плотных породах оруденение имеет небольшое развитие. В этом отношении хорошим примером служат породы дайковой серии, не несущие оруденения, хотя во многих случаях они играли для рудоносных растворов роль экрана, и в результате во вмещающих породах на контакте с этими



дайками часто выявляются обогащенные участки и зоны минерализации.

На многих медно-молибденовых месторождениях отчетливо проявляется горизонтальная и вертикальная зональность. Такая зональность обусловлена двумя факторами:

1. Последовательным развитием рудолокализирующих трещин и разрывных нарушений, ориентированных закономерно по отношению к контролирующим разломам и таким же последовательным заполнением продуктами различных стадий минерализации. Такой тип зональности характерен для Каджарана.

2. Последовательным развитием линейно вытянутой зоны дробления, являющейся одновременно рудоконтролирующей и рудолокализирующей структурой. Такой тип зональности проявляется на Дастакертском медно-молибденовом месторождении.

В связи с развитием структурной зональности на периферии многих медно-молибденовых месторождений размещается свинцово-цинковое оруденение, представленное небольшими жильными рудными телами.

Одной из характерных черт медно-молибденовых месторождений является четко выраженная многостадийность минерализации, при скачкообразном падении температуры каждой последующей стадии минерализации.

Число стадий минерализации на крупных месторождениях достигает 10, на небольших месторождениях обычно развито 5—6 стадий.

Стадии минерализации выделены на основании:

пересечения рудных тел (прожилков, жил и др.) с различными парагенетическими ассоциациями,

различного характера локализирующих оруденение структур (трещины скола и трещинки разрыва),

пространственного обособления отдельных минеральных парагенезисов,

различного характера околорудного изменения вмещающих пород,

различного содержания редких и рассеянных элементов.

Несмотря на большое число стадий минерализации на медно-молибденовых месторождениях, число продуктивных стадий не превышает 2—3.

Роль каждой стадии минерализации на отдельных месторождениях различная и проявляется с неодинаковой интенсивностью, вследствие чего отмечается известное различие в количественных соотношениях между  $\text{Cu}$  и  $\text{Mo}$ .

В связи с этим среди медно-молибденовых месторождений выделяются чисто молибденовые (Айгедзор), медно-молибденовые (Каджаран, Агарак, Дастакерт) и медные (Джиндара, Арцваберд).

Изучение возрастных взаимоотношений между отдельными стадиями минерализации, а также отдельными минералами, входящими в состав выделенных парагенетических ассоциаций, позволяет говорить о дифференциальном выносе компонентов из рудоносного очага.

Наиболее обычным, характерным для большинства медно-молибденовых месторождений (Каджаран, Агарак, Айгедзор), является следующая последовательность поступления элементов в зону рудоотложения в ходе гидротермальной деятельности:  $\text{Mo—Cu—Zn—Pb}$ . На некоторых месторождениях (Дастакерт, Джиндара) порядок поступления элементов иной:  $\text{Cu—Mo—Zn—Pb}$ .

Другой характерной особенностью гидротермальной деятельности является растянутость процесса минерализации, при котором отмечается преемственность минерального состава в каждой последующей ста-



дин. Растянутасть процесса минерализации способствует образованию нескольких генераций одного и того же минерала. Такие основные рудные минералы, как молибденит, халькопирит, пирит, сфалерит, галенит, энаргит, блеклые руды, висмутин и медно-висмутовые минералы отмечаются в ряде стадий и в процессе развития гидротермальной деятельности выделяются периоды (стадии) максимального их проявления.

Процессы гидротермального околорудного изменения вмещающих пород на медно-молибденовых месторождениях развиты достаточно интенсивно и многообразно.

Отдельные стадии минерализации характеризуются различным типом околорудного изменения.

Необходимо отметить, что околорудному изменению, синхронному рудному процессу, предшествует более раннее высокотемпературное, аутометасоматическое изменение, представленное амфиболизацией, биотитизацией, грейзенизацией и окварцеванием, соответствующими ранней щелочной стадии, а также более поздней стадии кислотного выщелачивания по классификации Д. С. Коржинского (1953), генетически связанных с различными фазами магматической деятельности.

Для наиболее ранних стадий гидротермальной деятельности характерно сравнительно высокотемпературное околорудное изменение, представленное полевошпатизацией и биотитизацией, для среднетемпературных (продуктивные стадии) характерна серицитизация и меньше хлоритизация, для более низкотемпературных стадий типичны карбонатизация, огипсование и каолинизация. Интенсивность окислорудного изменения повышается по мере развития гидротермальной деятельности и наивысшего максимума достигает в период формирования средних продуктивных стадий минерализации, после чего она заметно затухает.

Для медно-молибденовых месторождений характерно довольно широкое развитие каолинизации в конце гидротермальной деятельности.

Минеральный состав руд медно-молибденовых месторождений в целом однотипен, в то же время характеризуется значительным разнообразием минералов, слагающих руды. Иногда же основное отличие сводится только к количественным соотношениям между главными и второстепенными минералами, а также к проявлению той или иной стадии минерализации конкретно на данном месторождении.

Главными рудными минералами являются молибденит, халькопирит и пирит, второстепенными — борнит, энаргит, теннантит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, магнетит, гематит, висмутин, медно-висмутовые минералы (эмплектит, виттихенит).

К числу редких минералов относятся алтаит, гессит, петцит, теллуrowисмутит, тетрадимит, самородный теллур, самородное золото, самородное серебро, шеелит, арсенопирит, алабандин, германит, реньерит.

Из нерудных минералов главными являются кварц, полевой шпат, апатит, биотит, серицит, хлорит, карбонаты (кальцит, анкерит, доломит, родохрозит).

В результате детальных исследований зоны окисления медно-молибденовых месторождений, проведенных Е. А. Акопян (1960), установлено, что на медно-молибденовых месторождениях в зависимости от климатических условий и геологического строения по-разному проявляется как интенсивность окисления, так и масштаб распространения и глубина его проникновения. По совокупности факторов медно-молибденовые месторождения Армянской ССР переживают начальные, отчасти средние стадии развития зоны окисления. Основными минералами зоны окисления являются: лимониты, лампадит, малахит, азурит, медно-марганцевая руда, ферримolibдит, повеллит, хризоколл, куприт, самородная медь, халькантит, фиброферит, арагонит и др.



## II. КОНТАКТОВО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ (СКАРНОВЫЕ) МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫЕ ШЕЕЛИТОНОСНЫЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

Медно-молибденовые шеелитоносные скарновые рудопроявления имеют сравнительно небольшое распространение в пределах Зангезурского рудного района и формируются в тесной генетической связи с гранитоидными интрузиями послезоценового интрузивного комплекса. Месторождения эти, как правило, залегают в контакте гранитоидов с известняками, однако отмечаются участки, где формирование скарнов идет в контакте известняков с порфиритами, а также внутри порфиров и интрузивных пород и в известняках.

В пределах Зангезурского рудного района отмечается несколько участков проявления скарново-рудных полей, к ним относятся:

зоны Северного контакта Гехинской и восточного и западного контактов Ковшутской интрузий,

юго-западный контакт Мегринского плутона с известково-песчанистой толщей верхнего мела (турон) район с. Килит,

юго-восточный контакт Мегринского плутона с известняками палеозоя, район с. Ньюади,

южный контакт Лернашенской интрузии с известняками палеозоя—Лернашенская группа рудопроявлений.

Из вышеотмеченных участков развития скарнов наиболее крупными, типичными и интересными являются скарново-рудные поля района Северного контакта Гехинской интрузии, где скарны имеют большое распространение и отличаются значительным разнообразием минерального состава. Здесь выделяются скарновые участки с различными геологическими позициями и минеральным составом.

К ним относятся:

Кефашенская зона скарнов в контакте Гехинской интрузии с известняками палеозоя,

Пейганская зона скарнов, приуроченная к контакту эоценовых порфиров с известняками палеозоя,

Сурбкарская зона, развитая на контакте Сурбкарского сиенитового штока с известняками палеозоя, а также на контакте порфиров и известняков,

Куру-даринская скарновая зона, развитая на западном контакте Ковшутской интрузии с известняками палеозоя,

Ковшутская зона скарнов, развитая на СВ контакте Ковшутского массива с известняками палеозоя,

Суханская зона скарнов, развитая на восточном контакте Ковшутского массива с известняками палеозоя,

Гехинская скарновая зона, развитая на контакте порфиров эоцена с известняками палеозоя.



Все эти скарновые участки развиваются в разнообразных геологических условиях и формируются как в контакте известняков с силикатными породами, так и в самих силикатных породах (гранодиориты, порфириды) без наличия известняков, так и в известняках без наличия силикатных пород. Из всех отмеченных скарновых зон наиболее детально изучена Кефашенская.

Ниже приводится описание этой зоны.

Кефашенская зона скарнов приурочена к северному контакту Гехинской интрузии с пермскими известняками. Гехинская интрузия в плане имеет овальное очертание и концентрическое строение. Внешнее, более древнее кольцо этой овальной интрузии состоит из габбро-диоритов, а средняя часть интрузива представлена более поздними гранодиоритами. Скарновая зона развивается именно на участке, где внешнее габбро-диоритовое кольцо прерывается и в контакт с известняками вступают гранодиориты.

Контакт интрузии с известняками имеет весьма извилистое очертание, в результате чего интрузия под различными углами прорывает известняки, которые имеют северо-западное простирание. Скарновая полоса протягивается на 2 км с переменной мощностью от 0,5 до 16 м и, как правило, имеет падение на север под углом  $50^\circ$ . Максимальная мощность скарнов отмечается на широтном участке контакта интрузии что, очевидно, обусловлено более интенсивным дроблением здесь вмещающих интрузивных пород. Разрез указанной скарновой зоны представлен на рис. 1.

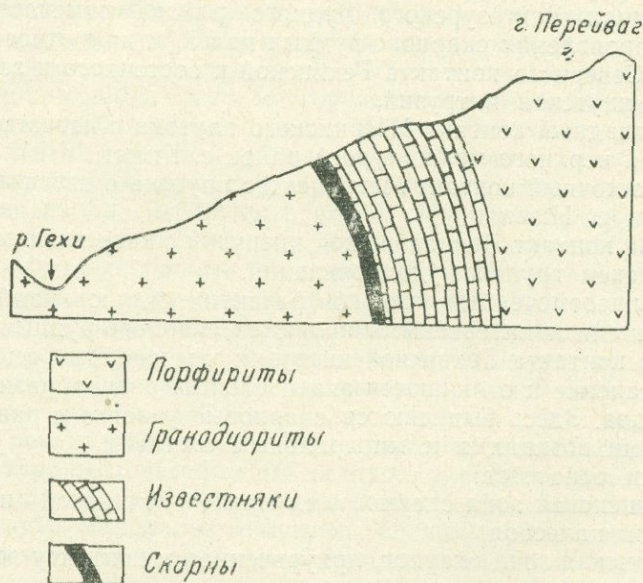


Рис. 1. Разрез Кефашенской скарновой зоны по Г. О. Пиджяну.

О. П. Гуюмджян (1969), изучивший детально полосу кефашенских скарнов, отмечает их зональное строение. Ниже приводится схема зональности скарнов по О. П. Гуюмджяну с небольшими дополнениями автора.

Кварцевый роговообманковый монцонит-гранодиорит.

Околоскарновая плагиоклаз (лабрадор, битовнит)-пироксеновая порода, образовавшаяся за счет интрузивной породы.



Пироксен-гранатовый эндоскарн (реликтовая зона).  
Гроссуляр-андрадитовый скарн (Центральная зона).  
Андрадитовый экзоскарн.  
Волластонитовый экзоскарн (реликтовый).  
Известняковые роговики (реликтовый).  
Мраморизованные известняки.

Необходимо отметить, что все эти зоны не проявляются одинаково выдержанно во всей скарновой полосе и зачастую отмечаются в виде островков различной величины внутри более мощных и поздних по времени образования зон.

Кварцевый роговообманковый монцонит-гранодиорит состоит из плагиоклаза № 40—30% Ап, К-полевого шпата, роговой обманки и кварца. Постепенно, с приближением к скарновой зоне, интрузивная порода переходит в околоскарновую плагиоклаз-пироксеновую породу, в которой, по данным О. П. Гуюмджяна, отмечается четкое изменение номера плагиоклаза по мере приближения к скарнам. Так, непосредственно к гранат-пироксеновой зоне плагиоклаз имеет № 90% Ап, на расстоянии 1 м плагиоклаз имеет № 60% Ап, на расстоянии 6 м он имеет № 50% Ап.

Пироксен-гранатовая зона состоит в основном из пироксена и граната. В последней пироксен образует отдельные небольшие скопления

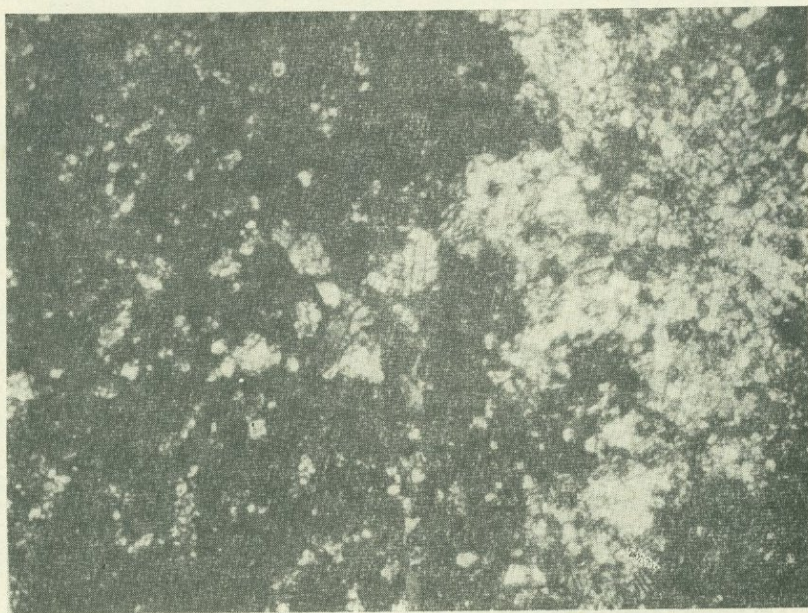


Фото 1. Пойкилобластическая структура гранат-пироксенового скарна. Кристаллы пироксена заключены в гранат. Прозрачный шлиф. Николи+. Ув. 90.

в крупных полях граната. При этом отмечается отчетливое разъедание пироксена гранатом и проникновение граната в виде прожилков в пироксен. На некоторых участках эти скарны имеют полосчатую текстуру, в которой отмечается чередование полос пироксена и граната. Структура скарнов этой зоны обычно пойкилобластическая, где мелкие выделения пироксена заключены в гранате (фото 1).

По мере продвижения во внутренние зоны скарнов количество пироксена уменьшается, и здесь в основном преобладает гранат, который



образует часто мономинеральную гранатовую породу с гранобластической структурой (фото 2).

Волластонитовая зона весьма маломощна (не превышает нескольких сантиметров). Она отмечается не во всех участках Кефашенской полосы скарнов и часто проявляется в виде отдельных островков в полях гранатовых скарнов. Более раннее образование волластонитовой зоны по сравнению с гранатовой устанавливается отчетливым замещением волластонита гранатом.

На фото 3 видны метакристаллы граната в полях волластонита.

Роговиковая зона также является реликтовой и проявляется в виде отдельных небольших останцев в полях гранатовой зоны. Роговики—в основном мелкозернистые, полнокристаллические светлые по своему облику породы, состоящие из пироксена и плагиоклаза.

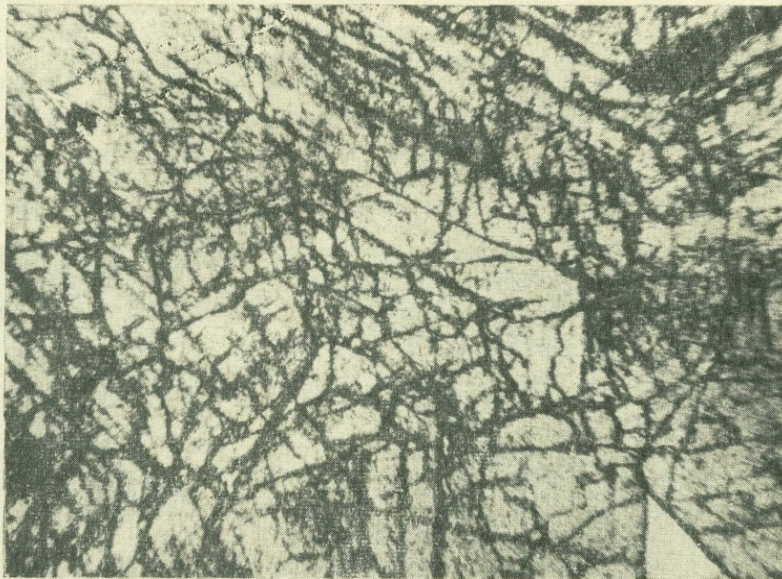


Фото 2. Гранобластовая структура мономинеральной гранатовой породы. Прозрачный шлиф. Ув. 90.

Вследствие воздействия скарнового процесса на роговики в последних отмечается интенсивное развитие метакристаллов зональных гранатов с остатками от замещения породы (фото 4), что свидетельствует о более позднем формировании гранатовых скарнов по отношению к известняковым контактовым роговикам.

Зональность скарновой зоны отражается также и в составе самих гранатов. Исследователи кефашенских скарнов Ю. А. Арапов и О. П. Гуюмджян отмечают, что состав гранатов меняется по мере удаления от контакта интрузии. Вблизи контакта отмечается преобладаниеgrossularовой молекулы в гранатах, а вблизи известняков, наоборот, преобладают гранаты с преимущественной андрадитовой молекулой.

Довольно часто гранатовые и пироксен-гранатовые массивные скарны пересекаются эпидот-кальцитовыми прожилками или вытянутыми гнездобразными жилами неправильного очертания, размеры которых достигают 30—40 см в длину и 10—15 см мощности (рис. 2). Эти тела обычно состоят из кальцита и эпидота. При этом эпидот образует радиально-лучистые агрегаты и преимущественно нарастает на грани граната, слагающего стенки гнездобразной полости. Сами полости почти



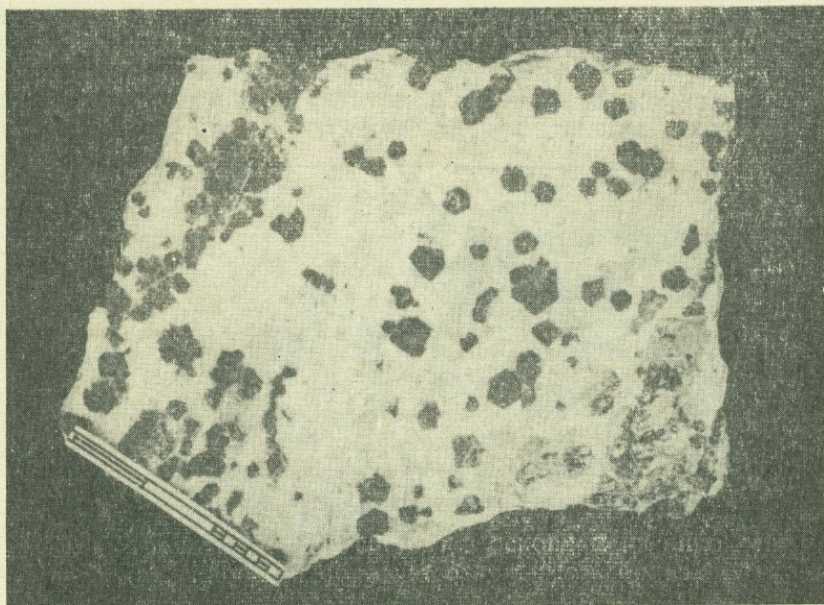


Фото 3. Метакристаллы граната в волластоните. Кефашенская скарновая зона.  
Натуральная величина.

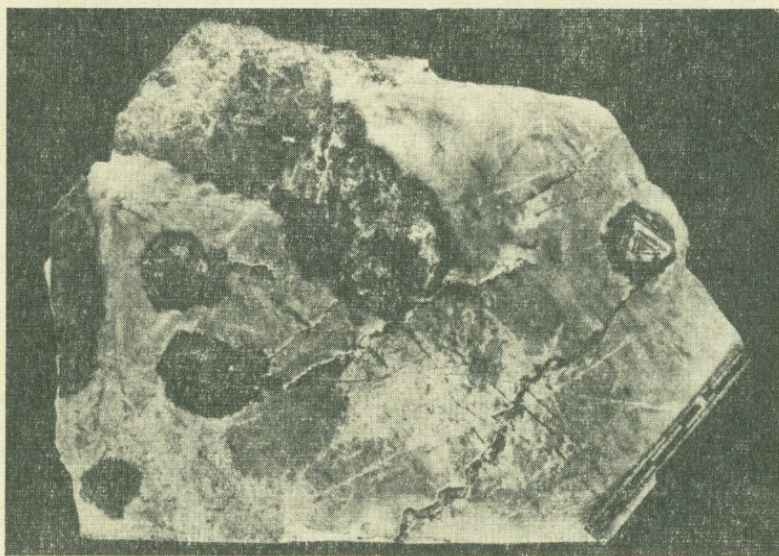


Фото 4. Метакристаллы граната в известковых роговиках. Натуральная величина.

целиком заполнены кальцитом. Непосредственно в контактовой части этих эпидот-кальцитовых тел гранат, как правило, перекристаллизован, имеет хорошую огранку и скарны здесь обычно имеют друзовую текстуру. С удалением от этих гнезд кальцита с эпидотом скарны приобретают обычную массивную текстуру. Нередко эпидот заполняет тонкие трещинки в скарнах, в которых он образует лучистые агрегаты.



Таким образом, здесь в скарнах намечается наложение эпидота и кальцита на более раннюю пироксен-гранатовую скарновую ассоциацию.

Помимо вышеотмеченных скарновых ассоциаций необходимо отметить наличие более поздних чисто гидротермальных минералов, к которым относятся кварц, магнетит, гематит, молибденит, халькопирит, пирит, сфалерит, галенит, хлорит, апатит.

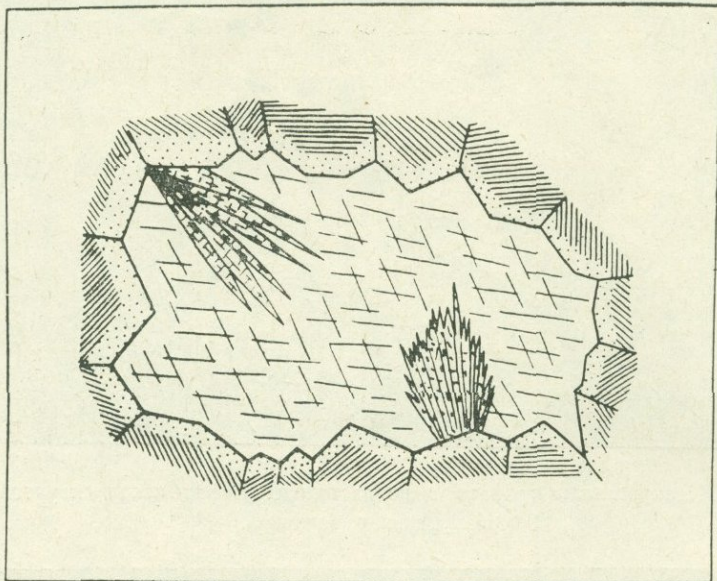


Рис. 2. Гнездообразные выделения кальцита в скарнах. Эпидот образует лучистые агрегаты, нарастающие на гранат. Зарисовка образца  $1/2$  натуральной величины.

Вышеотмеченные минералы гидротермальной стадии имеют весьма спорадическое развитие в скарнах. Их содержание обычно небольшое и распределены они весьма неравномерно. Отмечаются участки концентрации этих минералов в общей скарновой полосе.

Молибденит образует отдельные чешуйки, розетки, либо пятнистые скопления в гранатовых скарнах. Здесь он обычно замещает гранат. Нередко образует также и налеты на стенках небольших трещин (фото 5).

Халькопирит, так же как и молибденит, образует небольшие гнездообразные выделения размером до 1,0 см, а также мелкую вкрапленность, развивающуюся преимущественно по гранату. Часто гнездообразные выделения халькопирита развиваются в промежутках зерен граната и тогда они имеют обычно прямолинейные очертания.

Пирит образует небольшие выделения, обычно ассоциирует с халькопиритом. Отмечаются также крупные гнездообразные выделения последних в скарнах.

Магнетит является менее распространенным минералом для Кефашенского месторождения. Представлен в виде небольших выделений, обычно замещает гранат.

Гематит также является спорадическим минералом скарнов. Обычно рассеян и редко образует небольшие скопления.

Шеелит является спорадически распространенным минералом. Образует небольшие выделения, обычно рассеян в гранатовых скарнах в зернах, размер которых не превышает 0,1 мм. В наиболее богатых участках содержание вольфрама достигает 0,1%.



Сфалерит и галенит являются слабо распространенными минералами, но на Пейганском участке отмечается некоторое увеличение содержания сфалерита и галенита, образующих гнездообразные выделения в скарнах.

Таким образом контактово-метасоматический процесс формирования всей скарновой полосы Кефашена происходил в три стадии минерализации (рис. 3).

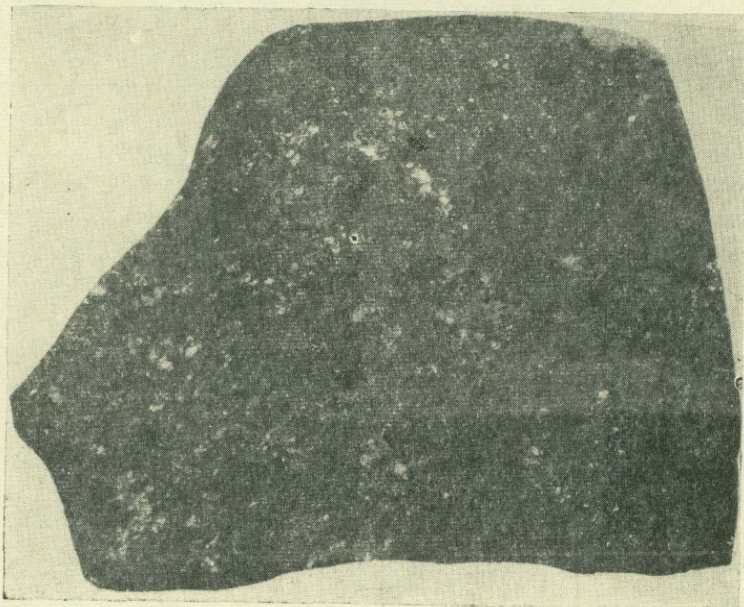


Фото 5. Пластинчатые выделения молибденита на сколах трещин в гранатовом скарне. Натуральная величина.

Наиболее ранняя стадия собственно скарновая, в период которой формируются основные минералы скарнов: пироксен, волластонит, гранат, плагиоклаз.

Во вторую стадию образуется эпидот-кальцитовая ассоциация, которая отчетливо наложена на ранее образовавшуюся минеральную ассоциацию.

Третьей, завершающей стадией метасоматического процесса является гидротермальная или окисно-сульфидная, в течение которой формируются рудные минералы: магнетит, гематит, шеелит, молибденит, халькопирит, сфалерит, галенит.

Наиболее характерными текстурами руд для скарнов являются пятнистая, гнездовая, вкрапленная текстура замещения. Здесь отмечается четкое замещение граната и пироксена магнетитом, гематитом, молибденитом, халькопиритом и другими сульфидами.

Определенный интерес, с геологической точки зрения, представляет также Сурбкарская зона скарнов, которая расположена на северо-западном контакте Сурбкарского аплитовидного штока. Она детально изучена О. П. Гуюмджяном. Здесь отмечается два типа скарнов. Первый тип скарнов образовался непосредственно в контакте апофиз штока с известняками и представлен везувиановыми, пироксеновыми и частично гранатовыми скарнами, которые по своему облику весьма близки к кальцифирам и, очевидно, представляют собой контактово-инфильтрацион-



ные скарны. Второй тип скарнов образовался в контакте порфиров с известняками и не связан с интрузивом. По типу минерализации это типичные гранатовые скарны. Они имеют неправильные очертания и развиваются как за счет известняков, так и за счет порфиров. Эти скарны в основном сложены из граната темно-бурого—коричневого цвета. Здесь в массивных и сливных породах отмечаются жёды с друзовой

| Стадии минерализации<br>Минералы | Скарновая<br>(пироксен-гранатовая) | Водносиликатная<br>(эпидот-кальцитовая) | Гидротермальная<br>(окисно-сульфидная) |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| Пироксен                         | —————                              |                                         |                                        |
| Валостонит                       | —————                              |                                         |                                        |
| Гранат                           | —————                              |                                         |                                        |
| Плагиоклаз                       | —————                              |                                         |                                        |
| Роговая обманка                  |                                    | —————                                   |                                        |
| Эпидот                           |                                    | —————                                   |                                        |
| Хлорит                           |                                    | -----                                   |                                        |
| Кальцит                          |                                    | —————                                   |                                        |
| Кварц                            |                                    | —————                                   | —————                                  |
| Апатит                           |                                    |                                         | -----                                  |
| Магнетит                         |                                    |                                         | —————                                  |
| Гематит                          |                                    |                                         | -----                                  |
| Шеелит                           |                                    |                                         | -----                                  |
| Молибденит                       |                                    |                                         | —————                                  |
| Пирит                            |                                    |                                         | —————                                  |
| Халькопирит                      |                                    |                                         | —————                                  |
| Сфалерит                         |                                    |                                         | -----                                  |
| Галенит                          |                                    |                                         | -----                                  |

Рис. 3. Схема последовательности минералообразования на Кефашенском шеелитоносном медно-молибденовом месторождении.

текстурой, в которых гранат имеет хорошую ромбододекаэдрическую огранку. Состав граната соответствует ряду андрадит-гроссуляр с весьма высоким содержанием молекулы андрадита—82,0%, что, очевидно, обусловлено высоким содержанием железа в исходной породе. Более поздняя наложенная эпидотовая стадия метасоматически развивается по гранату, нередко замещая значительные участки гранатовых скарнов.

Рудная минерализация в основном представлена убогой вкрапленностью халькопирита и пирита, которые также развиваются по гранату.

Инфильтрационные скарны в полосе Северного контакта Гехинской интрузии имеют довольно широкое распространение, в основном размещены вблизи с. Гехи и локализуются в штоке дополнительной интрузии, представленной лейкократовыми микрогранодиоритами.

Указанные инфильтрационные скарны морфологически представляют собой жилообразные тела. Мощность их обычно небольшая—10—15 см, а в раздувах достигает 30—40 см. Они характеризуются зональным строением и в них отмечается ряд симметричных минеральных зон. На рис. 4 представлена зарисовка скарнового тела.



Как видно, здесь устанавливается несколько четко пространственно обособленных зон от контакта с интрузией в сторону жильного тела: 1—волластонитовая, 2—пироксеновая и 3—гранатовая. Описанные инфильтрационные скарны отчетливо пересекаются эпидотовыми прожилками, что определенно указывает на наложение более поздней эпидотовой стадии на скарновую.

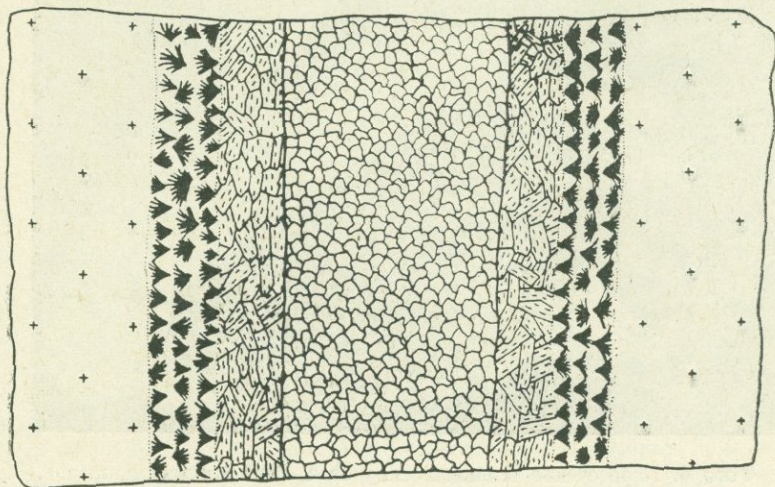


Рис. 4. Зарисовка инфильтрационного скарнового тела в микрогранодиорите района с. Гехи.

1—лучистый волластонит, 2—призматический пироксен, 3—зернистый гранат, 4—гранодиорит.

По времени образования как биметасоматические, так и инфильтрационные скарны формируются в наиболее ранние стадии становления и консолидации Гехинского массива. Очевидно, они образуются к моменту раскристаллизации эндоконтактовой фации. Об этом свидетельствует пересечение Кефашенских биметасоматических скарнов дайками диорит-порфиритов, а также пересечение инфильтрационных скарнов жилами аплитов (фото 6). Таким образом, все эти контактово-метасоматические процессы относятся к весьма ранним образованиям, связанным с процессом застывания Гехинского интрузивного массива, а по времени они образуются после дополнительных интрузий—лейкократовых микрогранодиоритов, но до аплитов, т. е. жильных пород первого этапа.

В районе Северного контакта Гехинской интрузии О. П. Гуюмджаном отмечаются также инфильтрационные скарны, залегающие непосредственно в известняках. Такой тип скарнов распространен к югу от Сурбкарского массива, представлен в виде жил и прожилков и располагаются обычно они по плоскостям напластования известняков, либо в трещинах. На рис. 5 представлены морфологические особенности инфильтрационных скарнов в известняках.

Обычно в скарнах этого типа фациальных изменений не отмечается. Здесь скарны чисто гранатовые, отличающиеся весьма высоким содержаниемgrossуляровой молекулы: 64,65% grossуляр и 24% андрадита. Последнее свидетельствует о заимствовании кальция при скарновом процессе из вмещающей породы.





Фото 6. Пересечение жильных скарнов с Гехи жилами аплита.  
Натуральная величина.

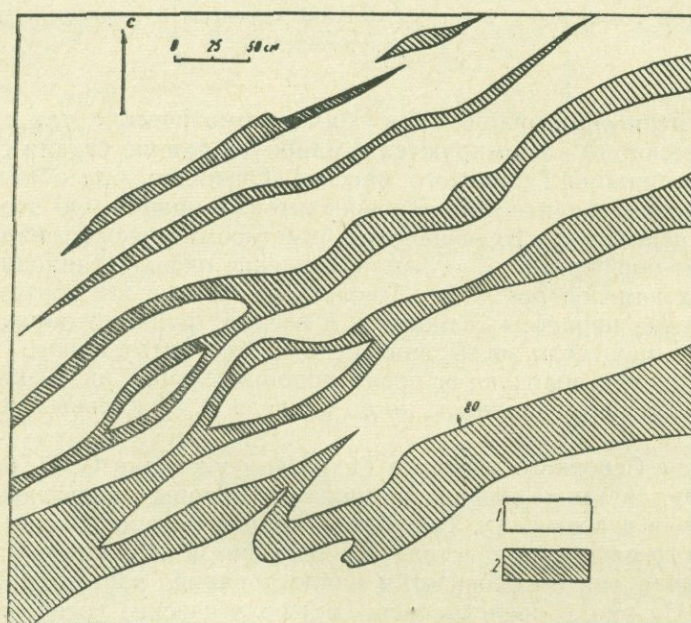


Рис. 5. Морфологические особенности инфильтрационных жильных  
скарнов в известняках  
1—известняки, 2—скарны.



### III. ПЕГМАТИТОВЫЕ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Пегматитовые поля хотя и имеют довольно широкое распространение в пределах Зангезурского рудного района, однако их масштабы весьма ограничены и территориально они распределены неравномерно.

Почти все интрузивные фазы послезоценового интрузивного комплекса, за исключением габбровой, сопровождаются пегматитами. Максимальное развитие пегматитов отмечается в породах монцонитовой интрузии. Обычно это кварц-полевошпатовые пегматиты, в которых отмечается проявление сульфидных минералов—молибденита, халькопирита и пирита.

Наиболее крупными пегматитовыми полями являются Калерское, Аткизское и Мюлькское.

**1. Калерское медно-молибденное месторождение** расположено в 0,5 км от с. Калер, залегает в монцонитовой интрузии и приурочено к ее восточному контакту. Рудоносные пегматитовые жилы имеют падение на северо-запад. Мощность жил 20—30 см. Небольшой штольней указанные жилы прослежены на 7—8 м. По своему минеральному составу пегматиты относятся к кварц-полевошпатовым разностям. Жилы имеют неправильные очертания. При этом установлено, что кварц располагается в средней части жилообразного тела. Рудные минералы, в особенности молибденит, как правило, располагаются в кварце, а халькопирит и пирит отмечаются и в полевошпате.

Молибденит в кварце обычно представлен крупными боченкообразными кристаллами, размер которых местами достигает 10—12 см при высоте 5—6 см (фото 7).

Халькопирит и пирит образуют выделения с неправильными очертаниями, замещают К-полевошпат и кварц.

Кварц из сердцевин пегматитовой жилы, в котором расположены кристаллы молибденита, обычно прозрачный и содержит газово-жидкие включения. Температура гомогенизации последних—375—315°.

**2. Аткизское медно-молибденное, пегматитовое месторождение** приурочено к Северному контакту монцонитовой интрузии с вмещающими породами (порфиритами и роговиками). Пегматитовые тела в основном залегают среди монцонитов и только небольшая часть их в виде жил расположена в роговиках.

Среди пегматитовых образований Аткизского поля можно отличить: пегматитизированные монцониты, полевошпатовые гнездовые и шпировые пегматиты, кварц-полевошпатовые жильные пегматиты, полевошпатовообманковые пегматиты.

Пегматитизированные монцониты образуют участки с незакономерными очертаниями и представляют собой крупнокристаллические и ги-



гантокристаллические разности монцонитов; обычно залегают на участках интрузивных куполов и имеют совершенно постепенные границы с монцонитами. Размер кристаллов К-полевого шпата, плагиоклаза и биотита обычно 2—3 см. Состав породообразующих минералов тот же самый, что и монцонитов.

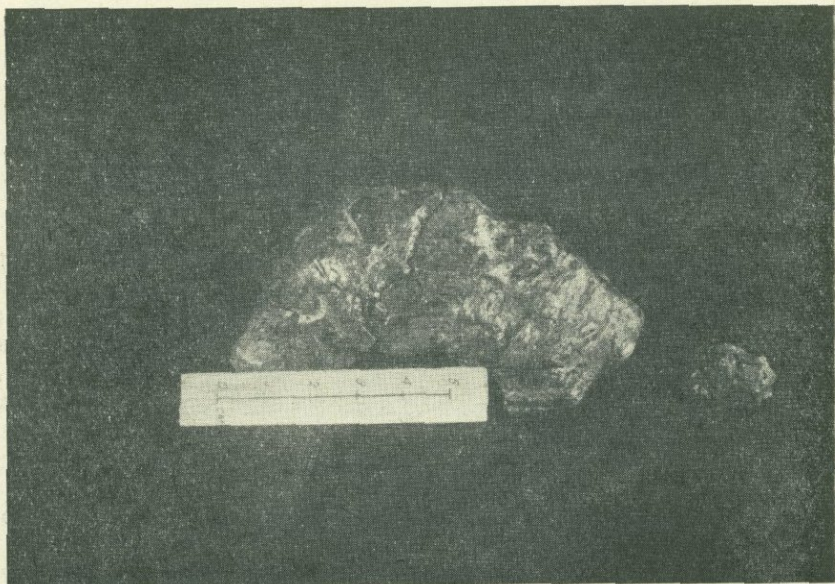


Фото 7. Боченковидные кристаллы молибденита из пегматитовой жилы района с. Калер по С. С. Мкртчяну.

*Полевошпатовые гнездообразные пегматиты* имеют большое распространение и обычно тяготеют к контактовым участкам. Морфологически такие пегматиты имеют форму гнезд и шлиров с четкими и резкими контактами с вмещающими монцонитами. Эти пегматиты в возрастном отношении являются более поздними образованиями по сравнению с пегматитизированными монцонитами. Состав этих пегматитов в основном К-полевой шпат, биотит.

*Кварц-полевошпатовые пегматиты* отмечаются в районе Аткизского участка и имеют наибольшие размеры по сравнению с остальными пегматитами, достигая 5—15 м по протяжению при 1—1,6 м мощности.

*Полевошпато-роговообманковые пегматиты* имеют подчиненное значение, образуют маломощные 2—5 см прожилки, сложенные К-шпатами и крупношестоватой роговой обманкой (фото 8). В подчиненном количестве присутствуют апатит, сфен, ортит, монацит.

По характеру строения выделяются пегматиты без проявления зональности и пегматиты с зональным строением. К первым разновидностям пегматитов относятся обыкновенные полевошпатовые пегматиты. Наиболее интересны по своему строению кварц-полевошпатовые пегматиты, в которых отмечается зональность строения.

Здесь кварцевое ядро залегает в средней части полевошпатовой жилы, имеет прерывистый характер и представляет собой линзы, расположенные в виде цепочки по простиранию жилы. Как правило, вокруг такой кварцевой сердцевинки развивается четкий ореол альбитизации, выраженный в интенсивном осветлении калиевого полевого шпата и в



превращении его в мелкозернистый агрегат альбита. Наряду с альбитом в небольшом количестве присутствуют чешуйки мусковита—жильбертита.

В кварцевом ядре отмечаются магнетит, молибденит, халькопирит. По мере удаления от кварцевого ядра альбитизация ослабевает вплоть до совершенно неизмененных кристаллов К-полевого шпата, где изред-

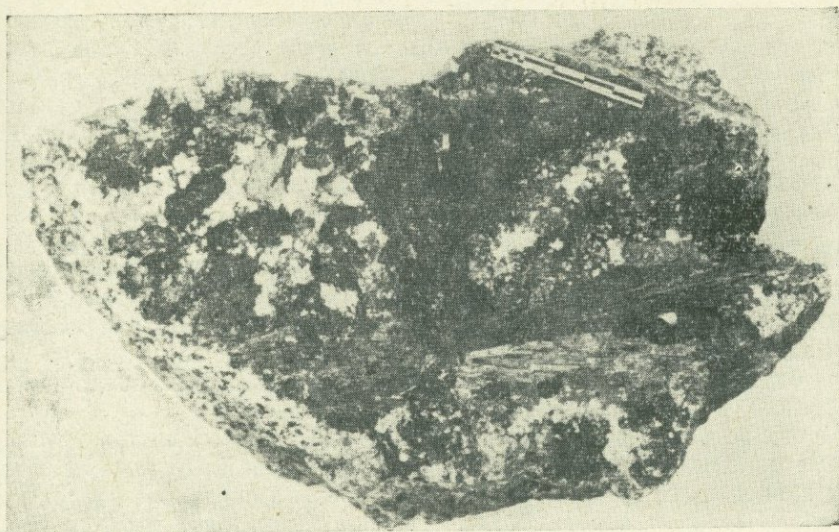


Фото 8. Крупношестоватое строение роговой обманки в полевошпат-роговообманковом пегматите района с. Аткиз.

ка альбитизация проявляется по спайности. Как правило, сульфидные минералы и тесно с ними ассоциирующий магнетит в большинстве случаев приурочены к кварцу, однако отмечаются и случаи, когда сульфиды, особенно молибденит, встречаются и в полевошпатовой массе.

**3. Мюльское медно-молибденовое месторождение** расположено в 0,5 км от развалин с. Мюльк и приурочено к западному контакту монцонитовой интрузии.

Здесь распространены мощные пегматиты, которые имеют морфологию жил с северо-восточным простираанием и падением на северо-запад, а по характеру строения они соответствуют кварц-полевошпатовым пегматитам с хорошо выраженной зональностью. Здесь так же как и на Аткизском месторождении кварцевое ядро расположено в центральной части жил и приурочено к наиболее мощной ее части.

Сульфидные минералы—молибденит, халькопирит—приурочены к кварцевой сердцевине жил и, очевидно, образовались одновременно с кварцем. Проявляются они в виде пятен, а также гнезд и пятнистых выделений.

Для молибденита характерно выделение в виде розеток, либо в виде гексагональных пластин.



#### IV. ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(медно-молибденовые, свинцово-цинковые, золото-полиметаллические, медно-мышьяково-реальгар-аурипигментовые)

Медно-молибденовые, свинцово-цинковые, золото-полиметаллические, медно-мышьяково-реальгар-аурипигментовые месторождения обладают сходными чертами геологического строения. Все эти месторождения залегают внутри интрузивных массивов (гранитоидов), либо в редких случаях во вмещающих породах—в вулканогенно-осадочной толще, вблизи контакта с интрузивными массивами.

Почти во всех месторождениях широко развиты жильные породы, которые нередко играют роль экрана в образовании рудных столбов.

В зависимости от конкретной геологической обстановки в сочетании с литологическими особенностями вмещающих пород и структурными факторами по-разному проявляются морфология, внутреннее строение рудных тел, условия их залегания, а также текстурные особенности руд. Ниже приводится описание геологического строения месторождений, морфология рудных тел, стадии минерализации по отдельным месторождениям, характер околорудного изменения, а также рассматриваются вопросы зональности оруденения, проявляющиеся на этих месторождениях.

##### А. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ФОРМЫ РУДНЫХ ТЕЛ, СТАДИИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

###### Каджаранское медно-молибденовое месторождение

Каджаранское месторождение залегает в монцонитах, вблизи их контакта с гранитами и порфиритами нижнего эоцена. Контакт между монцонитами и порфирированными гранитами тектонический. По контакту двух интрузивных фаз Мегринского плутона протягивается Дебаклинский разлом, проявленный в виде зоны дробления и расщепления мощностью до 50 м.

Разлом этот имеет северо-западное простирание:  $Az. 320-340^\circ$  с падением на СВ  $< 50^\circ$ .

В полосе контакта монцонитов с порфиритами в связи с контактовым воздействием интрузивного массива порфириты превращены в роговики. По мере удаления от интрузива выделяются три фации роговиков: пироксен-плаггиоклазовые, роговообманково-плаггиоклазовые и кварц-плаггиоклаз-хлоритовые, соответствующие высоко-, средне- и низкотемпературным ступеням контактового метаморфизма.

Отмечается изменение состава монцонитового интрузивного массива от габбро, габбро-диоритов до монцонитов и сиенитов, образующих постепенные, совершенно неумовимые переходы.



В породах монцонитовой интрузии выделяются отдельные небольшие штоковидные тела «дополнительных интрузий» по терминологии В. С. Коптева-Дворникова, представленные: пироксенитами и плагиоклазитами, микромонцонитами, среднезернистыми лейкократовыми гранодиоритами и граносиенитами, мелкозернистыми аплитовидными породами.

На западе рудного поля в лежащем боку Дебаклинского разлома развиты граниты и гранодиориты.

В геологическом строении рудного поля широко развиты породы дайковой серии, представленные одинитами, спессартитами, минеттовогезитами, диорит-порфирами, гранодиорит-порфирами I и II этапов внедрения, керсантитами. Среди указанной многочисленной серии даек максимальное развитие получили дайки гранодиорит-порфирового состава.

Рудное поле Каджаранского месторождения представляет собой уникальный рудоносный штокверк, характеризующийся неравномерным распределением оруденения.

Морфологически штокверк представляет собой сложно построенную залежь с линзовидным очертанием, погружающуюся на северо-восток почти параллельно падению плоскости Дебаклинского разлома.

В пределах месторождения рудоносные системы штокверка имеют закономерное расположение; на западе рудного поля вблизи полосы Дебаклинского разлома развита в основном северо-западная система рудоносных разрывов с азимутом простирания  $320^\circ$ , падением СВ  $\angle 30-60^\circ$ . По мере удаления на восток рудоносные нарушения приобретают широтное простирание с падением на С  $360^\circ \angle 30-60^\circ$ . Еще далее на восток минерализованные разрывы уже имеют северо-восточное простирание с падением на СЗ. На западном фланге рудного поля распространена также система рудоносных разрывов северо-восточного простирания с падением на СЗ  $\angle 45-60^\circ$ .

Последняя система пересекает все вышеописанные системы рудоносных структур.

На отдельных участках рудного поля приобретают локальное развитие также системы: северо-западного простирания с падением на ЮЗ  $\angle 35^\circ$  и северо-восточного простирания с падением на ЮВ  $\angle 45^\circ$ .

В полосе развития штокверка отмечаются отдельные участки, характеризующиеся повышенным содержанием Мо и Си. Они вытянуты в направлении общего простирания штокверка и являются обогащенными рудоносными зонами.

Формирование участков с повышенным содержанием Мо и Си, т. е. рудных столбов, обусловлено: массовым развитием прожилков вдоль рудоносных разрывов; неоднократным проявлением разрывов в процессе минерализации, обусловившим пространственное совмещение нескольких продуктивных стадий; наличием благоприятных по интенсивности дробления, физико-механическим свойствам и химическому составу участков для концентрации рудных компонентов.

В локализации оруденения значительная роль принадлежит и дайкам гранодиорит-порфиров, вдоль которых развивались прожилковые зоны минерализации.

На Каджаранском месторождении хорошо проявляется зональность первичного оруденения, выраженная в закономерном изменении содержания Мо и Си по мере удаления от Дебаклинского разлома. При этом с запада на восток увеличивается содержание Си, но зато уменьшается Мо. С глубиной уменьшается содержание Си, но при этом увеличивается Мо. Такая зональность обусловлена последовательным



раскрытием и заполнением рудоносных разрывов различными порциями гидротермальных растворов. В процессе гидротермальной деятельности происходит перемещение участков трещинообразования с запада на восток.

Наряду с развитием общей пульсационной зональности, в пределах месторождения в процессе формирования кварц-молибденитовой стадии проявилась зональность отложения, вызванная постепенной сменой термодинамических свойств растворов данной стадии по мере их движения по рудоносным разрывам.

Проследивание и многочисленные замеры кварц-молибденитовых прожилков на различных горизонтах месторождения свидетельствуют о закономерном увеличении мощности прожилков с глубиной. Установлена также зависимость интенсивности молибденового оруденения от мощности прожилков и жил: чем мощнее прожилки или жилы, тем менее развито молибденное оруденение.

Таким образом, эта способность молибденита выпадать в зависимости от мощности структур обуславливает и постепенное уменьшение его содержания с определенной глубины.

Постмагматическая гидротермальная деятельность на Каджаранском месторождении проявилась в два этапа:

1. Ранний высокотемпературный этап, генетически связанный с монцитовой интрузией.

2. Поздний среднетемпературный этап, генетически связанный с глубинными очагами третичного магматического комплекса.

В первый этап постмагматической деятельности образовались: биотит-роговообманково-магнетит-апатитовая ассоциация, кварц-турмалиновые жилы и метасоматическая турмалинизация, грейзенизированные аплиты.

Во второй этап формировалось высоко-среднетемпературное медно-молибденное оруденение.

Второй этап гидротермальной деятельности проявился достаточно сложно и многообразно. На основе изучения возрастных взаимоотношений между различными парагенетическими ассоциациями установлено до 10 стадий минерализации в следующей последовательности:

|                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| кварц-магнетитовая,               | кварц-пиритовая,            |
| кварц-полевошпатовая,             | кварц-сфалерит-галенитовая, |
| кварц-молибденитовая,             | карбонатная,                |
| кварц-молибденит-халькопиритовая, | халцедоновая,               |
| кварц-халькопиритовая,            | ангидрит-гипсовая.          |

Последовательность минералообразования внутри стадий минерализации представлена на схеме (рис. 6).

Из схемы видно, что на Каджаранском месторождении отчетливо намечается растянутость процесса минерализации, т. е. основные рудные минералы, такие как молибденит, халькопирит, пирит, борнит, висмутин, медно-висмутовые минералы, энаргит, сфалерит и галенит проявляются в ряде рудоносных стадий минерализации и для указанных минералов намечаются периоды наиболее интенсивного развития, обусловленные максимальным привносом соответствующих элементов. Количественное соотношение рудных минералов в различных стадиях минерализации показано на схеме (рис. 7).

Необходимо указать также на своеобразную преемственность минерального состава стадий, т. е. в каждой последующей стадии минерализации намечается преемственность минерального состава предшествующих стадий. Местами различие между стадиями сводится лишь к различным количественным соотношениям между главными рудными минералами. Все это говорит о том, что привнос основных элементов в про-



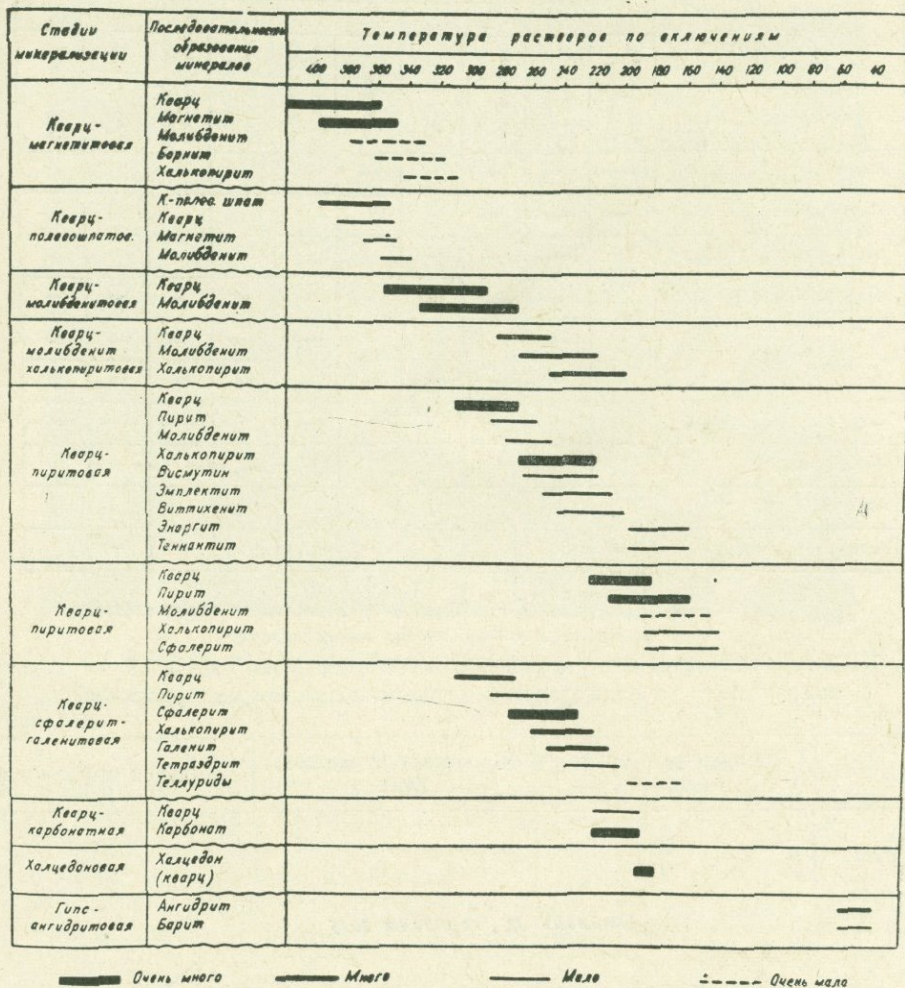


Рис. 6. Схема последовательности минералообразования на Каджаранском медно-молибденовом месторождении.

цессе гидротермальной деятельности растягивается в течение нескольких стадий.

На Каджаранском месторождении оруденение развивается в виде прожилков, вкрапленности и жил. Все они не равноценны и характеризуются следующими процентными соотношениями по содержанию в них запасов Мо и Си.

Прожилковое оруденение является главным и наиболее распространенным морфологическим типом оруденения как для Мо, так и для Си, характеризуется наличием четко выраженных прожилков мощностью от 1—2 мм до 10—15 см. Для медной минерализации в тесной связи с прожилковым типом развивается в резко подчиненном количестве вкрапленность, проявляющаяся на небольшом удалении (5—10 см) от прожилка.

Вкрапленное оруденение имеет промышленное значение для медной минерализации. Иногда развивается на значительных площадях, образуя зоны до 100 м по протяжению и 20—30 м по мощности. Для молибденового оруденения вкрапленная минерализация практически отсутствует.



| Стадии<br>минерализации | М и н е р а л ы      |                 |                  |       |        |                           |                    |                           |          |
|-------------------------|----------------------|-----------------|------------------|-------|--------|---------------------------|--------------------|---------------------------|----------|
|                         | Магнетит,<br>гематит | Молибде-<br>нит | Халькопи-<br>рит | Пирит | Борнит | Висмутин и<br>медновисмут | Энigmat и<br>люцит | Теннантит и<br>тетраэдрит | Сфалерит |
| Кварц-магнетитовая      | —                    | —               | —                | —     | —      |                           |                    |                           |          |
| Полевашпатовая          | —                    | —               | —                | —     |        |                           |                    |                           |          |
| Кварц-молибденитовая    |                      | —               | —                | —     |        |                           |                    |                           |          |
| Кварц-молибд-халькопир. |                      | —               | —                | —     | —      | —                         | —                  | —                         | —        |
| Кварц-халькопиритовая   | —                    | —               |                  | —     | —      | —                         | —                  | —                         | —        |
| Кварц-пиритовая         | —                    | —               | —                | —     | —      | —                         | —                  | —                         | —        |
| Кварц-сфалерит-галенит. |                      | —               | —                | —     | —      | —                         | —                  | —                         | —        |
| Карбонатная             |                      |                 |                  | —     |        |                           |                    |                           |          |
| Халцедоновая            |                      |                 |                  |       |        |                           |                    |                           |          |
| Гипс-ангидритовая       |                      |                 |                  |       |        |                           |                    |                           |          |

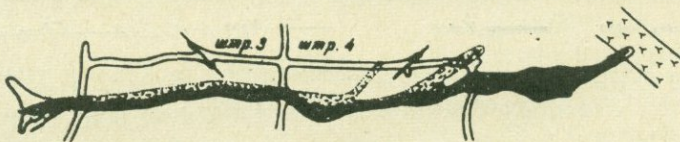
— Длина линии показывает сравнительное распространение минерала в данной стадии минерализации

Рис. 7. Схема количественного соотношения основных рудных минералов по стадиям минерализации на Каджаранском медно-молибденовом месторождении.

Таблица 1

|    | Прожилковое оруде-<br>нение | Вкрапленное оруде-<br>нение | Жильное оруденение |
|----|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Мо | 80%                         | —                           | 20%                |
| Си | 60%                         | 0                           | 10%                |

Штольня 32, горизонт 2075



Штольня 36, горизонт 2025

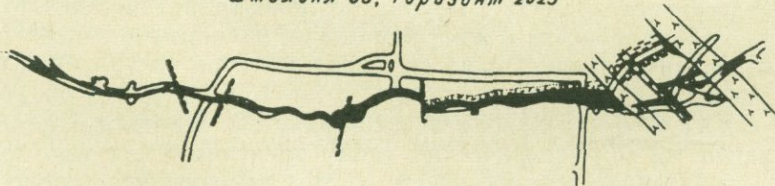


Рис. 8. Морфология кварц-молибденитовых жил. Каджаранское месторождение.

Жильное оруденение имеет также подчиненное значение и в основном развито на нижних горизонтах. Наиболее крупные жилы по протяжению достигают 200—250 м при мощности 1—2 м, в раздувах 8—9 м. По падению прослежены на значительную глубину, более 200 м.

По своим морфологическим особенностям прожилки и жилы выполняют как сколовые нарушения, так и трещины отрыва, впоследствии раскрывшиеся в период рудоотложения. На рис. 8 и фото 9 приводятся



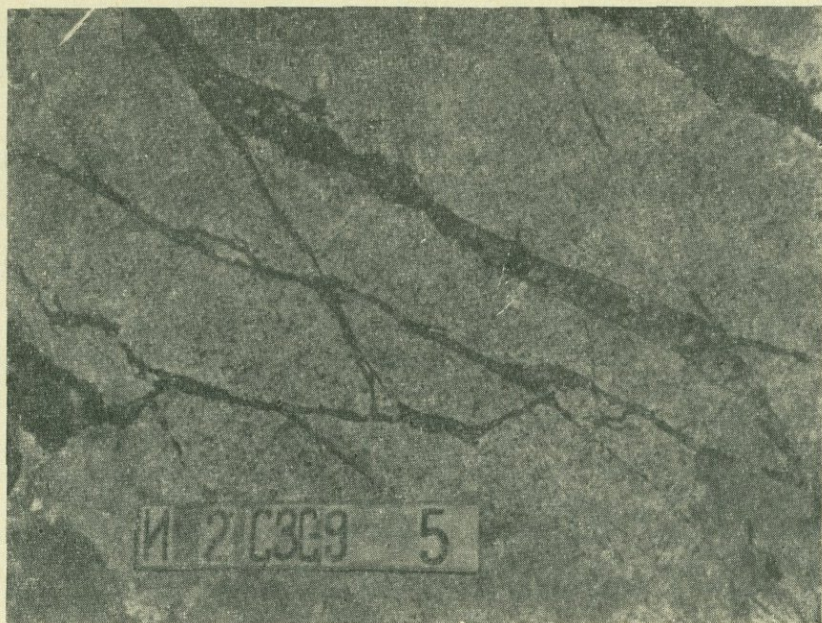


Фото 9. Морфология кварц-сульфидных прожилков Каджаранского месторождения. Наиболее характерные морфологические типы рудонесных прожилков и жил.

Нередко крупные кварц-сульфидные жилы сопровождаются многочисленными апофизами, отходящими от основной материнской жилы; в местах выклинивания жилы нередко расщепляются на ряд ветвей.

В тесной связи со стадиями минерализации проявляется и гидротермальное окolorудное изменение.

Последовательность стадий минерализации и увязанные с ними типы гидротермального изменения представлены на схеме.

| Стадии минерализации             | Типы изменения   | Интенсивность проявления |
|----------------------------------|------------------|--------------------------|
| Кварц-магнетитовая               | Полевощпатизация | —                        |
| Кварц-полевощпатовая             | Полевощпатизация | —                        |
| Кварц-молибденитовая             | Серицитизация    | —                        |
| Кварц-молибденит-халькопиритовая | Серицитизация    | —                        |
| Кварц-халькопиритовая            | Серицитизация    | —                        |
| Кварц-пиритовая                  | Серицитизация    | —                        |
| Кварц-сфалерит-галенитовая       | Серицитизация    | —                        |
| Кварц-карбонатная                | Карбонатизация   | —                        |
| Хальцедоновая                    | Окремнение       | —                        |
| Ангидрит-гипсовая                | Огипсование      | —                        |



## Агаракское медно-молибденовое месторождение

В геологическом строении Агаракского месторождения принимают участие интрузивные породы Мегринского плутона. В районе месторождения проходит контакт между породами двух интрузивных фаз: монцонитами на востоке и граносиенитами на западе.

По контакту между монцонитами и граносиенитами внедрился шток гранодиорит-порфира протяженностью до 700 м и мощностью до 200 м при общем меридиональном простирании. Контакт штока гранодиорит-порфира характеризуется весьма неровным очертанием. В районе месторождения местами сохранились континентальные—песчано-углистые образования, параллелизующиеся с Нор-Аревикскими плиоценовыми отложениями, а также мощные выходы красных брекчий, представляющие собой древние делювиальные отложения. Указанные образования, моложе оруденения и на определенных участках рудного поля, как правило, перекрывают интенсивно измененные оруденелые породы.

На западе рудного поля протягивается Агаракский разлом меридионального простирания с падением на восток  $<60^\circ$ , выраженный зоной дробления, мощностью до 100 м.

Вдоль этой зоны прослеживаются измененные каолинизированные породы.

На востоке рудного поля почти параллельно Агаракскому разлому протягивается Спетринский разлом, который в противоположность первому падает на запад. Спетринский разлом ограничивает месторождение на востоке и, очевидно, представляет собой пострудное нарушение.

На площади месторождения значительным распространением пользуются гидротермально измененные породы, не связанные с разрывными нарушениями и далеко распространяющиеся как на север от месторождения, так и на юг. Оруденение вдоль контакта гранодиорит-порфиров с сиенито-гранитами развито с одинаковой интенсивностью в обеих разностях пород. По мере удаления от западного контакта гранодиорит-порфира интенсивность оруденения убывает.

На востоке оруденение ограничивается Спетринским нарушением, на западе—Агаракским разломом. Таким образом, оруденение заключено в блоке между двумя разрывными нарушениями, падающими навстречу друг другу, и вытянуто в меридиональном направлении до 1 км, обладая средней мощностью 200—250 м. Оруденение разведано на глубину 200—250 м.

В целом оруденелая полоса характеризуется неравномерным распределением рудных компонентов. Вместе с тем отмечается несколько повышенное содержание меди на юге и повышенное содержание молибдена на севере, что обусловлено соответствующим раскрытием трещин синхронно с поступлением меденосных растворов на юге и молибденоносных на севере.

На месторождении проявлена вертикальная зональность, выразившаяся в постепенном убывании содержания меди на глубину с одновременным некоторым повышением содержания молибдена. На фоне относительно равномерного развития оруденения отмечаются локально обогащенные участки, обусловленные резким увеличением интенсивности развития прожилков и вкрапленности.

В целом оруденение Агаракского месторождения является прожилково-вкрапленным. Преобладает вкрапленное оруденение; прожилковое характерно главным образом для молибденита. Медное оруденение в основном представлено вкрапленной минерализацией. Очень редко отмечаются маломощные—20 см—и короткие—35 м—кварцевые жилы с халькопиритом.



Изучение возрастных взаимоотношений между прожилками, представленными различными парагенетическими ассоциациями, позволило установить на Агаракском месторождении 8 стадий минерализации:

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| кварц-магнетитовая   | кварц-халькопиритовая      |
| полевошпатовая       | кварц-пиритовая            |
| кварц-безрудная      | кварц-сфалерит-галенитовая |
| кварц-молибденитовая | кварц-карбонатная          |

Гидротермальное изменение вмещающих пород на месторождении проявилось довольно сложно. Отмечается более раннее гидротермальное изменение, имеющее значительное площадное развитие, представленное окварцеванием и полевошпатизацией, и более позднее окolorудное изменение, синхронное с оруденением, сопровождающее рудные прожилки в виде ореолов и полосы изменения вмещающих пород, непосредственно примыкающих к рудным телам, выраженное в основном в их серицитизации.

Последовательность выделения минералов Агаракского месторождения представлена на схеме (рис. 9).

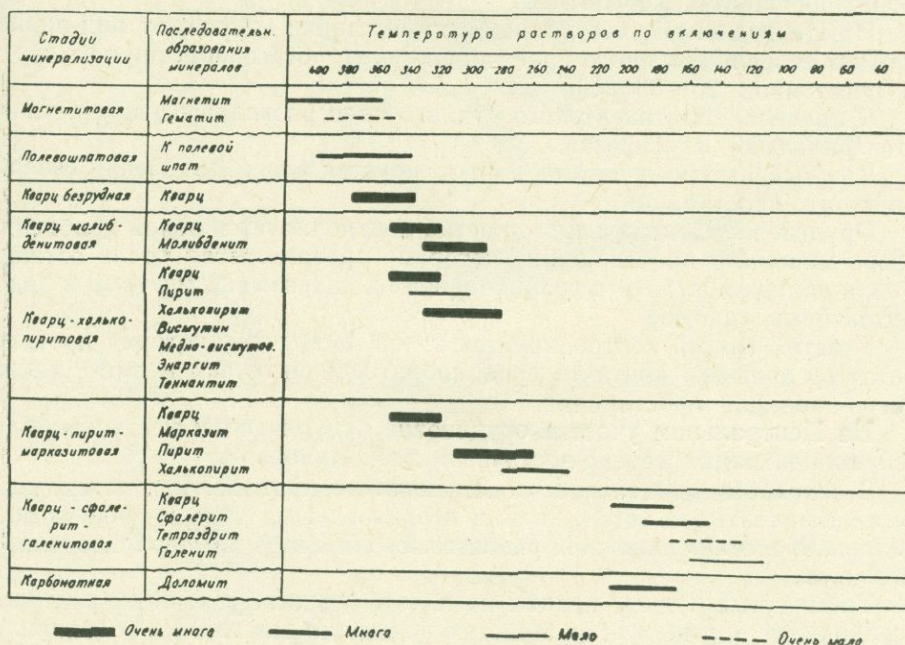


Рис. 9. Схема последовательности выделения минералов на Агаракском месторождении.

### Дастакертское медно-молибденовое месторождение

Дастакертское медно-молибденовое месторождение находится на восточных отрогах Баргушатского хребта. Выходы руды были установлены в ущелье р. Кыз-Кошты—одного из притоков р. Сисиан.

В геологическом строении рудного поля Дастакертского месторождения участвуют в основном нижнеэоценовые порфириды и прорывающие их послесреднеэоценовые гранодиориты и кварцевые диориты.

Гранодиориты образуют два довольно крупных интрузивных купола с зажатым между ними провесом кровли—ороговикованными порфиридами, погруженными на довольно большую глубину.

Провес кровли вытянут в близмеридиональном направлении на протяжении около 2 км и обладает шириной 300—500 м.



Центральный участок рудного поля приурочен к южной части про-  
веса кровли.

Под влиянием гранодиоритовой интрузии порфириты превращены в роговики. Мощность роговигов местами достигает 300—400 м. В поло-  
се ороговикованных пород наблюдается зональное строение. По мере  
приближения к контакту с интрузией изменяется степень метаморфизма  
порфиритов. Четко вырисовывается ряд полос, последовательно изме-  
няющихся с удалением от интрузии: кварц-биотит-полевошпатовые,  
плагноклаз-роговообманково-биотитовые, кварц-биотит-полевошпато-  
вые. Контакт роговигов с гранодиоритами резкий и характеризуется  
извилистыми очертаниями.

Весьма большое значение в геологическом строении месторождения  
имеют жильные породы.

Установлена приуроченность даек, обладающих определенным пет-  
рографическим составом, к определенной же системе разрывных нару-  
шений. Устанавливается следующая последовательность внедрения  
пород: диорит-порфириты, диабазовые порфириты, роговообманковые  
диорит-порфириты, керсантиты.

На Центральном участке диабазовые дайки образуют ряд парал-  
лельных северо-восточного простирания тел, отстоящих друг от друга  
на расстоянии 25—30 м.

В пределах Дастакертского рудного поля разведаны два участка—  
«Центральный» и «Новый».

Каждый из этих участков контролируется зоной дробления северо-  
западного простирания.

Оруденение Центрального участка контролируется зоной дробления  
северо-западного простирания, которая протягивается вдоль останца  
кровли вблизи контакта с гранодиоритами, захватывая местами и эндо-  
контактные участки.

Участок Новый контролируется зоной дробления, которая протяги-  
вается во внешнем контакте гранодиоритовой интрузии и имеет также  
северо-западное простирание.

На Центральном участке оруденение приурочено к месту наиболь-  
шей концентрации северо-восточных даек диабазов.

В основном оруденение локализовано в промежутках между дай-  
ками, не захватывая самих даек, и представлено в виде отдельных обо-  
собленных обогащенных зон, развитых среди слабо минерализованных  
роговигов.

Упомянутые рудные полосы не имеют резко выраженных контуров  
и границы их определяются зачастую только по данным опробования. В  
пределах рудных полос, в свою очередь, отмечаются отдельные участки  
с более высокими содержаниями металлов. На глубину некоторые руд-  
ные полосы в пределах роговигов выдержаны по падению до 120 м, дру-  
гие с глубиной выклиниваются.

В пределах этих рудных полос выделяются как медные, так и мед-  
но-молибденовые руды, при этом эти руды представляют собой продукты  
различных стадий минерализации.

На Центральном участке выделены четыре рудные полосы, четко  
обособленные в пространстве и отделенные друг от друга неминерали-  
зованными участками.

Отличительной особенностью структуры Дастакертского месторож-  
дения является то, что отдельные стадии рудного процесса локализованы  
в структурах различного генетического типа (трещины разрыва и тре-  
щины скола) и в соответствии с этим для различных стадий минерали-  
зации характерны свои, присущие им морфологические особенности руд-



ных тел. Так, например, одна из наиболее ранних стадий минерализации—кварц-полевошпатово-халькопиритовая—развилась вдоль трещин отрыва. Первая медно-молибденовая стадия исключительно приурочена к крупным сколовым нарушениям близширотного, северо-западного простирания. Вторая медно-молибденовая стадия локализована в трещинах отрыва, оперяющих сравнительно крупное сбросовое нарушение. Кварц-пиритовая и кварц-сфалерит-галенитовая стадии минерализации локализованы в сравнительно мелких сколовых нарушениях, ориентированных в северо-западном направлении.

Таким образом, по морфологическому типу оруденение Дастакертского месторождения весьма сложно и обусловлено специфическими условиями дробления вмещающих пород, их физико-механическими свойствами и строением разрывных нарушений, локализирующих оруденение различных стадий.

На Дастакертском месторождении выделяются следующие формы нахождения оруденения (рис. 10, 11, 12, 13, 14):

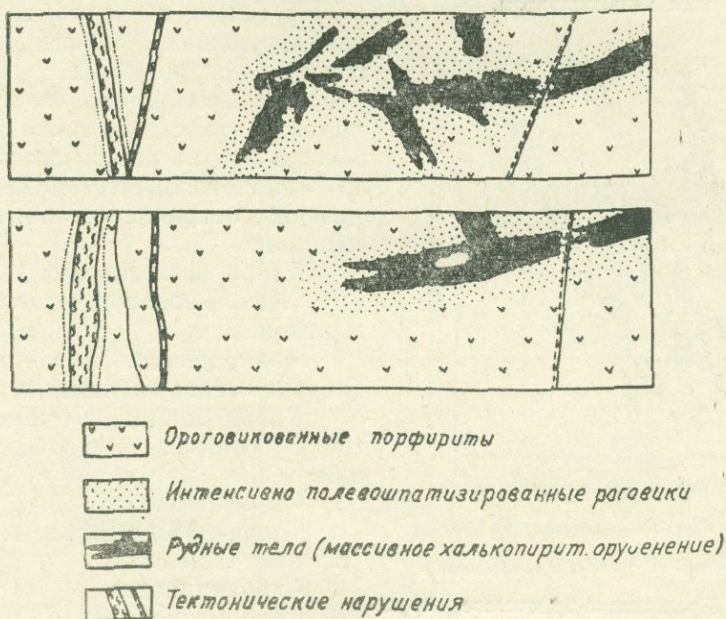


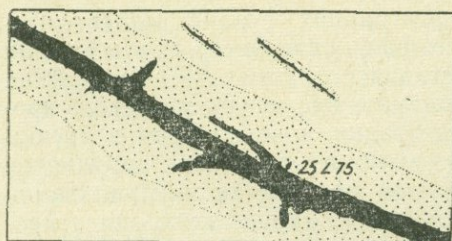
Рис. 10. Гнездообразные формы рудных тел Дастакертского месторождения, сложенные массивным халькопиритом.

Прожилково-брекчиевая  
Жилоподобная, гнездообразная  
Прожилково-вкрапленная  
Брекчиевидная

Больше всего развиты прожилково-брекчиевая и брекчиевидная формы проявления оруденения.

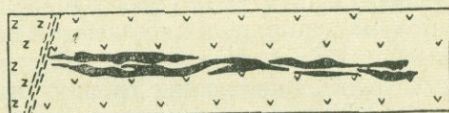
Остальные морфологические типы оруденения менее распространены. Первые три формы проявления оруденения развились вдоль разрывных нарушений и образованы благодаря дроблению и раскрытию полостей. Брекчиевидное оруденение приурочено к крупным сколовым нарушениям, где в участках максимальной мощности рудных тел развились именно такие руды.





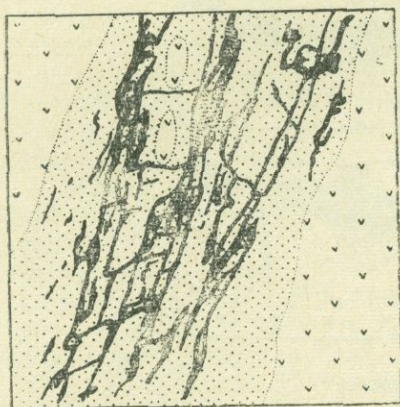
- Жильное оруденение
- Интенсивно окварцованные роговики с вкрапленным медным оруденением

Рис. 11. Жилоподобные тела Дастакертского месторождения, сложенные массивным халькопиритом,



- Ороговикованные
- Дайка диабазового порфирита
- Зона дробления
- Рудное тело

Рис. 12.



- Ороговикованные порфириды
- Интенсивно окварцован. роговики
- Пржилки с медным оруденением

Рис. 13. Пржилково-брекчиевое оруденение.

На основе изучения возрастных взаимоотношений разрывных нарушений, локализирующих различные парагенетические ассоциации минералов, а также на основе изучения текстур руд на Дастакертском медно-молибденовом месторождении выделены следующие стадии минерализации:

Кварц-магнетитовая

Кварц-полевошпатово-халькопиритовая

Молибденит-халькопиритовая (первая медно-молибденовая)

Кварц-молибденит-халькопиритовая (вторая медно-молибденовая)

Кварц-пиритовая

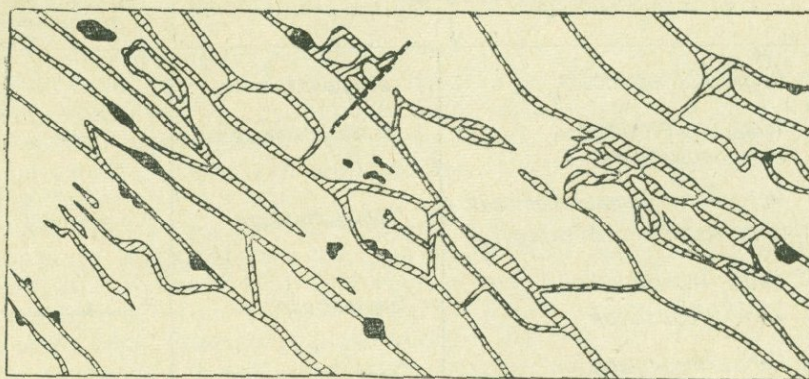
Кварц-сфалерит-галенитовая (полиметаллическая)

Алабандиновая

Карбонатная

На Дастакертском месторождении так же, как и на Каджаранском, выявляется растянутость процесса минерализации, т. е. многократное проявление основных рудных минералов во многих стадиях минерализации, что свидетельствует о длительном поступлении основных компонентов  $Mo$  и  $Cu$  в зону рудоотложения. Относительное распространение основных рудных минералов в различные стадии представлено на схеме (рис. 15).





- Интенсивно-серицитизированные гранодиориты  
 Кварц-молибденитовые прожилки  
 Гнездообразные выделения халькопирита

Рис. 14. Прожилковое оруденение II кварц-молибденит-халькопиритовой стадии.

| Стадии<br>минерализации                 | М и н е р а л ы     |            |             |       |       |          |                       |                         |                         |
|-----------------------------------------|---------------------|------------|-------------|-------|-------|----------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                         | Магнетит<br>гематит | Молибденит | Халькопирит | Пирит | Барит | Висмутин | Медно-висму-<br>товые | Энigmat<br>и<br>лючанит | Теннантит<br>тэтраэдрит |
| Кварц-магнетитовая                      | —                   | ·          |             |       |       |          |                       |                         |                         |
| Полевешпат-кварц-<br>халькопиритовая    | —                   | —          | —           | —     | —     | —        | —                     | —                       | —                       |
| I Кварц-молибденит-<br>халькопиритовая  |                     | —          | —           | —     | —     | —        | —                     | —                       | —                       |
| II Кварц-молибденит-<br>халькопиритовая |                     | —          | —           | —     | —     | —        | —                     | —                       | —                       |
| Кварц-пиритовая                         |                     | —          | —           | —     |       | —        | —                     |                         | —                       |
| Кварц-сфалерит-<br>галенитовая          |                     |            | —           | —     |       |          |                       |                         | —                       |
| Алабандиновая                           |                     |            |             | —     |       |          |                       |                         | —                       |
| Карболатная                             |                     |            |             |       |       |          |                       |                         |                         |

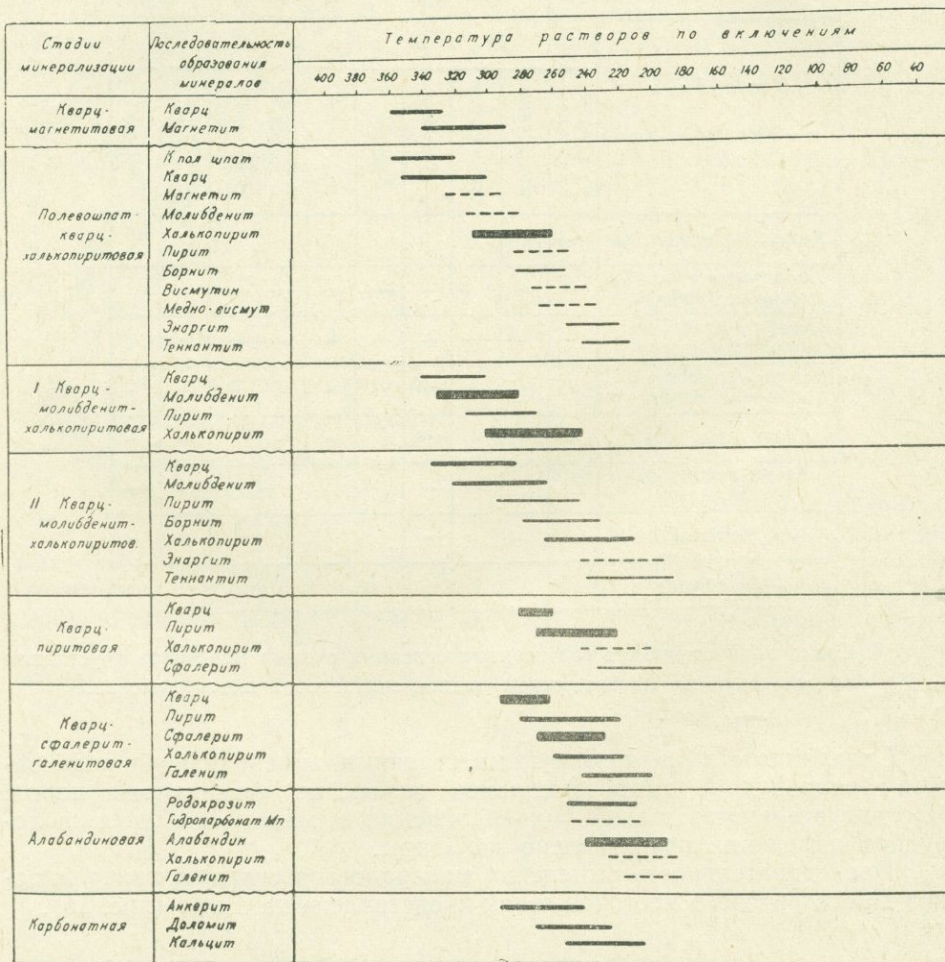
Рис. 15. Схема количественного соотношения основных рудных минералов по стадиям минерализации на Дастакертском медно-молибденовом месторождении.

Синхронно с вышеупомянутыми стадиями минерализации развивается и окolorудное гидротермальное изменение вмещающих пород. Последовательность стадий минерализации и увязанное с ними окolorудное изменение представлено на схеме.

Последовательность выделения минералов по стадиям минерализации Дастакертского месторождения представлена на схеме (рис. 16).



| Стадии минерализации                                    | Характер изменения | Интенсивность проявления |
|---------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Кварц-магнетитовая                                      | не проявляется     |                          |
| Кварц-полевошпат-халькопиритовая                        | полевошпатизация   | —                        |
| Молибденит-халькопиритовая<br>(I-ая медно-молибденовая) | серицитизация      | —                        |
| Кварц-молибденит-халькопиритовая                        | серицитизация      | —                        |
| Кварц-пиритовая                                         | серицитизация      | —                        |
| Кварц-сфалерит-галенитовая                              | серицитизация      | —                        |
| Алабандиновая                                           | не проявляется     |                          |
| Карбонатная                                             | карбонатизация     | —                        |



Очень много
  Много
  Мало
  Очень мало

Рис. 16. Схема последовательности минералообразования на Дастакертском медно-молибденовом месторождении.



## Личкская группа месторождений

В Личкскую группу месторождений объединены Джиндаринское месторождение, участки Алагюней, Шор-джур, Мегригетский. Указанные месторождения и рудопоявления объединяются в два участка: Джиндара-Алагюнейский и Шор-джур-Мегригетский. Для них характерна общность геологической обстановки, сходный минеральный состав и морфология рудных тел.

Джиндара-Алагюнейский участок приурочен к полосе эндоконтакта интрузивного массива порфировидных гранодиоритов с монцонитами. Контакт этот характеризуется извилистым очертанием и заливообразными выступами. В местах таких заливообразных выступов породы представлены гранодиорит-порфирами. Постепенно с удалением от контакта структура основной массы переходит в равномерно-крупнозернистую и порода приобретает облик порфировидных гранодиоритов. Исследование керна скважин также показало изменение структуры основной массы гранодиорит-порфиров и постепенный переход их в порфировидные гранодиориты с глубиной.

Породы монцонитовой интрузии характеризуются значительным разнообразием состава и образуют переходы друг в друга. Среди монцонитов выделяются монцониты, кварцевые монцониты, кварцевые диориты, кварцевые габбро-диориты.

Жильные породы развиты слабо и представлены диорит-порфирами, лампрофирами (спессартиты, керсантиты), а также аплитами и пегматитами.

На некотором удалении от контакта в породах, слагающих монцонитовый интрузивный массив, проходит полоса интенсивно гидротермально измененных пород—вторичные кварциты,—совпадающая с зоной дробления Дебаклинского разлома.

На площади участков месторождения широко развиты разрывные нарушения в основном северо-западного простирания, которые образуют две обособленные параллельные зоны. Одна из них протягивается в восточной части участка и приурочена к контакту порфировидных гранодиоритов с монцонитами, другая протягивается вдоль западного фланга месторождения.

Шор-джур-Мегригетский участок находится среди порфировидных гранодиоритов и представлен серией кварцевых жил, несущих медно-молибденовую минерализацию. Жилы имеют близширотное северо-восточное простирание, прослеженное горными выработками на 40—50 м.

На Джиндаринском месторождении минерализация развивалась в зоне эндоконтакта гранодиорит-порфиров и в основном представлена прожилково-вкрапленными рудами. Они образуют вытянутые зоны и полосы, ориентированные в северо-восточном направлении, включающие серии переплетающихся рудных прожилков (рис. 17). Эти прожилки в основном ориентированы параллельно вытянутости минерализованных зон.

На месторождении отмечается общее падение интенсивности оруденения с запада на восток.

В пределах восточного контакта массивов гранодиорит-порфиров и монцонитов, вдоль всей полосы контакта, наблюдается увеличение содержания молибдена за счет преимущественного проявления кварц-молибденитовой стадии минерализации.

В целом в пределах Личкской группы месторождений проявлены следующие стадии минерализации:



Магнетит-биотитовая  
 Кварц-халькопирит-борнитовая  
 Кварц-молибденитовая  
 Кварц-молибденит-халькопиритовая

Кварц-пиритовая  
 Кварц-сфалерит-галенитовая  
 Кварц-карбонатная  
 Халцедоновая  
 Ангидрит-гипсовая

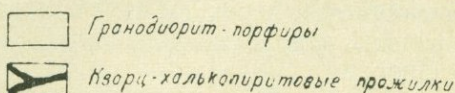
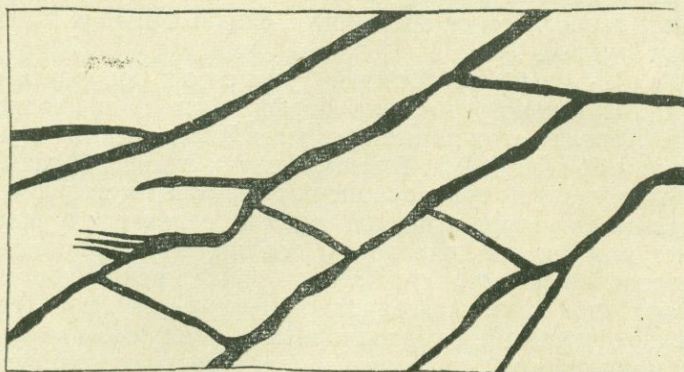


Рис. 17. Морфологические особенности рудных прожилков на Джиндаринском месторождении.

Околорудное изменение вмещающих пород на Джиндаринском месторождении выражено достаточно интенсивно. Причем каждая стадия минерализации сопровождается присущими ей изменениями.

На нижеприведенной схеме показан состав гидротермально измененных вмещающих пород и интенсивность проявления изменений в каждую стадию минерализации.

| Стадии минерализации             | Тип изменения                | Интенсивность проявления |
|----------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Магнетит-биотитовая              | биотитизация                 | —                        |
| Кварц-халькопирит-борнитовая     | окварцевание с хлоритизацией | ————                     |
| Кварц-молибденитовая             | хлоритизация                 | —                        |
| Кварц-молибденит-халькопиритовая | серицитизация                | ————                     |
| Кварц-пиритовая                  | серицитизация                | ————                     |
| Кварц-сфалерит-галенитовая       | серицитизация                | ———                      |
| Кварц-карбонатная                | карбонатизация               | ———                      |
| Халцедоновая                     | не проявляется               |                          |
| Ангидрит-гипсовая                | огипсование                  | ———                      |

Схема последовательности выделения минералов на Личкской группе месторождений представлена на рис. 18.



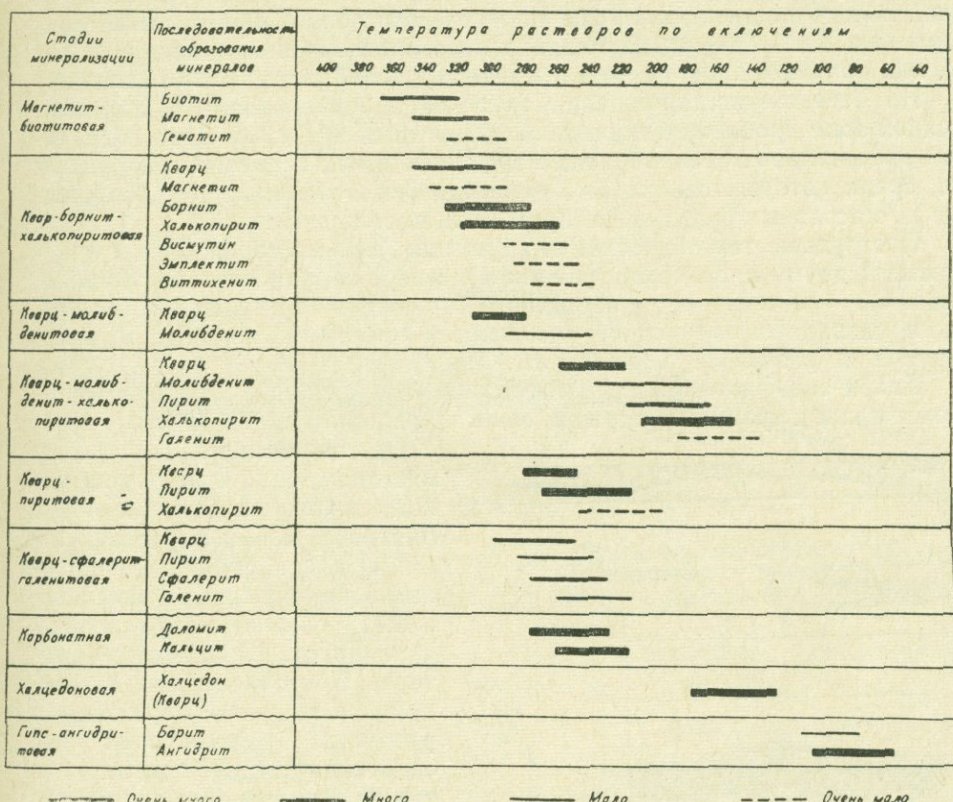


Рис. 18. Схема последовательности минералообразования Личкской группы месторождений.

### Айгедзорская группа месторождений

В Айгедзорскую группу месторождений входят три самостоятельных участка—Айгедзор, Личквас и Тей с характерным для каждого из них оруденением. На Айгедзорском участке развито монометальное молибденовое оруденение, на Личквасском и Тейском—золото-полиметаллическое и медное.

В геологическом строении упомянутых месторождений принимают участие интрузивные породы Мегринского плутона.

Непосредственно на месторождениях обнажаются гранодиориты, представляющие дифференциаты монзонитовой фазы, а также и более древние породы габбрового состава.

В районе рудного поля отмечаются интенсивно ороговикованные останцы порфиров нижнеэоценовой вулканогенной толщи, превращенные в роговики.

Среди дайковых пород развиты ранние аплит-пегматиты, а также диорит-порфиры, диабазовые порфиры и лампрофиры. На западе рудного поля на участке Личквас протягивается мощная зона дробления Дебаклинского разлома, представленная интенсивно перемятыми и рассланцованными породами мощностью до 15 м. Зона дробления имеет северо-западное простирание с падением на СВ.

Оруденение на Айгедзорской группе месторождений в основном типично жильное, на Тейском месторождении, помимо жил, отмечаются зоны дробления, мощность которых достигает 10 м.



На Айгедзорском молибденовом месторождении жилы приурочены к узкой полосе мощностью до 200 м, северо-восточного простирания с падением на ЮВ  $\angle 70-75^\circ$ . В общей полосе прослеженные кварцевые жилы, как правило, параллельны и имеют кулисообразное расположение.

На Тейском месторождении оруденение локализовано в довольно мощной зоне дробления, достигающей местами 10—12 м. Здесь отмечается значительное разнообразие морфологических особенностей рудных тел, среди которых необходимо отметить: жилообразные тела, сложенные из массивных руд, гнезда, прожилки, вкрапленность.

Пострудные тектонические нарушения на месторождениях представлены двумя системами трещин: 1) северо-западного простирания, с пад. СВ  $\angle 70^\circ$  и 2) северо-восточного простирания с падением на ЮВ. Вдоль указанных нарушений отмечаются смещения жил. Пострудные нарушения развились и вдоль зальбандов жил.

Кварц-сульфидные жилы Айгедзорской группы месторождений приурочены как к трещинам отрыва, так и к трещинам скола (рис. 19, 20).

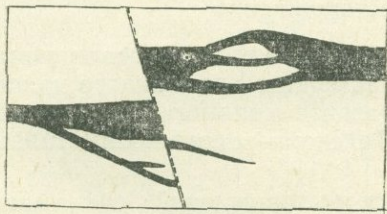
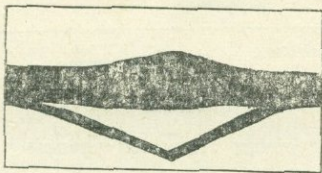


Рис. 19. Морфологические особенности кварц-молибденитовых жил Айгедзорского месторождения.

На собственно Айгедзорском месторождении кварц-сульфидные жилы характеризуются плитообразными формами, четкими контактами с вмещающими породами. Оба контакта жилы обычно параллельны друг другу. Для жил характерны многочисленные ответвления и апофизы, пережимы и раздувы, зигзагообразные очертания линий контакта, а также нормальное выклинивание и наличие перемычек между кулисообразно расположенными жилами.

Эти морфологические особенности кварцевых жил свидетельствуют о разрывной природе трещин, локализуемых кварц-сульфидные жилы, что подтверждается отсутствием смещения даек при пересечении их рудными жилами.

На Личкваском золото-полиметаллическом месторождении кварц-сульфидные жилы хотя и имеют северо-восточное

простирание, но локализованы в трещинах скола, характеризующихся сравнительной прямолинейностью и, самое главное, наличием продуктов дробления в зальбанде жил, подвергшихся интенсивной гидротермальной переработке (серицитизации) в период ее рудной минерализации.

Формирование Айгедзорской группы месторождений происходило при неоднократной пульсирующей деятельности магматического очага на фоне многократно развивающейся трещиноватости.

Изучение возрастных взаимоотношений различных парагенетических ассоциаций, а также текстурно-структурных особенностей руд на Айгедзорской группе месторождений позволило выделить следующие стадии минерализации: кварц-молибденит-халькопиритовую, кварц-



халькопиритовую, кварц-пиритовую, кварц-сфалерит-галенитовую, кварц-арсенопиритовую, карбонатную и гипсовую.

В целом намечается пространственное обособление указанных стадий минерализации. Так, например, на Айгедзорском месторождении преимущественно развита кварц-молибденит-халькопиритовая стадия, на Личкваском — кварц-пиритовая и кварц-сфалерит-галенитовая, на Тейском — кварц-пиритовая, кварц-халькопиритовая, кварц-сфалерит-галенитовая и кварц-арсенопиритовая.

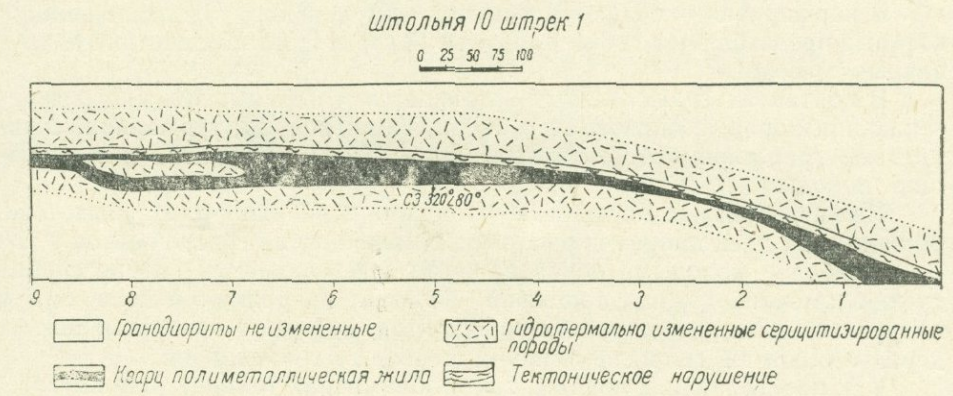


Рис. 20. Морфологические особенности кварц-полиметаллических жил Личкваского участка.

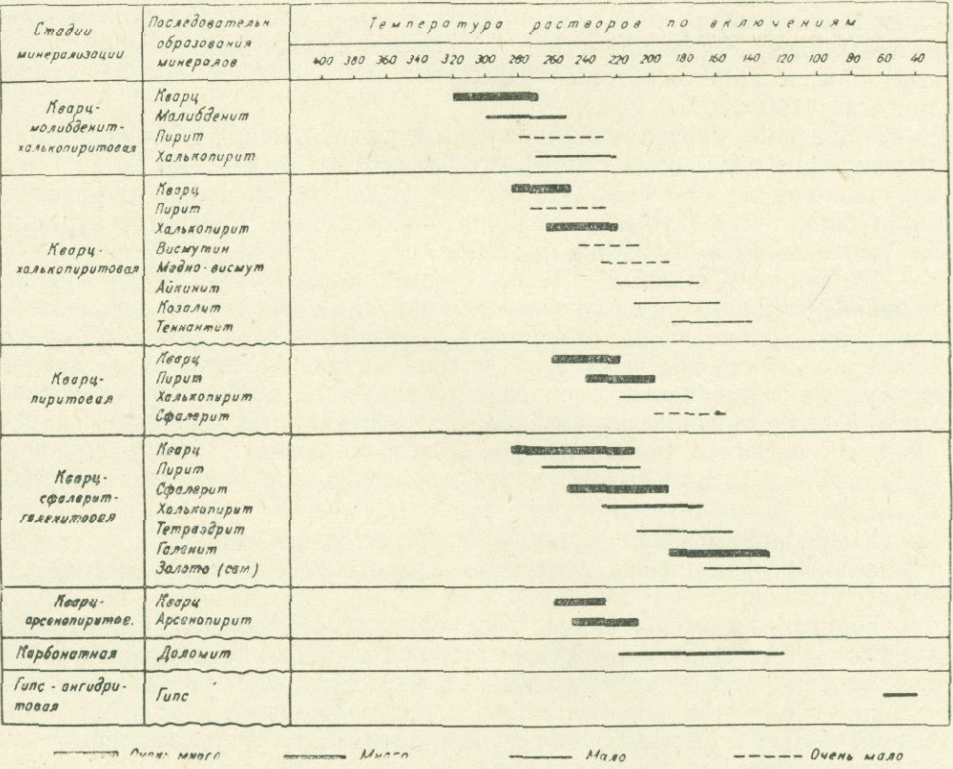


Рис. 21. Схема последовательности минералообразования Айгедзорской группы месторождений.



## Аравусское (Мазмазакское) медно-мышьяковское реальгар-аурипигментовое месторождение

Аравусское (Мазмазакское) медно-мышьяковское (реальгар-аурипигментовое) месторождение расположено в 4,5 км к северо-западу от с. Аравус, в ущелье р. Мазмазак. В районе месторождения распространены нижнеэоценовые пироксеновые порфириды, которые прорваны гранитоидными интрузиями (кварцевые диориты, гранодиориты, граниты).

В порфиридах отмечаются участки интенсивного ороговикования, которые представляют собой продукты контактового воздействия интрузивных массивов.

В контактах гранитоидных интрузий отмечается интенсивная грейзенизация пород, выраженная в образовании кварца, турмалина, серицитовых грейзенов, которые затрагивают как интрузии, так и вмещающие породы.

Нижнеэоценовые порфириды прорваны серией параллельных северо-западных даек диорит-порфиров с падением на северо-восток  $< 75^\circ$ .

Наиболее молодыми образованиями здесь являются ингрессивная туфообломочная толща, которая залегает на размытой поверхности интрузивов и нижнеэоценовых порфиров, которые одновременно содержат обломки гидротермально-измененных гранитоидов.

Как подстилающие породы, так и обломочная толща вдоль крупных тектонических трещин, пересекающих их, превращена во вторичные кварциты.

Рудные тела здесь располагаются в контакте диорит-порфировых даек с вмещающими породами и локализованы в зонах дробления вследствие тектонических подвижек, приуроченных к контакту диорит-порфировых даек. Морфологически рудные тела представляют собой жильные зоны, мощность которых варьирует от 1 до 20 м, протяженность достигает 150 м.

В пределах указанных жильных зон выделяются небольшие жилы и прожилки различного минерального состава от 1—2—5 см до 1 м и протяжением до 20—30 м. По составу выделяются кварц-пиритовые, пирит-борнит-энаргитовые, сфалерит-галенитовые, реальгар-аурипигментовые жилы и прожилки (рис. 22).

Содержание главных полезных компонентов: меди, цинка, свинца, мышьяка варьирует в значительных пределах и зависит в основном от главных рудообразующих минералов—энаргита, борнита, халькопирита, сфалерита, галенита, реальгара, аурипигмента. Помимо этих главных минералов, в рудах месторождения установлены также второстепенные минералы, не имеющие значительного развития. К последним относятся: люцит, аргентит, теннантит, фаматинит, антимонит, идаит, бурнонит, буланжерит. Из вторичных минералов необходимо отметить борнит, халькозин, ковеллин, малахит, азурит.

Вмещающие породы рудных зон подвержены интенсивному гидротермальному изменению, представленному в основном серицитизацией и каолинизацией.

На основе изучения возрастных взаимоотношений между прожилками и жилами различного состава, а также изучения текстурно-структурных особенностей руд на Аравусском месторождении установлены следующие стадии минерализации в последовательности: кварц-пиритовая, борнит-халькопиритовая, энаргит-теннантитовая, кварц-сфалерит-галенитовая, кварц-реальгар-аурипигментовая, карбонатная.



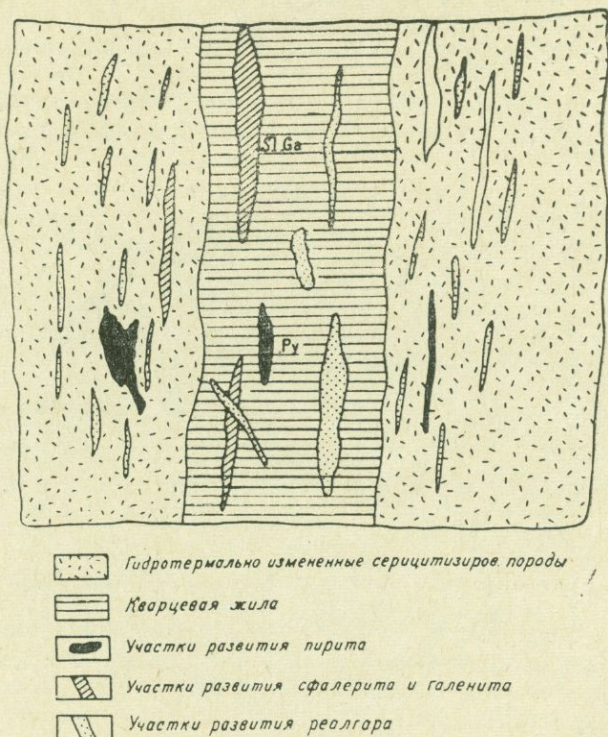


Рис. 22. Строение рудных тел Мазмазакского медно-мышьякового, реалгар-аурипигментового месторождения.

## Б. ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Все многообразие текстурных и структурных особенностей руд гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района обусловлено, с одной стороны, многостадийностью минералообразования, при котором происходит неоднократное наложение продуктов гидротермальной деятельности одной стадии на продукты другой, ранее образованной стадии, с другой стороны, разнообразием условий рудообразования в пределах одной и той же стадии, где наряду с заполнением полостей широко развиты процессы метасоматоза.

Последующий метаморфизм руд в зонах активных тектонических движений приводит к перегруппировке и перераспределению рудного вещества. Вследствие этого руды приобретают специфическое строение.

Наконец, окисление и выветривание руд атмосферными агентами создают своеобразные текстуры и структуры, характерные для руд зоны окисления.

Все характерные текстуры руд гидротермальных месторождений по своим генетическим условиям образования подразделяются на:

- текстуры, обусловленные заполнением открытых полостей;
- текстуры, обусловленные замещением вмещающих пород;
- текстуры, обусловленные разновозрастностью различных минеральных агрегатов и минеральных ассоциаций, т. е. стадийностью рудного процесса, так называемые текстуры наложения;



текстуры, обусловленные метаморфизмом и последующей перегруппировкой рудного вещества;

текстуры, обусловленные окислением и выветриванием гипогенных руд.

Такая классификация текстур руд неизбежно приводит к описанию одних и тех же форм проявления руд, наблюдаемых в различных типах текстур.

Вместе с тем, хотя в этой классификации дается четкое разграничение между текстурами выполнения полостей и текстурами замещения, однако в природе, в период формирования руд нередко оба эти процесса протекают одновременно и подчас трудно бывает решить образовалась ли та или иная текстура в результате замещения, или за счет заполнения полостей. Естественно, такие текстуры, во избежание повторения, рассматриваются только в каком-либо одном типе.

Структурная характеристика руд дается для каждого типа текстур, которая в целом отражает последовательность минералообразования и физико-химические условия рудоотложения в процессе формирования той или иной текстуры, либо режим кристаллизации минералов и минеральных агрегатов.

### **Текстуры руд, обусловленные заполнением открытых полостей**

Подобные текстуры имеют большое развитие почти на всех месторождениях и характеризуются, главным образом, четко выраженными массивными и полосчатыми текстурами и зернистыми структурами, обусловленными кристаллизацией рудного вещества в полостях, хотя иногда отмечаются колломорфные текстуры, что свидетельствует о том, что в процессе рудообразования, хотя и в незначительном масштабе, рудоносные растворы представляли собой коллоиды. Широкое развитие текстур заполнения обусловлено главным образом тем, что в локализации медно-молибденового оруденения важное значение имели полости, развившиеся вдоль трещин.

Неоднократное дробление пород с образованием разносистемных трещин и последующим их раскрытием обеспечивало просачивание растворов вдоль трещин с дальнейшим отложением гидротермального материала в полостях. В процессе дробления и раскрытия трещин возникали полости различной ширины—от капиллярных, волосяных вплоть до значительных, вмещающих жилы мощностью 8—9 м.

Заполнение указанных полостей привело к образованию разнообразных текстур руд, отображающих в определенной степени изменения условий рудообразования в разрывных нарушениях различного масштаба.

Наиболее характерными текстурами руд в этой генетической группе являются: массивная, пятнистая, вкрапленная, полосчатая, крустификационная, друзовая, брекчиевая, кокардовая, текстура пересечения, колломорфная, налетов.

Массивная текстура оказывается широко распространенной среди руд, образованных в результате заполнения пустот и открытых полостей. Развита главным образом в сравнительно мощных кварцевых жилах, в которых значительные участки оказываются сложенными сплошной рудной массой. Такие текстуры весьма характерны для кварц-магнетитовой стадии Каджаранского медно-молибденового месторождения. Здесь отмечаются отдельные, сравнительно мощные кварц-магнетитовые жилы и жилоподобные тела на значительных интервалах,



нацело сложенные массивной магнетитовой рудой. Такое же массивное строение магнетитовой руды намечается и в сравнительно маломощных прожилках, нацело сложенных магнетитом (фото 10).

Массивное сложение рудных тел характерно и для других месторождений, характеризующихся многостадийным рудообразованием, так, например, для руд, сложенных минеральными ассоциациями, возникшими

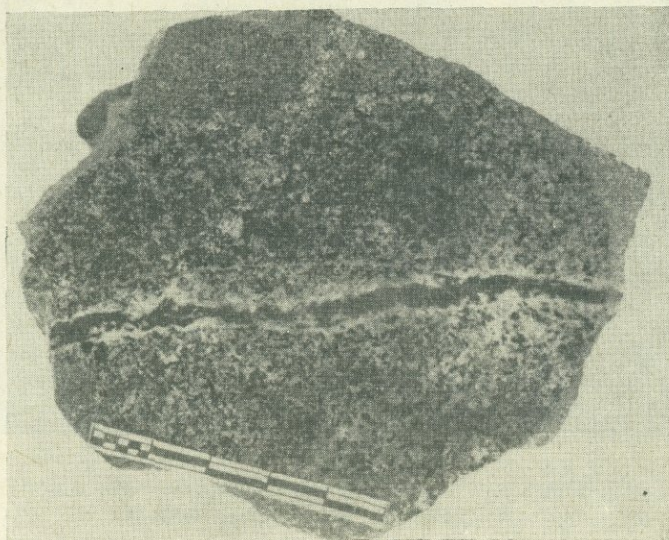


Фото 10. Массивное сложение маломощного магнетитового прожилка.

в кварц-халькопиритовую стадию на Каджаранском, Дастакертском, Агаракском, Тейском месторождениях.

На Дастакертском месторождении отмечаются крупные жилоподобные и гнездообразные тела (рис. 10, 11), сложенные массивным халькопиритом. Массивные текстуры характерны и для борнитовых руд полевошпатовой и кварц-халькопиритовой стадий минерализации Дастакертского месторождения. Иногда крупные гнездообразные тела с резко неправильными очертаниями нацело сложены борнитом. При этом контакты руд с вмещающими породами резкие и не наблюдается явлений их интенсивного замещения. На Каджаранском месторождении довольно часто мощные прожилки—до 10—15 см мощности—сложены нацело халькопиритом (фото 11).

Массивные текстуры характерны также для пиритовых и свинцово-цинковых руд, слагающих жилные тела на ряде месторождений: Каджаран, Личквас, Тей и др. Для всех этих жил типично крупнозернистое строение руд.

Образование массивных текстур в рудах медно-молибденовых месторождений обусловлено интенсивным выпадением рудного вещества в жилах. Последнее доказывается тем, что нередко в таких жилах наблюдаются постепенные переходы массивных текстур руд в другие разновидности текстур.

В жилах кварц-халькопиритового состава отмечаются неоднократные примеры постепенного увеличения концентрации халькопирита по мере уменьшения мощности жил; на участках минимальной мощности рудных тел руды часто сплошь сложены халькопиритом (рис. 23).

Естественно, по мере увеличения концентрации сульфидов в рудных



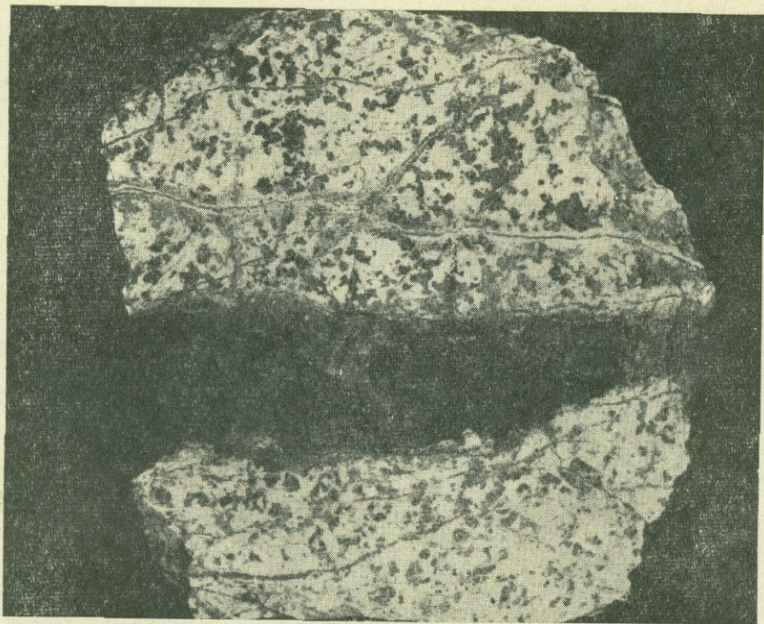


Фото 11. Массивная текстура халькопиритового прожилка. Каджаранское месторождение.  $\frac{3}{4}$  натуральной величины.

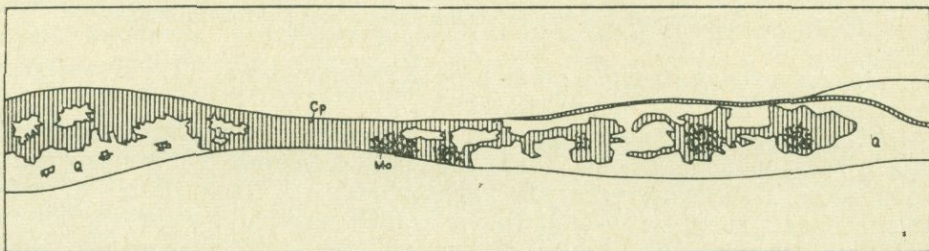


Рис. 23. Переход пятнистой текстуры в массивную в связи с уменьшением мощности кварц-халькопиритовой жилы. Каджаранское месторождение.

жилах соответственно уменьшается количество жильного минерала — кварца. Иногда прожилки и маломощные рудные жилы нацело сложены халькопиритом, пиритом и сфалеритом. По-видимому, при таком массовом выпадении халькопирита, пирита и сфалерита в процессе выполнения полости отсутствовали благоприятные условия для кристаллизации кварца и в этом случае происходило просачивание растворов вдоль разрывных нарушений в верхние горизонты.

Значительные по размерам участки массивных руд образуются в условиях появления крупных полостей, которые заполняются сплошной, сравнительно однородной рудной массой.

Такие полости часто образуются в разрывных нарушениях, изгибающихся по простиранию и падению, что приводит при движении примыкающих к этим разрывам блоков пород к раскрытию определенных участков, выполняющихся рудными минералами.

Массивные текстуры руд характерны и для рудных столбов, возник-



ших в результате экранирования рудоносных растворов тектоническими нарушениями или дорудными дайками.

К числу таких рудных столбов относятся участки массивных халькопиритовых руд, локализующихся в лежащем боку крупной гранодиорит-порфировой дайки. Здесь они залегают в виде рудного скопления мощностью до 5—6 м, вскрытого при эксплуатации и прослеженного на 10 м по падению.

Пятнистая текстура руд является наиболее распространенной в рудах медно-молибденовых месторождений и характерна для минеральных ассоциаций почти всех стадий минерализации. Наиболее широко представлены пятнистые текстуры в сравнительно крупных кварц-сульфидных жилах, мощность которых варьирует от 20—30 см до 8—9 м, в отличие от массивных текстур, широко развитых только в сравнительно маломощных жилах и прожилках.

В минеральных ассоциациях кварц-магнетитовой стадии Каджаранского месторождения пятнистая текстура обусловлена гнездовым и пятнистым выделением магнетита в жильной кварцевой массе (табл. I,1). Магнетит имеет, как правило, неправильные очертания, по форме близкие к изометричной, и он накопился в среднем участке кварцевой жилы. Такая текстура, очевидно, возникла в результате неравномерного выделения магнетита в жильной полости. Магнетит всегда ксеноморфен по отношению к кварцу и цементирует хорошо оформленные его кристаллы. На некоторых участках таких кварцевых жил и сравнительно мощных прожилков кварц обычно имеет гребенчатую текстуру, что свидетельствует о более раннем выделении или кристаллизации кварца по отношению к магнетиту. Почти постоянная цементация, а не дробление гребенчатого кварца свидетельствует о близко одновременном выделении и кристаллизации обоих этих минералов из одного единого раствора, а не последовательном привносе вещества—первоначально кварца, затем магнетита, как это принимается некоторыми исследователями. Наиболее широко и разнообразно проявляется пятнистая текстура в кварц-молибденитовой, кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой стадиях руды месторождений, особенно в жильных телах.

Пятнистая текстура является наиболее распространенной формой проявления молибденита в кварц-молибденитовых жилах Каджарана. Так, например, в мощной кварц-молибденитовой жиле 6 молибденит образует отдельные гнездообразные выделения или пятнистые скопления, неравномерно распределенные во всей жильной массе (рис. 23а), хотя в распределении пятнистых выделений молибденита и не наблюдается определенной закономерности, тем не менее, в целом, в жиле отмечаются обогащенные участки, где этих выделений больше, и участки со слабым развитием выделений молибденита.

Изучение закономерностей поведения Мо и Си в жиле 6 показало, что как Мо, так и Си в жиле распределены не равномерно, а образуют так называемые «бонанцы» с высокими содержаниями Мо и Си, которые чередуются с обедненными участками. Морфологически эти пятнистые выделения молибденита неравномерны, не имеют правильных очертаний и размеров, образуют вытянутые контуры, совпадающие с направлением простиранья жил.

В ряде рудных жил иногда эти пятнистые выделения молибденита вытягиваются в виде цепочек вдоль зальбанда жилы и на некотором удалении от него. Это также свидетельствует, очевидно, о прерывистости процесса выпадения молибденита из растворов. Часто в общей жильной массе кварца наряду с пятнистыми выделениями молибденита отмечаются розетки, хорошо оформившиеся кристаллы молибденита, также вытягивающиеся в виде цепочки вдоль зальбанда жилы. В некоторых



прожилках и жилах отмечаются сферолитоподобные агрегаты молибденита (табл. I (2)), образование которых, очевидно, обусловлено тем, что в жильной массе образуются центры кристаллизации, к которым стягивается все рудное вещество.

Ф. В. Чухров объясняет образование сферолитоподобных агрегатов молибденита вязкостью среды. Однако нам представляется, что образо-



Рис. 23а. Пятнистая текстура в кварц-молибденитовой жиле. Пластинчатые агрегаты молибденита образуют пятнистые скопления в кварцевой жильной массе.

вание сферолитов молибденита в вязкой среде, где весьма затруднена диффузия вещества, почти невозможно. Пятнистые скопления молибденита обычно представлены бессистемным расположением пластинчатого агрегата, нередко крупночешуйчатого, но и часто мелкочешуйчатого и даже криптокристаллического. В последнем случае молибденит распылен в кварце и обуславливает темную окраску последнего (фото 12).

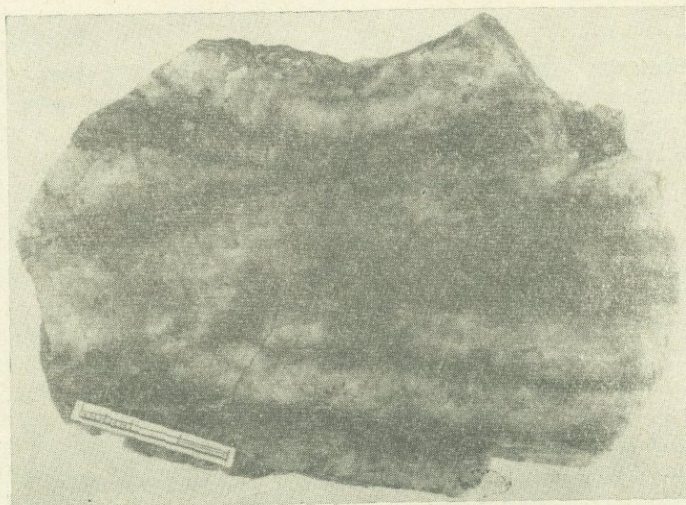


Фото 12. Пятнистые участки темного кварца в светлом. Темная окраска кварца обусловлена распылением скрытокристаллического молибденита. Каджаранское месторождение.



Пятнистая текстура характерна и для рудных тел, сложенных минеральными ассоциациями кварц-халькопиритовой стадии, проявленной на Каджаранском месторождении. Здесь, в сравнительно крупных кварц-халькопиритовых жилах, превышающих 20—30 см, отмечаются гнездовидные выделения халькопирита, которые имеют обычно в поперечнике 15—20 см, приурочены к средним участкам жил, изредка имеют форму линз, вытянутых по простиранию жилы, либо слагают мощные кварц-халькопиритовые прожилки, проникающие во вмещающие породы (фото 13).

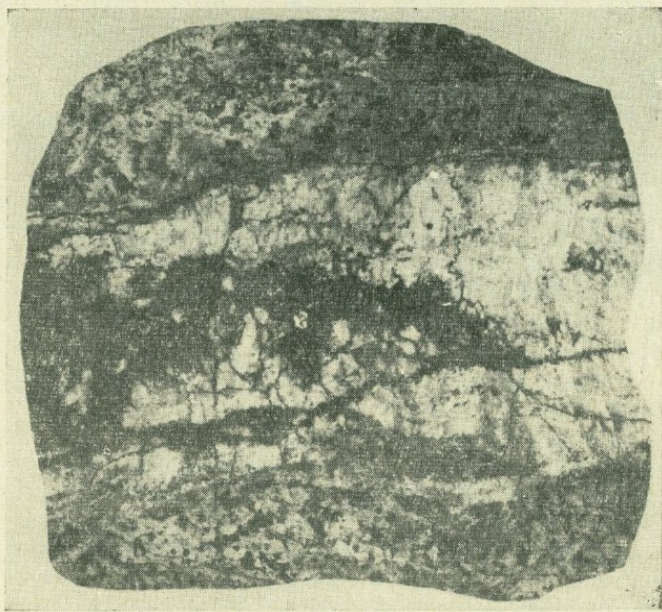


Фото 13. Пятнистая текстура в кварц-халькопиритовой жиле. Выделение халькопирита (темное) приурочено к средней части жилы. Каджаранское месторождение.  
3/4 натуральной величины.

Нередко подобная текстура руд развита локально и постепенно переходит в массивную, иногда же через гнездовую текстуру переходит во вкрапленную. Таким образом, вполне очевидно, что формирование всей гаммы текстур—массивной, пятнистой, мелкогнездовой и, наконец, вкрапленной обусловлено различными количественными соотношениями между жильным минералом—кварцем и рудной массой, в данном случае—халькопиритом, а также порядком кристаллизации кварца и рудного минерала.

Образование участков в пределах одного и того же рудного тела—жилы с различными текстурами свидетельствует о значительной изменчивости условий рудоотложения. Последнее, очевидно, обусловлено либо изменчивостью концентрации рудного компонента, либо снижением химического потенциала растворов.

Как видно, соотношение халькопирита с кварцем всегда таково, что первый из них образует ксеноморфные выделения (фото 13). Он повсеместно заполняет пустоты в жильной массе, изредка цементирует хорошо образованные идиоморфные кристаллы кварца. В местах контакта кварца и халькопирита отмечается гребенчатое строение первого из них, нередко с хорошо ограниченными гранями ромбоэдра. В попереч-



ных срезах такой кварц имеет отчетливые очертания. Необходимо отметить, что нередко в сплошных полях рудного агрегата халькопирита, борнита, сфалерита отмечаются выделения хорошо сформировавшихся кристаллов кварца, которые обычно растут в среде рудного компонента и как бы взвешены в рудной массе. Очевидно раскристаллизация кварца происходила из общей кварцеворудной массы в результате самоочищения рудного минерала.

Сходная пятнистая текстура проявлена также и в рудах кварц-полиметаллических жил Личкваского золоторудного месторождения (табл. 3). Здесь также в массе кварца рудные минералы—сфалерит, галенит и халькопирит—образуют гнездовые скопления и пятнистые выделения, во всех случаях распределены неравномерно по всей мощности жилы. Рудный минерал обычно ксеноморфен по отношению к жильному. В большинстве случаев он приспосабливается к хорошо оформившимся кристаллам кварца. Нередко в поперечном сечении в поле рудного минерала отмечаются идиоморфные гексагональные кристаллы кварца. Границы между рудными минералами, в данном случае—сфалеритом, галенитом и халькопиритом, обычно четкие, прямолинейные, что указывает на выделение их в условиях приспособления к контурам жильного кварца. Нередко наблюдаются также извилистые и изрезанные границы между кварцем и рудными минералами в случае интенсивного разъедания кварца последними. Это указывает на имевшие место химические реакции, протекавшие между рудоносными растворами и кварцем в период отложения поздних рудных минералов.

Вкрапленная текстура в рудных телах, возникших путем выполнения открытых полостей, имеет весьма подчиненное значение и образуется в редких случаях при особых условиях кристаллизации из гидротермальных растворов.

Как было отмечено ранее, вкрапленная текстура зачастую образует совершенно постепенные переходы в пятнистую или гнездовую текстуру, которая в свою очередь переходит нередко в массивную.

Вкрапленная текстура наиболее характерна для сравнительно крупных кварц-сульфидных прожилков и жил, мощность которых обычно превышает 10 см в условиях, когда сравнительно редко образуются массивные сплошные сульфидные руды. Наиболее характерна такая текстура для руд, сложенных минеральными ассоциациями кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой стадий минерализации, проявленных на Каджаранском месторождении.

На фото 14 приведен типичный пример такой вкрапленной текстуры для кварц-халькопиритового прожилка, мощность которого достигает 10 см.

На рисунке отчетливо видно относительно равномерное рассеяние халькопирита по всей жильной массе кварца. Такая текстура в жилах и прожилках, видимо, обусловлена почти одновременной кристаллизацией кварца и халькопирита в процессе заполнения полости.

Вкрапленность рудных минералов нередко распределена в жильной массе резко неравномерно, как это наблюдается на фото 15.

В данном случае пирит, хотя и представлен вкрапленниками в виде хорошо оформившихся кубических кристалликов, тем не менее распределен в жильной массе в виде отдельных гнездообразных скоплений и сгущенных участков вкрапленности.

Нередко отмечается чередование вкрапленной, пятнистой, гнездовой текстур, как это также видно на фото 15. Такие, как бы промежуточные текстуры руд возникают в условиях постепенного перехода между полосчатой и вкрапленной текстурами.





Фото 14. Вкрапленная текстура кварц-халькопиритовой жилы. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

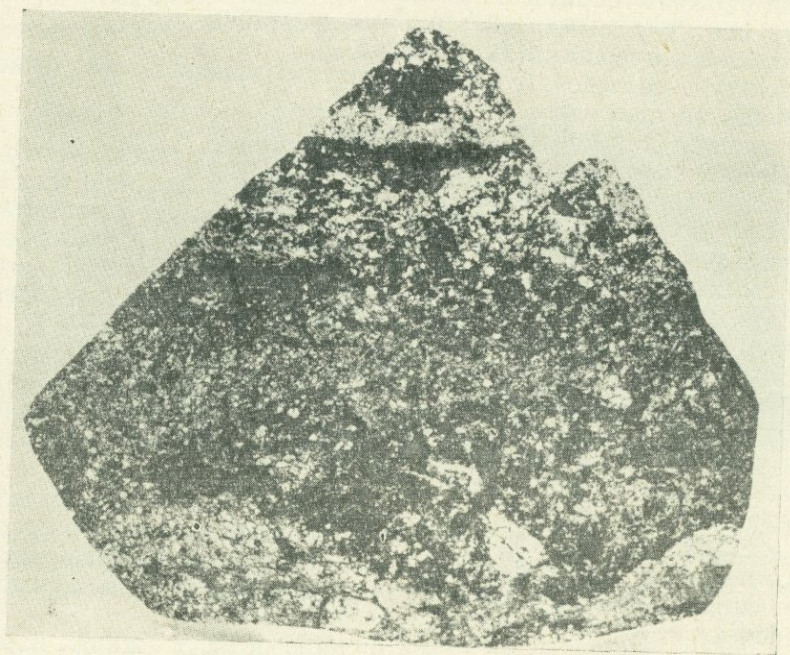


Фото 15. Густовкрапленная текстура, переходящая в гнездово-пятнистую в кварц-пиритовой жиле. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

Из вышеприведенного описания некоторых разновидностей текстур руд и, в частности массивной, пятнистой и вкрапленной, вытекает, что такие текстуры заполнения образуются в условиях изменчивости самого процесса минералообразования. В тех случаях, когда происходит накопление значительного количества рудного вещества и в результате его



интенсивного выпадения образуются, как правило, массивные текстуры, которые по мере уменьшения концентрации в растворе рудного вещества сменяются пятнистыми текстурами. В свою очередь последняя часто замещается вкрапленной текстурой, обусловленной значительным уменьшением концентрации рудного вещества в растворах.

Для выяснения условий формирования описанных текстур большое значение имеет установление возрастных взаимоотношений рудных минералов с жильным кварцем.

В массивных текстурах жильный кварц, как правило, отсутствует. Очевидно, при массовом выпадении рудного вещества условия для кристаллизации жильного кварца оказывались неблагоприятными. В пятнистых текстурах кварц является преобладающим минералом и всегда кристаллизуется в полостях раньше рудного минерала. Во вкрапленных текстурах рудный минерал рассеян в жильном кварце и, очевидно, кристаллизация их происходила совместно.

Полосчатые текстуры имеют широкое развитие в рудах медно-молибденовых месторождений, особенно в рудных телах заполнения. Для указанных текстур характерно разнообразие форм проявления, возникновение которых обусловлено многими причинами. Термин «полосчатая текстура» не отображает всего разнообразия условий рудоотложения. Вот почему нами вводятся новые термины для различных вариантов проявления текстурных рисунков; в группу полосчатых текстур объединены все разновидности, при этом детально описываются и разбираются причины образования каждой разновидности.

В группе полосчатых текстур нами выделены:

- а) собственно полосчатая текстура,
- б) текстура последовательного отложения минерального вещества или «зональная текстура»,
- в) текстура зальбандовых оторочек.

а) **Собственно-полосчатые текстуры руд.** Это те текстуры, которые образуются в процессе заполнения, при котором, в жильной массе выделяются рудные минералы и минеральные агрегаты преимущественно вытянутого очертания, чередующиеся с жильной массой, обусловленные прерывистостью реакции рудоотложений. Указанные текстуры встречаются почти во всех медно-молибденовых месторождениях и присущи почти для всех стадий минерализации.

Для кварц-молибденитовой стадии Каджаранского месторождения такая текстура выражена в образовании нескольких полосок молибденита, чередующегося с кварцем. При этом молибденит обычно образует цепочки розеток, либо отдельных кристаллов, вытянутых параллельно зальбандовой части жилы (фото 16).

Большей частью выделения молибденита, образующие отдельные полосы, не выдержаны по простиранию и нередко исчезают и после некоторого перерыва снова прослеживаются на небольшом расстоянии.

В некоторых жилах и прожилках отмечается несколько рядов таких цепочек.

В сравнительно крупных кварц-молибденитовых жилах наряду с макроскопическими скоплениями молибденита отмечаются и субмикроскопические выделения, обнаруживаемые только под микроскопом и интенсивно окрашивающие кварц в черный цвет. Окрашенный темный кварц в сочетании с выделениями молибденита образует четко выраженную полосчатую текстуру (фото 17), которая возникает в результате последовательного выпадения молибденита, образующего отдельные цепочкообразные выделения в процессе заполнения полости.





Фото 16. Полосчатое строение кварц-молибденитовой жилы. Молибденит образует чешечки, расположенные параллельно зальбандам жилы. Каджаранское месторождение. Фото забоя.



Фото 17. Полосчатая текстура в кварц-молибденитовой жиле. Неправильные прожилкообразные выделения молибденита в кварце в сочетании с вытянутыми контурами темного кварца обуславливают полосчатость в жиле. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.

Более широкое развитие полосчатой текстуры отмечается в рудных телах, сложенных минеральными ассоциациями других стадий минерализации, таких как кварц-халькопиритовой, кварц-пиритовой, кварц-сфалерит-галенитовой.

В кварц-халькопиритовой стадии полосчатая текстура обусловлена своеобразным расположением халькопирита в жильной массе кварца. На фото 18 халькопирит образует отдельные полосы, расположенные на некотором расстоянии от зальбанд кварцевой жилы, мощность которой



достигает 10 см. Выделения халькопирита обычно выдержаны и прослеживаются по простирацию жилы.

Такие текстуры являются следствием выпадения халькопирита, пирита в определенные периоды заполнения жилы.

Аналогичная симметрично-полосчатая текстура характерна и для кварц-пиритовых жил сравнительно небольшой мощности, достигающих 20—30 см. На фото 19 представлен пример такой полосчатой текстуры



Фото 18. Полосчатая текстура кварц-халькопиритовой жилы. Выделения халькопирита образуют симметричные полосы, отстоящие на приблизительно равном удалении от зальбанд, что соответствует примерно периоду выпадения халькопирита в момент заполнения жилы. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

кварц-пиритовой жилы из Личкваского золото-полиметаллического месторождения. Пирит образует отдельные крупные выделения кристаллического агрегата кубического габитуса и небольшие скопления, приуроченные непосредственно к зальбандам жилы, тогда как средняя часть жилы лишена выделений пирита.

Наряду с такой симметрично-полосчатой текстурой, имеющей сравнительно широкое развитие в кварц-халькопиритовых рудах, иногда в кварц-халькопиритовой жиле отмечается ряд полос халькопирита в жильной кварцевой массе, отстоящих одна от другой примерно на равном расстоянии (рис. 24). При этом характерно то, что мощность халькопиритовых полос по мере удаления от лежащего зальбанда к висячему уменьшается и непосредственно у висячего бока жилы отмечаются лишь весьма небольшие разрозненные выделения халькопирита, подчеркивающие элементы залегания контакта.

Подобное явление наблюдалось автором также в кварц-молибденитовой и в кварц-пиритовой жилах. Так, например, на Айгедзорском месторождении (фото 20) в довольно пологой кварц-молибденитовой жиле мощностью 10—15 см в лежащем зальбанде, на расстоянии 1,5—2 см от контакта отмечается выделение чешуек и розеток молибденита,





Фото 19. Полосчатая текстура кварц-пиритовой жилы. Пирит образует симметричные зоны, параллельные зальбандам жилы. Месторождение Личкваз.  
1/2 натуральной величины.

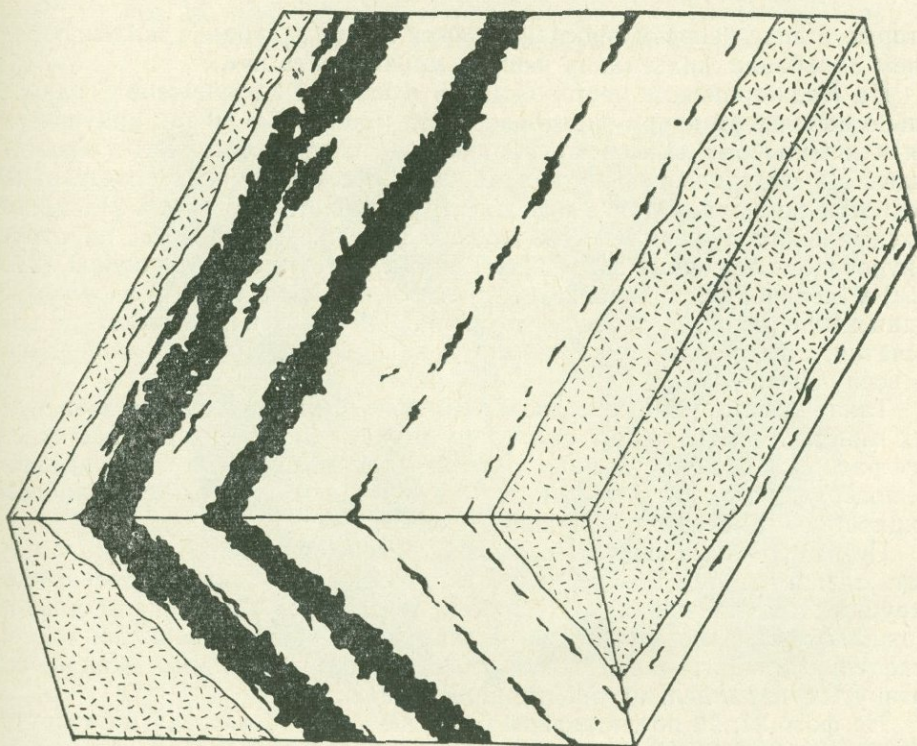


Рис. 24. Ассиметрично-полосчатое строение кварц-халькопиритовой жилы. Каджаранское месторождение. Зарисовка образца. Натуральная величина.



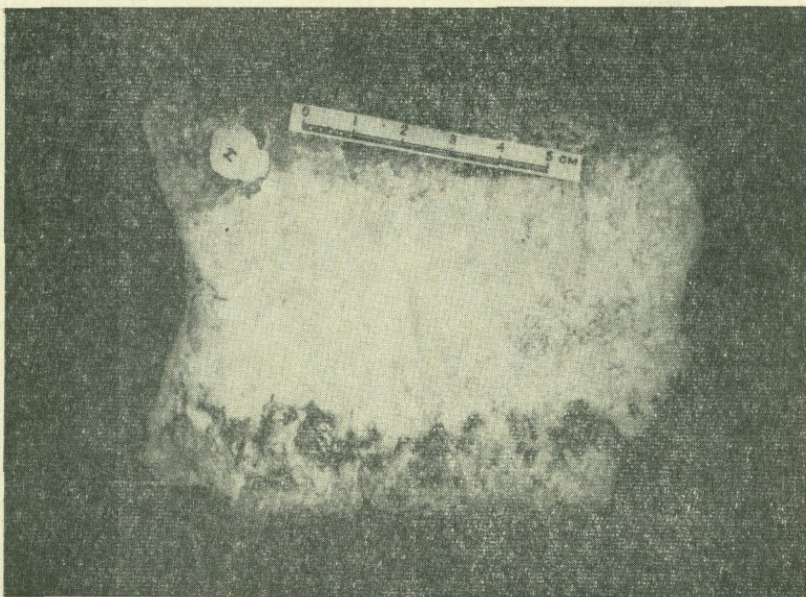


Фото 20. Ассиметрично-полосчатая текстура кварц-молибденитовой жилы. Молибденит образует чешуйчатые выделения в лежащем зальбанде жилы. Айгедзорское месторождение. 3/4 натуральной величины.

которые в виде цепочки прослеживаются вдоль зальбанда жилы. В ви́сячем зальбанде жилы таких чешуек молибденита нет.

На Каджаранском месторождении в шт. 101 прослежена сравнительно небольшая кварц-пиритовая жила мощностью 50 см, приуроченная к небольшому сколовому нарушению северо-восточного прости́рания. На определенном интервале отмечается постепенное затухание мощности жилы, которая в пережиге уменьшается до 15 см. На месте максимального сужения жилы оруденение, представленное пиритом, приурочено к лежащему зальбанду и проявляется в виде сплошной (2—5 см) массивной руды (рис. 25), в то время как ви́сячий зальбанд лишен рудных минералов. Интересно, что в мощной части жилы текстура полосчатая, с примерно равномерным распределением рудных минералов по всей жиле.

Такие асимметричные полосчатые текстуры с приуроченностью рудных минералов к лежащему зальбанду можно объяснить либо постепенным раскрытием полости, либо влиянием гравитации, что более вероятно, поскольку в одной и той же жиле в отдельных участках с различной мощностью намечается различие текстур.

Помимо таких полосчатых текстур, развитых в жилах, где полосчатость зависит от положения контакта, отмечается также полосчатость в крупных и мощных жилах. В данном случае она обусловлена мощными прожилкообразными выделениями пирита в кварцевой жильной массе, выделениями пирита в виде цепочек кристаллов и отдельных скоплений, вытянутых параллельно прости́ранию жилы.

На фото 21, 22 представлены примеры таких полосчатых текстур руд, развитых в мощных жилах. Здесь прожилкообразные выделения пирита имеют кулисообразное расположение. Такие текстуры в мощных кварцевых жилах возникают в результате того, что рудоотложение про-



исходит не только в приальбандовых участках, как это отмечалось ранее, а во всей жильной массе.

Аналогичное строение характерно и для мощных кварц-молибденитовых жил, где молибденит образует значительные скопления неправильных очертаний, но в общем контуры которых имеют тенденцию вытянутости по простиранию кварцевой жилы.

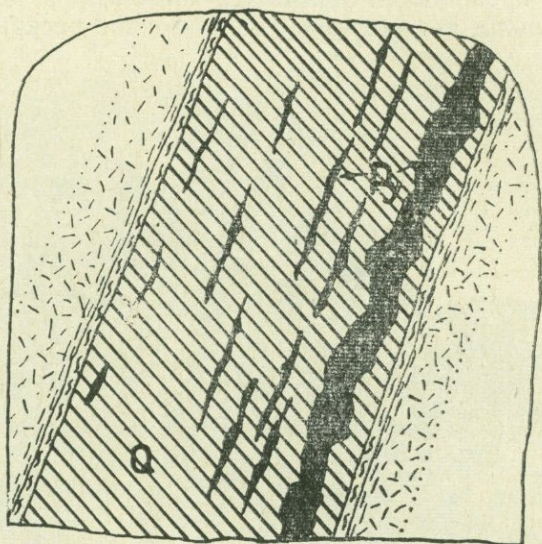


Рис. 25. Ассиметрично-полосчатая текстура в кварц-пиритовой жиле Каджаранское месторождение. Зарисовка забоя.

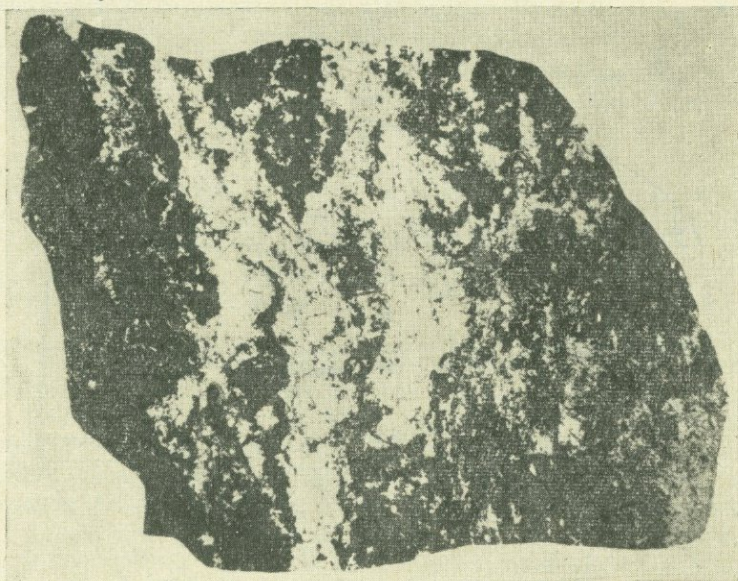


Фото 21. Полосчатая текстура в кварц-пиритовой жиле. Каджаранское месторождение. Прожилкообразные выделения пирита вытянуты вдоль простирания жилы. 3/4 натуральной величины.



Помимо полосчатых текстур, образующихся в условиях прерывистости реакций рудоотложений, отмечаются также и полосчатые текстуры руд, которые образуются в условиях повторного раскрытия рудовмещающих трещин. На рис. 26 видны два параллельных прожилка кварц-молибденитового состава с характерными цепочками чешуек молибденита, расположенными параллельно зальбандам прожилков. Между указанными прожилками отмечается небольшая вытянутая полоса вмещающей породы, что указывает на повторное раскрытие трещины.



Фото 22. Полосчатая текстура кварц-пиритовой жилы. Каджаранское месторождение. Прожилкообразные и массивные выделения пирита вытянуты вдоль простирания жилы. 1/2 натуральной величины.

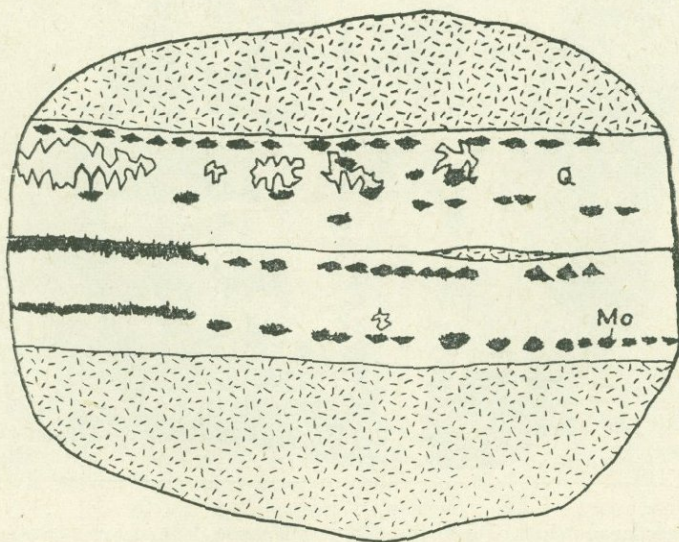


Рис. 26. Полосчатая текстура жилы, возникшая при повторном раскрытии трещины. Зарисовка штуфа. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



Иногда образование полосчатости обусловлено прерывистым заполнением камерной полости гидротермальным раствором, в этом случае отдельные полосы параллельны стенкам линзовидной полости (рис. 27).

Необходимо отметить, что очень часто в маломощных кварц-молибденитовых жилах и прожилках проявлялась своеобразная текстура, обусловленная явлением фильтрационного эффекта. Здесь, как видно из зарисовки (рис. 28), основная масса молибденита сконцентрирована в

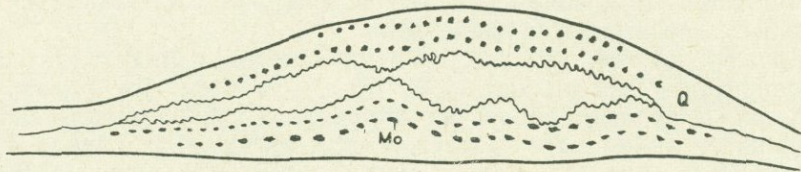


Рис. 27. Полосчатая текстура, обусловленная периодическим проникновением раствора в камерную полость. Зарисовка. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.

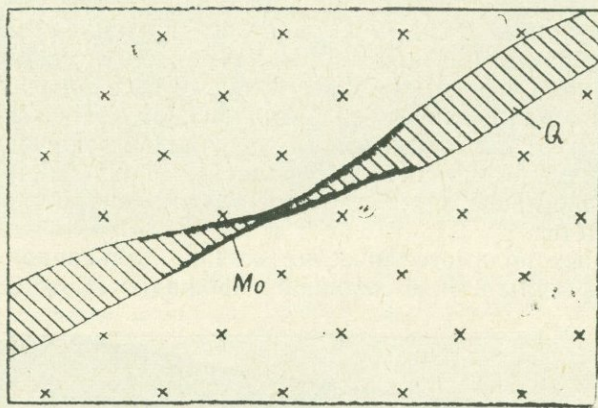


Рис. 28. Скопление молибденита в месте пережима кварц-молибденитовой жилы. Каджаранское месторождение. Зарисовка забоя.

маломощной части жилы, между тем как в расширенной части жилы молибденит присутствует либо весьма спорадически, либо вовсе отсутствует. Такое скопление молибденита в пережимах прожилков и жил следует объяснить явлением фильтрации растворов, т. е. значительным отставанием растворенного компонента от растворителя в потоке раствора.

Поскольку эффект фильтрации максимально проявляется при самой значительной скорости движения раствора, то естественно, что максимальное накопление рудного минерала будет в местах пережимов, где и будет максимальная скорость гидротермального потока.

**б) Текстура последовательного отложения минерального вещества—«зональная текстура».** «Зональная текстура» впервые выделена нами для рудных тел, в которых проявляется последовательное отложение рудного вещества в процессе заполнения полости. Такие текстуры проявлены в рудах, сложенных минеральными ассоциациями многих стадий минерализации, но наиболее характерны они для рудных тел кварц-молибденит-халькопиритовой стадии.

В маломощных кварц-молибденит-халькопиритовых жилах и прожилках в процессе заполнения полости в первую очередь идет выделе-



ние молибденита, который приурочен к зальбандовым участкам жил и прожилков, затем халькопирита, заполняющего, как правило, среднюю часть жилы (табл. I (4)).

Эта закономерность в последовательности отложения молибденита и халькопирита в одинаковой мере проявляется как в тонких, почти капиллярных прожилках 1—2 мм мощности, так и в жилах мощностью до 20 см. В более крупных жилах подобная закономерность не выдерживается. В них отмечается почти одновременное выделение молибденита и халькопирита в виде пятнистых скоплений, состоящих из тесно сросшихся агрегатов этих минералов.

«Зональную» текстуру несут и некоторые полиметаллические и халькопиритовые прожилки.

Обычно в полиметаллических прожилках зальбанды бывают сложены пиритом либо в виде прослеживающейся вдоль зальбанды относительно массивной полосы, либо в виде отдельных изолированных скоплений, расположенных также вдоль зальбанды (табл. II (1)).

Средняя часть прожилка обычно сложена сфалеритом, халькопиритом и галенитом.

При этом сфалерит составляет основную массу прожилка. Халькопирит и галенит обычно проявлены в виде отдельных небольших выделений, приуроченных к средним участкам прожилка. Помимо этого, халькопирит образует небольшие прожилки в полях сфалерита, которые образовались либо вследствие более позднего выделения халькопирита, либо в результате дальнейшего развития распада сфалерит-халькопирит.

В некоторых полиметаллических прожилках зональность проявляется также в изменении состава сфалерита; в зальбандовых участках сфалерит обычно представлен марматитом, а к центру прожилка постепенно осветляется.

В некоторых полиметаллических жилах халькопирит заполняет среднюю часть жилы в виде сплошного прожилка (фото 23).

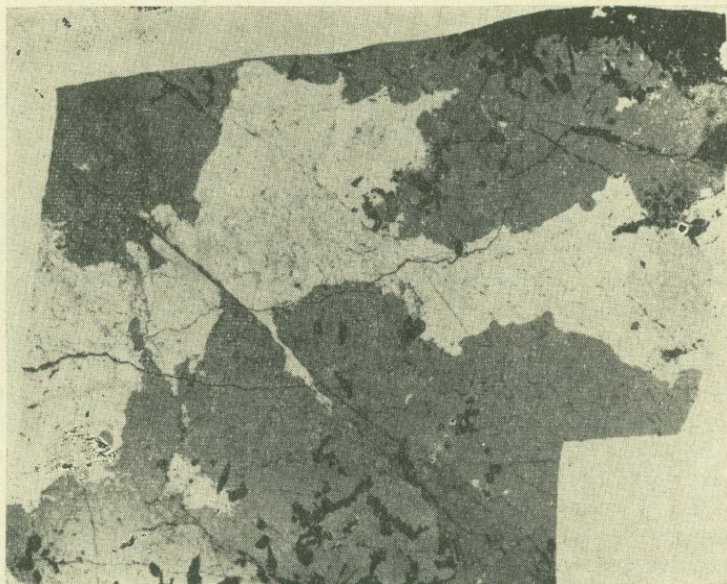


Фото 23. Зональная текстура полиметаллической жилы. Личкваское золото-полиметаллическое месторождение. Выделение халькопирита приурочено в средней части жилы. Натуральная величина.



В халькопиритовых прожилках также проявляется фактор последовательного отложения рудного вещества. Как видно на фото 24, вдоль зальбанда прожилка наблюдается пирит в виде хорошо оформившихся кубических кристаллов и тесно сросшихся кристаллических агрегатов, средняя же часть сложена массивным халькопиритом. В некоторых случаях вследствие внутриминерализационных подвижек отмечается

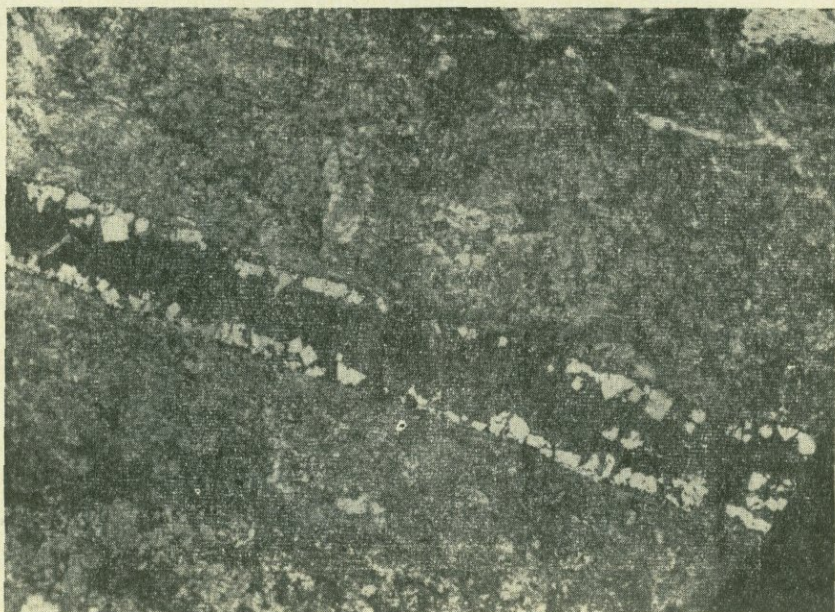


Фото 24. Зональная текстура халькопиритового прожилка. Выделения пирита приурочены к зальбандам прожилка. Средняя часть прожилка сложена массивным халькопиритом. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

дробление пирита и последующая его цементация халькопиритом. Это создает порфировидную структуру, где кристаллы и неправильные выделения пирита сцементированы халькопиритом. Здесь, как правило, характерна коррозионная структура, вследствие интенсивного развития халькопирита по пириту.

Зональная текстура хорошо проявляется также и в более низкотемпературных стадиях минерализации.

На Джиндаринском месторождении подобная текстура отчетливо проявляется в сравнительно маломощных—до 15 см—карбонат-ангидритовых жилах. Иногда непосредственно зальбандовые участки жилы сложены карбонатом, а средняя часть—ангидритом (фото 25). Под микроскопом на границе выделений карбоната и ангидрита отмечаются веретенообразные кристаллы барита и изометрические выделения кварца. Таким образом, и здесь, как и в ранее описанных случаях, происходит последовательное и постепенное изменение характера гидротермальных растворов по мере заполнения полости.

в) **Текстура зальбандовых оторочек** выделяется впервые для медно-молибденовых месторождений Армянской ССР, в то же время аналогичная текстура может быть выделена для других сходных молибденовых месторождений.



Выделение такой текстуры необходимо потому, что в большинстве случаев в кварц-молибденитовых жилах небольшой мощности и кварц-молибденитовых прожилках молибденит выпадает непосредственно в зальбандах жил и прожилков (фото 26) и всегда нарастает на стенки трещин в отличие от полосчатой текстуры, проявленной также в кварц-молибденитовых жилах.

В полосчатой текстуре молибденит образует выделения, отстоящие на определенном расстоянии от стенки трещины и зальбанда жилы, и

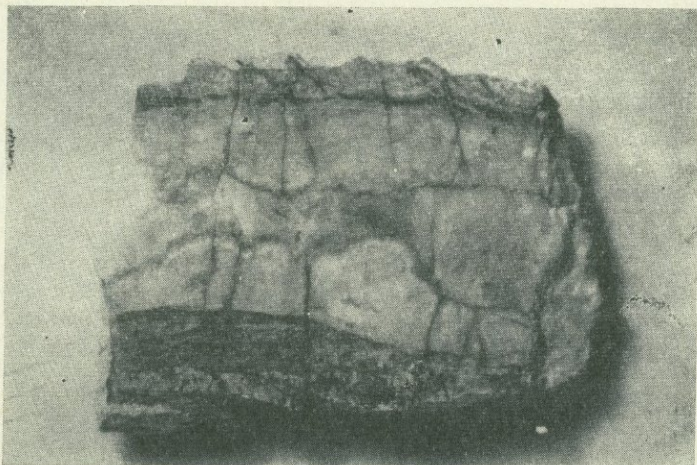


Фото 25. Зональная текстура карбонат-ангидритовой жилы Джиндаринского месторождения. 1/2 натуральной величины.



Фото 26. Текстура зальбандовой оторочки кварц-молибденитовой жилы. Молибденит выделился раньше кварцевой жильной массы вследствие взаимодействия раствора с вмещающей породой. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.



выделение молибденита обусловлено реакциями, протекавшими непосредственно в растворе в процессе его движения.

Выпадение молибденита в жилах и прожилках, обладающих текстурами зальбандовых оторочек, обусловлено активным взаимодействием раствора с вмещающей породой. Доказательством этому служит наличие в маломощных жилах ксенолитов и обломков вмещающих пород, которые, как правило, в таких случаях бывают также окружены оторочкой молибденита (табл. II (2)).

Текстура зальбандовых оторочек проявляется в одинаковой степени как в сравнительно мощных жилах, достигающих 20 см, так и в прожилках мощностью всего 0,5—1,0 см.

Некоторые исследователи объясняют такую текстуру руд наложением молибденовой минерализации на ранее образованную кварцевую вдоль зальбанд прожилка. Однако широкое развитие таких текстур в прожилках различной мощности и отсутствие дробления вдоль зальбанд прожилка не позволяет согласиться с таким толкованием.

Против этой точки зрения говорит и то, что молибденитовые оторочки всегда повторяют извилистые очертания и изгибы линии контакта прожилка табл. II (3).

В некоторых случаях сравнительно мощные кварц-молибденитовые прожилки расщепляются на ряд маломощных прожилков. И здесь зальбандовые оторочки также сопровождают всю систему разветвлений (рис. 29).

В образовании текстуры зальбандовых оторочек большое значение имеет мощность кварцевых жил. Обычно текстура зальбандовых оторочек проявляется в маломощных кварц-молибденитовых жилах и прожилках. Очевидно, здесь имеет значение соотношение объема жильной массы к поверхности стенок трещины. В случае, когда это соотношение в пользу объема жилы, эта текстура не проявляется, так как не сказывается влияние стенок трещин.

Указанное явление хорошо наблюдается в случаях, когда мощные кварц-молибденитовые жилы сопровождаются системой маломощных апофиз.

Как видно из зарисовки участка жилы 6, шт. 36 (рис. 30), от мощной кварцевой жилы отходит система маломощных кварцевых прожилков. В самой жиле молибденит образует крупные пятнистые скопления чешуйчатого агрегата, неравномерно рассеянного по всей массе жилы, между тем как в прожилках молибденит образует оторочки розеток и чешуек, нарастающие на стенки трещин.

Крустификационная текстура не имеет широкого распространения в рудах медно-молибденовых месторождений и проявля-

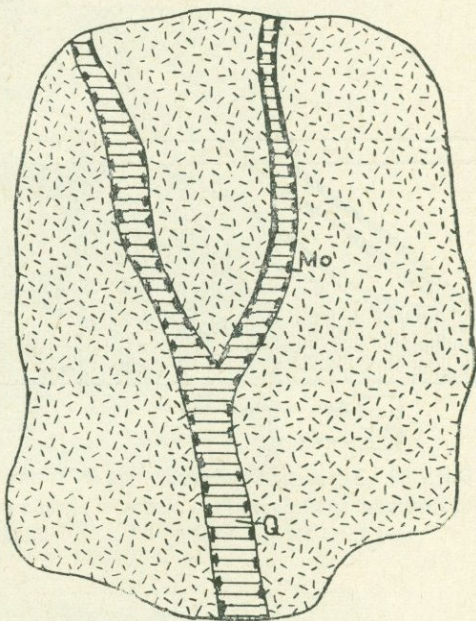


Рис. 29. Зальбандовые оторочки в разветвленной системе кварц-молибденитового прожилка. Зарисовка образца. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.



ется в них весьма спорадически. Все имеющиеся примеры развития крустификационных текстур руд характерны для минеральных ассоциаций низкотемпературных стадий минерализации, такой как кварц-карбонатная. Для крустификационной текстуры характерна ритмичность отложения минерального вещества и, что интересно,—полосы параллельны друг другу, повторяют очертания изгибов. На фото 27 представ-

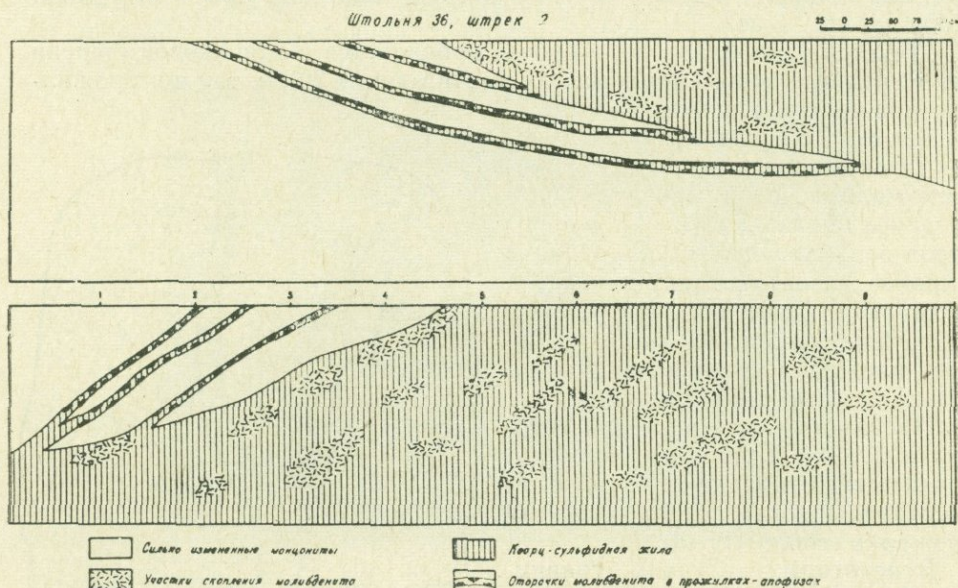


Рис. 30. Зарисовка участка жилы 6, шт. 36. Каджаранское месторождение. Видны скопления молибденита в жиле и зальбандовые оторочки в маломощных прожилках—апофизах.

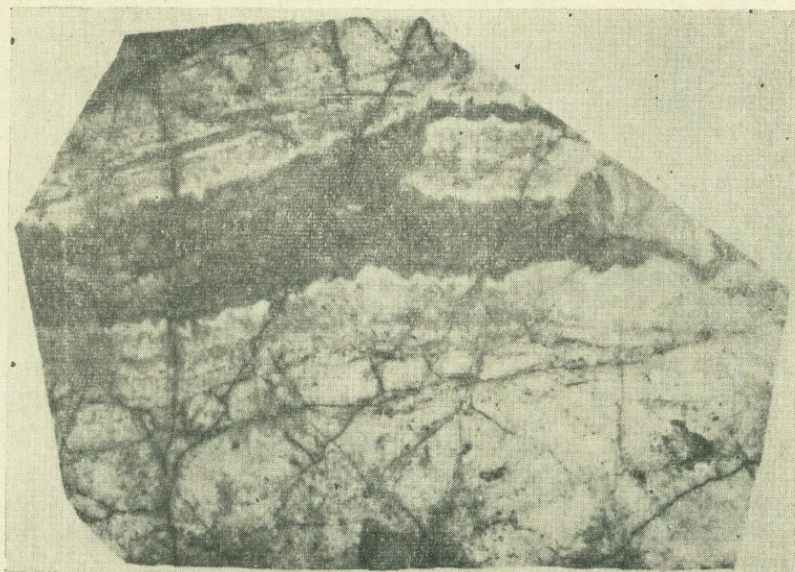


Фото 27. Крустификационная текстура кварц-карбонатной жилы. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



лен пример крустификационной текстуры для кварц-карбонатной жилы Каджаранского месторождения; характерна параллельность очертаний всех полос, повторяющая извилистость.

Ритмичность отложения кварца (мелкие зерна) и карбоната (крупные зерна) представлена на фото 28.

Аналогичное строение характерно и для карбонатной жилы Дастакертского месторождения, где также отчетливо видно повторение контуров полос. Однако ритмичность отложения различных типов карбонатов (фото 29), по-видимому, здесь происходила в закрытой полости.



Фото 28. Ритмичность отложения кварца (мелкие зерна) и карбоната (крупные зерна) в жиле с крустификационной текстурой.

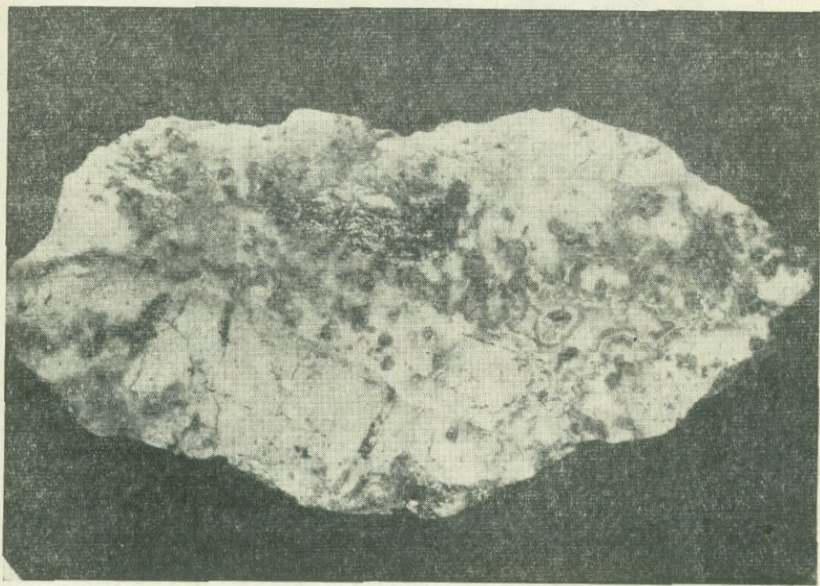


Фото 29. Крустификационная текстура в карбонатной жиле, возникшей в сравнительно изолированной полости. Дастакертское месторождение. 1/2 натуральной величины.



**Друзовые текстуры руд** всегда связаны с наличием полостей, в которых происходит кристаллизация раствора. В пустотах минералы растут от стенок во внутрь, с развитием отдельных индивидумов с четкими кристаллографическими формами.

Среди друзовых текстур выделяются типично друзовые, а также гребенчатые и шестоватые текстуры. В медно-молибденовых месторождениях эти текстуры развиты широко. Типично друзовая текстура характерна для минеральных ассоциаций второй медно-молибденовой стадии Дастакертского месторождения. Здесь типичный штокверк, развитый на сравнительно небольшой территории, представляет собой развитие серии рудных прожилков, выполняющих трещины, оперяющие крупное нарушение СЗ простирания с падением на юго-запад.

Для прожилков характерны извилистые очертания и многочисленные ответвления, параллельно ориентированные жилки с угловатыми очертаниями, а также наличие раздувов и сравнительно крупных полостей. В последних развиты хорошо ограненные кристаллы кварца. Размер полостей достигает 20 см в длину и 10 см в поперечнике. Полости характеризуются неправильными очертаниями и всегда вытянуты по простиранию прожилков; по своей природе, очевидно, представляют собой каверны выщелачивания, образовавшиеся в период интенсивного выщелачивания, предшествовавшего рудоотложению.

На фото 30 представлен типичный пример такой текстуры: кристаллы кварца растут от стенок полости неравномерно и нередко перекре-



Фото 30. Друзовая текстура кварц-молибденит-халькопиритового прожилка. Дастакертское месторождение. Натуральная величина.

щаются друг с другом, при этом 'рост кристаллов совершается как сверху, так и снизу. В друзовых полостях обычно, наряду с кварцем, отмечаются также чешуйки и массивные выделения серицита, нарастающие на кристаллы кварца.

Из рудных минералов постоянно присутствует молибденит, в виде хорошо оформившихся розеток и чешуек, находящихся, как правило, в кварце и приуроченных к призальбандовым участкам прожилков и друзовых полостей.

Халькопирит обычно присутствует только в друзовых полостях и отсутствует в прожилках. Он заполняет промежутки между друзами



кварца и нередко полностью полости (фото 31). Когда по простираанию друзовая полость переходит в обычный прожилок, как правило, друзовая текстура исчезает, кварц полностью заполняет прожилок и при этом исчезает и халькопирит. В этом случае нередко образуется шестоватая текстура, обусловленная отсутствием полости и ростом кристаллов, с обеих стенок, навстречу друг другу. Образование такой друзовой текстуры, очевидно, связано с неполным заполнением полости раствором, что приводит к росту кристаллов в свободном пространстве.

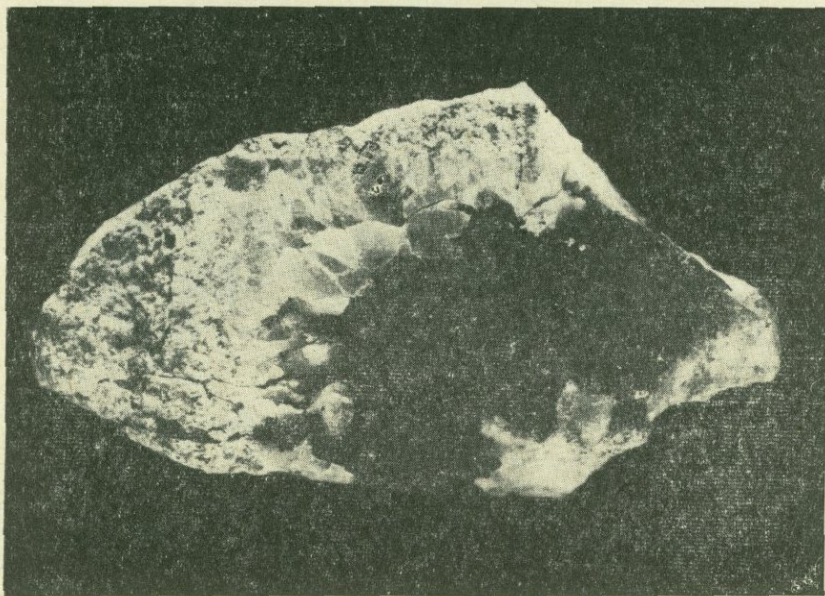


Фото 31. Сплошные заполнения друзовой полости халькопиритом.  
Дастакертское месторождение. Натуральная величина.

Друзовая текстура характерна также и для минеральных образований полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии Дастакертского месторождения. В целом здесь характерны пустоты с неправильными очертаниями: угловатые камеры, короткие прожилки с извилистыми очертаниями и пустоты с пальцеобразными отростками. Обычно такие полости выстланы кристаллами калиевого полевого шпата (ортоклаза), размер которых достигает 0,5 см, а также частично заполнены рудным материалом, в основном халькопиритом с небольшим содержанием молибденита.

Рудный материал заполняет промежутки кристаллов полевого шпата (рис. 30а). Характер заполнения полости свидетельствует о том, что раствора, заполняющего полость, было недостаточно и, кроме того, он был высокотемпературным, с наличием газовой фазы.

Друзовая текстура характерна также и для мощных кварц-молибденитовых жил Каджаранского и кварц-молибденит-халькопиритовых жил Айгедзорского месторождений, хотя такие текстуры здесь не имеют столь широкого развития, как остальные типы текстур выполнения.

В кварц-молибденитовой жиле 6 Каджаранского месторождения отмечаются небольшие участки с друзовой текстурой. Такие друзовые



текстуры, образовавшиеся внутри жилы, обусловлены уменьшением объема жильного материала в процессе кристаллизации и дальнейшего роста кристаллов кварца из остаточных растворов в возникших пустотах.

Нередко в кварцевых жилах и друзовых пустотах отмечаются выделения молибденита, который нарастает на кристаллы кварца и образует также друзовые скопления хорошо оформившихся кристаллов би-пирамидального габитуса (фото 32).

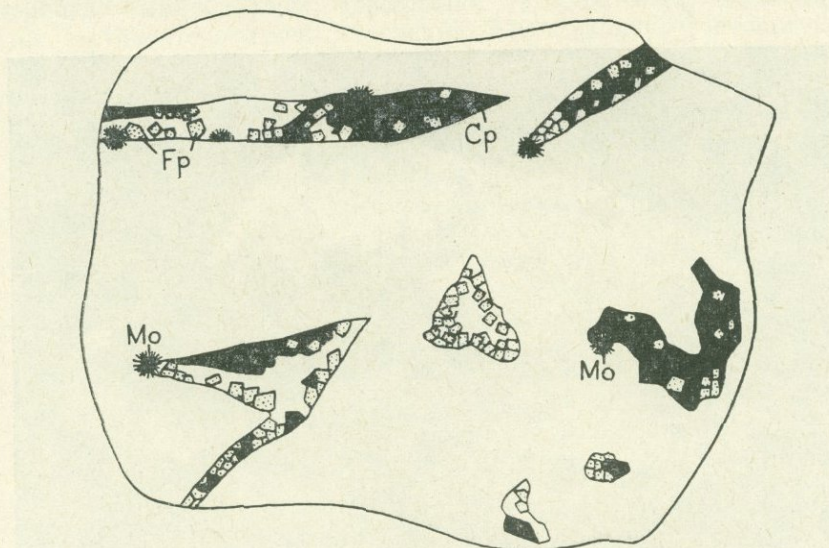


Рис. 30а. Друзовая текстура полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Дастакертское месторождение. Зарисовка образца. Натуральная величина.



Фото 32. Кристаллы молибденита в друзовой полости кварц-молибденитовой жилы. Каджаранское месторождение. Увеличение 10х.



В кварц-молибденитовых прожилках Каджаранского месторождения, имеющих сравнительно небольшую мощность (3—4 см), развиты друзовые текстуры, проявляющиеся на относительно небольшом интервале. На фото 33 видно как совершенно незаметно в прожилке появля-



Фото 33. Участок друзовой текстуры в кварц-молибденитовом прожилке.

ется друзовое строение кварца и вместе с ним в полостях присутствуют хорошо оформившиеся бипирамидальные кристаллы молибденита. По мере того как исчезает друзовая текстура, в кварцевом прожилке исчезает и кристаллическая форма молибденита, тогда уже проявляется обычная полосчатая текстура молибденитовых прожилков, т. е. цепочное расположение чешуек молибденита параллельно зальбандам прожилка.

В некоторых кварц-молибденитовых прожилках с друзовой текстурой размер молибденитовых кристаллов достигает 2—3 см (табл. II(4)). Для этих кристаллов характерен как пирамидальный, так и бипирамидальный габитус.

Иногда крупные кристаллы молибденита заполняют прожилки по всей мощности (рис. 31, 32). Это свидетельствует о том, что рост кристаллов происходил в застойном состоянии раствора.

Друзовая текстура отмечается также и в карбонатных жилах и прожилках, в которых имеются полости и пустоты, выстланные кристаллами карбоната.

Гребенчатая текстура в рудных телах (в жилах и прожилках) медно-молибденовых месторождений распространена более широко, чем друзовая текстура, и обусловлена также наличием свободного пространства, в результате чего происходит свободный рост гребенчатых кристаллов кварца, которые, как правило, растут перпендикулярно плоскости жилы. Прекрасный пример такой текстуры руд приведен на зарисовке медно-молибденовой жилы Каджаранского месторождения (рис. 33).

Гребенчатая текстура здесь образовалась в основном на участке раздува жилы и при этом только в средней ее части. Для остальной массы кварца гребенчатое строение не характерно. Сама полость обра-



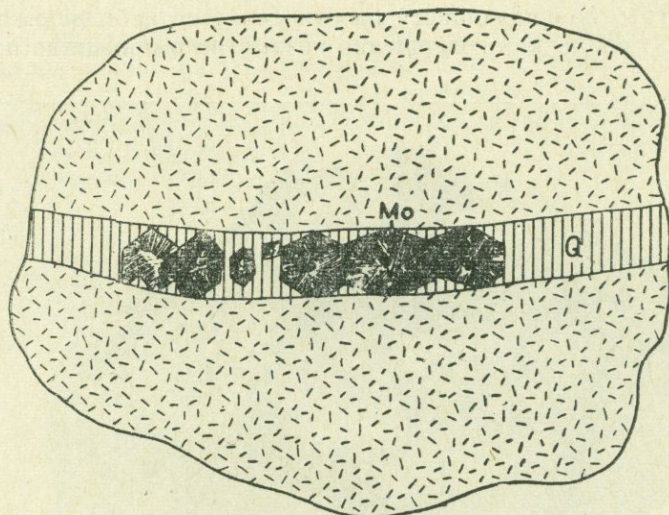


Рис. 31. Строение кварц-молибденитового прожилка с крупными кристаллами молибденита. Зарисовка образца. Каджаранское месторождение. Naturalная величина.

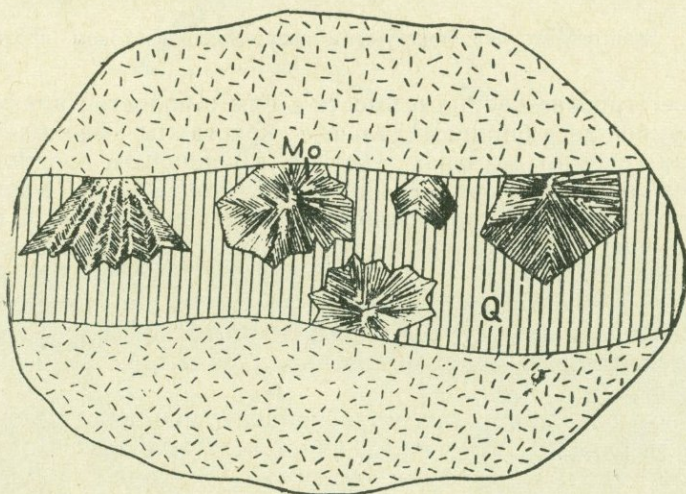


Рис. 32. Строение кварц-молибденитового прожилка. Каджаранское месторождение. Naturalная величина.

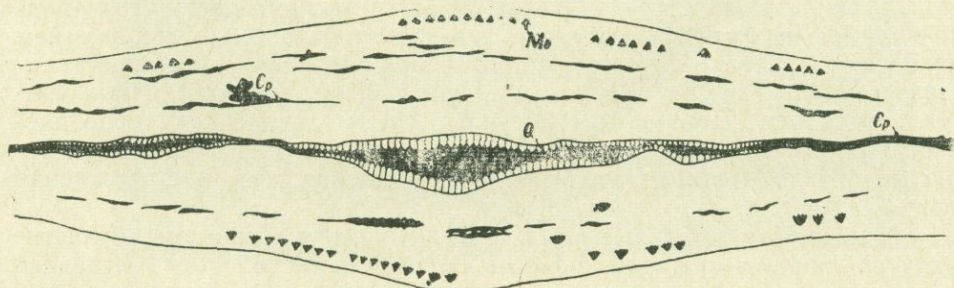


Рис. 33. Гребенчатая текстура кварц-молибденит-халькопиритового прожилка. Каджаранское месторождение. Зарисовка образца. 1/2 naturalной величины.



зовалась, очевидно, вследствие недостаточности материала для заполнения всего пространства на участке раздува. Далее по простиранию с уменьшением мощности жилы исчезает и гребенчатая текстура в ней.

В некоторых кварц-халькопиритовых прожилках, как правило, гребенчатая текстура кварца сочетается с выделением халькопирита в средней части прожилков (фото 34). Здесь, очевидно, происходит более



Фото 34. Гребенчатая текстура кварц-халькопиритового прожилка.  
Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

позднее выделение халькопирита по отношению к кварцу, так как отмечается довольно значительное разъедание кварца халькопиритом, вследствие чего кварц приобретает некоторую округлость очертания. Подобная гребенчатая текстура в кварц-халькопиритовых прожилках характерна для тончайших, вплоть до микроскопических прожилков (фото 35). Наличие халькопирита в полости гребенчатого строения микроскопического прожилка свидетельствует о том, что халькопирит не является поздним образованием, оторванным во времени от основной минеральной ассоциации, скорее здесь приходится говорить о последовательности выделения минералов из единого раствора.

**Брекчиевая текстура руд** имеет сравнительно ограниченное развитие и встречается не во всех месторождениях. Наибольшее распространение она получает на Дастакертском месторождении, где брекчиевая и брекчиевидная текстуры характерны для руд ряда стадий минерализации. Образование таких текстур руд обусловлено, главным образом, условиями дробления вмещающих пород и физико-механическими их свойствами.

На Дастакертском месторождении брекчиевая текстура наиболее характерна для полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации, где отмечается несколько морфологических ее модификаций.



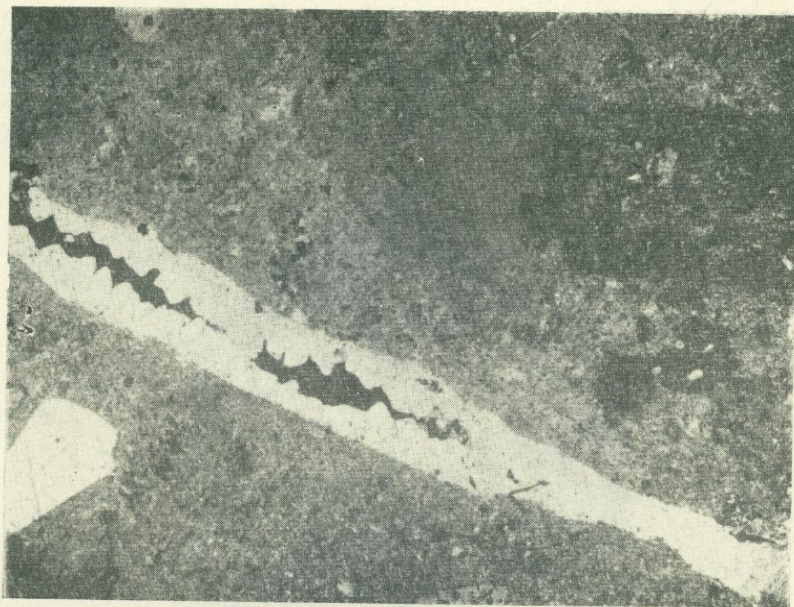


Фото 35. Гребенчатая микротекстура кварц-халькопиритового прожилка. Джиндаринское месторождение. Прозрачный шлиф. Николи+. Ув. 120.

Образование таких текстур обусловлено тем, что сравнительно хрупкие вмещающие породы, представленные ороговиком порфиритами и контактными роговиками, пересекаются серией северо-восточных параллельных даек диабазов. В результате образуется резко анизотропное поле. При последующем дроблении пород сжимающими напряжениями, ориентированными в северо-западном близширотном направлении, и создаются такие зоны дробления, сопровождаемые брекчиями, после минерализации которых возникают брекчиевые текстуры.

На фото 36 видно, как обломки вмещающих пород различных размеров сцементированы халькопиритом.



Фото 36. Брекчиевая текстура руд полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Обломки контактовых роговиков сцементированы халькопиритом. Дастакертское месторождение. 1/2 натуральной величины.



В широко развитой брекчиевой текстуре, как правило, отсутствует жильный минерал—кварц, который широко развит на других месторождениях, где проявлены аналогичные стадии минерализации. Границы вмещающих пород и рудной массы, как видно, довольно четкие, а контуры рудного заполнения обычно прямолинейны, весьма неправильны и угловаты, что обусловлено раскрытием полости после дробления породы.

Наряду с такими типичными брекчиевыми текстурами заполнения отмечаются также текстуры руд, образование которых сопровождалось интенсивными процессами замещения.

Так, например, в этих же медных рудах Дастакертского месторождения нередко заполнение открывшихся полостей в зонах брекчирования сопровождается интенсивным замещением вмещающих пород. При этом замещаются как обломки пород, так и цемент. В процессе замещения обычно происходит их интенсивное гидротермальное изменение, в данном случае полевошпатизация, и в центральную часть обломка проникают рудные минералы—халькопирит с образованием вкрапленности.

Таким образом, при образовании брекчиевых текстур теряется четкость границ между собственно рудой и породой (фото 37).



Фото 37. Брекчиевая текстура руд полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Дастакертское месторождение.  $\frac{3}{4}$  натуральной величины.

Помимо образования текстуры брекчиевых руд в связи с дроблением пород на Дастакертском месторождении отмечается образование брекчиевидной текстуры, возникшей в зоне крупных сколовых нарушений. Вследствие движения блоков по искривленной поверхности тектонического нарушения открывается полость с многочисленными обломками, которая впоследствии заполняется рудным веществом. При этом заполнение таких полостей сопровождается довольно интенсивным замещением мелко раздробленного материала.

На фото 38 видно, что для обломков вмещающих пород характерны угловатые очертания, что свидетельствует о незначительном замещении



крупных обломков, между тем как мелкоперетертый материал в основном замещен рудой.

Необходимо отметить, что в некоторых других разностях брекчиевидных текстур руд отмечается довольно значительное замещение обломков породы рудой (табл. III (1)); это свидетельствует о том, что процесс замещения на различных участках проявления этих руд протекал с различной интенсивностью.

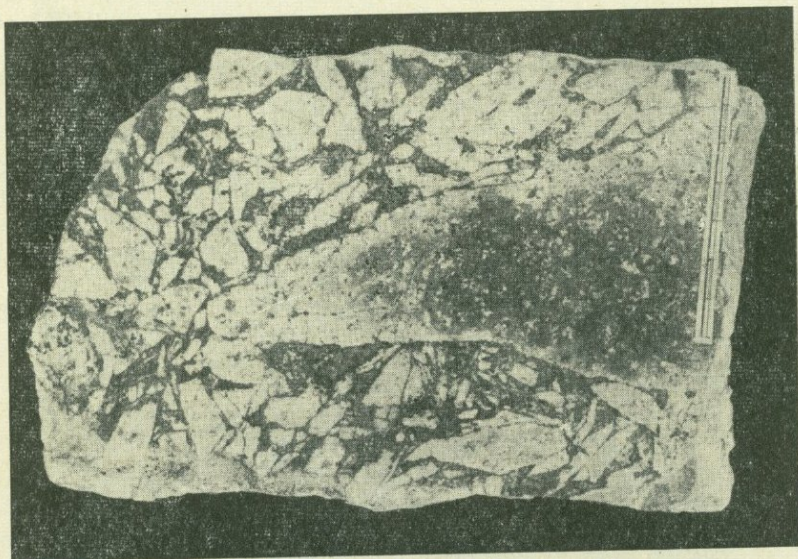


Фото 38. Брекчиевидная текстура руд первой кварц-молибденит-халькопиритовой стадии минерализации. Дастакертское месторождение. 1/2 натуральной величины.

В брекчиевидной текстуре руд медно-молибденовой стадии проявляется (так же как в некоторых кварц-молибденит-халькопиритовых жилах Каджарана) последовательность отложения рудного вещества. Первоначально из раствора выделился молибденит, который образовал кайму различной мощности (табл. III (1)): от долей миллиметра до 1,0 см вокруг обломков вмещающей породы, а затем халькопирит. Последний заполнил все остальные промежутки между обломками вмещающих пород.

Соотношение между обломками вмещающих пород и рудным цементом в брекчиевых рудах может быть совершенно различным, что свидетельствует о различной интенсивности проявления замещения обломков вмещающих пород.

**Кокардовая текстура** не является характерной текстурой для руд медно-молибденовых месторождений, однако такая текстура отмечена для кварц-арсенопиритовой стадии на Личквас-Тейском золото-полиметаллическом месторождении. Здесь кварц-арсенопиритовая стадия проявляется в виде кварц-арсенопиритовых жил небольшой мощности—до 20 см — а также в виде еще более тонких прожилков. Для кварцевых жил характерна кокардовая текстура. На табл. III (2) видно, что арсенопирит образует игольчатые агрегаты, нарастающие на стенки многочисленных обломков, создавая сплошные оторочки. Ширина этих оторочек варьирует, иногда достигая 5—6 мм.



Жильный кварц характеризуется молочно-белым цветом, местами имеет друзовое строение, нередко также и сфероидальное расположение призматических кристаллов, которые также ориентированы и сходятся к центру. В жильном кварце нигде не отмечается выделений арсенопирита без присутствия обломков вмещающей породы. Это обстоятельство наводит на предположение о том, что образование кокардовой текстуры связано с активным взаимодействием раствора с обломками вмещающей породы. Обломки пород, очевидно, играли важную восстановительную роль и выступали в качестве осадителя рудных минералов из раствора и, вероятно, являлись субстратом, вокруг которого возникали центры кристаллизации.

Аналогичная текстура руд наблюдается и в кварц-молибденитовых прожилках и жилах, когда в них отмечаются обломки вмещающих пород. Здесь также молибденит образует оторочки вокруг таких обломков (табл. II (2)).

Такая же текстура характерна и для брекчиевидных медно-молибденовых руд Дастакертского месторождения, где молибденит образует кайму вокруг обломков вмещающих пород, в свою очередь сцементированных массивным халькопиритом (табл. III (1)).

Образование оторочки вдоль обломков и ксенолитов вмещающих пород во многом напоминает текстуру зальбандовых оторочек, широко развитых в рудах медно-молибденовых месторождений.

В обоих типах текстур активная роль принадлежит вмещающей породе—как фактору, влияющему на выпадение рудного минерала.

Интересно отметить также, что в маломощных кварц-арсенопиритовых прожилках арсенопирит приурочен к зальбандам прожилков.

**Текстуры пересечения** являются широко распространенными текстурами руд медно-молибденовых месторождений и характеризуются заполнением минеральным веществом трещинных полостей сравнительно небольших размеров (по мощности и протяжению), при котором обычно не отмечается замещения породы.

По своим чисто морфологическим признакам среди прожилковых текстур руд можно выделить:

Типично прожилковую, штокверковую, жильно-прожилковую.

Типично прожилковая текстура характеризуется системой параллельных трещин и является наиболее распространенной из всех текстур руд медно-молибденовых месторождений. При этом морфологически отмечаются как прямолинейные трещины, образованные, возможно, в результате движений весьма малой амплитуды смещения вдоль сколов и раскрытия трещин отрыва.

Прожилковые текстуры весьма характерны для руд, сложенных минеральными агрегатами кварц-халькопиритовой стадии Каджаранского месторождения, для медной стадии Дастакертского месторождения, для кварц-пиритовой стадии Каджаранского месторождения и для других промышленных минеральных ассоциаций, возникших в различные стадии формирования Джиндаринского и Агаракского месторождений.

Прекрасный пример прожилковой текстуры руд кварц-халькопиритовой стадии приведен на фото 39, где четко видна система халькопиритовых прожилков, тесно переплетающихся друг с другом, но ориентированных примерно в одном направлении. Хотя, очевидно, вдоль этих трещин и происходили подвижки, тем не менее амплитуда смещения была весьма незначительная, по некоторым наблюдениям она достигает только 1 см.

Такая же прожилковая текстура руд показана на фото 40, хотя по морфологическим особенностям прожилков видно, что полости образо-



вались в результате разрывных деформаций, при которых происходило их простое раскрытие.

Штокверковая текстура руд также распространена широко на медно-молибденовых месторождениях и, очевидно, является следствием развития нескольких систем трещин, заполненных продуктивными минеральными ассоциациями. Нередко для штокверковой тек-

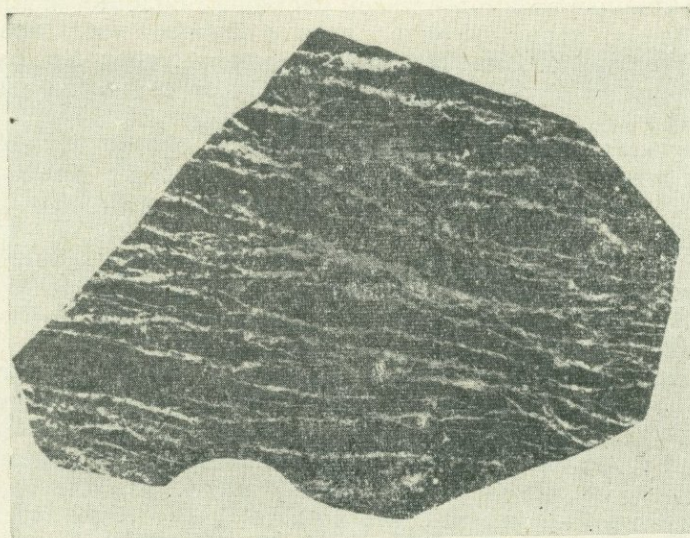


Фото 39. Прожилковая текстура руд. Кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

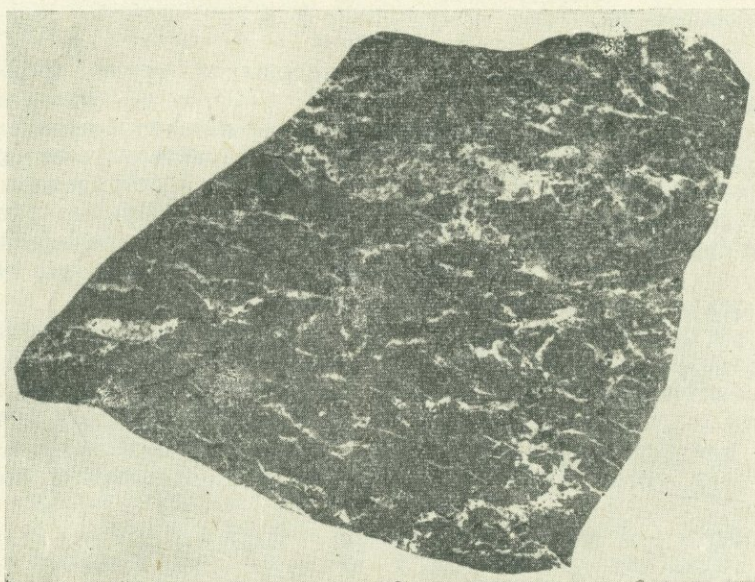


Фото 40. Прожилковая текстура, образованная в результате заполнения системы разрывных трещин в рудах, сложенных минеральными ассоциациями полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Дастакертское месторождение. Натуральная величина.



стуры характерно заполнение одним минеральным парагенезисом нескольких систем трещин (фото 41). К штокверковой текстуре следует отнести также и такое пространственное соотношение минеральных образований, вызванное минерализацией интенсивно раздробленных пород, при котором образуется переплетение прожилков, ориентированных в различном направлении.

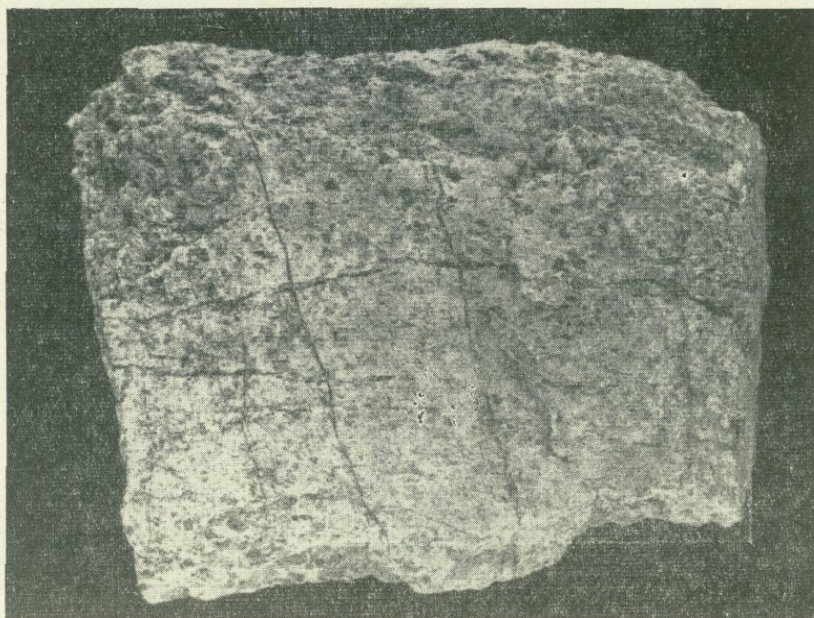


Фото 41. Штокверковая текстура. Кварц-халькопиритовая стадия. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.

Штокверковая текстура выделена нами также при описании текстур наложения, но в этом типе штокверковой текстуры трещины различных направлений заполнены продуктами различных парагенетических ассоциаций.

Жильно-прожилковая текстура руд впервые выделяется нами для штокверковых месторождений и является одной из морфологических разновидностей текстур пересечения. Характерной чертой этой текстуры является то, что здесь выделяется сравнительно мощный прожилок, примерно до 10 см, либо жила до 20—30 см, обычно заполненная кварцем, а также система тончайших капиллярных прожилков, сопровождающих крупные прожилки, либо жилы в обоих альбандах. На фото 42 приведен пример такой текстуры для руд Каджаранского медно-молибденового месторождения.

Возникновение таких текстур, очевидно, обусловлено минерализацией, развившейся вдоль четкого сколового нарушения, сопровождающегося системой параллельных небольших сколовых трещин с незначительной амплитудой перемещения.

Вдоль некоторых таких тончайших прожилков отмечается смещение порфириковых вкрапленников калиевого полевого шпата на амплитуду до 1,0—1,5 см.

Характерно то, что в капиллярных прожилках, сопровождающих более крупные кварцевые прожилки и жилы, интенсивность оруденения намного превосходит интенсивность оруденения в самих жилах.



**Коллоидная и метаколлоидная текстуры.** Колломорфные текстуры руд возникают вследствие коагуляции коллоидных растворов и рассматриваются в качестве доказательства коллоидного состояния раствора.

Однако, как известно, некоторые исследователи (Д. П. Григорьев, 1953, и др.) приходят к заключению, что натечные и сферолитовые текстуры могут возникать и из истинных растворов.

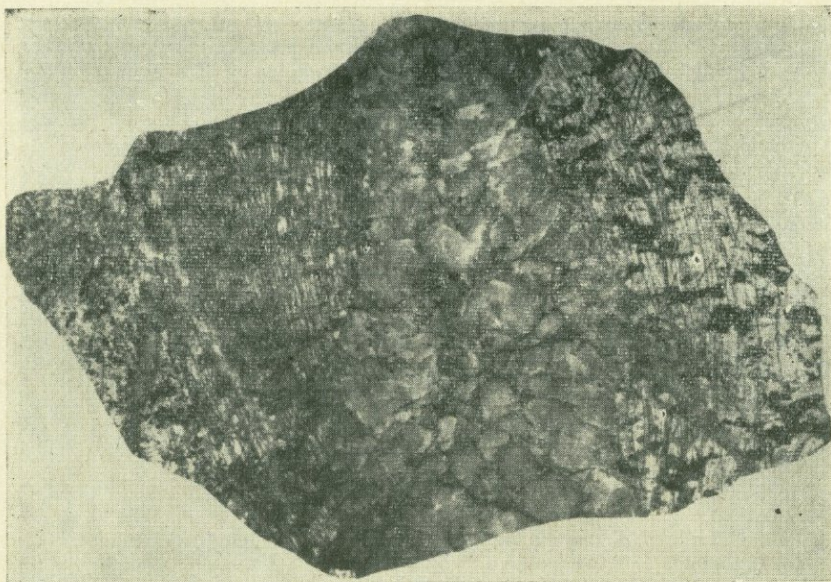


Фото. 42. Жильно-прожилковая текстура, сложенная минеральными образованиями кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Густая система прожилков ориентирована параллельно контактам жилы. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.

В настоящее время преобладает представление о том, что колломорфные текстуры образуются при коагуляции коллоидных растворов, но сами коллоидные растворы возникают из истинных растворов на определенных стадиях развития и прежде всего в период рудоотложения, что обусловлено возникновением особых условий, которые приводят к образованию коллоидного состояния растворов.

Этими особыми условиями, по Ф. В. Чухрову, являются: 1) нейтрализация растворов; 2) коагулянты—особого состава породы (известняки); 3) падение внешнего давления, приводящее к удалению из раствора сероводорода; 4) коагуляция защитного коллоида кремнезема; 5) смешение растворов разного состава.

Наиболее важным фактором образования геля, по А. Г. Бетехтину, является изменение состояния пересыщения, а это в свою очередь обуславливается переохлаждением, что ведет к возникновению большого числа центров кристаллизации и выпадению геля из растворов.

Колломорфные и метаколлоидные текстуры руд приобретают большое значение при выяснении условий формирования месторождения. Широкое развитие колломорфных текстур рассматривается как фактор близповерхностного образования месторождения и широкого участия коллоидальных растворов в формировании руд.

Колломорфные текстуры не имеют широкого развития на медно-молибденовых месторождениях; проявляются они спорадически лишь на



некоторых из них и при этом в специфических условиях. И, тем не менее, это указывает на то, что даже на медно-молибденовых месторождениях, формирующихся на сравнительно значительных глубинах, в 2,0—2,5 км от дневной поверхности, в условиях сравнительно медленного просачивания гидротермальных растворов вдоль трещин могут возникать коллоидные растворы, которые приводят к образованию колломорфных текстур и структур.

Каковы эти специфические условия, при которых образуются колломорфные текстуры и структуры? Этим условием в первую очередь является массовое выпадение рудного вещества, при котором концентрируется значительное количество минерального вещества, что и приводит к образованию колломорфных и метаколлоидных текстур.

Колломорфные текстуры отмечаются на Дастакертском и Каджаранском месторождениях. На Дастакертском месторождении они проявляются как в рудной стадии, такой, как полевошпат-кварц-халькопиритовая, так и в пострудных-алабандиновой и карбонатной стадиях.

В полевошпат-кварц-халькопиритовой или «медной» стадии минерализации колломорфная текстура отмечается в крупных гнездообразных телах, сложенных нацело рудными минералами: пиритом, халькопиритом и борнитом, в то время как в прожилково-брекчиевидных разностях этой же стадии указанная текстура отсутствует.

Указанные метаколлоидные руды представлены хорошо раскристаллизованным пиритом, который образует дугообразные полосы (фото 43),

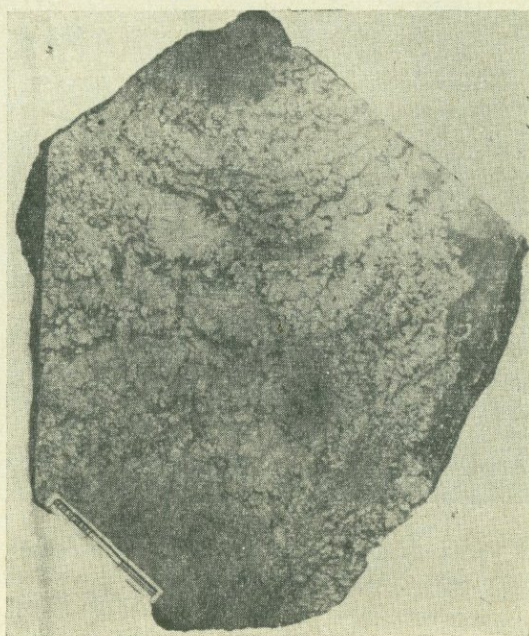


Фото 43. Металлоидная текстура руд полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Дастакертское месторождение. 1/2 натуральной величины.

чередующиеся с участками халькопирита, лишенными пирита. Сами пиритовые полосы характеризуются извилистыми очертаниями, напоминающими фестончатое строение колломорфных текстур.

Метаколлоидные образования отмечаются также и на Каджаранском месторождении, где пирит в виде раскристаллизованных почек



образуется на месте пересечения массивной халькопиритовой руды пиритовым прожилком.

Образование подобных метакolloидных текстур пирита, возникающих при пересечении пиритовыми прожилками халькопирита, наблюдается довольно часто. Случай, аналогичный вышеописанному, приведен в табл. III (3), где видна отчетливая метакolloидная микротекстура пирита с характерным фестончатым строением и сферическими почкообразными выделениями.

Очевидно в условиях халькопиритовой (сернистой) среды происходит резкое повышение концентрации рудного вещества и массовое его выпадение.

Более четкие колломорфные образования отмечаются на Дастакертском месторождении в родохрозит-алабандиновых прожилках, в которых отмечается основная парагенетическая ассоциация родохрозита и алабандина.

Родохрозит слагает отчетливые полосчато-колломорфные образования, которые в основном располагаются параллельно зальбандам прожилков. Средние части прожилков обычно сложены зернистым алабандином и нередко отмечаются совместные, сложные родохрозит-алабандиновые почки (фото 44). В полях же алабандина отмечаются колло-

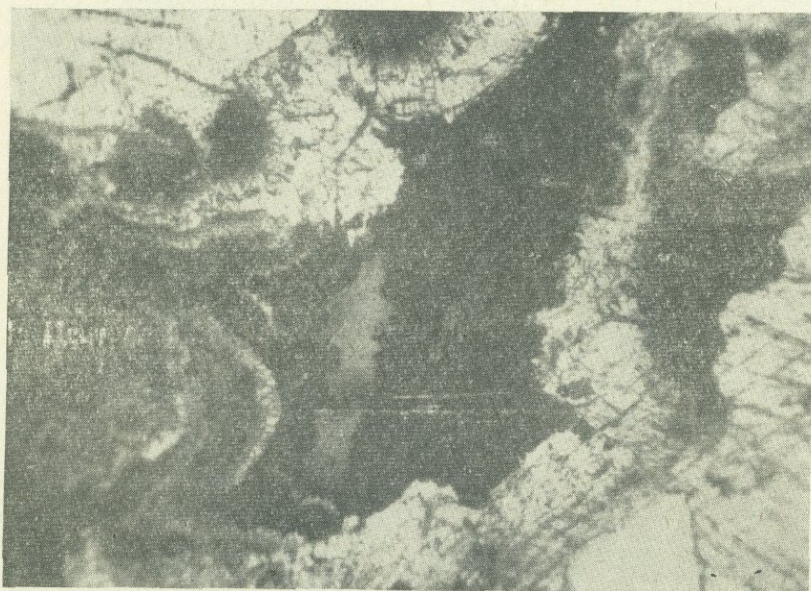


Фото 44. Сложная алабандин-родохрозитовая почка. Алабандин заполняет средние части родохрозитовой почки. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 24.

морфные выделения гидрокарбоната марганца, которые, очевидно, образовались несколько раньше алабандина, поскольку они зачастую представляют собой обломки, сцементированные алабандином.

Наиболее отчетливо колломорфная текстура проявляется в карбонатных прожилках Дастакертского месторождения. Здесь (фото 45), в прожилке мощностью 5 см отчетливо отмечается фестончатое и почковидное строение карбоната, обычно располагающегося вдоль зальбандов прожилка. По мере удаления от контакта прожилка в средних его частях карбонат приобретает нормально зернистое строение.



Необходимо отметить также, что, как видно из фото штуфа, колломорфный карбонат нарастает на идиоморфные призматические кристаллы кварца. Это свидетельствует о том, что в процессе формирования прожилка к моменту отложения карбоната отмечается резкое пересыщение растворов, концентрация которых постепенно падает и к концу процесса заполнения прожилка они образуют нормально зернистый карбонат.

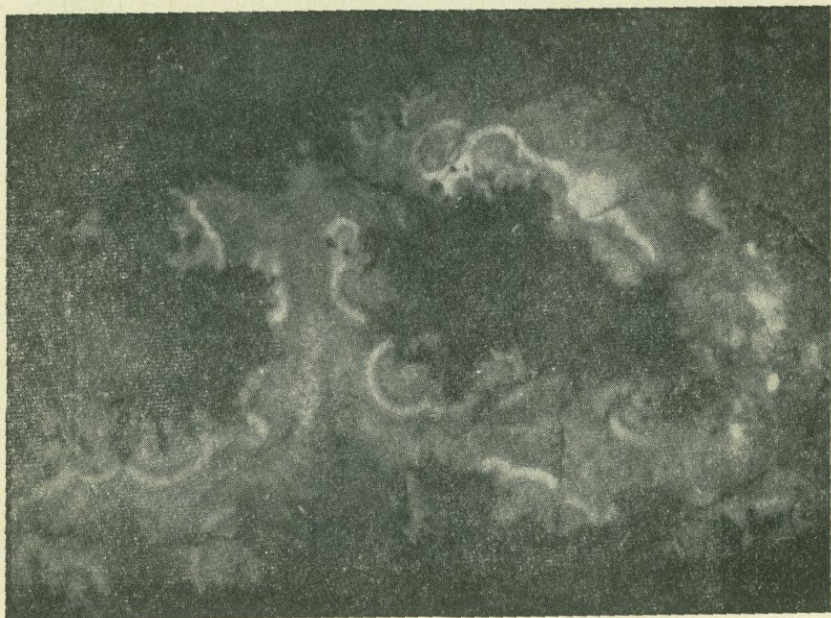


Фото 45. Колломорфная текстура кварц-карбонатного прожилка. Дастакертское месторождение. 1/2 натуральной величины.

В некоторых карбонатных прожилках колломорфные агрегаты приурочены к средним частям прожилков и карбонат, который представлен здесь доломитом, образует отчетливые почки со сферическими поверхностями.

Аналогичные колломорфные текстуры карбонатов отмечаются также и на Каджаранском месторождении для карбонатной стадии, для которой характерно широкое развитие метаколлоидных образований.

Весьма интересные колломорфные образования кремнезема присущи для халцедоновой стадии Каджаранского месторождения. Наиболее отчетливо указанные образования отмечаются в мощной кварц-молибденовой жиле 6, где они представлены густо разветвленной системой маломощных жил и прожилков халцедона, пересекающих жильный кварц. Здесь отмечаются хорошо выраженные натечные образования (фото 46, 47) с грубобугорчатой поверхностью; значительно чаще отмечаются прожилки с полосчато-колломорфной текстурой (фото 48). Местами, вследствие усыхания гелеобразного кремнезема, при раскристаллизации остаточных растворов образуются пустоты, выложенные микроскопическими кристаллами кварца, создающими друзовые микро-текстуры (фото 49, 50).

К метаколлоидным образованиям, очевидно, относятся также пиритовые руды Агаракского месторождения с порфиروبластической текстурой (фото 51), в которых в мелкозернистой основной массе, сложенной



марказитом, выделяется крупнозернистый агрегат идиоморфных кристаллов пирита, которые образовались вследствие перекристаллизации и раскристаллизации коллоидов. К таким же порфиробластическим текстурам следует отнести аналогичные руды Агаракского месторождения, в которых также отмечаются порфиробластические выделения крупнокристаллического агрегата пирита, в мелкозернистой массе сложенной пиритом и мельниковит-пиритом (фото 52).

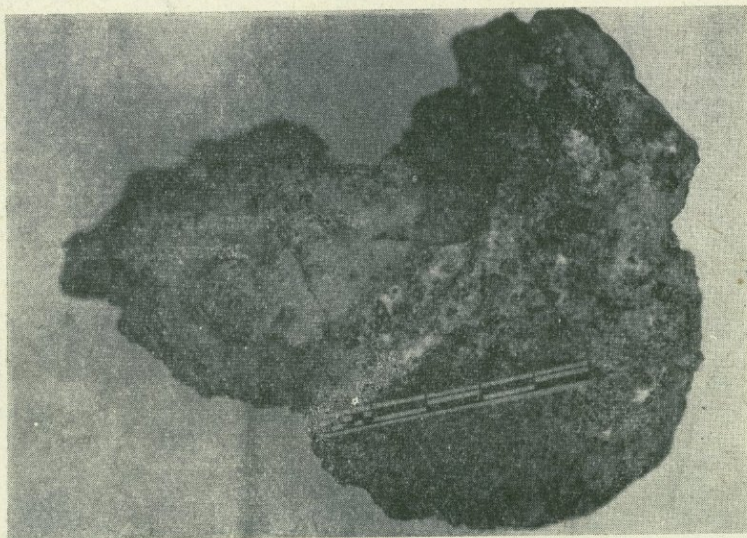


Фото 46. Натечные образования халцедона с грубобугорчатой поверхностью. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.

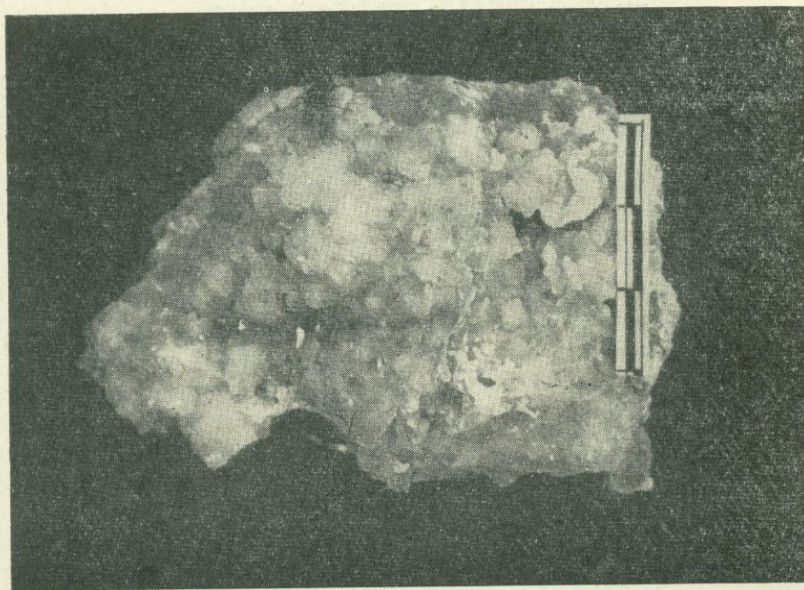


Фото 47. Натечные образования халцедона с бугорчатой поверхностью. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



**Текстура налетов.** К указанной текстуре относятся образования, которые обычно проявляются на рудных месторождениях и представлены в виде налетов на стенках трещин. Характерная особенность этой текстуры заключается в том, что она образуется обычно в весьма тон-

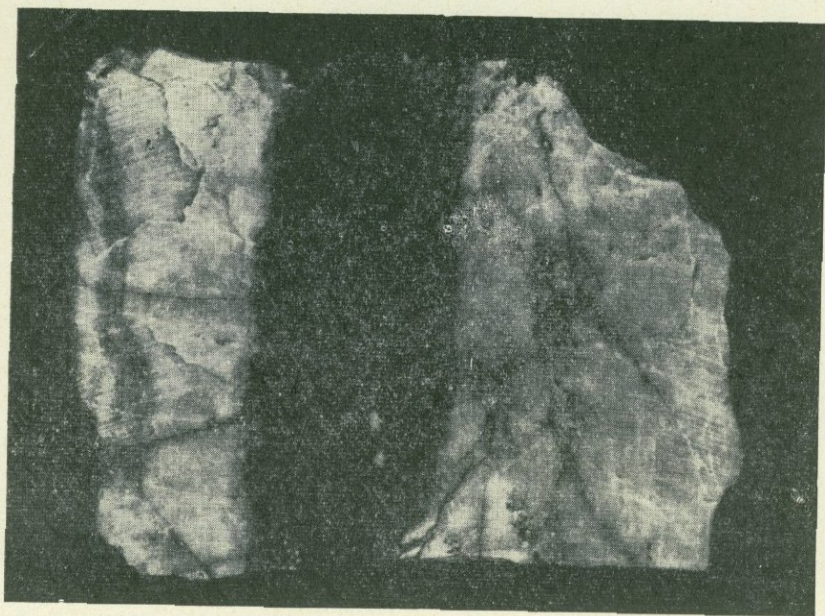


Фото 48. Параллельно-коллоидная текстура халцедонового прожилка. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

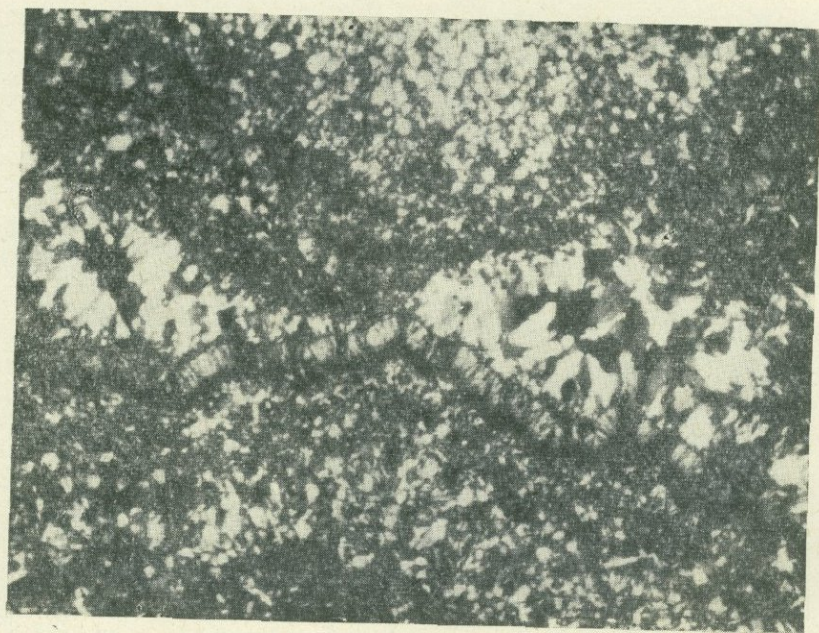


Фото 49. Друзовая микротекстура перекристаллизации гелеобразного кремнезема. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 60.



ких волосяных трещинах, в которых, как правило, отсутствуют жильные минералы, а рудные минералы, такие, как пирит и молибденит, развиваются только на плоскости трещин. Вследствие этого обычно минералы бывают уплощенными. Так, пирит имеет только два измерения, несмотря на то, что местами размеры развивающихся граней достигают 5 см. Молибденит здесь обычно представлен в виде уплощенных розеток.

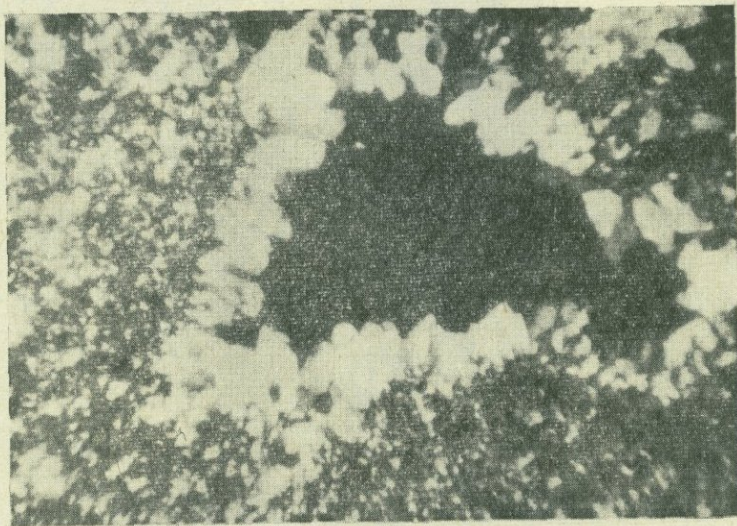


Фото 50. Друзовая микротекстура перекристаллизации гелеобразного кремнезема. Прозрачный шлиф. Ув. 60.

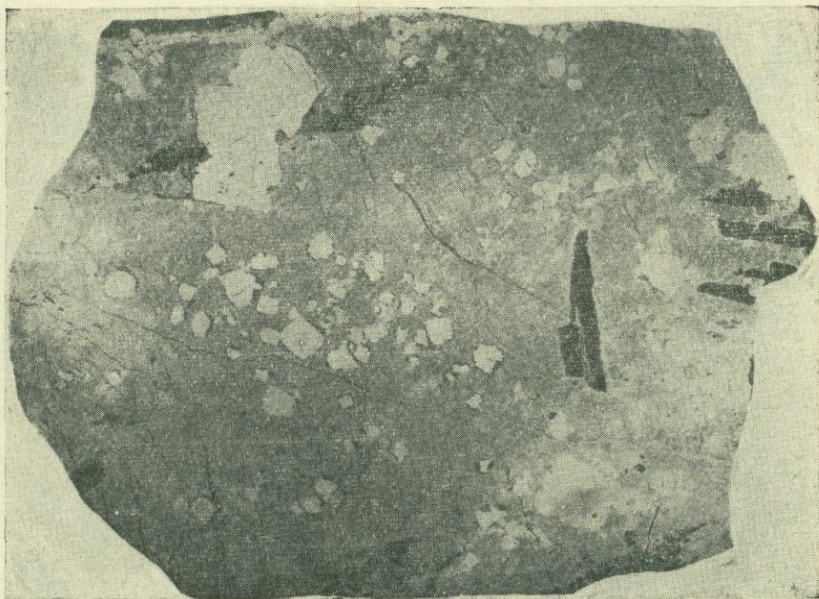


Фото 51. Порфиробластическая текстура пиритовой руды. Идиоморфно бластические выделения пирита в мелкозернистой марказитовой основной массе. Агаракское месторождение. Натуральная величина.



Образование таких налетов в волосяных прожилках обусловлено заполнением ограниченных пространств относительно концентрированным раствором, при сравнительно быстрой кристаллизации.

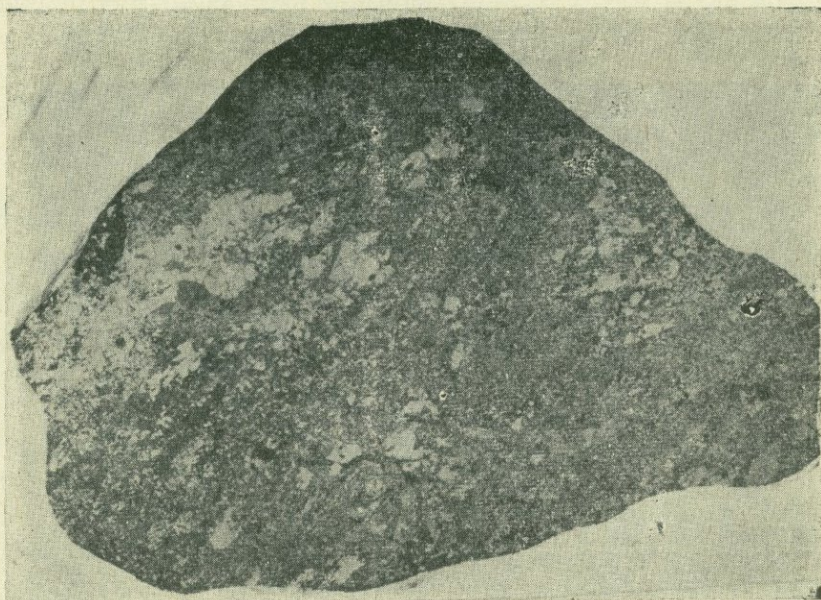


Фото 52. Порфиробластическая текстура пиритовой руды. Выделение крупнокристаллического агрегата пирита в мелкозернистой пирит-мельниковитовой массе. Агаракское месторождение. 3/4 натуральной величины.

### **Структурные особенности руд, образованных путем заполнения полостей**

Руды этого генетического типа характеризуются наиболее значительным разнообразием структур, которые свидетельствуют об изменчивости физико-химических и термодинамических условий их формирования, а также отражают последовательность образования минералов в рудах.

Наиболее характерными структурами для руд этого типа являются зернистые, коррозионные, структуры распада и колломорфные структуры.

**Зернистые структуры** являются наиболее широко распространенными структурами и отражают условия кристаллизации растворов. Появление различных морфологических особенностей этих структур в рудах свидетельствует о последовательности рудообразования в различных типах руд.

Для руд с массивными текстурами, имеющими мономинеральный состав, наиболее характерна аллотриоморфнозернистая структура, которая свидетельствует о почти одновременном образовании всего агрегата. Такие структуры типичны для массивных магнетитовых и халькопиритовых руд ряда месторождений: Каджаран, Агарак, Дастакерт, Айгедзор. Так, массивные магнетитовые руды Каджаранского и Агаракского месторождений под микроскопом обладают относительной однородностью, характеризуются среднезернистым сложением с полигональным очертанием отдельных зерен. По контурам зерен развивается



гипогенная мартитизация (фото 53, 54), которая местами имеет концентрическую зональность. Аллотриоморфнозернистую структуру имеют также мономинеральные халькопиритовые руды Каджарана, Дастакерта и Агарака, а также мономинеральные массивные руды Тейского участка Айгедзорского рудного поля, сложенные сфалеритом.

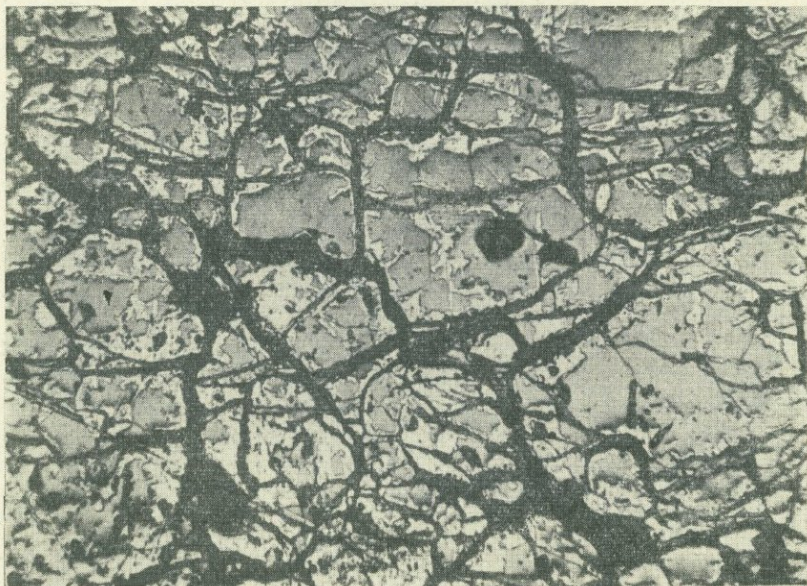


Фото 53. Гипогенная мартитизация вдоль границ зерен магнетита в массивных магнетитовых рудах. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.

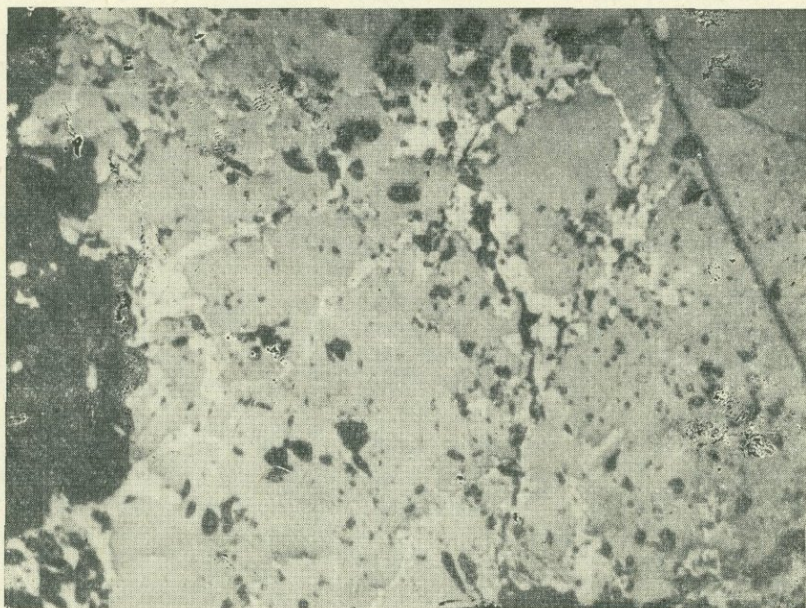


Фото 54. Гипогенная мартитизация вдоль границ зерен магнетита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Как видно из микрофото массивных халькопиритовых руд (фото 55), границы между зернами халькопирита обычно имеют неправильные очертания и взаимно прорастают, что свидетельствует о почти одновременной кристаллизации всей массы минералов. Размер зерен агрегатов таких аллотриоморфнозернистых структур обычно довольно разнообразен и отмечаются как мелкозернистые, среднезернистые, так и крупнозернистые, конфигурация которых легко распознается невооруженным глазом. Размер зерен крупнозернистых агрегатов местами доходит до  $2 \times 3$  см в поперечнике.

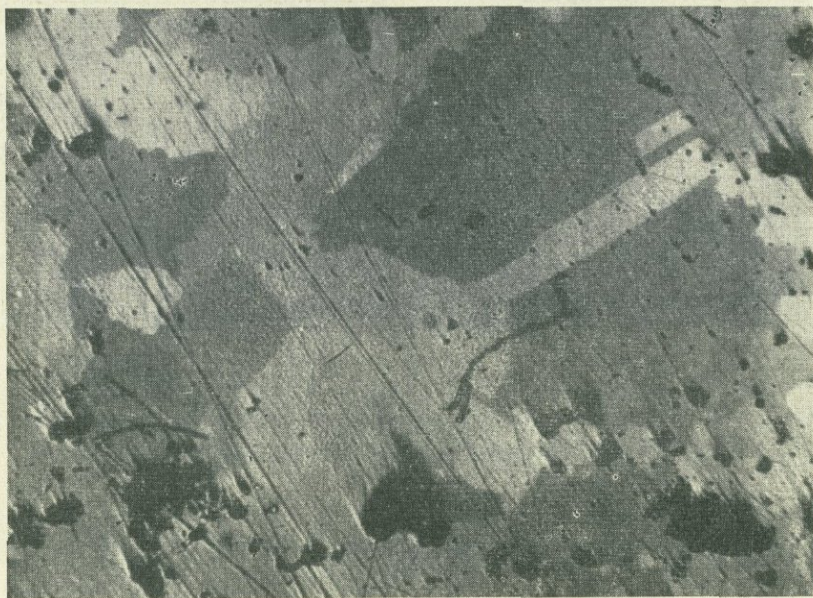


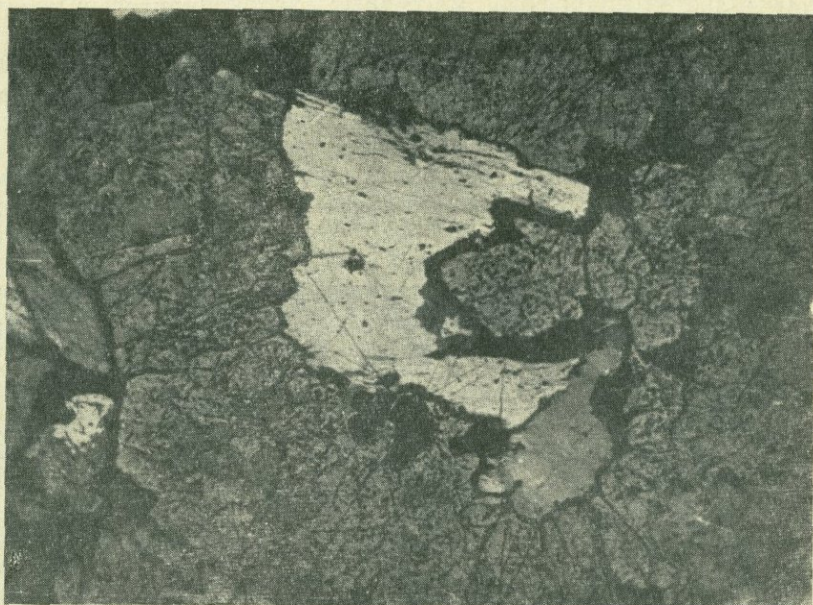
Фото 55. Аллотриоморфное сложение мономинеральной халькопиритовой руды. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90. Протравлено в парах царской водки.

Необходимо отметить, что не всегда массивные текстуры имеют однородный минеральный состав. Зачастую массивные руды состоят из нескольких минералов и тогда они имеют гипидиоморфнозернистую структуру. Такие гипидиоморфнозернистые структуры характерны для большого разнообразия текстур руд, образованных заполнением пустот. Например, для массивных магнетитовых руд отмечается гипидиоморфнозернистая структура в том случае, когда в рудах отмечаются выделения молибденита, борнита, халькопирита. В этом случае выделения молибденита приспособляются к зернам более раннего магнетита (фото 56). Аналогичные же соотношения с магнетитом устанавливаются для халькопирита и борнита.

Такие же гипидиоморфнозернистые структуры характерны для массивных халькопиритовых руд и для руд с пятнистой текстурой, в которых отмечается более раннее и, наоборот, более позднее выделение по отношению к халькопириту минералов.

Таковыми ранними по времени выделения минералами являются обычно пирит, гематит, молибденит, висмутин, медно-висмутовые минералы. Как видно из микрофото шлифов таких руд (фото 57, 58), все эти





Фото, 56. Гипидиоморфно-зернистая структура в массивных магнетитовых рудах. Выделения молибденита и борнита приспосабливаются к кристаллам магнетита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Фото 57. Гипидиоморфнозернистая структура массивной халькопиритовой руды. Гематит образует идиоморфные и пластинчатые агрегаты. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



более ранее образованные минералы, как правило, имеют идиоморфные очертания. Для них характерны пластинчатые выделения, свойственные этим минералам, а также скопления—в результате чего эти руды больше напоминают пятнистую микротекстуру. Особенно это характерно для молибденита (фото 59). Причем в одних случаях молибденит в виде

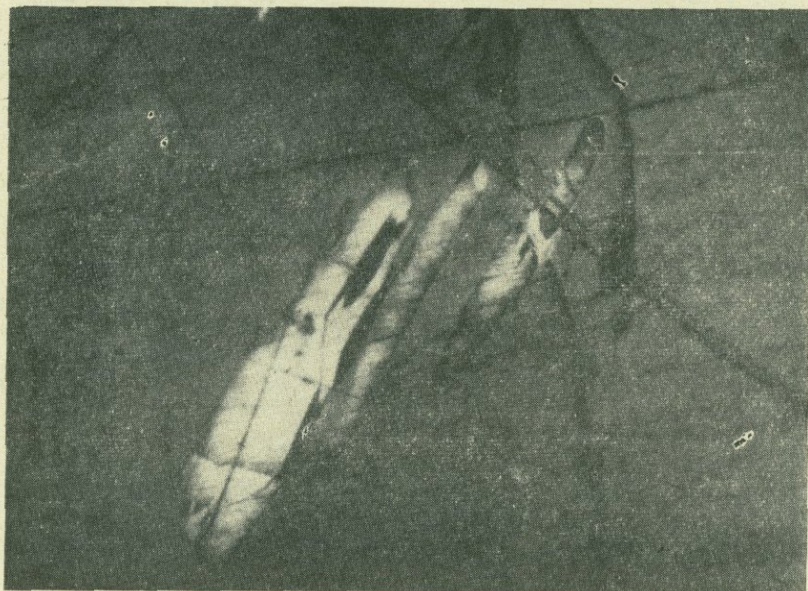


Фото 58 Идиоморфные пластинчатые кристаллы висмута в аллотриоморфнозернистом агрегате халькопирита. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

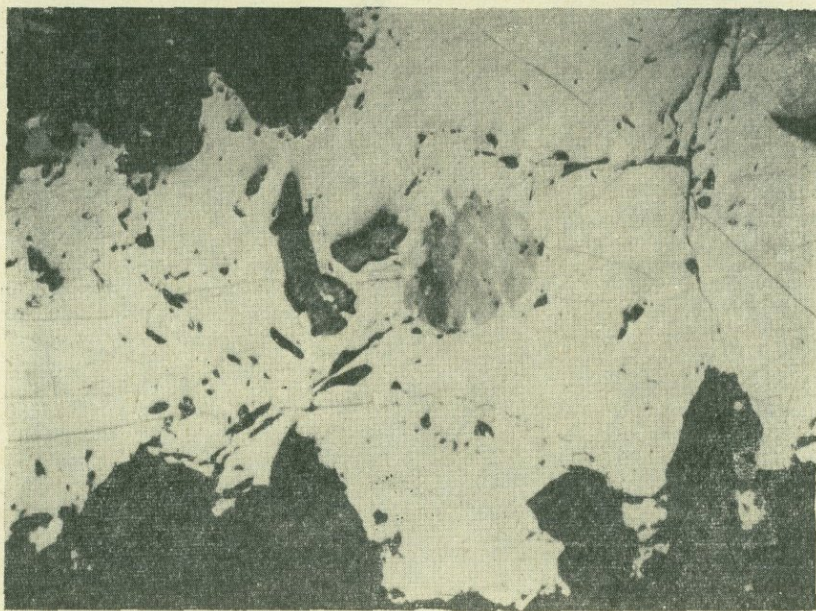


Фото 59. Скопления молибденита в полях халькопирита. Пятнистая микротекстура. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



пластинчатых выделений рассеян по всей поверхности шлифа (фото 60), и тогда эти руды имеют типично гипидиоморфнозернистую структуру, в других случаях молибденит образует отдельные скопления в виде розеток (фото 61). Но эти розетки не составляют единый кристаллический

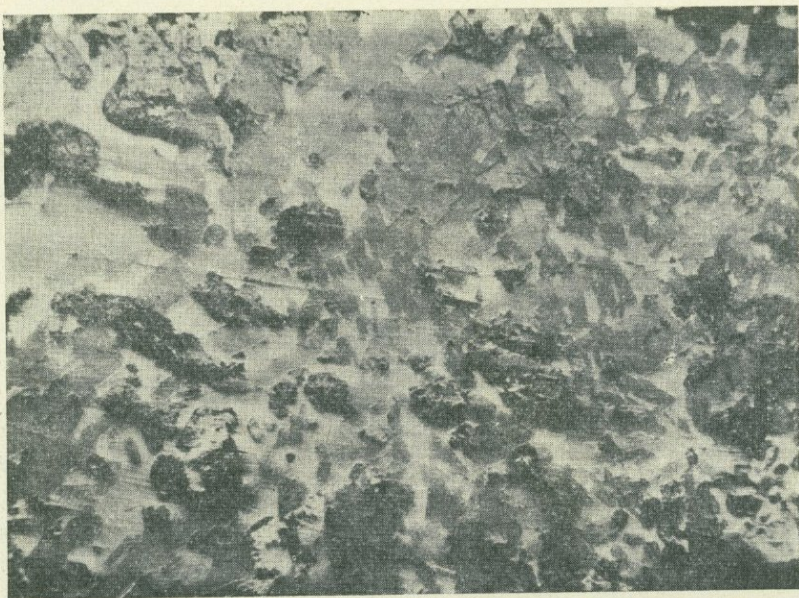


Фото 60. Гипидиоморфнозернистая структура. Молибденит образует идиоморфные пластинчатые выделения. Халькопирит заполняет промежутки между выделениями молибденита. Полированный шлиф. Ув. 90.

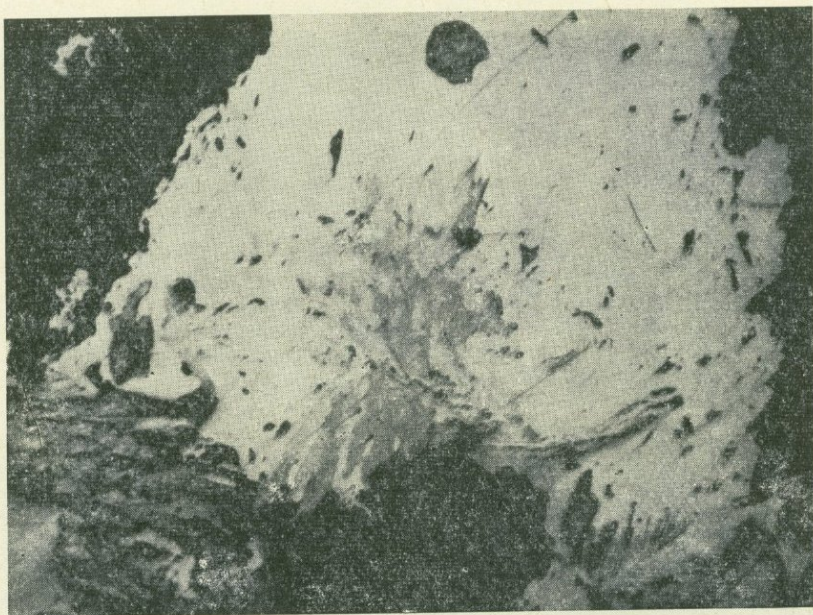


Фото 61. Сферолитообразные скопления молибденита в полях халькопирита. Полированный шлиф. Ув. 90.



индивид молибденита, а представляют собой спутанно-волокнистый агрегат молибденита (фото 62, 63), состоящий из многочисленных переплетающихся друг с другом чешуйчатых выделений. Образование таких сферолитообразных агрегатов молибденита в мономинеральной

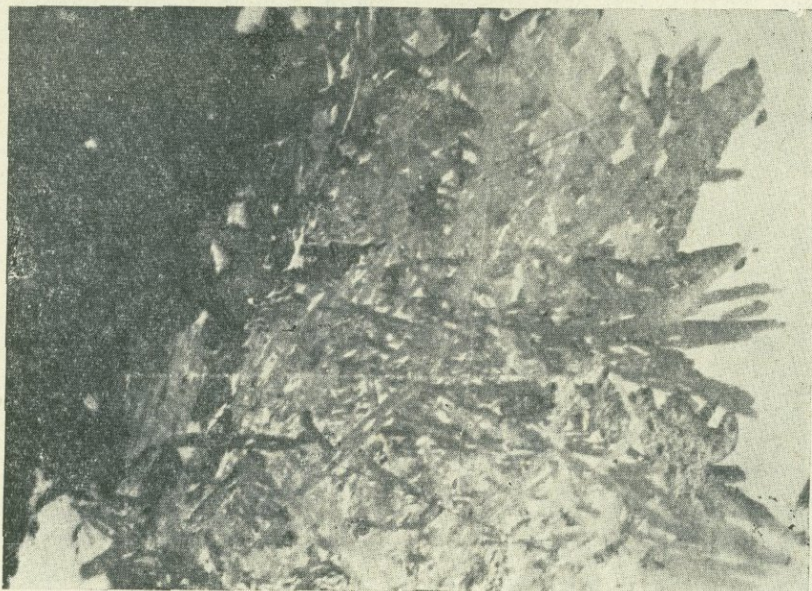


Фото 62. Спутанно-волокнистый агрегат молибденита. Полированный шлиф. Ув. 40.

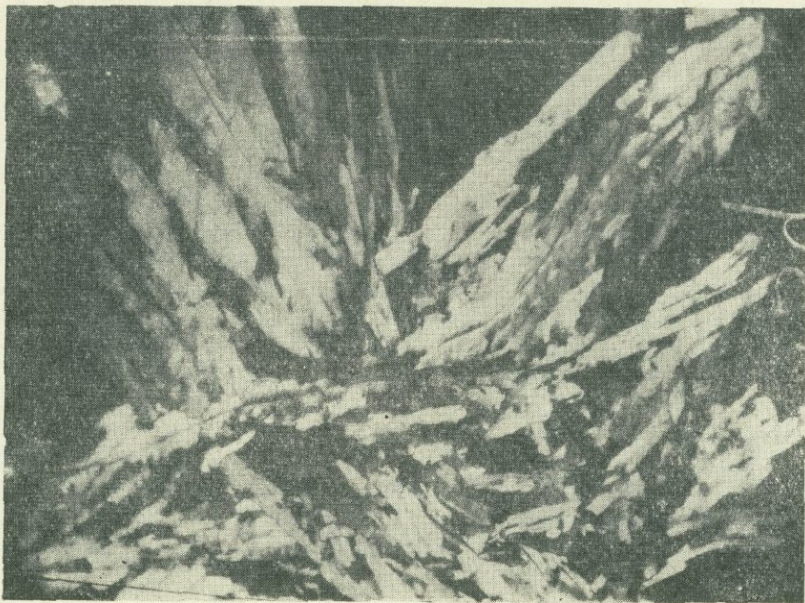


Фото 63. Строение розетки молибденита. Полированный шлиф. Ув. 180.



халькопиритовой массе, очевидно, связано со способностью молибдена к сегрегации, т. е. стягиванию к центрам кристаллизации.

Гипидиоморфнозернистые структуры характерны также для руд, в которых отмечается наличие более поздних по отношению к халькопириту минералов. Таким минералом является теннантит. Как видно из микрофото шлифа (фото 64), теннантит здесь присутствует в явно подчиненном количестве, образует выделения неправильного извилистого очертания и в основном приспособляется к контурам зерен халькопирита, опоясывая их.

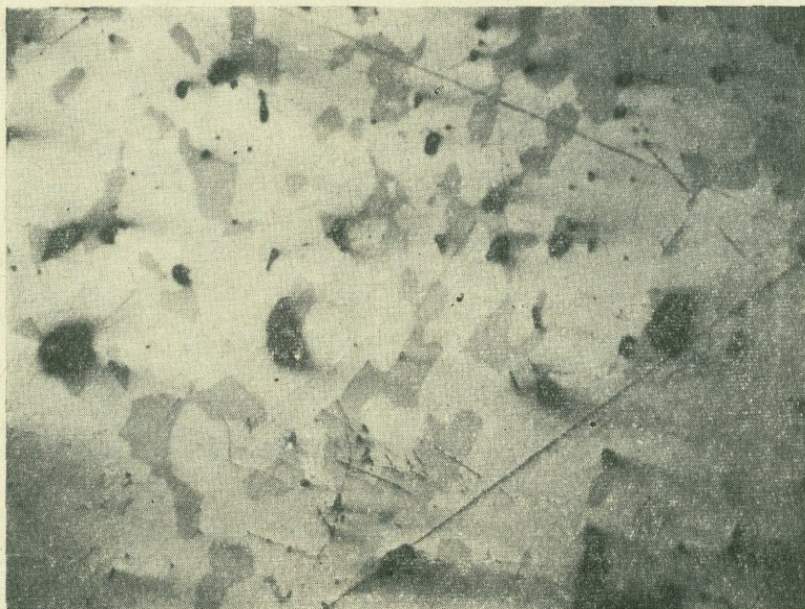


Фото 64. Субграфическая структура срастания халькопирита (светло-серое) и теннантита (темно-серое). Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

По облику эта структура субграфическая и обусловлена последовательной кристаллизацией первоначально халькопирита, затем теннантита.

Следует отметить, что в немассивных рудах, какими являются руды с пятнистой, вкрапленной, гнездово-пятнистой, полосчатой текстурами, очень широко проявляются гипидиоморфнозернистые структуры, в которых значительное место имеют жильные минералы, особенно кварц. Как правило, в этих рудах наиболее характерна гребенчатая структура, где отмечается более раннее образование кварца. Его выделения обычно имеют удлиненные формы и отчетливый идиоморфизм (фото 65). В поперечных срезах кварц имеет гексагональное очертание без следов разъедания его халькопиритом. В тех случаях, когда кварц не имеет гребенчатого строения, структура бывает интерстициальная (фото 66), и выделения рудного минерала обычно заполняют промежутки между зернами идиоморфнозернистого агрегата кварца.

Аналогичные структуры характерны и для кварц-пиритовых, кварц-сфалерит-галенитовых прожилков.

В некоторых маломощных карбонатных прожилках наблюдается параллельно-шестоватая структура (фото 67), где кристаллы кальцита



растут от стенки к стенке. Такое строение карбонатного прожилка свидетельствует о росте кристаллов кальцита в застойном состоянии растворов. Следует отметить, что аналогичные параллельно-шестоватые структуры отмечаются и для многих кварц-сульфидных, маломощных прожилков.

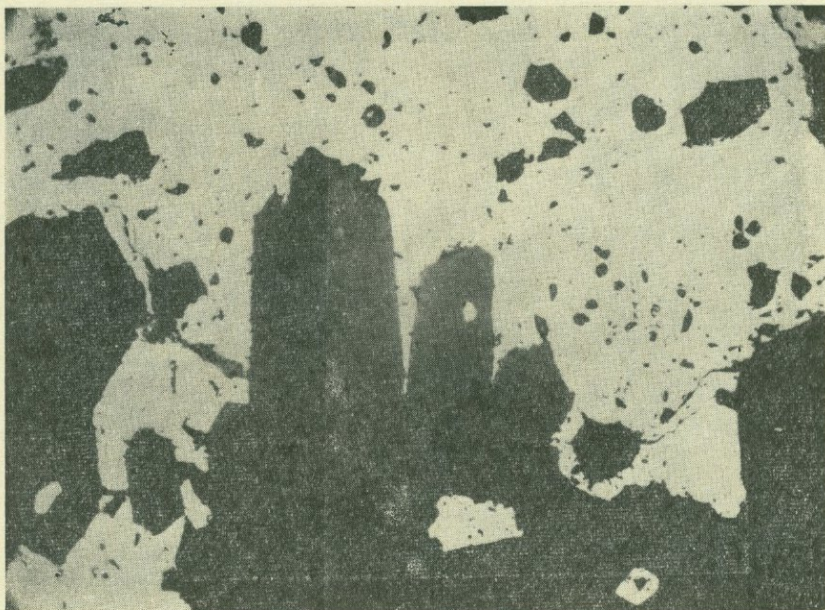


Фото 65. Гребенчатая структура кварц-халькопиритового прожилка.  
Полированный шлиф. Ув. 40.

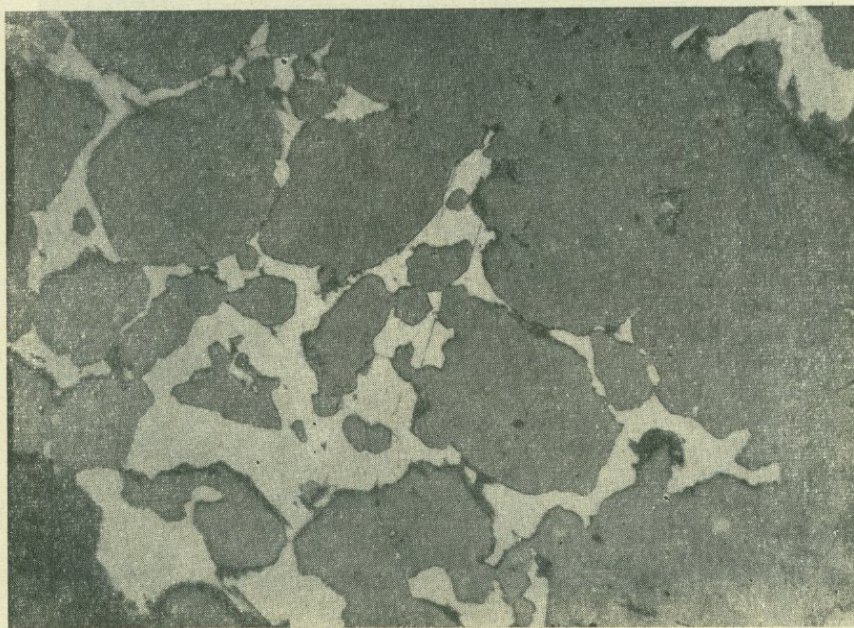


Фото 66. Интерстициальная структура кварц-халькопиритового прожилка.  
Джиндаринское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



В некоторых случаях в условиях запаздывания кристаллизации конечных порций растворов, формирующихся в пределах единой стадии минерализации, отмечается нарастание минералов поздних ассоциаций на уже ранее образованные минералы. В этом случае образуется венчиковая микротекстура (фото 68). Такие текстуры и структуры наибо-



Фото 67. Параллельно-шестоватая структура карбонатного прожилка.  
Прозрачный шлиф. Николи+. Ув. 20.

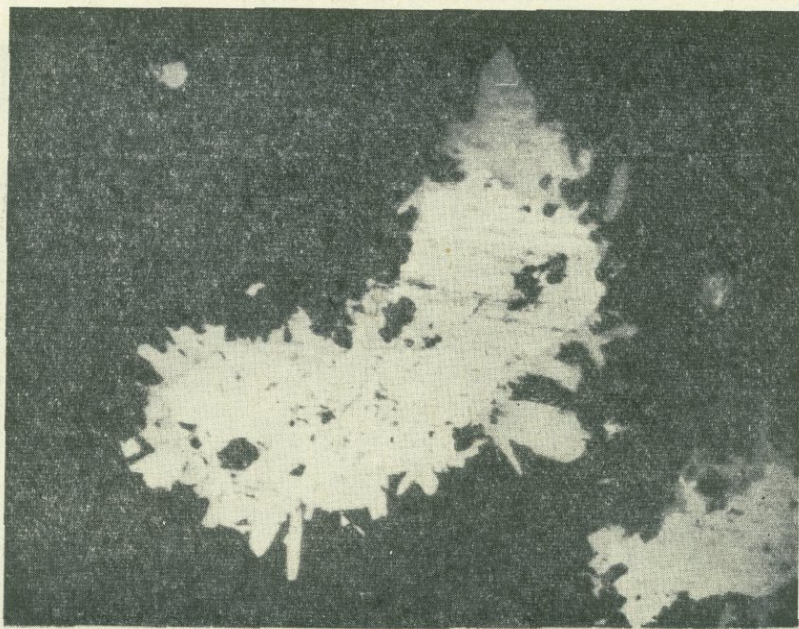


Фото 68. Венчиковая структура нарастания энаргита на халькопирит.  
Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



лее характерны для энаргитовой ассоциации кварц-халькопиритовой стадии Каджаранского месторождения. Здесь энаргит развивается вдоль внешних контуров халькопиритовых выделений с кварцем и зачастую образует сплошные венчиковые обрамления. Характерно и то, что более поздний минерал—энаргит—более идиоморфен по отношению к халькопириту, образует идиоморфные призматические кристаллы и напоминает гребенчатую структуру.

**Коррозионные структуры** пользуются большим распространением в рудах, образованных путем заполнения пустот. Особенно широко развиты такие структуры в рудах, где проявляется последовательное наложение нескольких парагенетических ассоциаций в пределах одной стадии. В этих случаях небольшой перерыв между формированием этих ассоциаций благоприятствует интенсивному проявлению разъедания и образованию коррозионных структур. Такими стадиями в медно-молибденовых месторождениях являются флювошпат-кварц-халькопиритовая и вторая кварц-молибденит-халькопиритовая стадии Дастакертского месторождения, кварц-халькопиритовая стадия Каджаранского месторождения, кварц-халькопирит-борнитовая стадия Джиндаринского месторождения, а также кварц-сфалерит-галенитовая стадия многих месторождений.

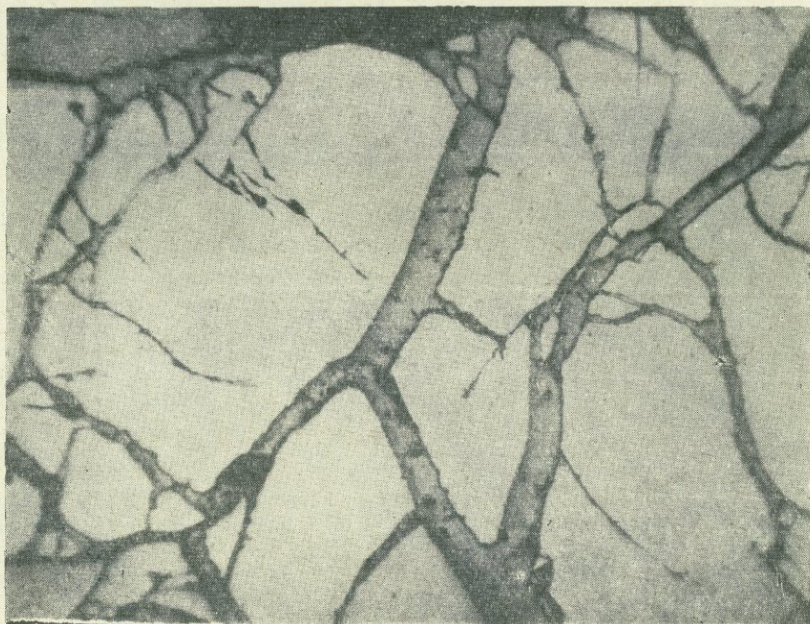


Фото 69. Коррозионная структура в рудах второй кварц-молибденит-халькопиритовой стадии минерализации Дастакертского месторождения. Пирит по трещинам интенсивно замещен халькопиритом.

Во второй кварц-молибденит-халькопиритовой стадии Дастакертского месторождения пирит-халькопиритовая ассоциация образуется несколько позже кварц-молибденитовой и заполняет средние части кварцевых прожилков. Непосредственно в этой ассоциации пирит образуется раньше халькопирита и рассеян в массе халькопирита. Пирит интенсивно разъедается халькопиритом (фото 69). Отмечаются различные степени разъедания вплоть до образования реликтовых структур



(фото 70). В некоторых случаях замещаются только внутренние части пиритовых кристаллов с образованием псевдоморфоз по пириту (фото 71), впервые описанных Г. О. Пиджяном (1950).

Аналогичные структуры руд отмечаются во многих кварц-халькопиритовых стадиях медно-молибденовых месторождений, в которых

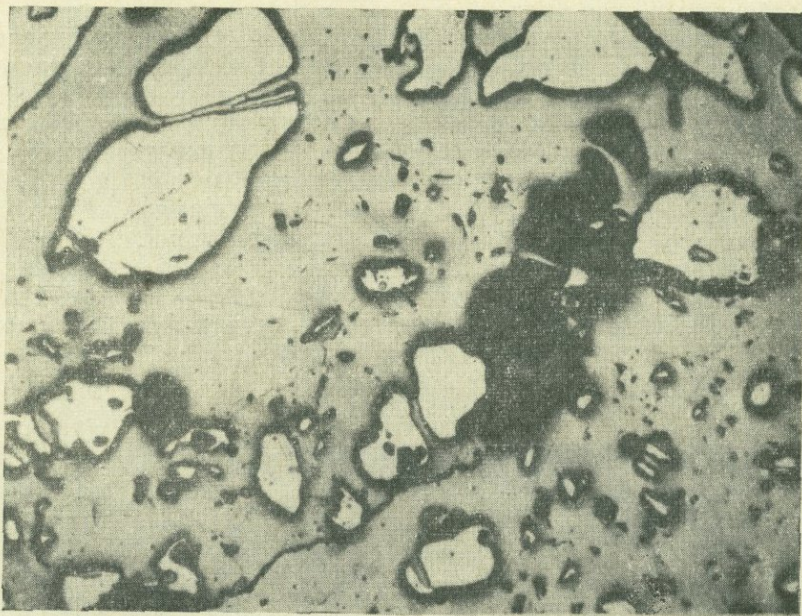


Фото 70. Реликтовая структура. Сохранились лишь остатки незамещенного пирита. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

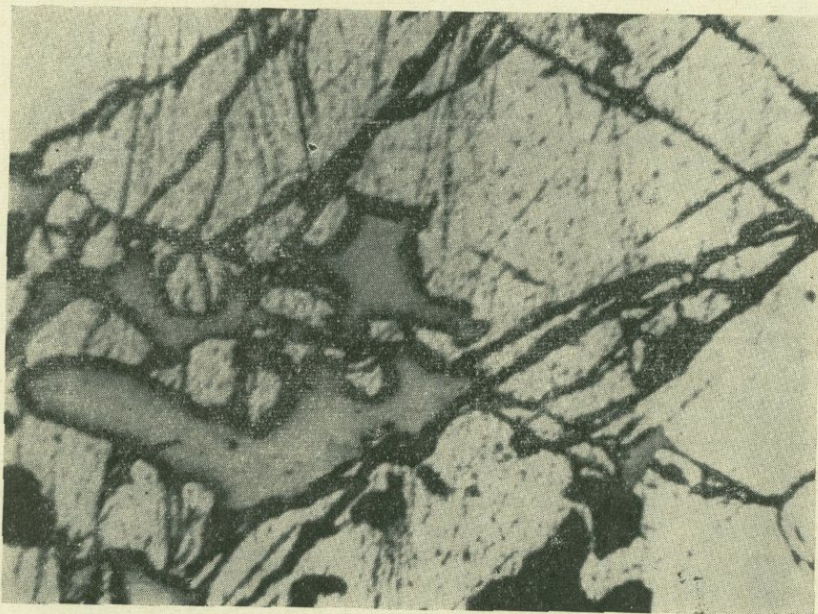


Фото 71. Структура разъедания. Замещение внутренних частей пирита халькопиритом, Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.



отмечается более раннее образование пирита по сравнению с халькопиритом.

Такие же коррозионные структуры характерны для кварц-пиритовой стадии Каджаранского, Агараковского и других месторождений, в рудах которых поздний халькопирит, как правило, интенсивно разъедает ранее образованный пирит.

Коррозионные структуры очень широко представлены в рудах с полиминеральным составом, в которых отмечается последовательное образование минералов. Это особенно широко отмечается для медных руд, в которых в первую очередь кристаллизуются висмутовые минералы, такие как висмутин, эмплектит, виттихенит, айкинит. На фото 72 видно интенсивное разъедание айкинита халькопиритом в медных рудах Тейского участка Айгедзорского рудного поля.

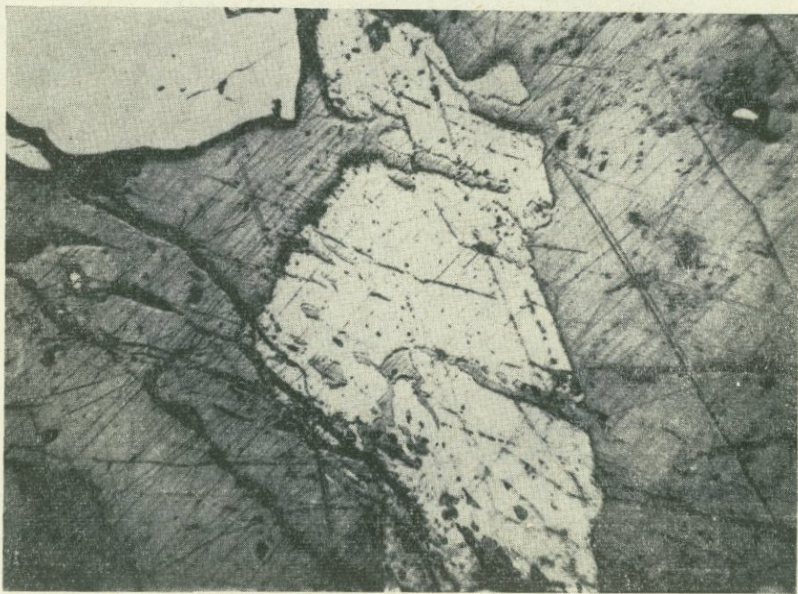


Фото 72. Интенсивное разъедание пластинчатого выделения айкинита (светлое) халькопиритом (серое). Тейский участок Айгедзорское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.

В медных рудах Каджаранского месторождения вследствие более позднего воздействия халькопирита на ранее образованный висмутин вокруг последнего образуется реакционная каемка виттихенита (фото 73).

Довольно широко развиты структуры разъедания в кварц-сфалерит-галенитовых рудах медно-молибденовых и полиметаллических месторождений. Здесь отмечается целый ряд минералов, которые отчетливо разъедают и замещают друг друга в порядке последовательности их образования. На микрофотографиях шлифов (табл. III (4), IV (1)), полиметаллических руд Личквас-Тейского участка Айгедзорского месторождения, отчетливо наблюдается порядок образования минералов в следующей последовательности: кварц, пирит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда.

Интересные взаимоотношения устанавливаются между минералами в процессе формирования продуктивной стадии минерализации. Здесь



обычно образуется несколько генераций одного и того же минерала. Таким минералом обычно является халькопирит. В кварц-сфалерит-галенитовой стадии минерализации многих месторождений халькопирит обычно проявляется как один из ранних минералов, однако в конце этой же стадии отмечается более поздняя генерация халькопирита. Это хорошо устанавливается на основе разъедания и пересечения блеклой руды халькопиритом (фото 74) и образованием каемок в результате замещения галенита халькопиритом (фото 75). Обычно при этом образу-

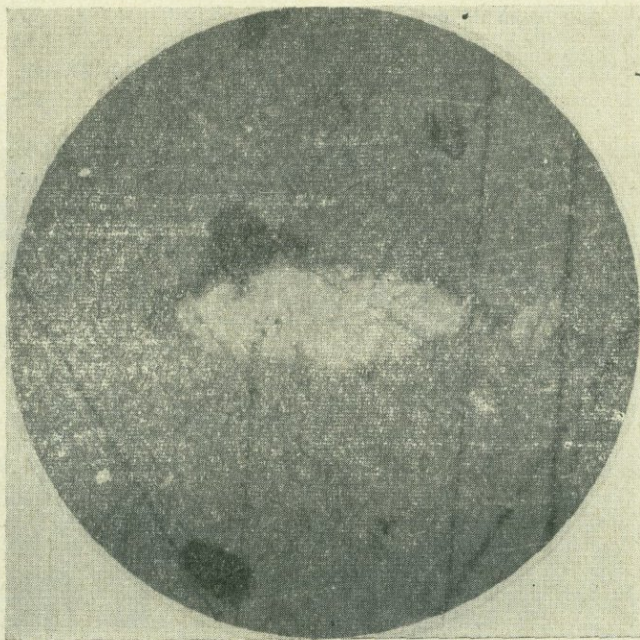


Фото 73. Реакционная каемка виттихенита (темное) вокруг висмута в полях халькопирита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

ются структуры краевых каемок, где по краям основного минерала развивается кайма новообразованного минерала.

Такая структура очень характерна для полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации Дастакертского месторождения, где более поздний халькопирит, как правило, по краям замещает ранее образованный борнит (фото 76).

При более интенсивном развитии процесса замещения обычно образуется структура «архипелага», где островки борнита с извилистыми очертаниями заключены в полях халькопирита (фото 77).

Характерные структуры разъедания и пересечения устанавливаются также и при наложении более поздних ассоциаций в пределах одной и той же стадии минерализации. Так, например, в медных рудах Дастакертского месторождения отчетливо намечается наложение энаргит-теннантитовой ассоциации на пирит-борнит-халькопиритовую, при этом энаргит интенсивно замещает борнит, вдаваясь в поля борнита в виде «залيفов», а более поздний теннантит в свою очередь окаймляет энаргит (фото 78).

Замещение энаргита теннантитом, очевидно, обусловлено тем, что в процессе замещения борнита энаргитом происходило восстановление



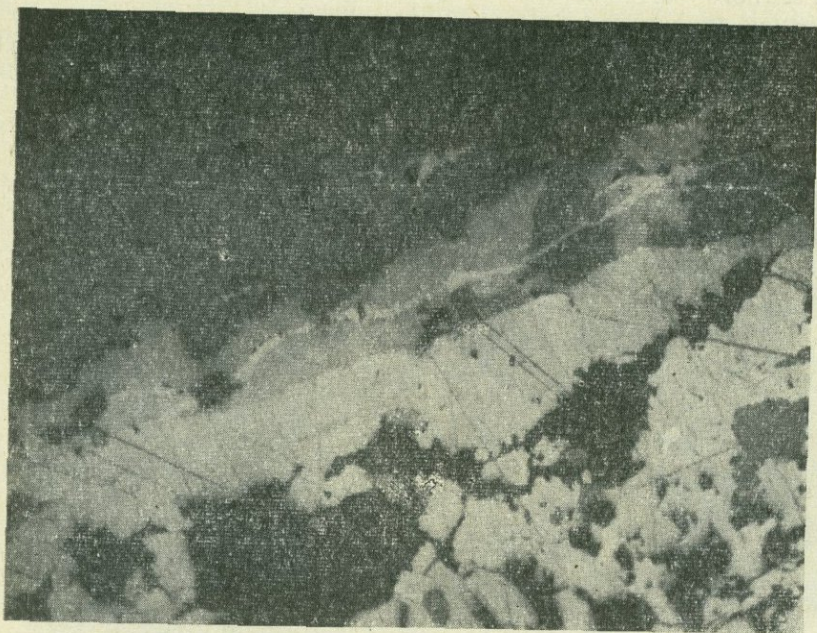


Фото 74. Замещение блеклой руды (светло-серое) халькопиритом (белое). Видны остатки от замещения блеклой руды в полях халькопирита. Тонкий прожилок халькопирита перескает поле, блеклой руды. Личквазский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 180.



Фото 75. Структура краевых каемок халькопирита (темно-серое) по краям выделений галенита (светлое). В галените видны треугольники выкрошивания. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.



пятивалентного катиона  $\text{As}^{5+}$  в трехвалентный  $\text{As}^{3+}$  что приводило к образованию теннанита в тыльной части фронта замещения.

**Структура распада** отмечается довольно часто в рудах заполнения полостей в медно-молибденовых месторождениях Зангезурского рудного района.

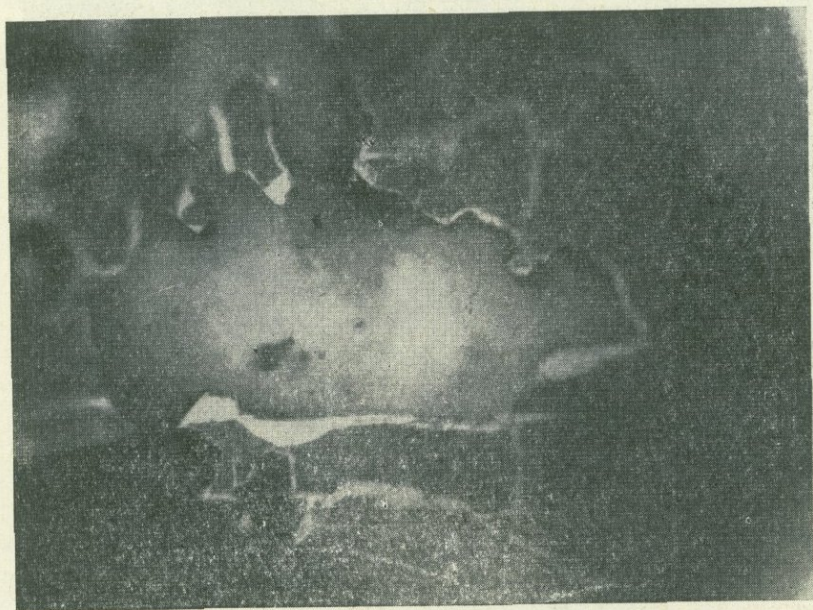


Фото 76. Структура краевых каемок халькопирита (светлое) по борниту (темное). Дастакертское месторождение. Полированный шлиф.

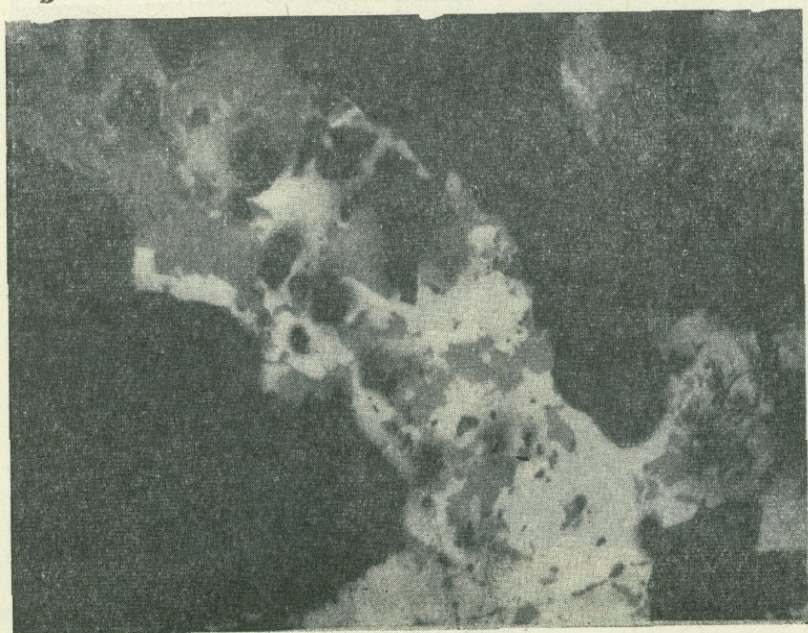


Фото 77. Структура разъедания. Остатки борнита в полях халькопирита. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Наиболее распространенными структурами распада являются широко известная и развитая на медных месторождениях пара борнит-халькопирит. Она очень широко отмечается для Джиндаринского месторождения в сравнительно высокотемпературной кварц-халькопирит-борнитовой стадии минерализации, где обычно в кварц-сульфидных прожилках среди относительно небольших выделений рудных минералов проявляется решетчатая структура распада халькопирита как в виде пластинчатых выделений, так и в виде округлых выделений (фото 79).

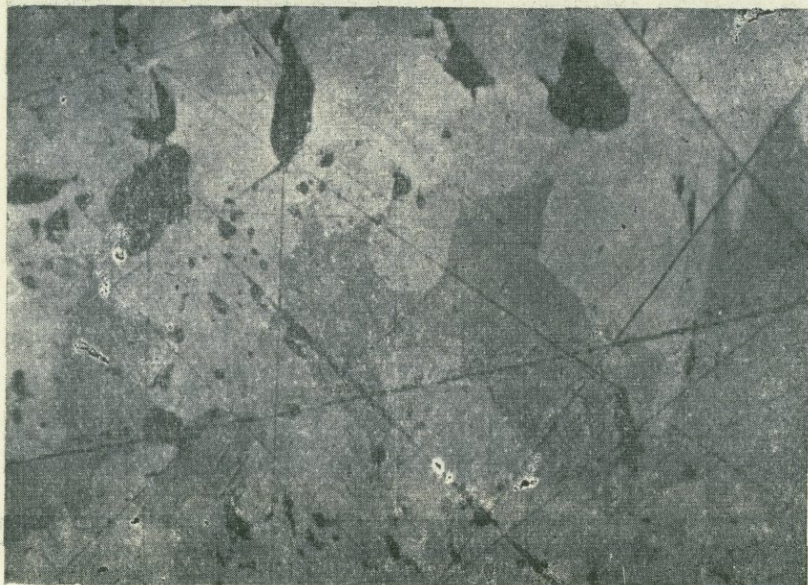


Фото 78. Структура разъедания. Интенсивное разъедание борнита (темное) энаргитом (темно-серое). Энаргит в свою очередь замещается блеклой рудой (светло-серое). Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

Аналогичная решетчатая структура распада борнит-халькопирит отмечается в высокотемпературной кварц-магнетитовой стадии Каджаранского месторождения, где совместно с основным минералом—магнетитом—ассоциируют выделения зерен рудного минерала, в которых также проявляется решетчатая структура распада борнит-халькопирит (фото 80).

Наряду с решетчатой структурой распада борнит-халькопирит в медных рудах медно-молибденовых месторождений отмечается и пламенеvidная структура распада халькопирит-борнит, где минералом-хозяйином является халькопирит (фото 81).

Весьма оригинальная решетчатая структура распада борнит-халькозин отмечается в борнитовых рудах Дастакертского месторождения, где халькозин в виде пластинчатых выделений находится в полях борнита (фото 82).

Более распространенными структурами распада на медно-молибденовом месторождении является пара сфалерит-халькопирит, которая, как правило, присутствует в рудах кварц-сфалерит-галенитовой стадии всех месторождений. Эти структуры наиболее четко и полно отмечаются в наиболее ранних высокотемпературных генерациях сфалерита, как



правило, имеющих темную окраску. Более поздние генерации сфалерита лишены структур распада и имеют светлую окраску.

Наиболее широко развита эмульсионная структура распада, где размер эмульсионных выделений халькопирита варьирует от 0,01 до 0,1 мм.

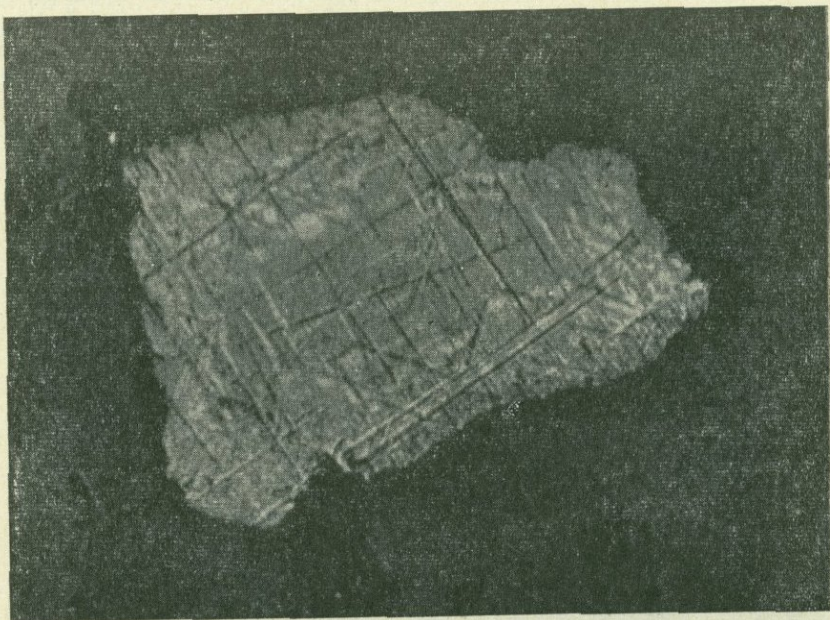


Фото 79. Решетчатая структура распада борнит-халькопирит в кварц-халькопирит-борнитовом прожилке. Джиндаринское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

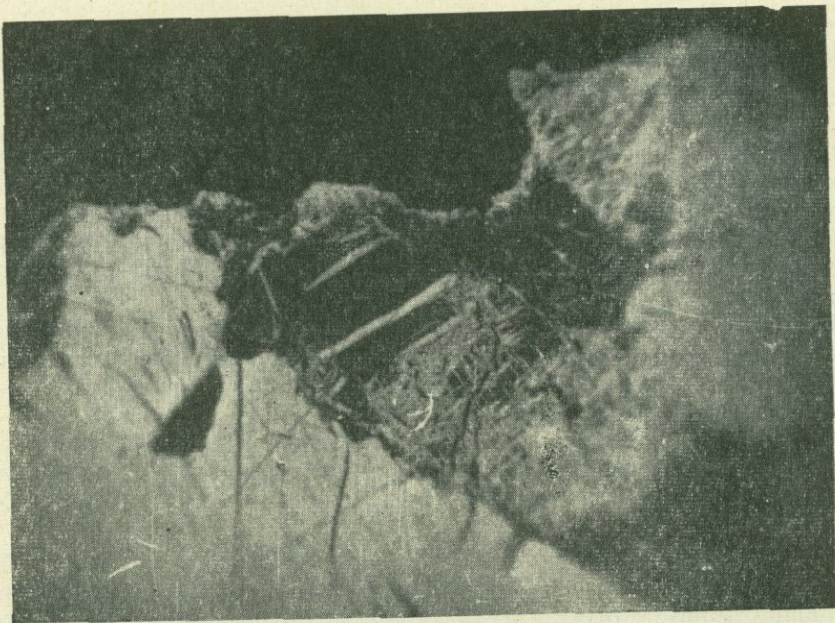


Фото 80. Решетчатая структура распада борнит-халькопирит из кварц-магнетитовой стадии. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Здесь отмечаются как эмульсионная, так и зернистая структуры распада (фото 83). В некоторых случаях отмечается и ориентированная структура распада, в которой выделения халькопирита приобретают ориентировку вследствие того, что они располагаются вдоль спайности

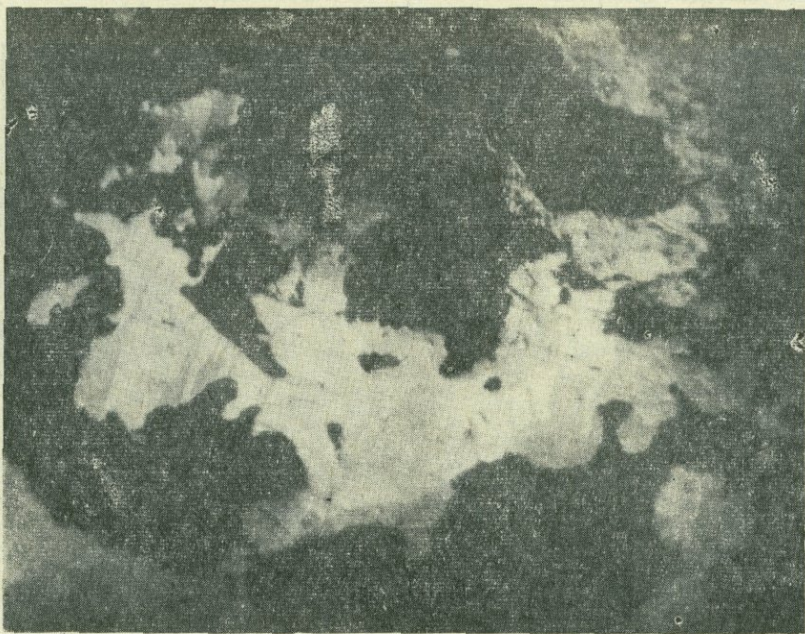


Фото 81. Пламеневидная структура распада халькопирит-борнит. Айгедзорское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

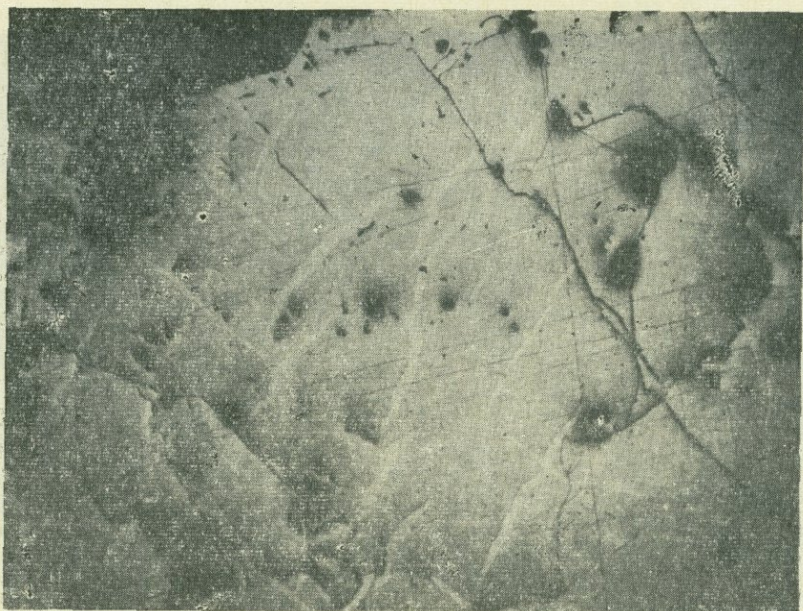


Фото 82. Решетчатая структура распада борнит-халькозин. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.



сфалерита (фото 84). В некоторых случаях происходит дальнейшее развитие этих структур распада, при котором образуется уже петельчатая структура распада (фото 85).

Весьма оригинальное явление наподобие структур распада описано автором для Дастакертского месторождения. Здесь в рудах энаргит-

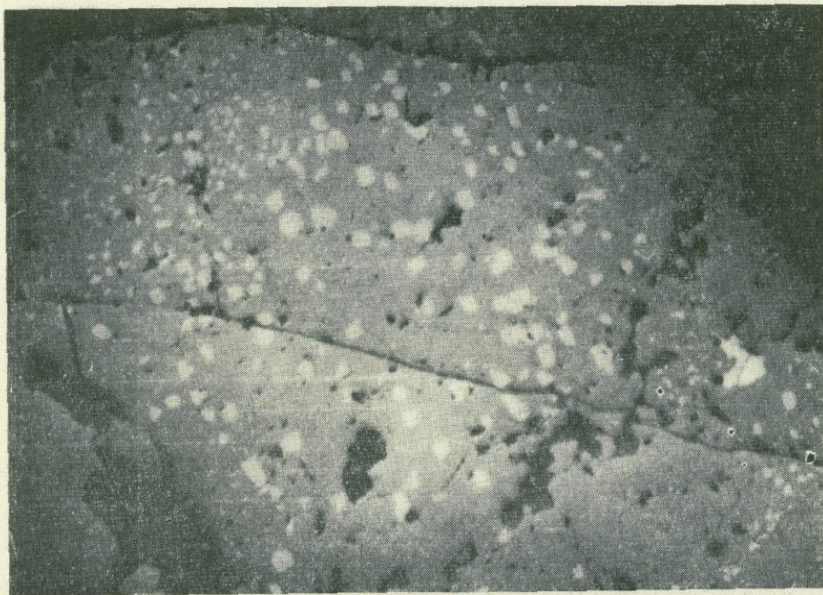


Фото 83. Эмульсионная структура распада сфалерит-халькопирит. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 90.

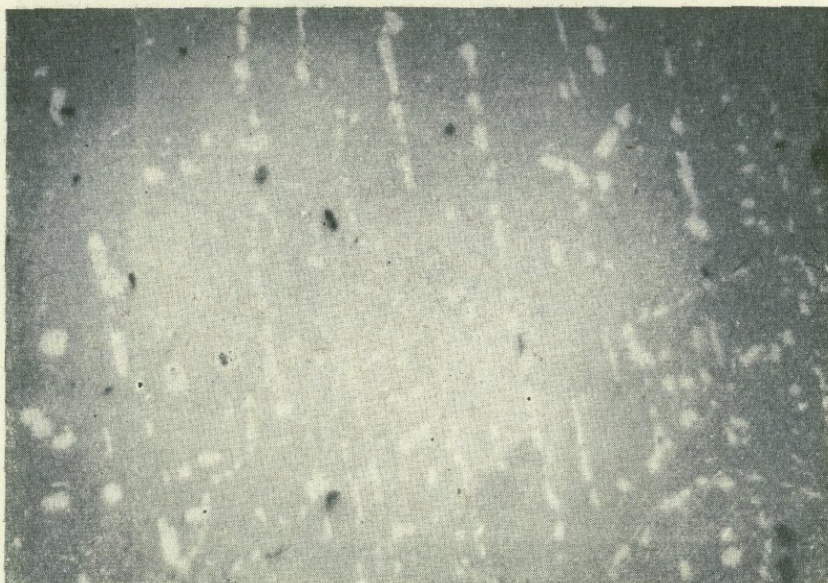


Фото 84. Эмульсионно-ориентированная структура распада сфалерит-халькопирит. Тейский участок. Полированный шлиф. Айгедзорское месторождение. Ув. 90.



теннантитовой ассоциации было установлено наличие германиевых минералов германита и реньерита. Германит, как правило, проявляется в тесной парагенетической ассоциации с энаргитом и только в последнем образует округлые выделения, во многом напоминающие структуры распада (рис. 34). Это обстоятельство дало основание предположить, что германит образуется в процессе распада в энаргите.

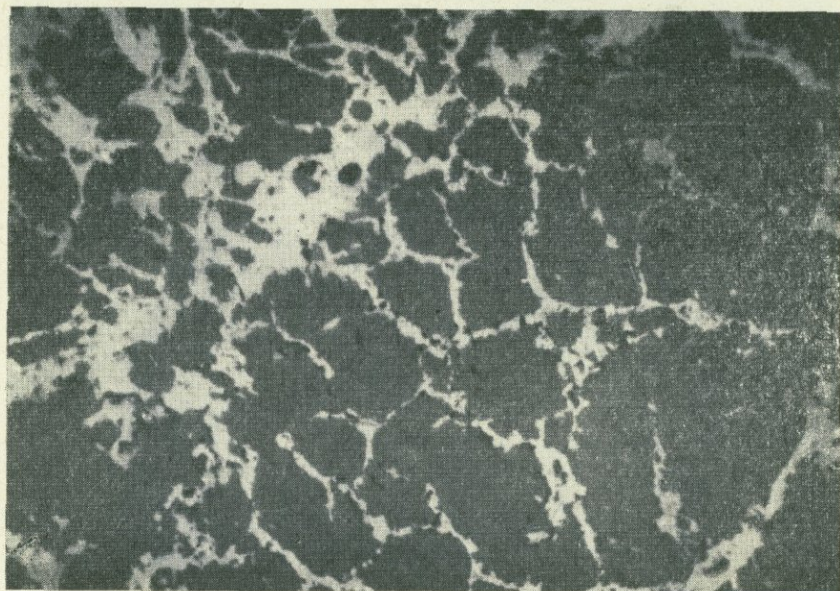


Фото 85. Петельчатая структура распада сфалерит-халькопирит. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 90.

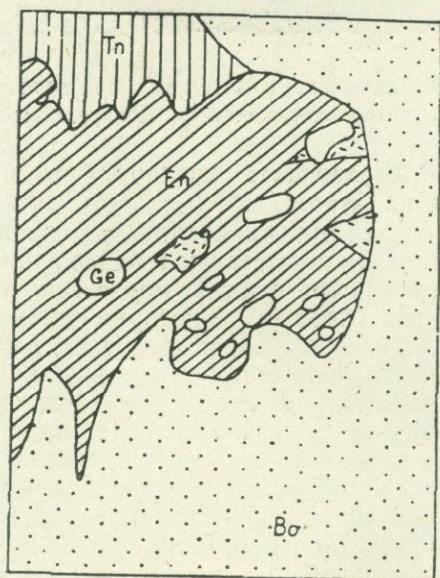


Рис. 34. Структура распада энаргит-германит. Германит представлен в виде округлых выделений. Дастакертское месторождение. Зарисовка шлифа.



**Колломорфные и метаколлоидные структуры.** Как и текстуры, структуры указанного типа не имеют широкого развития в рудах Зангезурского рудного района и встречаются спорадически на участках развития коллоидных текстур. Так, на участках развития руд с метаколлоидной текстурой Дастакертского месторождения под микроскопом отмечаются сферические выделения пирита в тесной ассоциации с борнитом (фото 86). Аналогичные сферические образования пирита отмечаются в «медных» рудах Тейского участка Айгедзорского рудного поля, где эти сферические тела тесно ассоциируют с халькопиритом и блеклой рудой (фото 87).

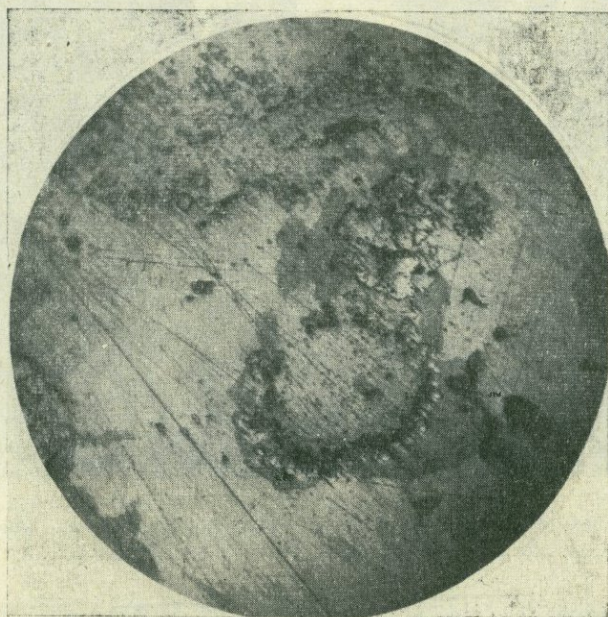


Фото 86. Сферические стяжения пирита в тесной ассоциации с борнитом в полях халькопирита. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 80.

Более отчетливо выраженные колломорфные и метаколлоидные структуры отмечаются на Агаракском месторождении. Здесь в массивных рудах пиритовой стадии минерализации, где проявляются порфиро-бластические текстуры, отмечаются также и порфиробластические структуры. Основная масса этих образований представляет собой мелкозернистый агрегат марказита (фото 88), в котором очень интенсивно и широко развиты трещины усыхания, представляющие собой параллельную систему веретенообразных трещин отрыва. Исследование руд под микроскопом показало, что эти трещины нацело заполнены карбонатом и халцедоном, которые, очевидно, представляют собой продукты остаточных растворов. Как видно из микрофото шлифов, наряду с такими трещинами усыхания в мелкозернистой массе марказита, очевидно вследствие собирательной кристаллизации, выкристаллизовываются сравнительно крупные кристаллы пирита (фото 88, 89).

В аналогичных ранее описанных рудах отмечаются также явно колломорфные и гелевые структуры. Так, например (фото 90, 91), показана отчетливо выраженная колломорфно-гелевая структура, в которой отмечаются сферические тела и почковидные выделения с чередованием



зон пирита и мельниковита. Для этих тел характерны радиальные трещины усыхания, которые разбивают все тело на мелкие части. В некоторых случаях для таких сферических тел характерны концентрические

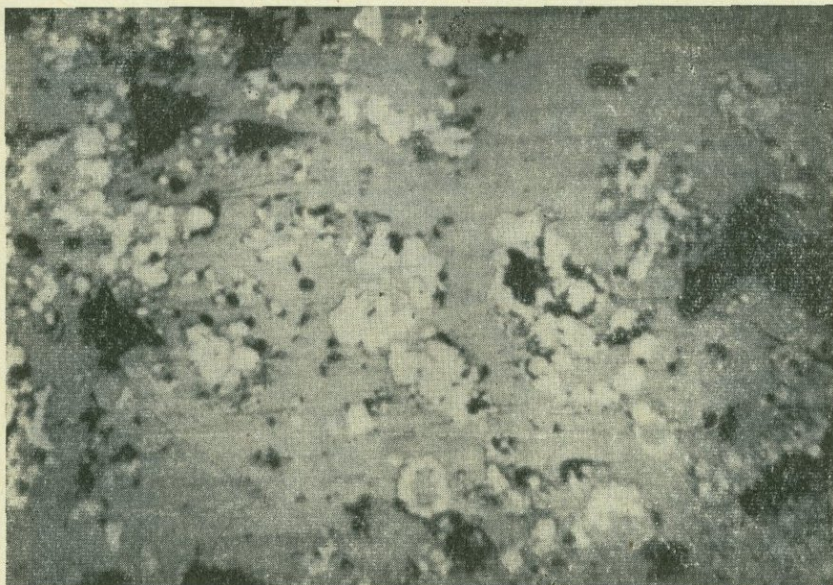


Фото 87. Сферические стяжения пирита в халькопирите. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 80.

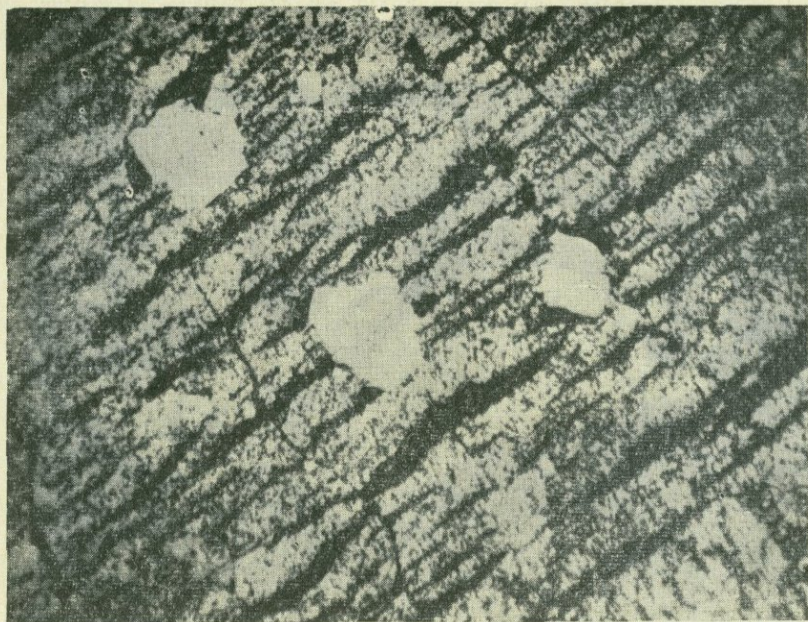


Фото 88. Порфиробластическая структура пирит-марказитового агрегата. Видна параллельная система трещинок усыхания. Крупные кристаллы пирита образованы вследствие более поздней перекристаллизации марказита. Полированный шлиф. Ув. 90.



трещины усыхания, что свидетельствует о том, что указанные образования имеют сферическое строение (фото 92). В ряде случаев в шлифах в массе пирита устанавливается несколько центров с концентрическим расположением трещин усыхания (фото 93). Как правило, все эти гелевые образования раздроблены и сцементированы карбонатным мате-

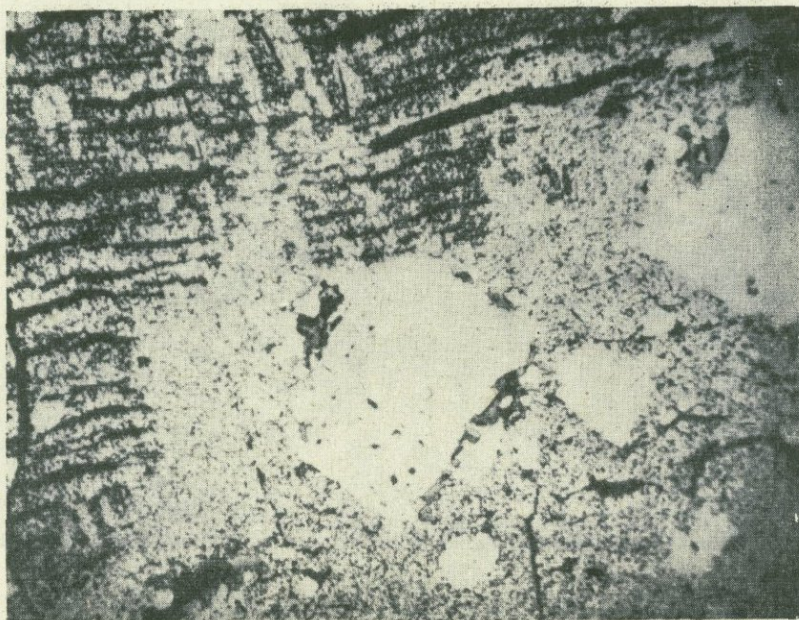


Фото 89. Порфиробластическая структура пирит-марказитового агрегата. Крупные кристаллы пирита образованы вследствие более поздней перекристаллизации мелкозернистого агрегата. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Фото 90. Колломорфно гелевая структура массивного мелкозернистого пиритового агрегата. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



риалом, который представляет собой продукт остаточных растворов.

Аналогичные колломорфные структуры, как известно, отмечаются в продуктах алабандиновой стадии минерализации Дастакертского месторождения. Здесь отмечаются колломорфные структуры родохрозита,

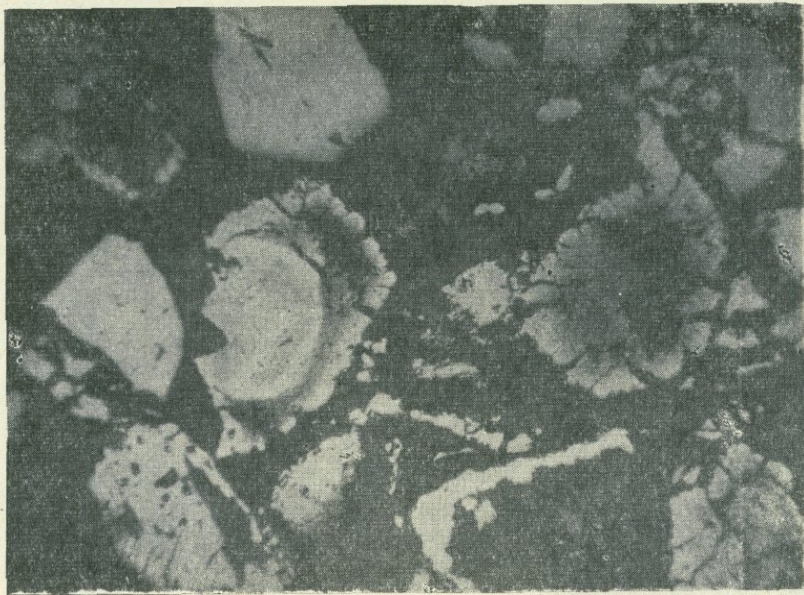


Фото 91. Гелевая структура пиритовой руды. Центры сферических выделений сложены мельниковитом и мельниковит-пиритом. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

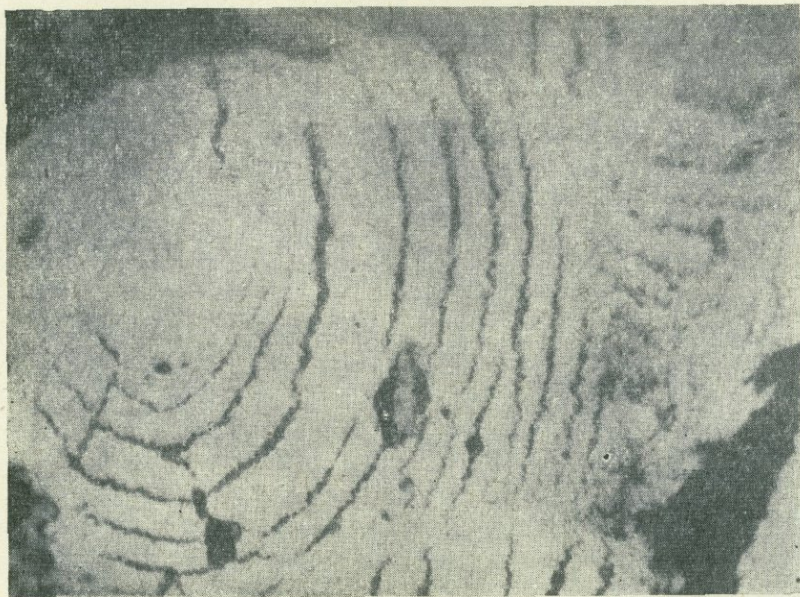


Фото 92. Концентрические трещины усыхания в почке пирита. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 180.



образующие совместно с зернистым алабандином сложные алабандин-родохрозитовые почки (фото 94), свидетельствующие о почти одновременном их образовании. Однако, наряду с этим, в полях алабандина отмечаются обломки гидрокарбоната марганца, в котором отчетливо проявляется гелевое сложение (фото 44). Это свидетельствует о более



Фото 93. Система концентрических трещин усыхания в массе пирита. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 120.

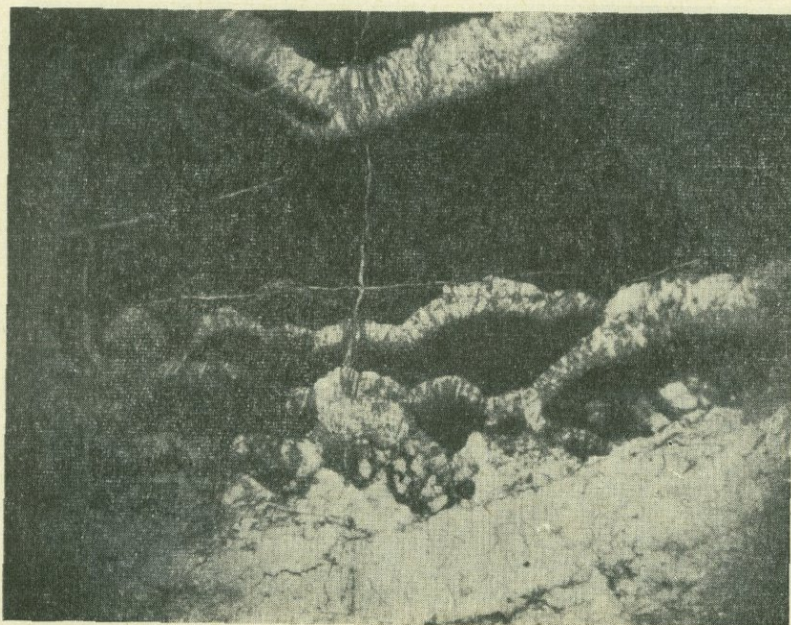


Фото 94. Совместные алабандин (черное)-родохрозитовые колломорфные выделения. Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 40.



раннем образовании гидрокарбоната по отношению к алабандину. В родохрозите отмечается и мельниковит-пирит, который образует почковидные и червевидные выделения (фото 95, 96). Точно такие же сферические и червевидные образования мельниковита отмечаются и в ранее упомянутом гидрокарбонате марганца. Здесь образование мельниковит-пирита, очевидно, связано с более поздними процессами наложения.



Фото 95. Почковидные выделения мельниковит-пирита в зернистом родохрозите. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 85.



Фото 96. Совместные выделения червевидного мельниковит-пирита с колломорфным гидрокарбонатом марганца. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 85.



Колломорфные образования из карбонатных жил Дастакертского месторождения, ранее уже описанные, под микроскопом имеют радиаль-



Фото 97. Радиально-лучистое строение колломорфной карбонатной почки. Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 180.



Фото 98. Сферолиты халцедона в скрытокристаллическом агрегате халцедона. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 180.



но-лучистое строение (фото 97), которое, очевидно, представляет собой результат последующей перекристаллизации этих почек. При этом здесь отмечается постепенное огрубение лучистого агрегата по мере удаления от центра почки к периферии и уже на самой периферии почки лучистый агрегат переходит в зернистый.

Аналогичная перекристаллизация с образованием радиальных лучистых сферолитов характерна и для халцедоновых прожилков Каджаранского месторождения (фото 98), где в тонкозернистой массе халцедона выделяются сферолиты уже перекристаллизованного халцедона.

### **Текстуры руд, образовавшиеся путем замещения вмещающих пород**

Текстуры замещения вмещающих пород имеют также широкое развитие в рудах медно-молибденовых месторождений, так как процессы замещения постоянно сопровождают рудообразование и на отдельных месторождениях проявляются с различной интенсивностью.

На некоторых рудных объектах, как, например, Айгедзорском месторождении, эти процессы не имели существенной роли в создании промышленного ценного оруденения. На других (Джиндаринское месторождение) первостепенную роль в образовании промышленных руд играли именно процессы метасоматоза, в связи с проявлением которых возникла вся медная минерализация этого месторождения. На третьих месторождениях, составляющих значительное большинство, руды в целом образованы как заполнением полостей, так и сопутствующим им метасоматозом. Такое широкое развитие метасоматических процессов обусловило и значительное развитие соответствующих типов текстур руд. Некоторые текстуры образовались в результате сложного сочетания заполнения полостей и последующего интенсивного метасоматоза, т. е. представляют собой сложные текстуры. Однако, поскольку в целом метасоматоз в образовании таких текстур является завершающим, накладывающимся на начальный ранний, более слабо выраженный процесс заполнения, то такие текстуры описываются нами в данном разделе.

Наиболее характерными текстурами замещения являются: массивная, пятнистая, вкрапленная, брекчиевидная, прожилково-вкрапленная.

Массивная текстура замещения имеет небольшое развитие в рудах медно-молибденовых месторождений и характерна для минеральных ассоциаций немногих стадий минерализации. Такие массивные руды замещения встречены на Каджаранском месторождении и присущи для кварц-магнетитовой, а также кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой стадий.

На Каджаранском месторождении метасоматические магнетитовые руды с массивной текстурой образуют крупные штокообразные тела 7—8 м мощности, протягивающиеся на 15—20 м. Одно из таких тел прослежено на глубину до 30 м уступами двух горизонтов. Несмотря на массивный облик руды, свидетельствующий об однородном строении, в указанных магнетитовых рудах отмечаются небольшие ксенолиты, незамещенные участки вмещающих пород небольшого размера, обычно 2—3 см в поперечнике с округлыми очертаниями. Встречаются и более крупные участки, обычно пронизанные многочисленными прожилками и вкрапленностью магнетита. Переход описываемого штоковидного тела во вмещающие неоруденелые породы совершается довольно постепенно, через брекчиевидные и в дальнейшем вкрапленные текстуры. Такой по-



степенный переход между различными текстурами в метасоматических рудных телах является характерным, хотя отмечаются и случаи довольно резких границ рудных тел метасоматического происхождения.

Массивные текстуры замещения характерны и для кварц-халькопиритовой стадии Каджаранского месторождения. Здесь они образуются в связи с интенсивным замещением рудными минералами раздробленных рассланцованных пород.

На фото 99 видно, что в массивных медных рудах незамещенные участки вмещающих пород по мере удаления от контактовой части рудного тела уменьшаются как в размерах, так и в количестве.



Фото. 99. Массивная текстура замещения халькопиритом рассланцованных монционитов. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

В другом случае (фото 100) останцы незамещенных пород фиксируют первичную рассланцовку вмещающих пород, подвергшихся замещению. Это свидетельствует о том, что массивные руды замещения могут образовываться при особо благоприятных условиях, в случае максимальной проницаемости вмещающих пород. В частности, благоприятными участками для замещения являются породы в пределах зон рассланцевания и дробления. При этом необходимо отметить, что переходы массивных руд во вкрапленные и пятнистые совершаются незаметно.

На фото 101 приведен пример такого перехода массивной пиритовой руды замещения во вкрапленную и пятнистую. Переход вкрапленной текстуры в массивную для пиритовой минерализации обусловлен интенсивностью метасоматоза, а не продвижением фронта сплошного замещения, как это совершается в некоторых случаях, особенно в брекчиевидных текстурах, где граница между рудным веществом и вмещающей породой нередко довольно отчетливая.

Пятнистая текстура не имеет широкого развития в рудах медно-молибденовых месторождений. Проявление этой текстуры связано либо с замещением рудными и сопровождающими их жильными минералами вмещающих пород в зонах дробления и смятия, либо с замещением интенсивно рассланцованных пород.



Такая текстура возникает вследствие резко неравномерного замещения вмещающих пород рудным веществом, обусловленным условиями дробления пород, либо их физико-механическими свойствами.

На фото 102 представлен пример пятнистой текстуры кварц-магнетитовой стадии минерализации; границы замещенной породы и руды довольно извилисты и для них характерны резкие переходы. Наряду с этим здесь же отмечается и система тончайших прожилков магнетита, прорезывающих вмещающие породы.

Пятнистая или гнездовая текстура замещения характерна также для



Фото 100. Массивная текстура замещения халькопиритом раздробленных и рассланцованных монзонитов. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



Фото 101. Переход массивной пиритовой руды замещения во вкрапленную. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



минеральных ассоциаций медной стадии Агаракского, Каджаранского и Дастакертского месторождений.

Иногда пятнистая текстура (фото 103) обусловлена крайней неравномерностью распределения гнездового оруденения.

В некоторых зонах дробления пятнистая текстура руд возникает в



Фото 102. Пятнистая текстура замещения монцонитов магнетитовой минерализацией. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

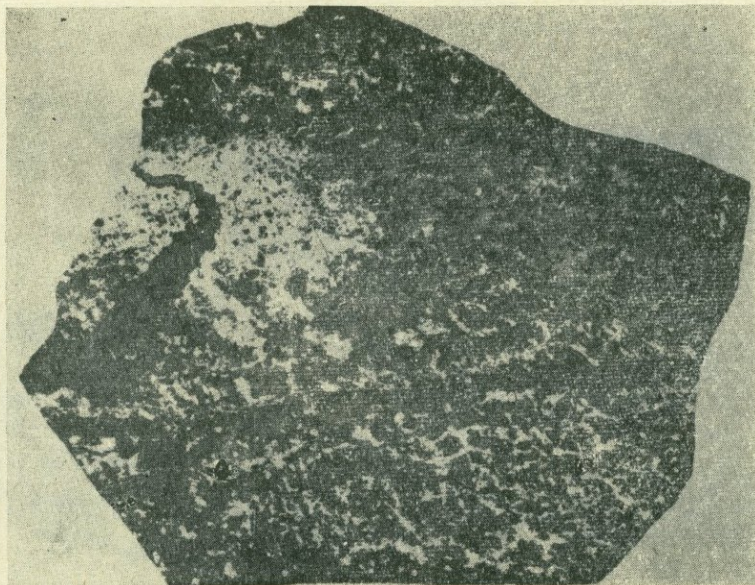


Фото 103. Гнездово-пятнистая текстура замещения вмещающей породы халькопиритом. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



связи с неравномерностью вкрапленной минерализации, особенно пиритовой. Так, на Каджаранском месторождении в висячем зальбане кварц-молибденитовой жилы 6 развита мощная зона дробления, которая подвергалась впоследствии интенсивной метасоматической пиритовой минерализации. При этом на фоне довольно густой вкрапленной минерализации отмечаются участки с еще более интенсивной вкрапленностью, часто переходящие в массивные руды.

Пятнистая текстура весьма характерна для руд Аравусского медно-мышьяково-реальгар-аурипигментового месторождения. Здесь в ореоле кварцево-жильной зоны в интенсивно серицитизированных вмещающих породах развивается пятнистая реальгар-аурипигментовая минерализация (табл. IV (2)). Размер метасоматических выделений реальгара и аурипигмента варьирует в значительных пределах. Местами в породе отмечаются крупные гнезда размером до 5 см в поперечнике сплошного реальгара.

Таким образом, целый ряд текстур замещения связан друг с другом совершенно постепенными переходами, что часто обусловлено в основном количественной стороной явления замещения.

Особенно этот переход характерен и трудноуловим в зонах дробления и рассланцевания, где рудообразование сопровождалось интенсивным метасоматозом.

Вкрапленная текстура является одной из широко развитых и основных текстур руд медно-молибденовых месторождений.

Так, на Джиндаринском месторождении все минеральные образования кварц-халькопирит-борнитовой стадии минерализации, в период которой формировались в основном промышленные медные руды, представлены исключительно вкрапленной текстурой. Такая же преимущественно вкрапленная текстура руд характерна для Агаракского месторождения, на котором медная минерализация в основном представлена именно такими рудами.

На других месторождениях—Каджаран, Дастакерт—вкрапленная минерализация составляет значительную часть в балансе медного оруденения.

Вкрапленная текстура наиболее характерна для минеральных ассоциаций среднетемпературных и менее для высокотемпературных стадий минерализации. Она характерна для халькопиритовой и пиритовой и совершенно не характерна для молибденитовой минерализации.

Вкрапленная минерализация во всех месторождениях, как правило, территориально совмещена с участками интенсивно измененных вмещающих пород. В одних случаях такое территориальное совмещение обусловлено единым актом рудообразования, при котором изменение вмещающих пород сопровождает рудоотложение. В другом случае оно обусловлено наложением рудной минерализации на ранее образованные гидротермально измененные породы.

В первом случае, как это проявляется на многих медно-молибденовых месторождениях, интенсивность околорудного изменения находится в прямой зависимости от интенсивности оруденения.

Это наглядно проявляется на Джиндаринском месторождении. Здесь вкрапленные руды наиболее интенсивно развиты на участках максимального окварцевания.

На фото 104 максимальная гнездово-вкрапленная минерализация сопровождается окварцеванием; в некоторых случаях породы превращены в кварцит, в которых содержание  $\text{SiO}_2$  достигает 85—90%.

Размер выделений здесь варьирует в значительных пределах—от



субмикроскопических, заметных только под микроскопом, до сравнительно крупных выделений, достигающих 1 см в поперечнике, но обычно с весьма неправильными очертаниями.

Сходными текстурами обладают и руды Дастакертского месторождения, где халькопирит-борнитовое оруденение сопровождается полевошпатизацией контактовых роговиков. Здесь максимальная полевошпатизация также развивается на участках интенсивного оруденения. Это наглядно видно там, где брекчиевидное оруденение сопровождается интенсивной вкрапленностью и одновременно полевошпатизацией (фото 37), а также в случае, где полевошпатизация в виде каймы развивается на участке максимального гнездового оруденения (фото 105).



Фото 104. Вкрапленная текстура минеральных образований кварц-халькопирит-борнитовой стадии минерализации. Джиндаринское месторождение. Вмещающие породы интенсивно окварцованы. Натуральная величина.

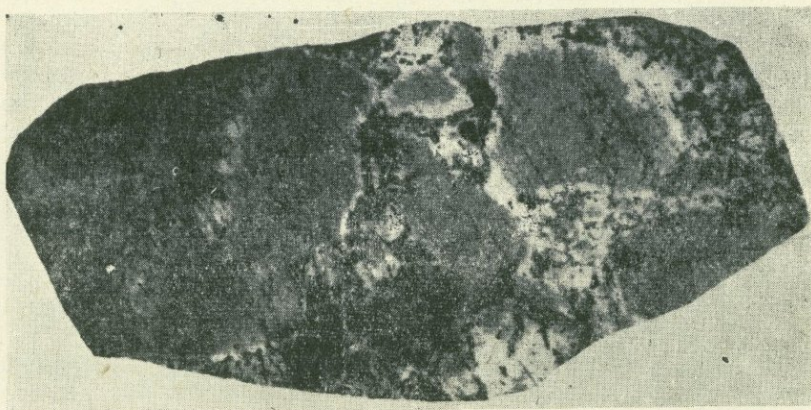


Фото 105. Интенсивная полевошпатизация роговиков на участке развития гнездового оруденения. Дастакертское месторождение. Натуральная величина.



Сходная текстура возникает при пиритизации в зонах дробления и рассланцевания, где, как правило, пиритизация сопровождается серицитизацией. На фото 106 представлен пример такой пиритизации; вмещающие породы здесь превращены в типичные серицитолиты. При таком изменении вмещающих пород, сопровождающем пиритизацию, пирит образуется за счет железа породообразующих минералов и количество его в неизменной породе и в пиритизированной одинаково. Это свидетельствует о том, что в процессе серицитизации железо переходит в сульфидную форму и остается нейтральным, неподвижным. В даль-

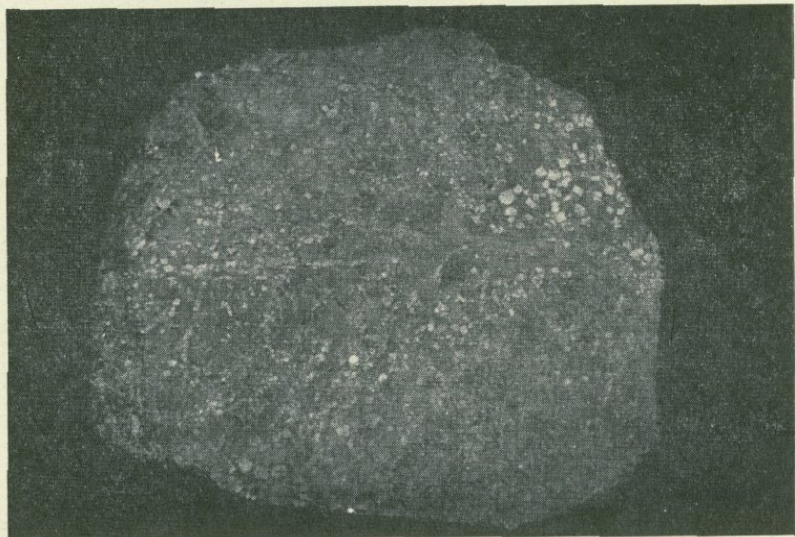


Фото 106. Вкрапленная текстура минеральных образований кварц-пиритовой стадии минерализации. Интенсивно вкрапленная пиритовая минерализация в сильно серицитизированной породе. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

нейшем процесс гидротермального изменения породы происходит при значительном привносе железа в сульфидной форме, которое приводит к наложению пиритизации на более раннюю серицитизацию. Образованию такой пиритизации в значительной мере способствует большая пористость серицитизированных пород. Количество железа в таких породах возрастает в два и три раза по отношению к неизменной породе, для них характерна большая густота вкрапленности. На фото 107 приведен пример такой вкрапленной текстуры, где выделения пирита занимают значительно большую площадь, чем участки незамещенной породы. Здесь пирит образует хорошо оформившиеся метакристаллы, нередко тесно сросшиеся друг с другом.

В некоторых случаях отмечается неравномерная зернистость вкрапленности. Среди примерно одинаковых по размерам зерен пирита выделяются более крупные индивидумы. Такой неравномерный рост вкрапленников обусловлен, по-видимому, неодновременным зарождением центров кристаллизации. Естественно, что более ранее образованные метакристаллы должны оказаться более крупными.

Во вкрапленных текстурах, в которых проявлено наложение на раннее гидротермальное изменение, прямой зависимости между изменением вмещающих пород и оруденением обычно не наблюдается. Текстуры этого типа характерны для участков с развитием инфильтрационного



метасоматоза. Такой тип вкрапленной текстуры характерен для медной минерализации Каджаранского и Агаракского месторождения, а также для пиритовой минерализации Каджаранского и Айгедзорского месторождений.

В зонах инфильтрационного метасоматоза хотя оруденение и развивается главным образом по гидротермально измененным породам, тем не менее оно захватывает также слабоизмененные и свежие породы.

В указанных зонах оруденение обычно занимает большие площади и развивается в виде полос, в общем наследуя участки и площади гидротермального изменения.

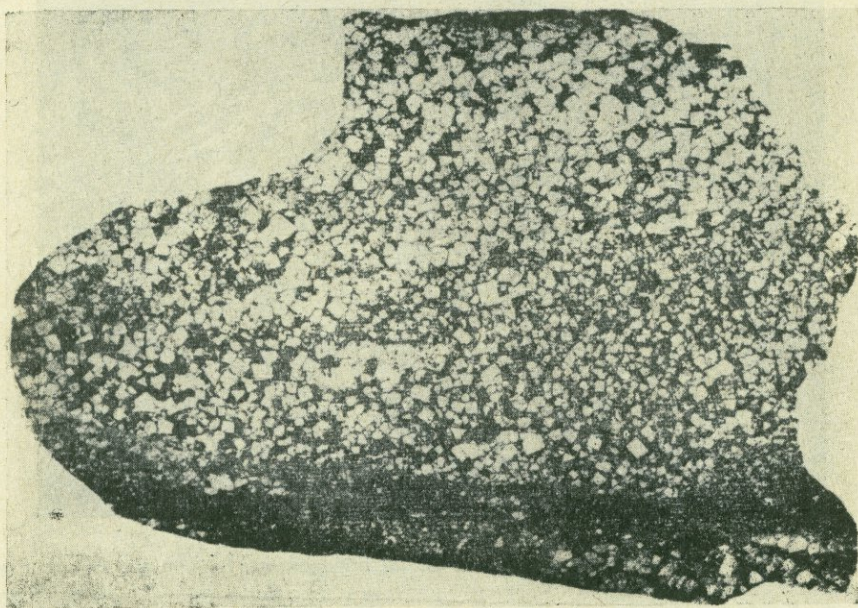


Фото 107. Интенсивная вкрапленность пирита в серицитизированной породе. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

Для руд этого типа характерна более равномерная вкрапленность для сравнительно больших площадей. Прекрасный пример такой вкрапленной текстуры приведен на фото 108. Фотография штучного образца хорошо иллюстрирует довольно однообразную вкрапленность рудных минералов, их густоту и почти одинаковый размер отдельных вкрапленников. Это проявляется поразительно однообразно по всей зоне вкрапленной минерализации. Очевидно, размер вкрапленников в общем соответствует размеру пор породы, которая образуется в процессе гидротермального изменения, предшествующего оруденению.

В случае, когда вкрапленная минерализация развивается по неизменным породам, намечаются уже отчетливые признаки избирательного замещения. Метасоматозу подвергаются не все минералы, а наиболее благоприятные для замещения. Так, например, наиболее характерно образование халькопирита и пирита по темноцветным биотиту и роговой обманке.

Прекрасный пример вышеотмеченного приведен на фото 109, где вкрапленная минерализация халькопирита развивается в порфировидных гранитах, причем халькопирит замещает роговую обманку.

Нередко отмечаются также типичные псевдоморфозы халькопирита



по роговой обманке, вследствие чего выделения халькопирита имеют очертания ромба—поперечного сечения роговой обманки. При таком замещении характерно образование хлорита, которое происходит, очевидно, одновременно с разложением роговой обманки при замещении ее халькопиритом за счет остаточного железа и магния.

Брежневидная текстура метасоматического замещения не имеет широкого развития в рудах медно-молибденовых месторождений,

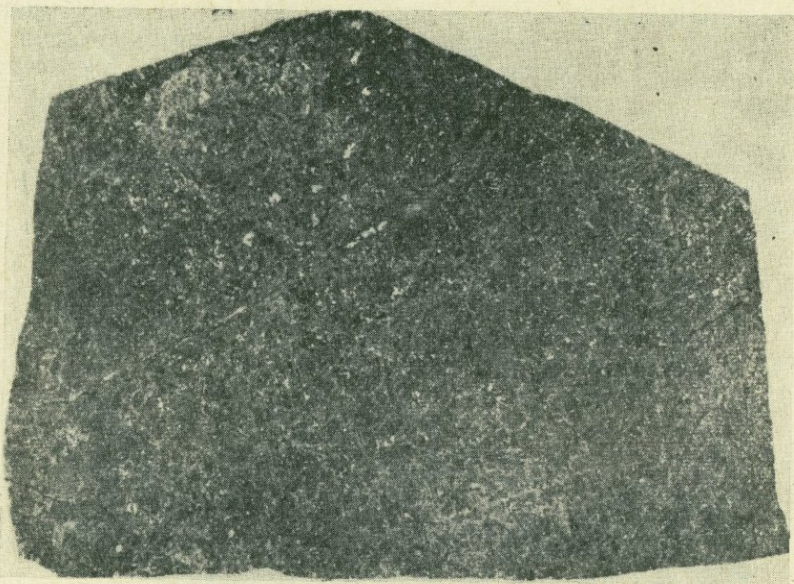


Фото 108. Вкрапленная текстура медной минерализации в зоне инфильтрационного метасоматоза. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.

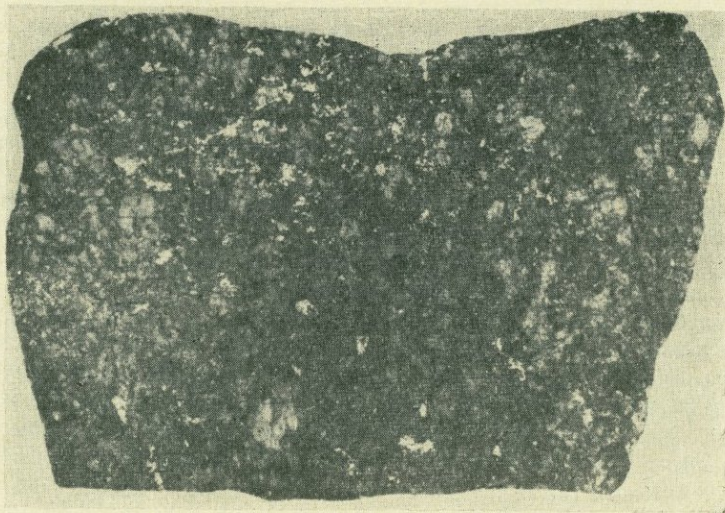


Фото 109. Вкрапленная минерализация халькопирита в неизмененных порфириовидных гранодиоритах. Видна псевдоморфоза халькопирита по роговой обманке. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



хотя отмечаются отдельные случаи ее проявления. В частности, такой текстурой обладают минеральные образования «медной» стадии минерализации на Дастакертском месторождении. Руды с такой текстурой составляют отдельные вытянутые зоны в общей полосе оруденения. На фото 110 представлен пример такой текстуры для борнитовых руд, где хорошо видно, что замещение вмещающих пород происходило довольно интенсивно, в результате чего совершенно затухли следы первичной тектонической раздробленности пород. Обломки вмещающих пород, как правило, интенсивно изъедены, размеры их варьируют от субмикроскопических до 4—5 см в поперечнике и имеют округлые очертания. В обломках нередко развивается интенсивная вкрапленность тех же рудных минералов.



Фото 110. Брекчиевидная текстура замещения борнитовой руды полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Темное—вмещающая порода, серое—борнит.

Сходная текстура руд наблюдается и на других месторождениях медно-молибденовой формации, но, как правило, она не имеет широкого развития.

На Тейском участке Айгедзорского рудного поля отмечается типично брекчиевидная текстура замещения. Здесь указанные руды образуют узкую полосу в зоне дробления, где развита интенсивная серицитизация пород, вызванная ранней пиритовой минерализацией.

Иногда интенсивно измененные серицитизированные породы замещаются и цементируются свинцово-цинковой минерализацией, в основном представленной сфалеритом, изредка галенитом. Далее по простиранию рудной зоны такая брекчиевидная текстура переходит в жильную и прожилковую. Образование брекчиевидной текстуры связано с особыми условиями дробления и замещения. Она, как правило, образуется на определенных интервалах сколовых нарушений в связи с некоторым раскрытием полости в процессе дробления пород при их движении вдоль нарушения. Аналогичная текстура отмечается и на Агаракском месторождении, где халькопиритовое оруденение интенсивно замещает раздробленные вмещающие породы (фото 111).

Прожилково-вкрапленная текстура руд. Целесообразность выделения самостоятельной прожилково-вкрапленной текстуры



метасоматического типа вызывается тем, что значительная часть прожилков на ряде месторождений образована не путем выполнения пустот и трещинок, а в значительной степени в связи с процессами замещения, несмотря на то, что первоначально такие прожилки возможно развивались вдоль определенной системы тончайших трещин. С другой стороны, наряду с прожилками и в тесной связи с ними проявлено развитие вкрапленности, по составу идентичной с составом прожилков.

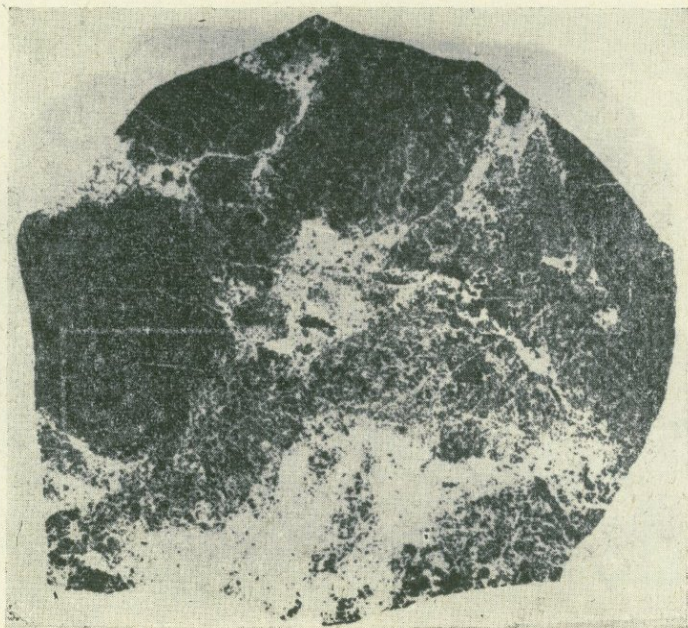


Фото 111. Брекчиевая текстура замещения кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Агаракское месторождение. 1/2 натуральной величины.

Такие текстуры руд широко развиты на Каджаранском и Агаракском месторождениях и особенно характерны для минеральных образований кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой стадий.

На фото 112 показан наглядный пример такой прожилково-вкрапленной текстуры для руд Каджаранского месторождения. Здесь отчетливо видна метасоматическая природа самого прожилка, характеризующаяся наличием многочисленных остатков от замещения вмещающих пород, отсутствием четких и резких границ между прожилком и породой, а также присутствием интенсивной вкрапленности в ореоле прожилка.

Для таких метасоматических прожилков характерно наличие небольших прерывистых жилок, сопровождающих более крупные прожилки.

Вкрапленная минерализация, как правило, по мере удаления от прожилка, быстро исчезает, уменьшаются размеры вкрапленников, их густота и частота проявления.

При образовании вкрапленников в ореоле прожилка рудные минералы—халькопирит и пирит—развиваются по темноцветным минералам, в основном по биотиту вмещающих монцонитов. Вследствие того, что вкрапленники приурочены к биотиту, образуются отдельные изолированные участки с густой, но сравнительно мелкой вкрапленностью, так называемая «кустовая» вкрапленность.



Аналогичная текстура характерна для кварц-пиритовой стадии, где роль метасоматоза в образовании таких текстур несравненно значительнее. Здесь даже совершенно отсутствует граница между прожилком и вмещающей пиритизированной породой. Сам прожилок представляет собой густое расположение крупных метакристаллов, между тем как во вмещающих породах развита мелкокристаллическая пиритизация (фото 113).

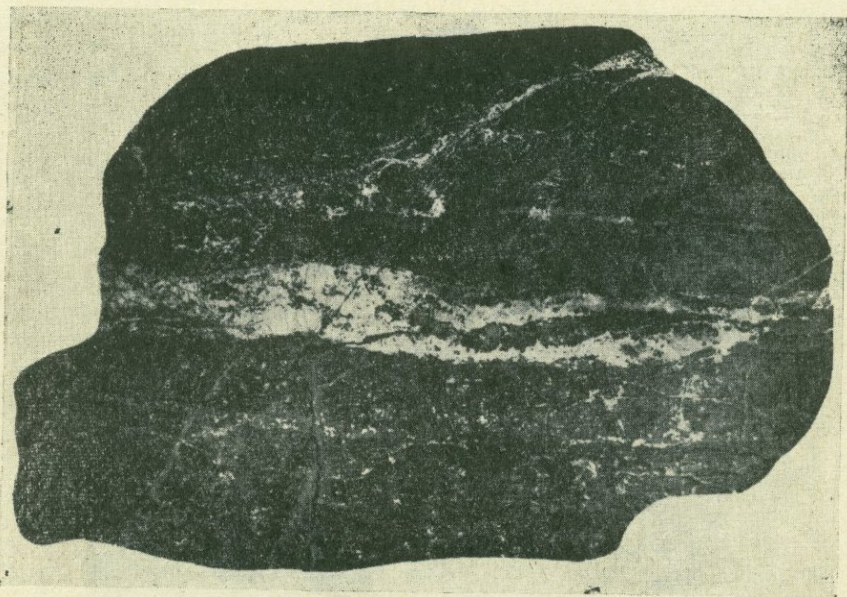


Фото 112. Прожилково-вкрапленная текстура замещения в рудах кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.



Фото 113. Прожилково-вкрапленная текстура руд пиритовой стадии минерализации. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



Нередко указанная прожилково-вкрапленная текстура руд сопровождается четко выраженным ореолом гидротермального изменения (фото 114), представленного в основном серицитизацией и, что характерно, пиритизация во вмещающих породах развита здесь только в полосе этого изменения. В этом случае обычно прожилок имеет более компактное строение. В строении серицитизированной полосы намечается хорошо выраженная зональность. Так, непосредственно вблизи прожилка породы нацело серицитизированы. На некотором удалении от него уменьшается степень серицитизации и характерно присутствие бесцветного хлорита.



Фото 114. Кайма серицитизации в ореоле пиритового метасоматического прожилка. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.

Помимо такой прожилково-вкрапленной текстуры, когда и вкрапленность, и прожилки представлены одним и тем же минералом, отмечаются случаи, когда минералы вкрапленности и прожилка различны (фото 24). Так, например, в ореоле некоторых халькопиритовых прожилков отмечается интенсивная пиритизация и отсутствие халькопирита. Это свидетельствует о совершенно различных миграционных способностях элементов. Медь, судя по тому, что минералы ее отсутствуют во вмещающих породах, интенсивно выпадала в виде халькопирита в трещинах и не имела возможности мигрировать во вмещающие породы, между тем как во вмещающие породы интенсивно вносилась сера, которая совместно с железом темноцветных минералов вызывала пиритизацию. Это подтверждает и сам характер пиритизации, возникшей исключительно за счет биотита вмещающей породы. Пирит здесь имеет гнездобразную текстуру, обусловленную его развитием исключительно в контурах чешуек биотита.

Необходимо выделить также и прожилково-вкрапленную текстуру, резко отличную по содержанию рудных минералов в прожилке и во вмещающих породах, отличающуюся от ранее описанных прожилково-вкрапленных руд, где халькопирит в основном сосредоточивался в прожилке и только небольшая часть его выносилась во вмещающие породы.

В выделяемом типе прожилково-вкрапленной текстуры руд намечаются совершенно обратные соотношения количества рудного минерала в прожилке и во вкрапленности. Здесь, во вмещающих породах, как



это отчетливо видно на фотографии штучного образца (фото 115), халькопирит в основном сосредоточен во вмещающей породе, в ореоле прожилков, между тем как в кварцевом прожилке отмечаются его небольшие редкие выделения.

Такой противоположный характер проявления прожилково-вкрапленной текстуры обусловлен различным физическим состоянием гидротермальных растворов. В первом случае, когда халькопирит отсутствует во вмещающей породе, идет интенсивное его выпадение в прожилке. Возникающие химические реакции, главным образом реакции нейтрализации раствора, протекали здесь, очевидно, настолько интенсивно, что не образовывали даже жильного минерала. Вся полость заполнена массивным халькопиритом.



Фото 115. Прожилково-вкрапленная текстура кварц-халькопиритовой минерализации. Основная масса халькопирита рассеяна во вмещающей породе. Незначительная часть сосредоточена в кварцевых прожилках. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

Во втором случае, очевидно вследствие значительной разбавленности растворов, отсутствовали условия выпадения рудного минерала в прожилке. Растворы просачивались во вмещающие породы, вступали в соприкосновение с пороодообразующими минералами и выпадали в виде вкрапленности.

Аналогичное соотношение в отношении количества рудного минерала в прожилке и жиле наблюдается в некоторых жилах и крупных прожилках, сопровождающихся системой капиллярных прожилков. Это наблюдается на ряде месторождений: Каджаранском и на Мегринском участке. Так, на Каджаранском месторождении (фото 42) сравнительно крупный кварц-халькопиритовый прожилок мощностью до 10 см параллельно зальбандам сопровождается системой капиллярных прожилков, почти полностью заполненных халькопиритом, между тем как в самом кварцевом прожилке халькопирита несравненно меньше.



Такие же соотношения минералов в прожилках и во вмещающей породе наблюдаются на Мегригетском участке. Здесь кварц-халькопиритовая жила мощностью 20—30 см сопровождается вдоль зальбанд системой капиллярных прожилков, нацело выполненных халькопиритом, в то время как в жиле халькопирит образует только отдельные выделения, создавая характерную полосчатую текстуру.

Все вышеописанные примеры свидетельствуют о том, что рудоотложение протекало при активном взаимодействии растворов с вмещающей средой, которая и создавала наиболее благоприятные условия для рудоотложения, тогда как в сравнительно крупных разрывных нарушениях такие условия не создавались.

### **Структурные особенности руд, образованные замещением вмещающих пород**

Характерной особенностью структур руд, образовавшихся замещением вмещающих пород, является то, что морфологические типы этих структур обуславливаются как средой минералообразования, т. е. химизмом вмещающих пород, который может быть благоприятным и неблагоприятным для замещения, и физико-механическими их свойствами—эффективной пористостью и размерами пор,—так и самим минеральным составом этих руд. От силы и скорости кристаллизации новообразованных минералов зависит размер и форма их выделения.

Среди структур выделяются разности, обладающие различной степенью идиоморфизма, такие как идиоморфнометазернистые, гипидиоморфнометазернистые, аллотриоморфно-метазернистые.

Идиоморфнометазернистая структура пользуется довольно широким развитием в месторождениях Зангезурского рудного района, она широко образуется при формировании руд кварц-пиритовой стадии многих месторождений и кварц-арсенопиритовой стадии на Личк-ваз-Тейском участке Айгедзорского месторождения.

Наиболее четким и наглядным является образование метакристаллов арсенопирита во вмещающих породах при формировании кварц-арсенопиритовой минерализации. Обычно вкрапленная минерализация развита довольно интенсивно и при этом образует четко выраженные и обладающие значительным идиоморфизмом кристаллы арсенопирита (фото 116, 117), в которых, как правило, отмечаются остатки вмещающих пород; такие же структуры характерны для пирита, который также во многих случаях образует идеальные кубические кристаллы во вмещающих породах, однако они отличаются различными размерами, которые свидетельствуют о различном времени зарождения метакристаллов.

Гипидиоморфнометазернистая структура также пользуется значительным развитием в рудах, образованных благодаря замещению вмещающих пород. Особенно эти структуры характерны там, где проявляется сочетание минералов, обладающих различным идиоморфизмом. Такой парой является пирит и халькопирит. В этом случае пирит идиоморфен по отношению к халькопириту и последний замещает пирит и приспособливается к контурам пирита.

Аллотриоморфнометазернистая структура является наиболее распространенной структурой в рудах, возникших в результате замещения пород. Она широко развита на всех месторождениях и особенно характерна для кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Халькопирит здесь образует ксеноморфные выделения с неправильными очертаниями и в основном приспособливается к контурам породообра-



зующих минералов (фото 118). В условиях замещения чешуйчатых минералов, таких как серицит, выделения халькопирита имеют изрезанные очертания и внутри рудного материала часто отмечаются чешуйча-



Фото 116. Идиоморфно метазернистая структура вкрапленного арсенопиритового оруденения. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 40.

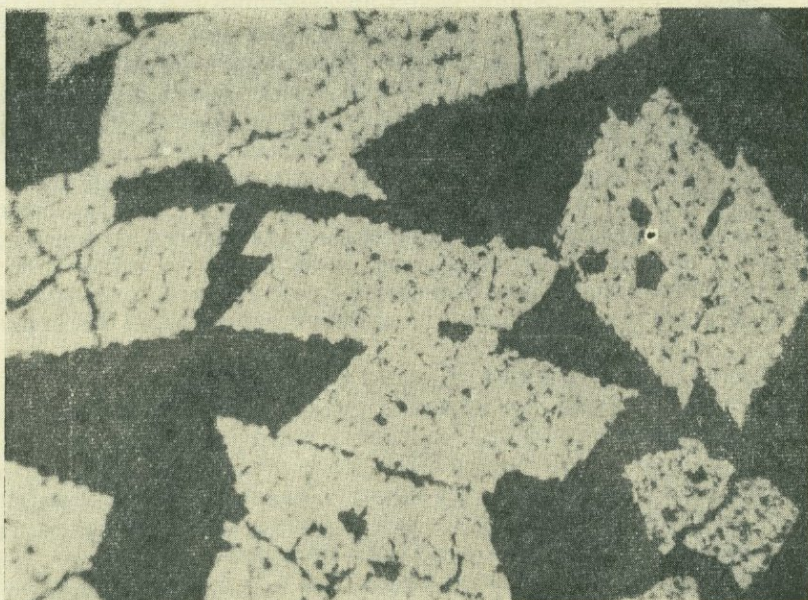


Фото 117. Идиоморфные метакристаллы арсенопирита во вмещающих породах. В арсенопирите видны остатки вмещающих пород. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 90.



ые выделения нерудного минерала (фото 119). При формировании вкрапленной минерализации в окварцованных породах выделения халькопирита имеют угловатые очертания, свидетельствующие о приспособлении его к контурам кварцевых зерен (фото 118).

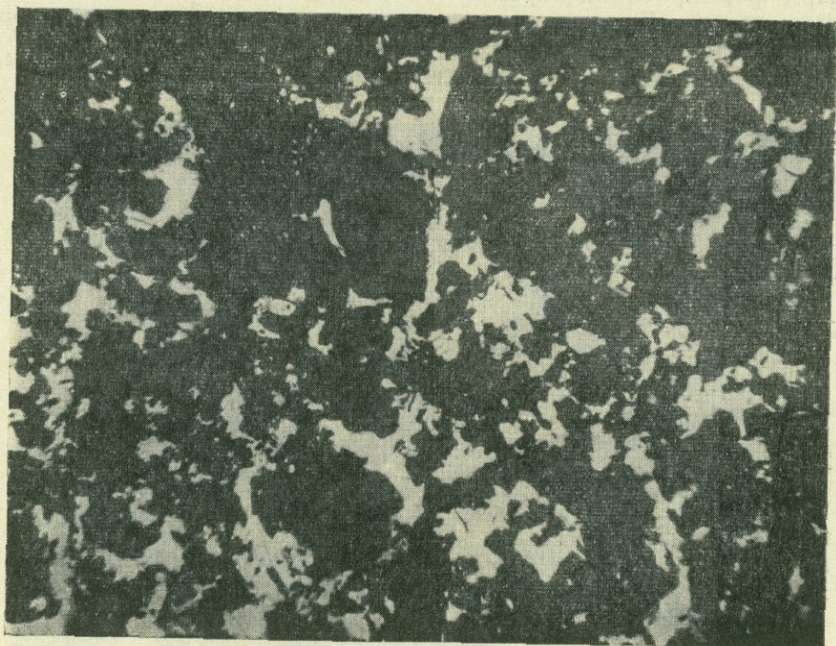


Фото 118. Аллотриоморфнометазернистая структура вкрапленного халькопиритового оруденения, Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Фото 119. Тесные сростания халькопирита с серицитом. Халькопирит приспособляется к изрезанному очертанию серицита. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90. По С. С. Мкртчяну.



В некоторых случаях, вследствие того, что замещение протекает только по границе определенных минералов, не затрагивая средние части минералов, образуется структура овоидов, которая во многом напоминает так называемую атоловую структуру (фото 120).

При формировании вкрапленной минерализации в слабо измененных монзонитах (Каджаран), в которых значительная часть породы сложена биотитом, образуется графическая структура замещения (фото 121) где халькопирит развивается по спайности биотита.

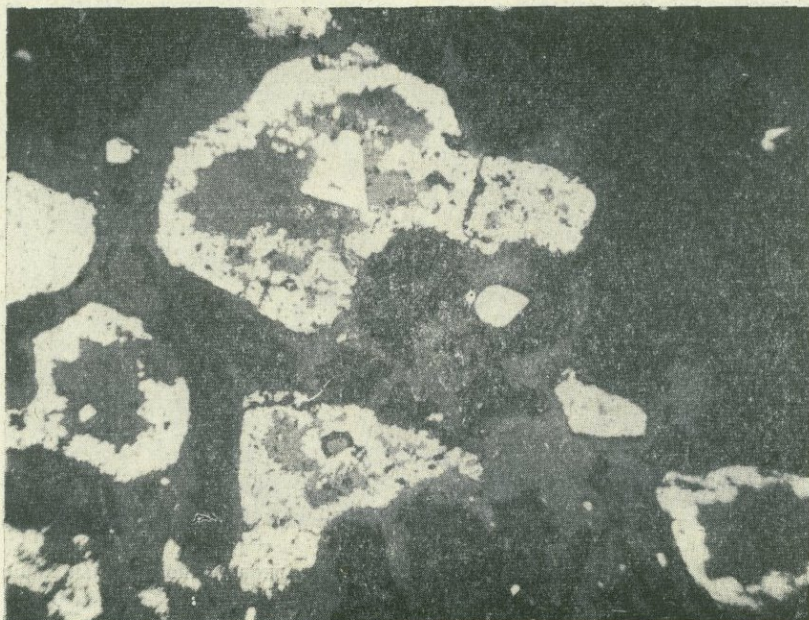


Фото 120. Структура овоида. Замещение нерудного минерала пиритом идет по периферии. Средняя часть остается незамещенной. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

Необходимо отметить, что вкрапленная минерализация обычно развивается без сопровождающего минерала—кварца, несмотря на то, что кварц обильно присутствует в жилах и прожилках. Это, очевидно, связано с тем, что вкрапленность развивается путем замещения в результате диффузионного метасоматоза. Однако в некоторых случаях (фото 122) отмечается присутствие халькопирита совместно с кварцем в виде микрожеод, где кварц образует идиоморфный кристалл, растущий в свободной среде, а халькопирит цементирует его, заполняя остальную часть микропустотки. В этом случае, очевидно, такая вкрапленность развивается в готовой пустоте, каверне выщелачивания, которая образовалась в результате продвижения фронта измененных пород.

Такой же случай, ранее описанный для Дастакертского месторождения, отмечается и на Джиндаринском месторождении. Здесь также в микропустотке, стенки которой выложены кварцем, в средней ее части и отложился халькопирит (фото 123).

Представляет определенный интерес исследование механизма формирования фронта замещения массивных руд. Изучение крупных полированных шлифов из медных руд ряда месторождений (Дастакерт, Каджаран, Агарак) показало, что фронт замещения массивных руд не прод-



вигается сплошной стеной, а развивается в определенной последовательности. Так, непосредственно от границы массивных руд отмечаются наиболее крупные выделения агрегатов халькопирита, которые небольшими перемычками связаны с массивными рудами (фсто 124). Далее, по мере удаления от границы массивных сплошных руд постепенно уменьшается размер вкрапленников и они теряют связь с массивными рудами (фото 125). Таким образом, очевидно, что в процессе замещения рудой

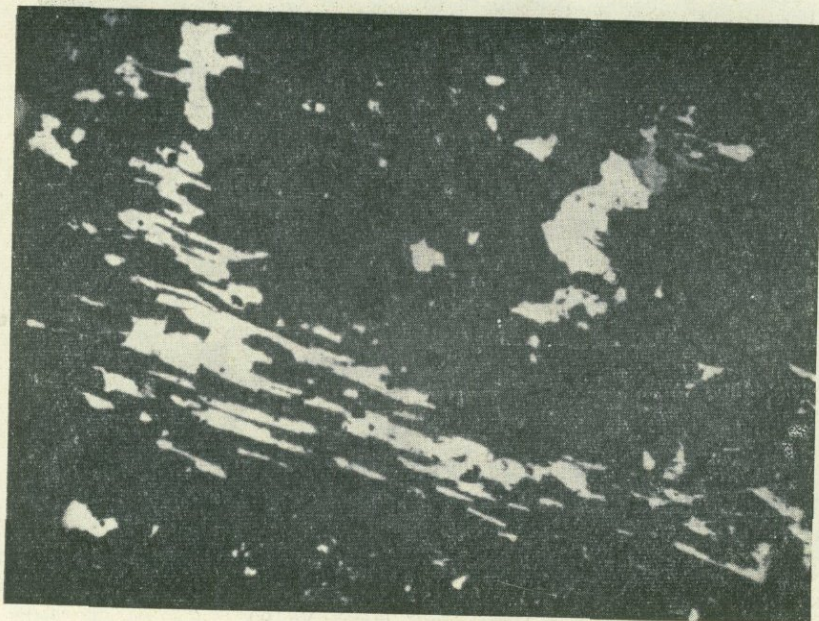


Фото 121. Графическая метазернистая структура замещения биотита халькопиритом. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.

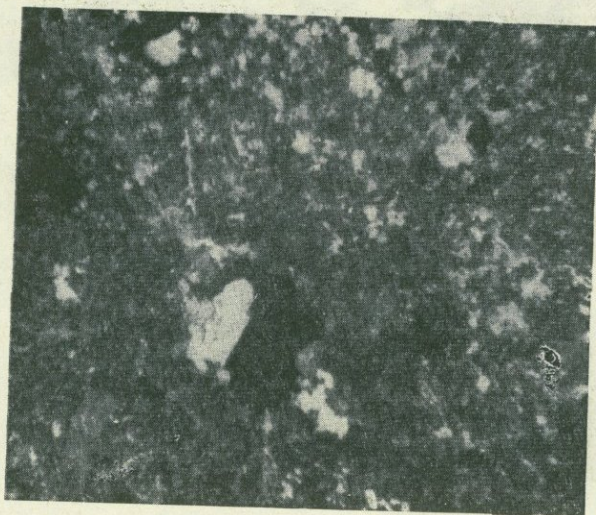


Фото 122. Вкрапленное халькопиритовое оруденение. Халькопирит отложился в пустотке совместно с кварцем. Кварц кристаллизовался раньше халькопирита. Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 180.



породы это замещение протекает не сплошным фронтом, а по определенным направлениям и благоприятным участкам, используя микропоры и микротрещины. Неблагоприятные участки остаются незамещенными и в результате даже в массивных рудах отмечаются остатки незамещенной породы (фото 126).

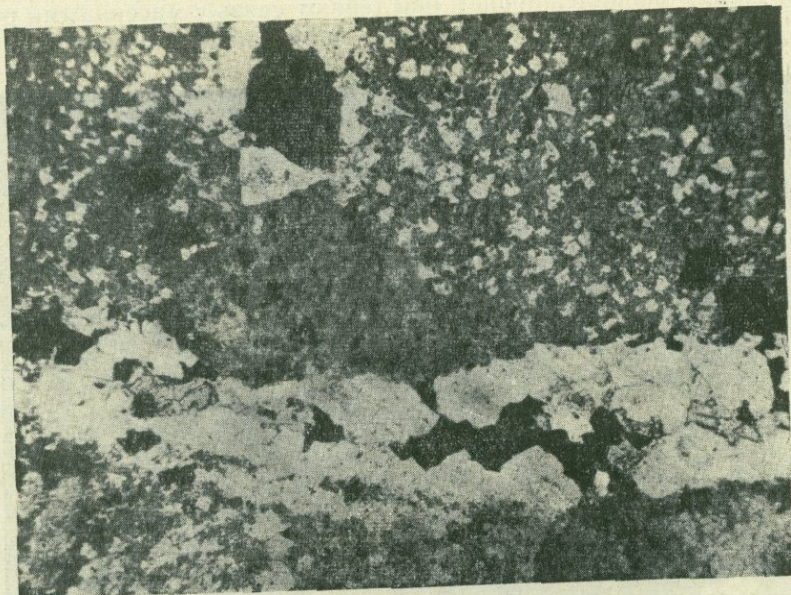


Фото 123. Вкрапленное халькопиритовое оруденение. Халькопирит отложился в пустотке совместно с кварцем. Друзовая микротекстура. Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 90.

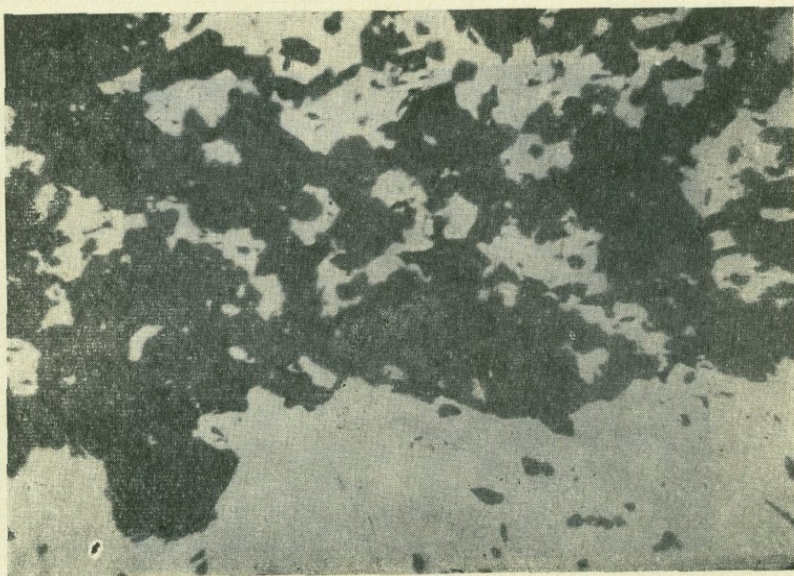


Фото 124. Характер вкрапленной минерализации в непосредственной близости с границей массивных руд. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.



Изучение вкрапленной минерализации на медно-молибденовых месторождениях показало определенную последовательность в формировании околорудного изменения и вкрапленного оруденения. В наиболее ранние стадии околорудного изменения в ореоле рудных прожилков развивается мелкая вкрапленность пирита, которая, очевидно, предшествует изменению. Образование этой вкрапленности связано с нейтрализацией диффундирующих ионов серы во вмещающие породы. При

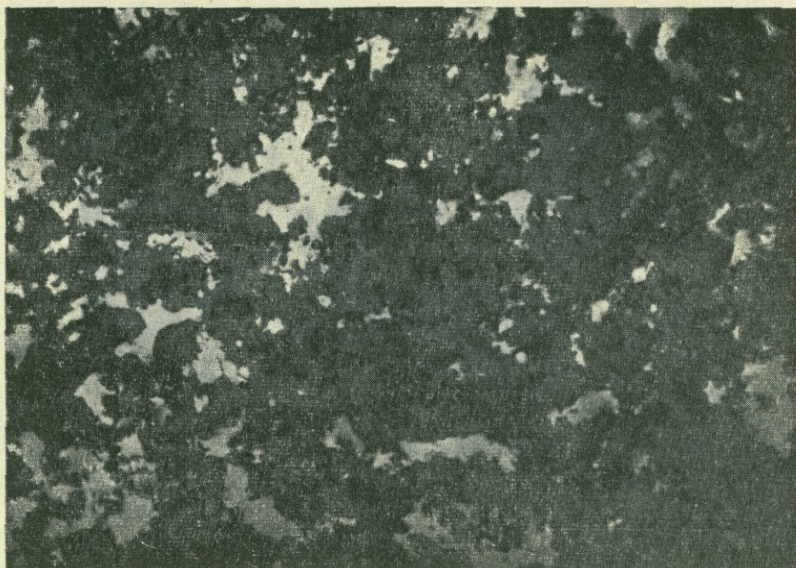


Фото 125. Вкрапленность халькопирита вдали от границы массивных руд. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.

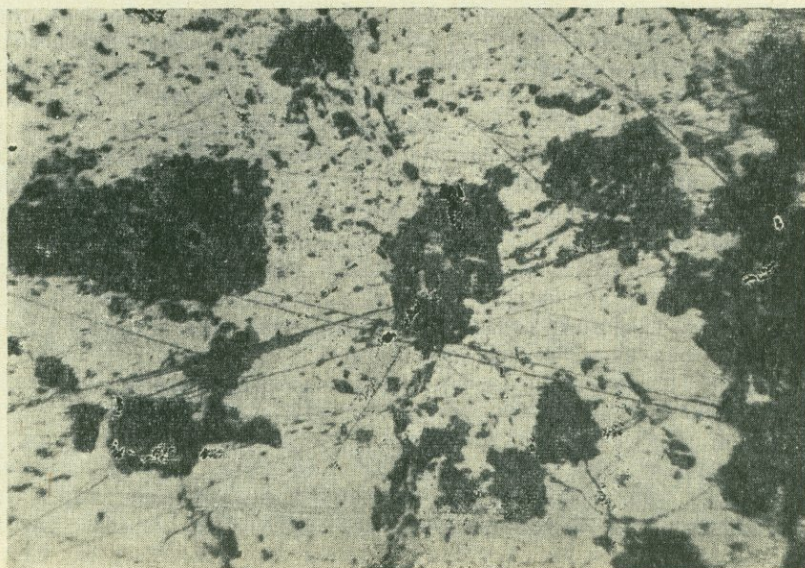


Фото 126. Остатки вмещающих пород в массивной халькопиритовой руде. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



этом пиритизация, как правило, развивается по темноцветным минералам и обычно это биотит. Вполне очевидно, что железо на образование пирита заимствуется из биотита. Это неоднократно отмечалось многими исследователями.

На уже сформированную вкрапленность пирита накладывается окolorудное изменение, обычно серицитизация. В этом случае отмечается интенсивное разъедание пирита чешуйчатым агрегатом серицита (фото 127). После формирования окolorудного изменения следуют

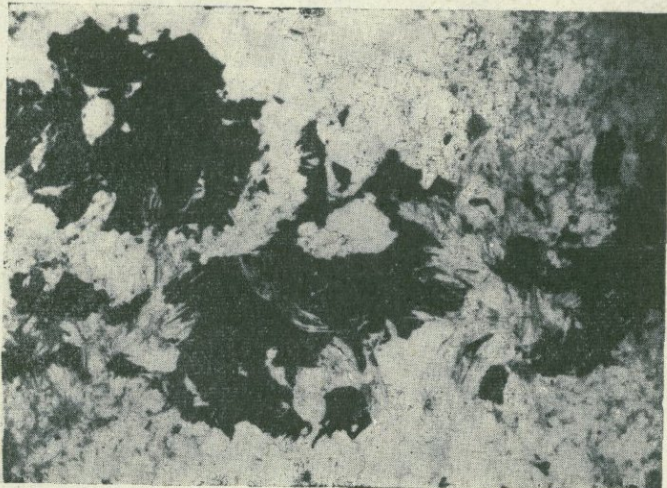


Фото 127. Интенсивное замещение пиритового оруденения чешуйчатым агрегатом серицита. Серицит интенсивно развивается по пириту и разбивает крупные выделения пирита на отдельные части. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 50.

рудоносные растворы, которые приносят основные рудные компоненты и минералы (пирит, халькопирит, молибденит, галенит, арсенопирит и др.). Здесь уже отмечается отчетливо более позднее образование рудных минералов по отношению к серициту, хлориту, эпидоту и других породообразующих минералов, образовавшихся в ореоле окolorудно измененной породы. На фото 128 отчетливо видно срастание серицита с молибденитом в окolorудно-измененной породе. Здесь видно, что молибденит развивается за счет серицита. В молибдените отмечаются остатки от замещения серицита. На фото 129 показано взаимоотношение пренита с халькопиритом. Здесь халькопирит приспособливается к выделениям пренита. На фото 130 показано взаимоотношение эпидота и хлорита с халькопиритовым оруденением на Дастакертском месторождении. Здесь халькопирит также приспособливается к эпидоту и хлориту и частично образуется за счет последних.

Изучение баланса железа в процессе формирования окolorудного изменения показало, что в условиях значительного содержания ионной серы в начальных порциях растворов, приводящих к формированию окolorудно-измененных пород, значительная часть железа вмещающих пород остается связанной в виде мелковкрапленного пирита, и значительных изменений в балансе этого элемента не отмечается. Однако в некоторых случаях, когда отсутствуют ионы серы, железо, как правило, в процессе окolorудного изменения выносятся.

В конечные периоды формирования гидротермальных растворов отмечается значительный привнос железа, что приводит к образованию



интенсивной пиритизации во вмещающих породах. В некоторых случаях содержание  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$  в породах достигает 14,0—16,0%.

Необходимо отметить, что в процессе формирования околорудно-измененных пород зачастую образуется ряд новых минералов, которые



Фото 128. Тесные сростания серицита (чешуйчатый) с молибденитом (черный). В молибдените отмечаются остатки от замещения серицита. Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 90.



Фото 129. Сростание халькопирита (черное) с пиритом. Халькопирит приспособляется к чешуйчатому агрегату пирита. Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 185.



возникают вследствие значительного перераспределения вещества. Таким минералом является рутил, который, очевидно, представляет собой результат перераспределения  $TiO_2$  при разложении темноцветных минералов. В околорудно-измененных породах рутил образует пятнистые скопления идиоморфно-метазернистых кристаллов (фото 131).

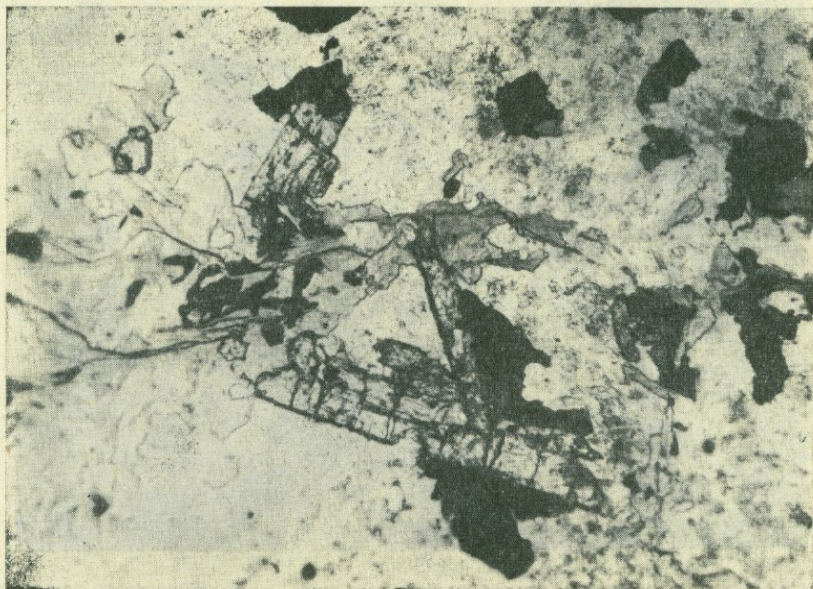


Фото 130. Приспособление халькопирита (темное) к минералам околорудно-измененных пород (эпидот, хлорит). Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 185.

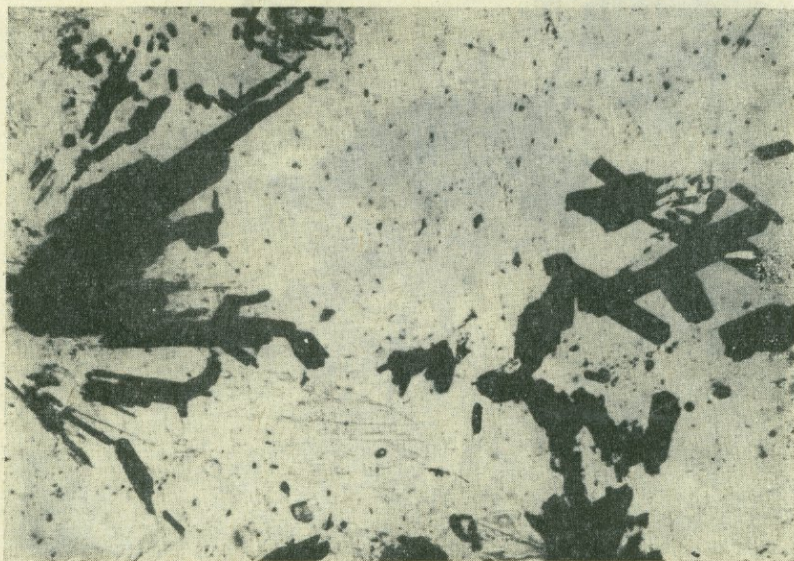


Фото 131. Скопление идиоморфно-метазернистых кристаллов рутила в серицитизированных гранодиоритах. Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 185.



## Текстуры руд, образовавшиеся наложением разновозрастных парагенетических ассоциаций

Текстуры руд данной разновидности, обусловленные наложением одной минеральной ассоциации на другую, имеют большое значение в выяснении истории формирования месторождения, этапов и стадий его развития. Это позволяет проследить направленность постмагматических процессов и геохимическую специфику отдельных стадий его развития.

Наиболее характерными текстурами наложения являются брекчиевая, брекчиевидная текстуры пересечения. В то же время наложение одной минеральной ассоциации на другую выражается не только в виде текстур пересечения и брекчирования, но и в образовании текстур замещения.

Метасоматические процессы при наложении одной минеральной ассоциации на другую протекают нередко настолько интенсивно, что от первичной минеральной ассоциации сохраняются одни реликты и при этом текстуры руд приобретают вид вкрапленных, гнездовых и пятнистых. Такой облик руд нами назван псевдовкрапленной, псевдогнездовой текстурами.

Текстура пересечения является одной из широко развитых текстур и наиболее широко распространена в штокверковых месторождениях, где оруденение четко локализовано в трещинах различных систем, пересекающих друг друга. Такая текстура руд получила развитие на Каджаранском, Агаракском и менее широко — на других месторождениях. Примечательны штокверковые текстуры, образующиеся в условиях неоднократного дробления и заполнения различными парагенетическими ассоциациями.

Все они четко иллюстрируют не только пересечения одних минеральных ассоциаций другими, но и возрастные взаимоотношения между различными чередующимися во времени парагенетическими ассоциациями, отображающими последовательность минералообразования.

Брекчиевые и брекчиевидные текстуры широко распространены на жильных месторождениях (Айгедзор) и там, где, помимо рассеянной минерализации, отмечаются также и жилы (Каджаран). Эти текстуры более всего отражают процесс последовательного дробления ранних ассоциаций и последующей цементации поздними ассоциациями. Обычно в таких кварц-сульфидных жилах в силу явного, более позднего наложения поздней ассоциации складывается ложное представление о последовательности отложения минералов в пределах одной стадии и вообще о последовательности стадий минерализации.

Некоторые исследователи формирование кварц-сульфидных жил представляют как разорванный процесс и отмечают значительный перерыв во времени между отложением кварца и сульфидами и вообще не выделяют сульфидов, одновременных с образованием самой жильной кварцевой массы. Такое представление о ходе процесса не может быть поддержано в силу того обстоятельства, что нередко в обломках кварца из брекчиевидных руд отмечаются выделения минералов ранней ассоциации.

Конкретно это касается Айгедзорского месторождения, где некоторыми исследователями выделяется ранняя безрудная кварцевая стадия и более поздняя пиритовая и уже потом молибденитовая.

В рудах с брекчиевидной текстурой (Айгедзор) кварцевая жильная масса цементируется пиритом; в обломках кварца неоднократно отмечаются выделения молибденита, что является доказательством более раннего образования кварц-молибденитовой ассоциации.



На табл. IV (3) иллюстрируется пример развития наложенных текстур руд. Здесь четко видно наложение пиритовой минерализации на кварцевую, несущую более ранние выделения молибденита.

Помимо такого обычного наложения, в некоторых случаях брекчирование сопровождается замещением, при котором происходит интенсивное замещение кварца сульфидами, в основном пиритом. При этом молибденит почти не затрагивается процессом замещения и сохраняется в виде островков в поле развития пирита (табл. IV (4)). Обычно такие выделения молибденита имеют неправильные пятнистые и прожилкообразные очертания.

Аналогичные брекчиевые текстуры представлены на Каджаранском месторождении, где пиритовая стадия минерализации наложена на мощные кварц-молибденитовые жилы (жилы 3, 6, 11) и где пирит цементирует обломки кварца с молибденитом и нередко пирит сечет молибденит.

Брекчиевая текстура отмечается при цементации раздробленного кварца поздним халцедоном (фото 132), где также в обломках кварца всегда отмечаются чешуйки и розетки молибденита.

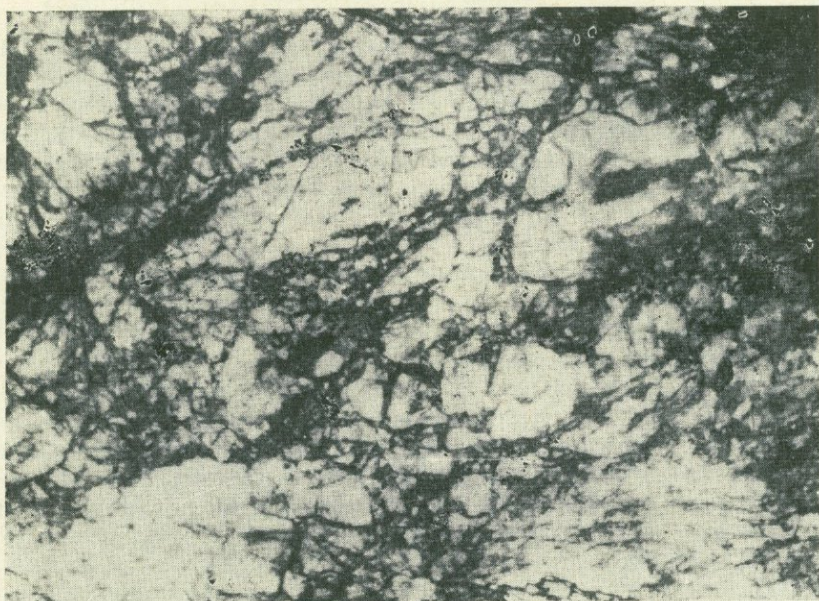


Фото 132. Брекчиевое строение кварц-молибденитовой жилы. Кварц раздроблен и сцементирован халцедоном (черное). Каджаранское месторождение. Фото забоя.

Текстура замещения также широко представлена на медно-молибденовых месторождениях и, безусловно, является одной из важных текстур, способствующих более точному пониманию последовательности формирования гидротермального оруденения. Характерно, что текстура замещения наиболее четко проявляется в массивных рудах. Наиболее отчетливо она возникает при наложении минеральных ассоциаций поздних, безрудных стадий минерализации, таких, как кварц-карбонатной, халцедоновой и ангидрит-гипсовой на массивные руды предшествующих рудоносных стадий.

На фото 133 приведен пример интенсивного замещения массивной свинцово-цинковой руды карбонатной минерализацией. Здесь отчетливо



видно, что, помимо пересечения свинцово-цинковой руды карбонатным прожилком, этот же карбонат интенсивно замещает руду и только сохраняются отдельные червевидные и нитевидные остатки от замещения. Помимо этого, в сплошных полях сфалерита отмечаются округлые и петельчатые микротекстуры замещения, по которым видно, что замещение сульфидов карбонатом идет по границам зерен сфалерита.

Такие же взаимоотношения и аналогичного типа текстура возникают при наложении минеральных образований карбонатной стадии минерализации на кварц-халькопиритовую и кварц-молибденитовую.

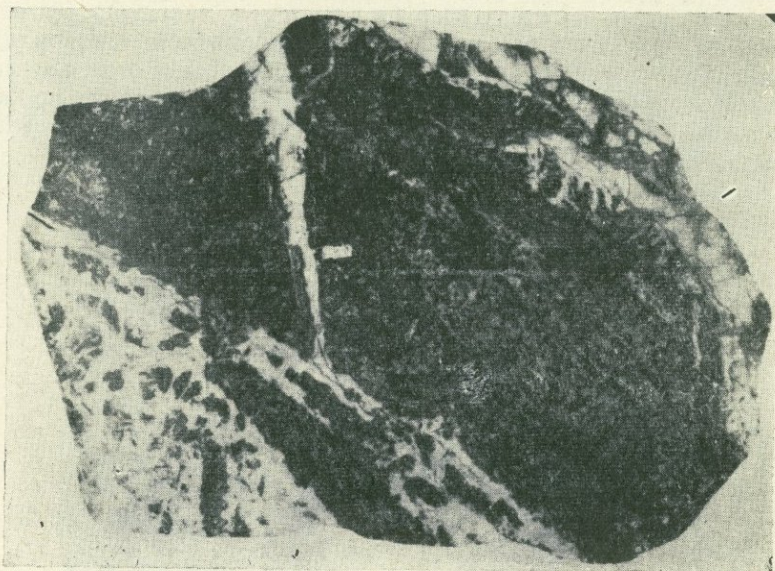


Фото 133. Текстура замещения сфалерит-галенитового оруденения карбонатной минерализацией. Видны нитевые реликты от замещения.

Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.

В массивных халькопиритовых телах отмечаются участки интенсивного замещения халькопирита карбонатом. При этом замещение проникло настолько глубоко, что руда с массивной текстурой превратилась во вкрапленную, где «вмещающей породой» является карбонат, а «вкрапленностью» — халькопирит (табл. V (1)).

Такая текстура нами названа псевдовкрапленной текстурой.

При замещении карбонатом кварц-молибденитовых жил и прожилков карбонат обычно разъедает только кварц, а пластинчатые агрегаты молибденита обычно сохраняются нетронутыми (табл. V (2)). Нередко отмечаются случаи, когда крупночешуйчатый молибденит оказывается сохраненным в карбонатной массе, которая постепенно переходит в кварцевую. Если бы не отчетливо наблюдаемое замещение кварца карбонатом, создалось бы ложное представление о совместном и одновременном выделении карбоната с молибденитом.

В процессе замещения кварца карбонатом нередко в кварце образуются пустотки выщелачивания, выложенные обычно карбонатными щетками, напоминающими жеоды. Изредка пустоты бывают заполнены рядом с карбонатом и халцедоновидным кварцем, который, очевидно, представляет собой продукт переотложения первичного выщелоченного кварца.



В связи с вышеописанным необходимо упомянуть и об ассоциации гипса и ангидрита с сульфидами, широко представленной в рудах медно-молибденовых месторождений (Каджаран и Джиндара).

Этому вопросу посвящена специальная статья К. А. Карамяна и А. С. Фарамазяна (1959), где авторы доказывают значительный разрыв во времени между формированием сульфидов и гипса во всех тех месторождениях, где проявляются совместно ангидрит, гипс и сульфиды. Сульфиды во всех случаях являются более ранними и образованы в отличную от ангидрита стадию. В гипсоносных участках сульфиды (молибденит, халькопирит, пирит, борнит) образуют в выделениях гипса псевдогнездовую и псевдовкрапленную текстуры (фото 134).

Здесь, так же как и при наложении карбонатной минерализации, гипс и ангидрит интенсивно разъедают сульфиды и отдельными прожилками пересекают поля их развития. При этом очертания прожилков говорят о том, что в момент образования гипса и ангидрита сульфиды испытывали хрупкую деформацию.



Фото 134. Псевдогнездовая и псевдовкрапленная текстура ангидрит-сульфидных руд. Темные неправильные очертания сульфидов в полях ангидрита. Джиндаринское месторождение. Натуральная величина.

Необходимо отметить, что в рудах медно-молибденовых месторождений нередко отмечаются случаи образования текстур замещения при наложении чисто рудных стадий. Таким примером может служить наложение халькопиритовой минерализации на массивные магнетитовые тела, широко развитые на Каджаранском месторождении, где, помимо широко представленных текстур пересечений, образующихся вследствие обычного заполнения полости при дроблении магнетитовой массивной руды, образуются также текстуры замещения вследствие интенсивного замещения магнетита халькопиритом. Отмечаются самые постепенные переходы от текстур обычного заполнения и цементации к текстурам с преобладанием замещения. При слабом замещении характерны петель-



чатые структуры, где халькопирит обычно развивается либо вдоль границ зерен магнетита или в виде неправильных прожилков замещения с незначительным содержанием халькопирита как минерала. В дальнейшем развитии этого процесса в магнетитовых телах образуются крупные поля халькопирита, обычно без правильных очертаний с характерными изрезанными контурами. И повсеместно халькопирит замещает магнетит. Нередко крупные поля халькопирита небольшими перемычками соединяются друг с другом. Такие сравнительно крупные метасоматические поля халькопирита напоминают субграфическую текстуру замещения (фото 135).

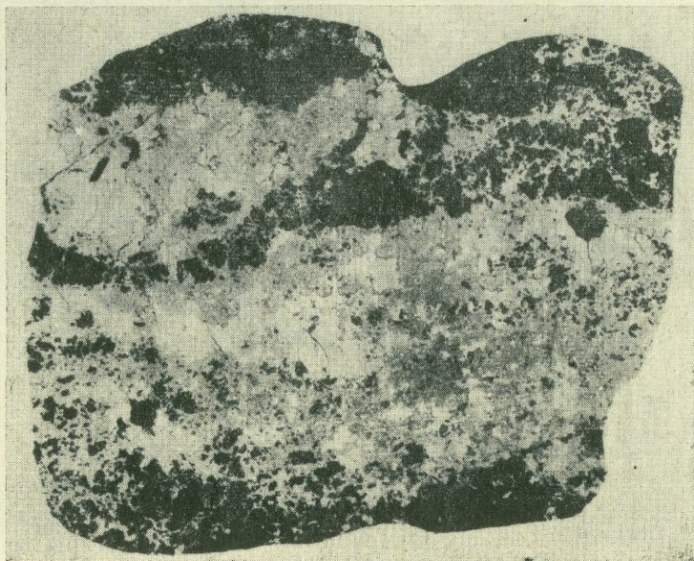


Фото 135. Субграфическая текстура замещения магнетита халькопиритом. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

Текстуры замещения, возникающие вследствие наложения друг на друга продуктов различных стадий минерализации, характерны также для других месторождений. Так, например, на Дастакертском месторождении отмечается наложение галенит-сфалеритовой минерализации на пиритовую. При этом сфалерит образует отдельные пятнистые выделения, развивающиеся по густовкрапленному мелкозернистому пириту (фото 136). Аналогичные соотношения наблюдаются и на Каджаранском месторождении. Здесь также по мощной зоне пиритовой минерализации, развившейся вдоль кварц-молибденитовой жилы 6, отмечаются метасоматические выделения сфалерита и галенита, наложенные на пиритовые скопления и обычно развивающиеся по ним и замещающие их.

Типичные текстуры замещения отмечаются на Тейском участке Айгедзорского месторождения. Здесь характерно наложение арсенопиритовой стадии на свинцово-цинковую, в результате чего участки арсенопиритового оруденения замещают полиметаллическую массивную руду, сложенную сфалеритом, халькопиритом и галенитом. Участки замещения обычно имеют неправильные очертания, внутри же они характеризуются волокнистой структурой.

Наложение и интенсивное замещение ранних стадий минерализации более поздними наблюдается и на Аравусском медно-мышьяково-реаль-



гар-аурипигментовом месторождении, где отчетливо видно, как обломки изъеденного массивного пирита сцементированы крупнозернистым массивным энаргитом (табл. V (3)).

Текстуры замещения образуются не только при наложении новой, совершенно иной стадии минерализации на ранее сформированные ру-

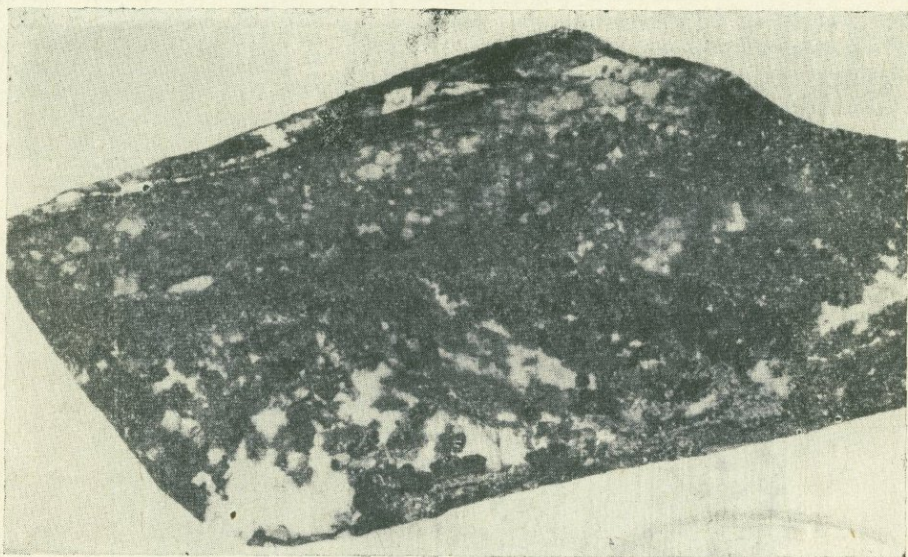


Фото 136. Текстура наложения. Замещение пиритовой густовкрапленной минерализации сфалеритом (темное). Дастакертское месторождение. Натуральная величина.

ды предшествующих стадий, отмечаются также текстуры замещения, возникающие и в пределах одной стадии минерализации, вследствие существенного изменения состава и свойств растворов к концу стадии, либо в процессе развития единой стадии.

На ряде месторождений медно-молибденовой формации (Каджаран, Дастакерт) минеральные ассоциации некоторых стадий несут следы изменения характера растворов с развитием процесса минералообразования.

Так, например, на Дастакертском месторождении среди минеральных образований полевошпат-халькопиритовой стадии минерализации выделяются три совершенно отличные и сменяющие друг друга во времени парагенетические ассоциации минералов, развивающиеся в пределах одной рудной зоны (и одной стадии): халькопирит-молибденитовая, пирит-борнит-халькопиритовая, энаргит-теннантитовая.

Последовательная смена парагенетических ассоциаций обусловлена изменением физико-химических свойств растворов. Так, смена халькопирит-молибденитовой ассоциации пирит-борнит-халькопиритовой вызвана тем, что в растворе происходит увеличение концентрации серы, которая приводит к образованию пирита. Здесь пирит образуется благодаря избытку S, которая связывает значительное количество Fe в растворе. Вследствие того, что большая масса Fe раствора связана в пирите, в ассоциации с пиритом образуется маложелезистый минерал меди — борнит. Впоследствии с выпадением пирита и борнита происходит выравнивание соотношения между Cu и Fe в растворе и образуется халькопирит, который обычно в виде каемок развивается вдоль зерен борнита (фото 137).



Далее, с развитием процесса минерализации происходит постепенное изменение физико-химических свойств растворов и на смену пирит-борнит-халькопиритовой ассоциации приходит совершенно отличная энаргит-теннантитовая ассоциация. Переход указанных ассоциаций друг в друга совершается постепенно путем замещения первой ассоциации второй. Первоначально в ранней ассоциации отмечаются метасоматические выделения энаргита и теннантита, затем их количество значительно увеличивается и далее уже по простиранию



Фото 137. Структура краевых каемок вследствие наложения халькопиритового оруденения на борнит. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 180.

рудных тел получает развитие только энаргит-теннантитовая минерализация. В переходных участках от одной ассоциации к другой отмечаются текстуры наложения с интенсивным замещением. Обычно для руд этого типа характерны «островки» пирит-борнит-халькопиритовой ассоциации, сцементированные энаргитом и теннантитом, которые интенсивно разъедают и замещают минералы—останцев первоначально образованной рудной ассоциации.

В рудах этой ассоциации намечается закономерное расположение энаргита и теннантита по отношению к «островкам» пирит-борнит-халькопиритовой ассоциации. Непосредственно вблизи «островков» располагается энаргит, который в свою очередь окружается и замещается теннантитом.

Такое последовательное замещение энаргита теннантитом вокруг остатков ранней парагенетической ассоциации обусловлено некоторым повышением восстановительной среды растворов, при котором пятиявалентный катион мышьяка  $As^{5+}$  переходит в трехвалентный  $As^{3+}$ .

В этой ассоциации на ряде месторождений отмечается выделение редких минералов германия—германита и реньерита (К. А. Карамян, 1959). Они наиболее часто приурочены к полям энаргита, хотя и отмечаются в теннантите, борните, халькопирите. Обычно образуют овальные и округлые выделения размером 0,1—0,01 мм. Последние напоминают



структуры распада, которые образуются в результате несмесимости атомов Ge в энаргите при падении температуры среды.

Сходные возрастные соотношения между халькопиритом и энаргитом наблюдаются и в рудах Каджаранского месторождения. Здесь также в конце кварц-халькопиритовой стадии проявляется поздняя энаргит-теннантитовая ассоциация, которая накладывается на более раннюю халькопиритовую с молибденитом. Однако, в силу сравнительно слабого развития поздней ассоциации, процессы метасоматоза выражены слабее. Обычно энаргитовая ассоциация образует краевые оторочки вокруг выделений халькопирита, обрастая халькопиритовые зерна в виде метакристаллов. Отмечаются также отдельные прожилки, секущие поля халькопирита, по форме напоминающие трещины усыхания. В некоторых случаях, в силу интенсивного замещения халькопирита энаргитом, в промежутке переплетающихся призматических кристаллов энаргита отмечаются остатки от замещения халькопирита.

К числу стадий с полипарагенетическими ассоциациями следует отнести и полиметаллическое оруденение Каджаранского, Дастакертского и Айгедзорского месторождений.

Рудные тела (прожилки и жилы) этих стадий имеют довольно сложное строение. Обычно зальбандовые участки этих жил и прожилков сложены пиритом и халькопиритом, создавая полосчатую текстуру. Эта наиболее ранняя парагенетическая ассоциация, локализовавшаяся обычно на периферии рудных тел, в дальнейшем подвергается интенсивному воздействию более поздней ассоциации, обычно наложенной на раннюю и развивающуюся в средней части жилы. Вторая ассоциация представлена сфалеритом, галенитом, халькопиритом и блеклой рудой. При значительной интенсивности развития процесса замещения ранних ассоциаций поздними от первых остаются лишь небольшие реликты.

На фото 138 представлен пример интенсивного замещения ранней

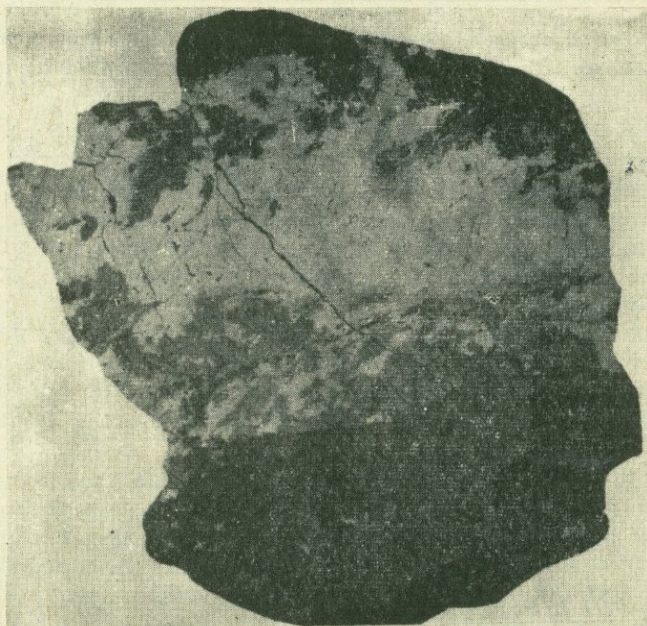


Фото 138. Текстура наложения в сфалерит-галенитовой жиле Дастакертского месторождения. Видны остатки халькопирита в зальбанде жилы. Центральная часть жилы сложена более поздним галенитом. Натуральная величина.



ассоциации, в данном случае представленной халькопиритом более поздней наложенной галенитовой ассоциацией. Вследствие интенсивного замещения галенитом остались многочисленные остатки от незамещенного халькопирита, которые обычно тяготеют к зальбандовым участкам жил и прожилков. В средних участках рудных тел этот процесс протекал более интенсивно и закончился полным замещением халькопирита галенитом.

### Структурные особенности руд, образованные путем наложения продуктов различных стадий минерализации

Руды этого типа образовались в результате наложения продуктов различных стадий минерализации, а поэтому как текстуры, так и структуры в основном подтверждают эту гетерогенность в строении руд.

На фото 139 представлена массивная халькопиритовая руда, в ко-

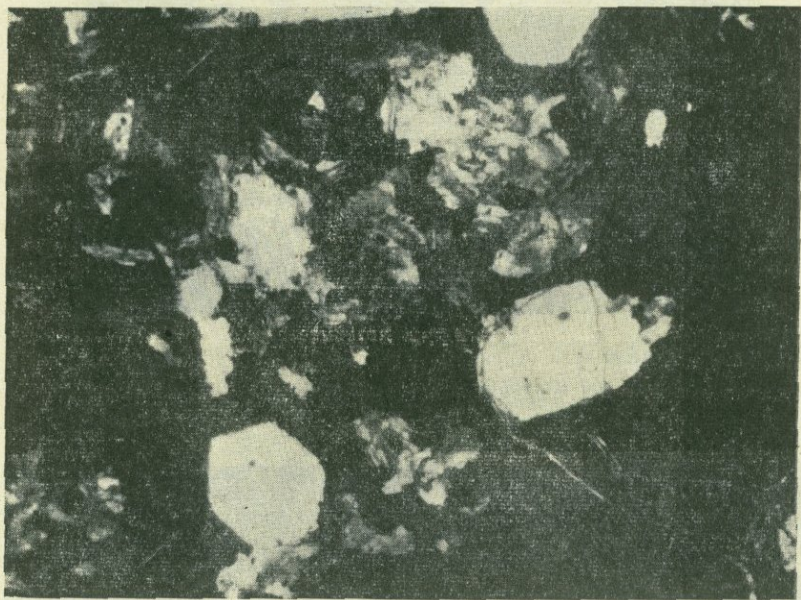


Фото. 139. Массивная халькопиритовая руда с остатками от замещения биотита и апатита. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 90.

торой отмечается выделение идиоморфных кристаллов апатита и чешуек биотита. В кварц-халькопиритовой стадии Каджаранского месторождения такой ассоциации не отмечается. Такое сочетание минеральных ассоциаций обязано наложению халькопиритового оруденения на высокотемпературно-биотит-apatит-магнетитовую ассоциацию, генетически связанную с монзонитовой интрузией.

Очень часты структуры наложения халькопиритовой минерализации на магнетитовые руды. Здесь, как правило, образуются прожилковые и петельчатые структуры замещения (фото 140).

Структуры наложения весьма часты в рудах Каджаранского месторождения (фото 141), где видно отчетливое наложение пиритового оруденения на продукты более ранней кварц-халькопиритовой стадии минерализации. Здесь пирит образует многочисленные разветвления в халькопирите, свидетельствующие о заполнении готовых микротрещин.



Наложение пиритовой минерализации на более раннюю халькопиритовую проявляется и в образовании метасоматических прорастаний сферических тел пирита в массе халькопирита (фото 142), а также и в образовании метакристаллов пирита в халькопирите.

Аналогичные явления нами были описаны ранее (табл. III (3)) и была показана метакolloидная природа пиритового агрегата. Это ранее объяснялось высокосернистой средой минералообразования и обстановкой резкого пересыщения пиритонесных растворов. Эта концепция находит новое подтверждение при микроскопическом изучении руд алабандиновой стадии минерализации.



Фото 140. Петельчатая структура замещения магнетита халькопиритом. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.

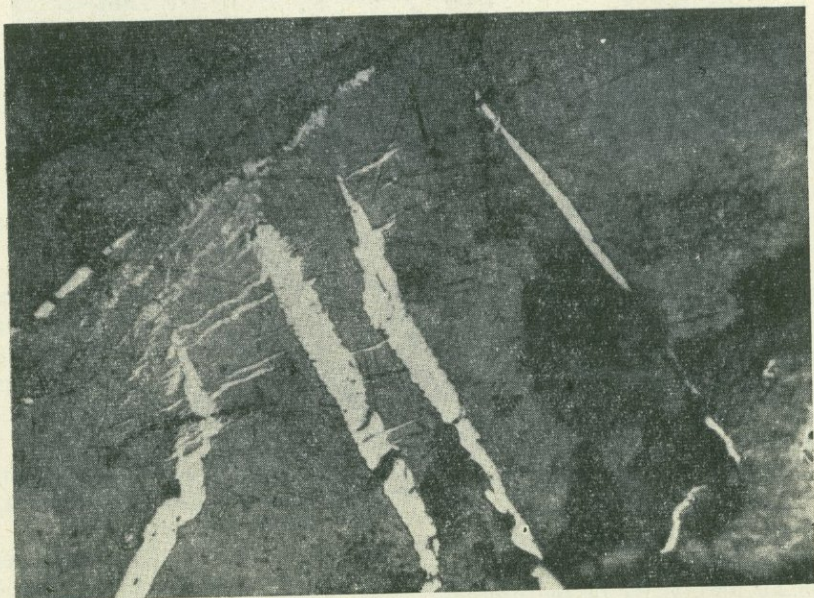


Фото 141. Пересечение полей халькопирита тончайшими прожилками пирита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 180.



В главе «Текстуры наложения» указывалось, что рудные тела алабандиновой стадии Дастакертского месторождения пронизаны многочисленными карбонатными прожилками, представляющими продукты карбонатной стадии минерализации. Микроскопическое изучение руды участков наложения показало, что контакты карбонатных прожилков с алабандином, как правило, оторочены мельниковит-пиритом и в результате здесь образовались структуры краевых оторочек (фото 143, 144).



Фото 142. Сферические стяжения пирита в халькопирите, образованные в результате наложения пиритовой минерализации на халькопиритовую. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 180.



Фото. 143. Структура краевых оторочек мельниковита вдоль границ алабандина. Видно проникновение мельниковит-пирита во внутрь полей алабандина, Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Это явление объяснимо с позиции взаимодействия накладывающихся растворов с алабандином. В высокосернистой обстановке железо растворов, взаимодействуя с алабандином, выпадает в виде мельникovit-пирита. В некоторых случаях для мельникovit-пирита весьма характерны гелевые структуры (фото 145), свидетельствующие об обра-

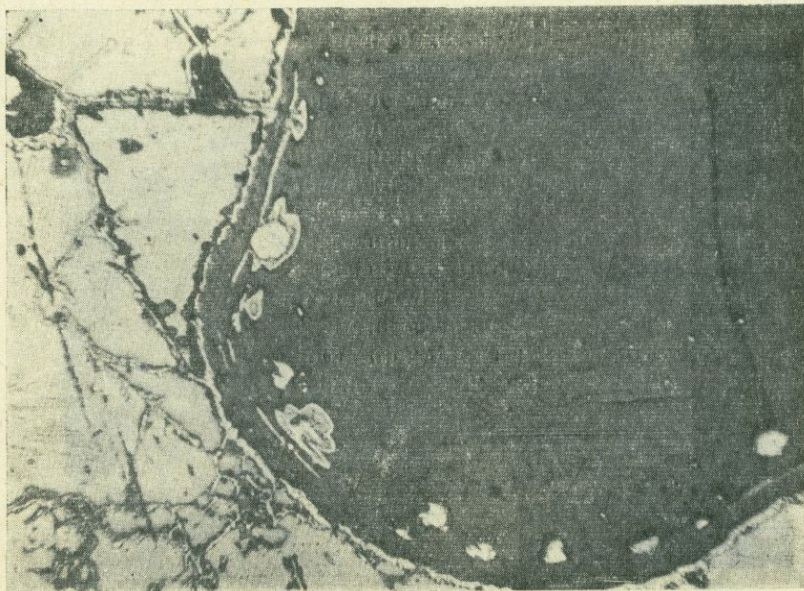


Фото 144. Структура краевых оторочек мельникovit-пирита по зальбандам алабандина. На удалении от контакта видны гелеобразные образования мельникovit-пирита. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

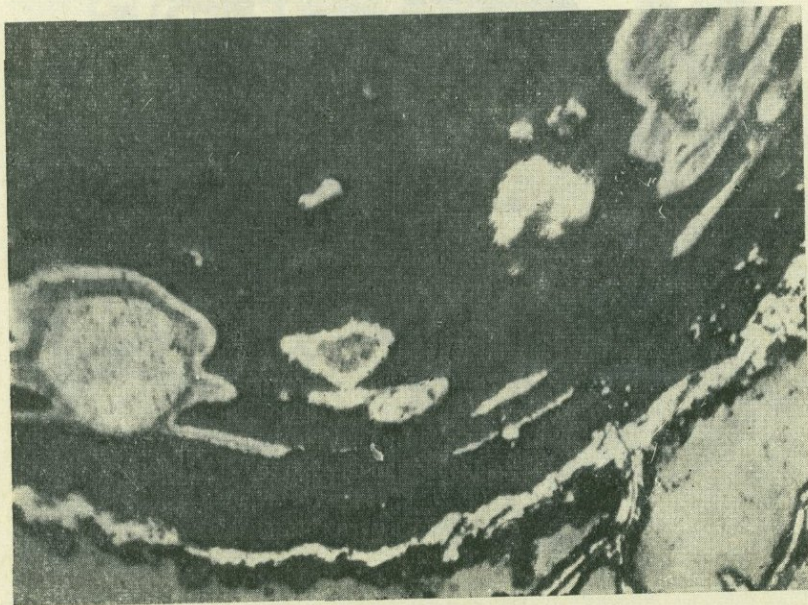


Фото 145. Структура краевых оторочек. То же, что на рис. 144. Ув. 180.



зовании коллоидных растворов в связи с взаимодействием раствора с алабандином.

Необходимо отметить, что структуры пересечения отмечаются на многих месторождениях. Наглядным примером служит пересечение сфалерита арсенопиритовым прожилком (фото 146), свидетельствующее о наложении арсенопиритовой стадии на ранее образованные руды кварц-сфалерит-галенитовой стадии минерализации.

Наложение продуктов различных стадий минерализации с образованием соответствующих структур широко развито на многих месторождениях. Особенно это четко устанавливается на Джиндаринском место-

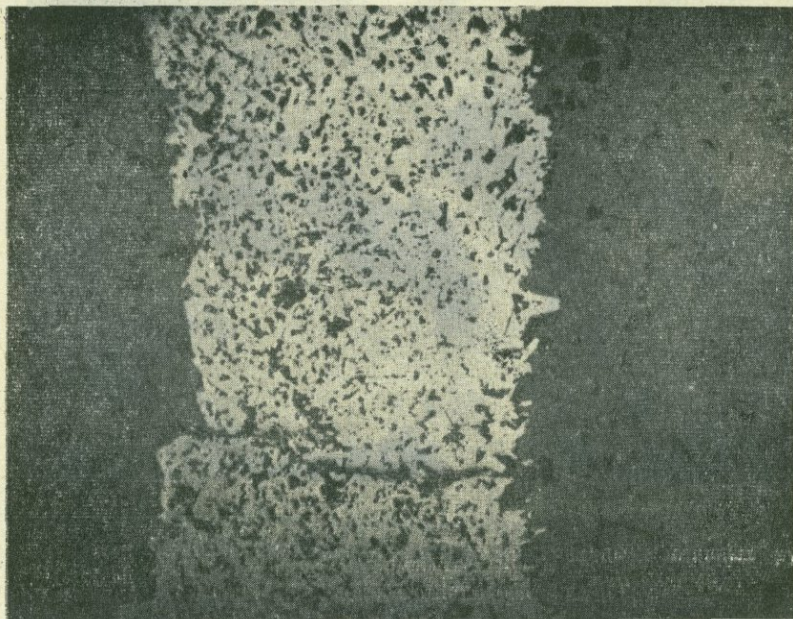


Фото 146. Пересечение полей сфалерита прожилком арсенопирита. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 40.

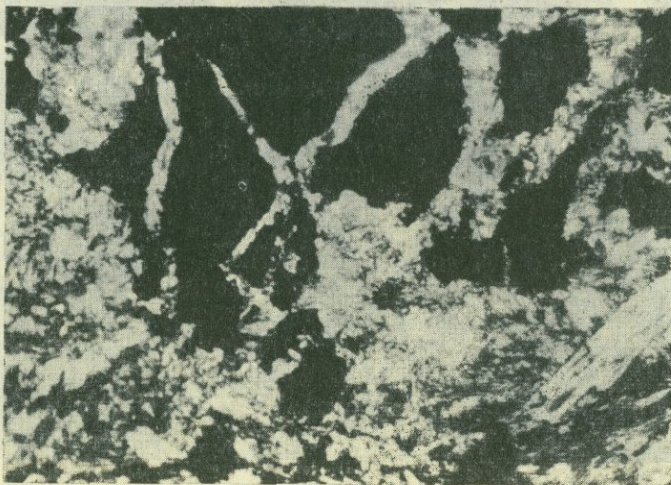


Фото 147. Структура пересечения и разъедания халькопирита (черное) мелкозернистым агрегатом ангидрита. Джиндаринское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 35.



рождении, где вследствие наложения гипс-ангидритовой минерализации на руды продуктивной кварц-халькопирит-борнитовой стадии образуются структуры пересечения и разъедания (фото 147).

Особенно интересные структуры замещения устанавливаются в тех рудах, где отмечается наложение карбонатной стадии минерализации

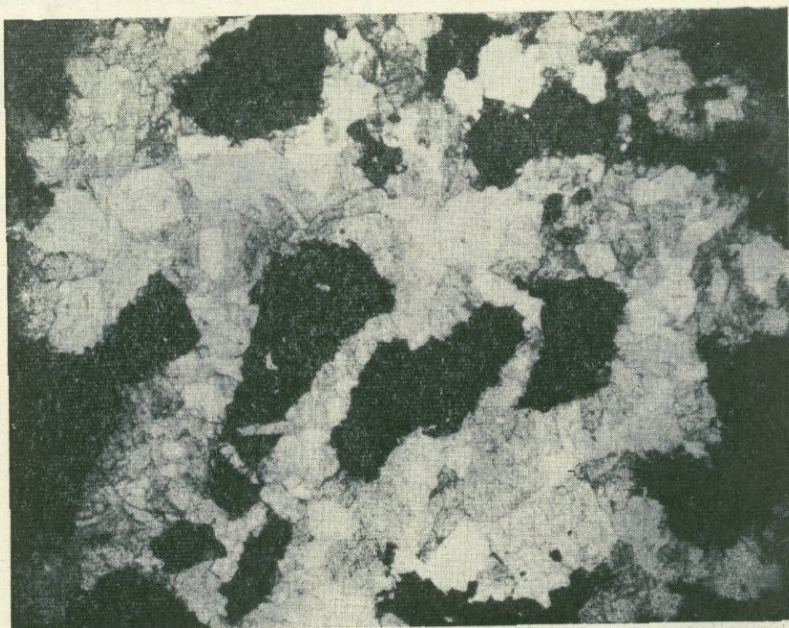


Фото 148. Структура замещения халькопирита (черное) карбонатом (светлое). Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 135.

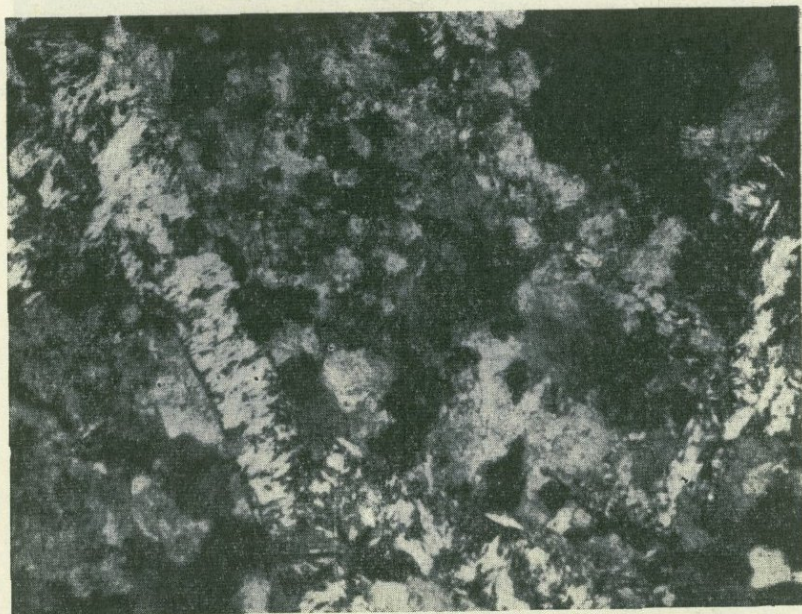


Фото 149. Пересечение карбоната гипсовым прожилком. Результаты наложения минерализации двух стадий. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 40.



на продукты рудных стадий, таких как кварц-халькопиритовая и др. Такое наложение широко отмечается на Каджаранском месторождении. Вследствие интенсивного замещения карбонатом руды, здесь широко развиты псевдовкрапленные структуры, где в карбонатной массе отмечаются многочисленные включения рудного минерала, однако последние более древние по сравнению с вмещающей карбонатной зернистой массой и отмечается проникновение карбоната в рудный минерал (фото 148). Такие руды больше напоминают брекчиевую микротекстуру замещения.

Отчетливые структуры пересечения устанавливаются при наложении гипс-ангидритовых прожилков на карбонатную минерализацию (фото 149).

### Деформационные текстуры руд

Деформационные текстуры руд, как правило, не имеют широкого развития в рудах медно-молибденовой формации, но на отдельных месторождениях проявлены довольно отчетливо и образуются вследствие наложения интенсивных тектонических движений на уже ранее образованные рудные тела. Движения эти вдоль рудных тел проявляются не повсеместно регионально, а локально, вследствие чего указанные текстуры деформации нельзя считать следствием регионального метаморфизма. Разнообразие морфологического проявления оруденения—жилы, прожилки, массивные метасоматические тела, вкрапленность—приводит к разнообразному проявлению деформационных текстур.

С другой стороны, метаморфизм руд и степень деформаций не в одинаковой мере проявляются во всех минералогических типах руд. Неравномерность деформации особенно заметна в случае значительного минералогического различия руд, когда наряду с более пластическими и мягкими минералами присутствуют и более хрупкие.

Среди деформационных текстур, проявленных на медно-молибденовых месторождениях, необходимо отметить следующие:

полосчатая, как результат развальцевания, брекчиевая, гнейсовидно-полосчатая, пльчатая, сланцеватая.

Полосчатая текстура является наиболее характерной текстурой, которая образуется при деформации кварц-молибденитовых жил и прожилков. Она обусловлена развальцеванием молибденита вследствие пластического истечения. Обычно многочисленные чешуйки и пластинки молибденита под влиянием давления сливаются в единые полосы, протягивающиеся параллельно простиранию прожилка. Полосы, как правило, имеют извилистые, волнистые очертания с изменяющимися мощностями, которые обусловлены течением материала и его накоплением на определенных благоприятных участках кварцевых жил (в местах раскрытия).

На фото 150 приведен типичный пример такой полосчатой текстуры.

Брекчиевая текстура встречается гораздо реже и проявляется также в кварц-молибденитовых жилах и прожилках. Образование ее происходит при более интенсивном дроблении кварц-молибденитовых жил, при котором отмечается дробление кварца, причем обломки несут нередко следы окатанности. Нередко в кварц-молибденитовых жилах Айгедзора и Каджарана отмечается переход полосчатой текстуры в брекчиевую.

При образовании брекчии молибденит, как правило, заполняет промежутки между обломками (фото 151). Он обычно растерт, имеет весьма тонкочешуйчатую структуру, сильно уплотнен.



Брекчиевая текстура наблюдается также довольно часто во многих кварц-пиритовых жилах, где массивные мономинеральные пиритовые агрегаты пересекаются системой пострудных нарушений. Обычно брекчиеированность наблюдается в узкой полосе пересечения руды нарушением. В таких массивных пиритовых рудах нередко отмечаются отдельные полосы брекчиеирования, часто сливающиеся друг с другом, в промежутке которых пирит совершенно не деформирован.

Гнейсовидно-полосчатая текстура руд не имеет значительного распространения на медно-молибденовых месторождениях.

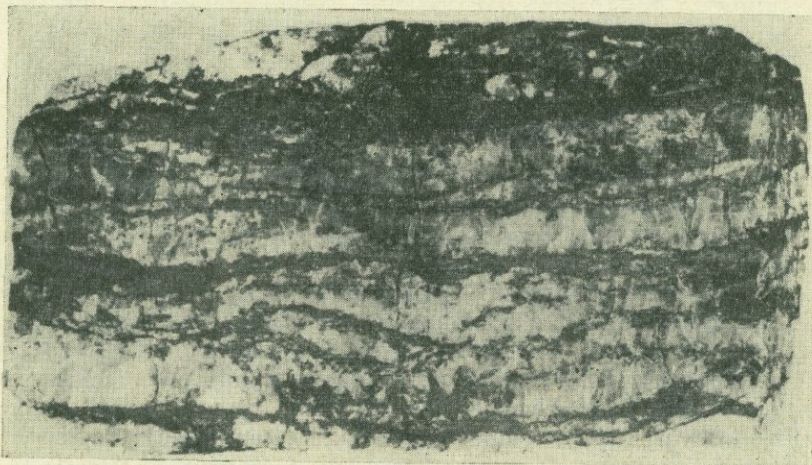


Фото 150. Полосчатая текстура деформации в кварц-молибденитовой жиле. Молибденит (темный) образует изогнутые полосы в кварце. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

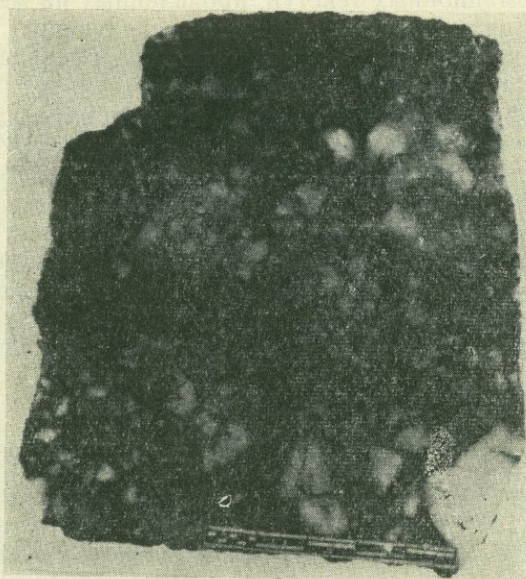


Фото 151. Брекчиевая текстура деформации в кварц-молибденитовой жиле. Обломки кварца сцементированы растертой массой молибденита (черное). Айгедзорское месторождение. Натуральная величина.



Встречена в основном на участках развития массивных руд, подвергшихся в дальнейшем интенсивному смятию в результате пострудных нарушений, проявившихся вдоль контактовых плоскостей рудных тел. Такие руды отмечены на Каджаранском месторождении и на Тейском участке Айгедзорского месторождения.

На Тейском участке массивные полиметаллические руды сложены в основном сфалеритом, галенитом, халькопиритом. В небольшом количестве отмечаются пирит и блеклая руда. Для этих руд до метаморфизма уже было характерно полосчатое строение, обусловленное последовательным замещением и пространственным обособлением в виде мономинеральных прожилков сфалерита, галенита, халькопирита, блеклой руды и пирита, которые образуют совместные сростания, свидетельст-

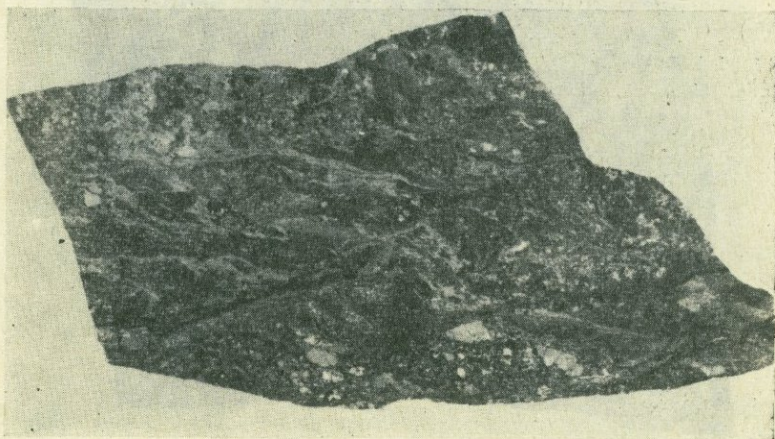


Фото 152. Гнейсовидно-полосчатая текстура массивной полиметаллической руды.

Видны извилистые просечки и полосы галенита и халькопирита (светлое) в сфалерите (темное). Тейский участок Айгедзорского месторождения.

1/2 натуральной величины.

вующие о последовательном отложении в одну и ту же стадию минерализации. В дальнейшем, при деформации, руды вовлекаются в полосу интенсивных подвижек, в результате чего часть минералов, в основном пластичных, таких как галенит, халькопирит и сфалерит, подвергаются смятию и происходит их перегруппировка. Такие минеральные агрегаты обычно характеризуются вытянутостью, извилистостью очертаний, что свидетельствует о некотором течении рудного материала. Другая группа минералов, в основном пирит, либо остатки вмещающих пород, обычно интенсивно раздроблены, но не несут на себе следов пластического течения и образуют своеобразные островки, которые обтекаются более пластичными минеральными агрегатами. Прекрасный пример такой гнейсовидно-полосчатой текстуры приведен на фото 152. Здесь отчетливо видны чередующиеся полосы галенита и халькопирита в сфалеритовой основной массе и участки катаклазированного пирита.

Сланцеватая текстура распространена значительно больше по сравнению с ранее описанными деформационными текстурами. Наиболее широко она представлена на Каджаранском месторождении, главным же образом проявляется вдоль крупных разрывных нарушений, осложняющих контакты даек, крупных кварцевых жил. Нередко отмечаются примеры постепенного перехода руд со сланцеватой текстурой в недеформированные нормально вкрапленные руды.



Сланцеватая текстура характеризуется плоскопараллельным расположением слагающих руду минералов, резкой удлинённостью и вытянутостью их минеральных агрегатов. Яркий пример сланцеватой текстуры приведен на фото 153. Сланцеватость здесь обусловлена удлинённостью халькопиритовых агрегатов, образующих отдельные полосы, чередующиеся с участками, относительно обедненными рудными минералами.

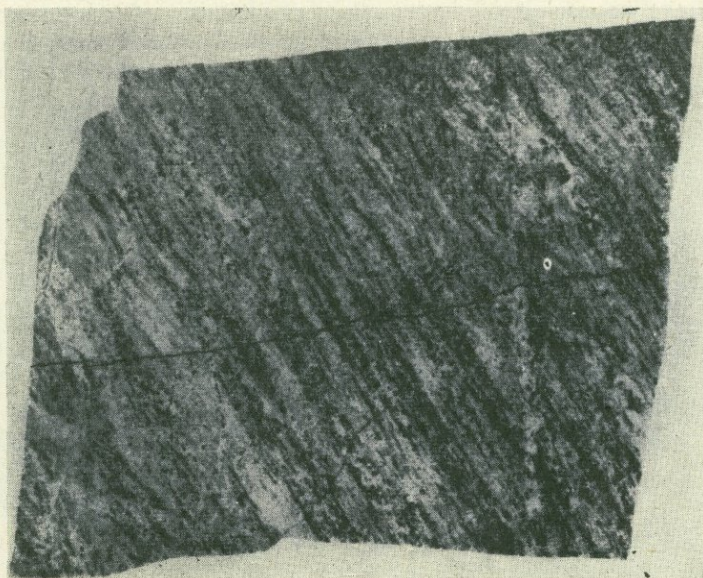


Фото 153. Сланцевая текстура. Удлиненные агрегаты халькопирита (темное) образуют плоскопараллельное сложение. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

В некоторых случаях сланцеватость сечется карбонатными прожилками, что позволяет с определенной точностью установить время метаморфизма, протекавшего до возникновения карбонатной стадии.

Плющчатая текстура встречается очень редко на медно-молибденовых месторождениях и проявляется в основном вдоль крупных разрывных нарушений, образуется в условиях пластической деформации, когда вся рудная масса приобретает пластичность. Под влиянием напряжения происходит течение пластичной массы, в результате чего и образуются складки. Отмечаются случаи перехода плющчатой текстуры в сланцеватую. Такая плющчатая текстура характерна для более пластичных минеральных агрегатов, но, как ни странно, на Каджаранском месторождении плющчатая текстура хорошо проявлена для пиритовой минерализации.

На фото 154 приведен пример плющчатой текстуры метаморфизованной пиритовой руды, где хорошо видно извилистое очертание мелких складок.

Весьма близко к плющчатой текстуре стоят метаморфизованные прожилковые руды, которые оказались метаморфизованными тектоническими подвижками вдоль контактов прожилков. В этом случае рудные прожилки приобретают извилистые очертания, напоминающие плющчатость.





Фото 154. Плойчатая текстура метаморфизованной пиритовой руды.  
Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

### Деформационные структуры руд

Динамометаморфизм руд в Зангезурском рудном районе не проявился широко и интенсивно. Тем не менее он отмечается спорадически почти во всех рудных полях.

Наиболее четко динамометаморфизм проявляется в кварц-молибденитовых прожилках и жилах, где, вследствие динамических воздействий, образуется структура смятия молибденита (фото 155). Здесь молибденит раскалывается на ряд веток и изгибается.

Обычно при метаморфизме руд, где наряду с молибденитом отмечается и присутствие халькопирита, молибденит, вследствие своей текучести и пластичности, проникает в виде длинных язычков в поля халькопирита и при этом, как ранее было отмечено, для него характерны извилистые очертания, свидетельствующие о почти пластическом истечении материала (фото 156).

Более широко в рудах отмечается дробление рудных минералов с образованием катакластических структур. Такие структуры наиболее широко отмечаются для пирита и халькопирита, которые при динамометаморфизме склонны к хрупкой деформации (фото 157). Отмечается случай, когда находящиеся совместно халькопирит и галенит совершенно различно реагируют на деформации. В халькопирите обычно образуется катакластическая структура, между тем как галенит совершенно не подвергается дроблению (фото 158).

При более интенсивных деформациях отмечаются случаи перекристаллизации халькопирита. Обычно это приальбандовые участки халькопиритовых прожилков, вдоль которых наблюдаются пострудные подвижки. Здесь, как видно (фото 159), происходит грануляция аллотриоморфно-зернистого агрегата халькопирита, который приобретает четко выраженную ориентировку вытянутых зерен.





Фото 155. Структура смятия молибденита в кварц-молибденитовом прожилке.  
Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.



Фото 156. Языкообразное проникновение молибденита в халькопирит.  
Айгедзорское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 40.



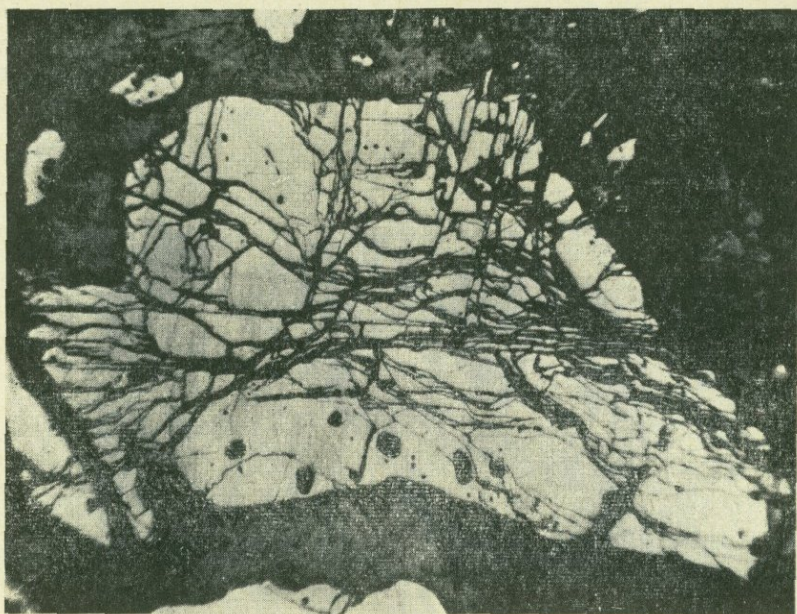


Фото 157. Катакластическая структура дробления пирита. Дастакертское месторождение Полированный шлиф. Ув. 90.

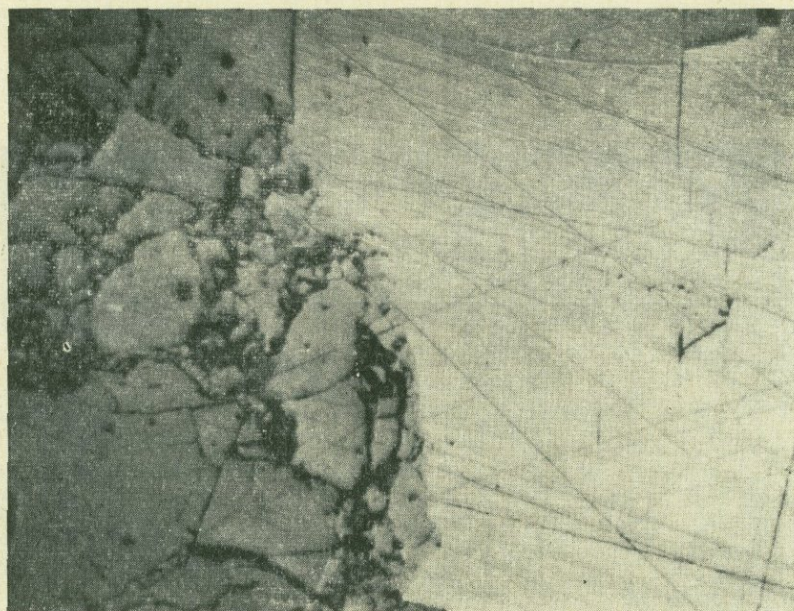


Фото 158. Катакластическая структура халькопирита; непосредственно контактирующий галенит не претерпел никаких изменений. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 90.



В рудах с гнейсовидно-полосчатой структурой пластическая деформация более интенсивная. Здесь в довольно узкой полосе в местах максимальных деформаций структура руды отчетливо полосчатая. В строении руды выделяются отдельные полосы вытянутых агрегатов галенита, сфалерита, блеклой руды (фото 160, 161). Такая полосчатая структура обязана пластической деформации и дифференциации вещества в процессе этой деформации.



Фото 159. Призальбандовая часть халькопиритового прожилка, подвергшаяся метаморфизму. Справа гранулированная полоса. Результат пластической деформации. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Фото 160. Полосчатая структура руды, подвергшейся пластической деформации. Видны отдельные полосы, сложенные галенитом, сфалеритом и блеклой рудой. Тейский участок Айгедзорского месторождения. Полированный шлиф. Ув. 90.



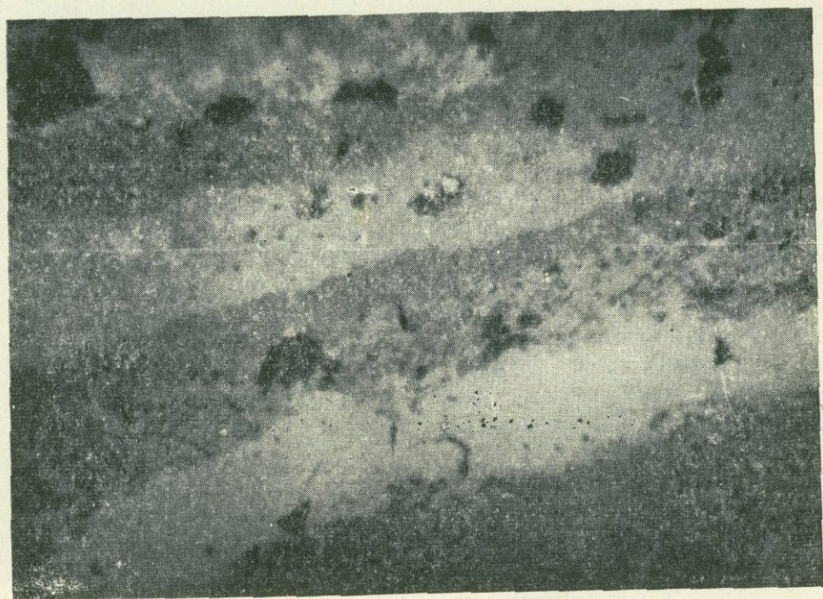


Фото 161. Полосчатая структура деформированной руды, то же, что и на фото 160. Полированный шлиф. Ув. 180.

### Текстуры окисленных руд

Окисленные руды на медно-молибденовых месторождениях имеют широкое развитие. Они проявлены на Каджаранском и Агарацком месторождениях и в меньшей степени на Джиндаринском и Дастакертском месторождениях. На Каджаранском месторождении зона окисления распространяется примерно до глубины 50 м, а по отдельным крупным разрывным нарушениям окисление руд проникает на глубину до 200 м. Примерно также развивается и зона окисления на Агарацком месторождении. Спорадически проявлена зона окисления на Дастакертском и Джиндаринском месторождениях и совершенно отсутствует на Айгедзорском месторождении.

Окисленные руды образуются в результате: замещения первичных сульфидных минералов вторичными, заполнения открытых полостей в результате перемещения выщелоченного материала и остаточного накопления труднорастворимых минералов.

В процессе замещения первичных сульфидов вторичными минералами зоны окисления образуются следующие разновидности текстур: реликтовая, сетчатая, брекчиевидная.

В результате заполнения открытых полостей выщелоченным окисленным материалом образуются: почковидно-скорлуповатая, пятнистая, друзовая и порошокватая текстуры.

В результате остаточного накопления труднорастворимых минералов образуется каркасная текстура.

Реликтовая текстура является наиболее распространенной в зоне окисления. Окисленные минералы наследуют границы развития сульфидных минералов и, таким образом, среди реликтовой текстуры отмечаются следы всех наиболее распространенных текстур: массивной, брекчиевидной, пятнистой. Проявляются также вкрапленные текстуры.



К категории реликтовых текстур необходимо отнести и многочисленные примеры образования псевдоморфоз повеллита по молибдениту, в результате чего повеллит сохраняет как форму выделения молибденита (кристаллов, пластинок, чешуек, розеток), так и характер агрегатного выделения и срастания в кварцевых жилах (гнездообразных и прожилкообразных выделений).

Сетчатая текстура является одной из распространенных разновидностей текстур и микротекстур замещения первичных халькопиритовых руд вторичными—борнитовыми, халькозиновыми и ковеллиновыми. Здесь замещение протекает вдоль трещин в раздробленных рудах, которые имеют поперечное расположение по отношению к простиранию прожилков. Дальнейшее развитие этой текстуры приводит к образованию брекчиевидной текстуры.

Брекчиевидная текстура является одной из распространенных текстур окисленных руд и образуется при окислении сплошных и массивных халькопиритовых руд. Процесс окисления обычно протекает первоначально вдоль определенной системы трещин. В дальнейшем, при усилении метасоматических процессов замещаемый минерал приобретает округлые очертания.

Пример такой брекчиевидной текстуры приведен на фото 162.

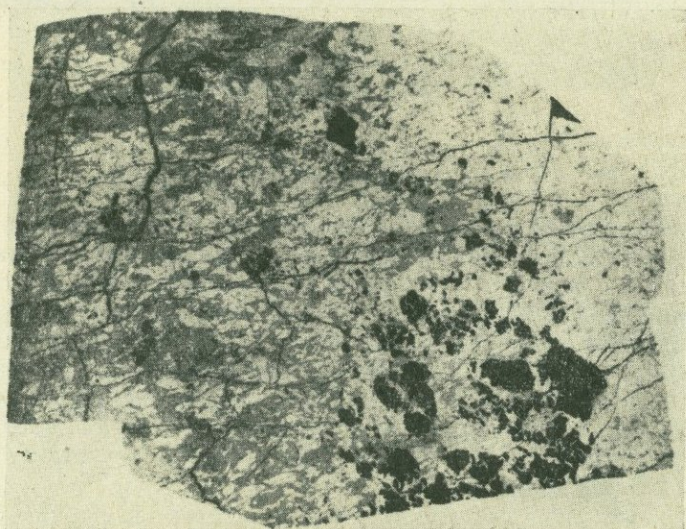


Фото 162. Брекчиевидная текстура замещения халькопирита (светлое) борнитом (темное). Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

Почковидно-скорлуповатая текстура также широко развита в зоне окисления медно-молибденовых месторождений и характерна для ряда вторичных минеральных ассоциаций. Она присуща арагониту, образующему полусферические округлые поверхности натечных агрегатов (табл. V (4)).

Такая текстура характерна также для окисленных руд, сложенных малахитом, ярозитом, лимонитом, образующихся из коллоидальных растворов. Для текстур этого типа характерно радиально-лучистое сложение.

Пятнистая текстура является наиболее распространенной в зоне окисления и образуется как в результате замещения первичных сульфидов, так и в результате вторичного заполнения открытых полос-





Табл. I(1). Пятнистое выделение магнетита (темное) в кварцевой жиле. Магнетит цементирует идиоморфные кристаллы кварца. Каджаранское месторождение. 3/4 натуральной величины.



Табл. I(2). Сферолитоподобный агрегат молибденита в кварцевом прожилке. Агаракское месторождение.



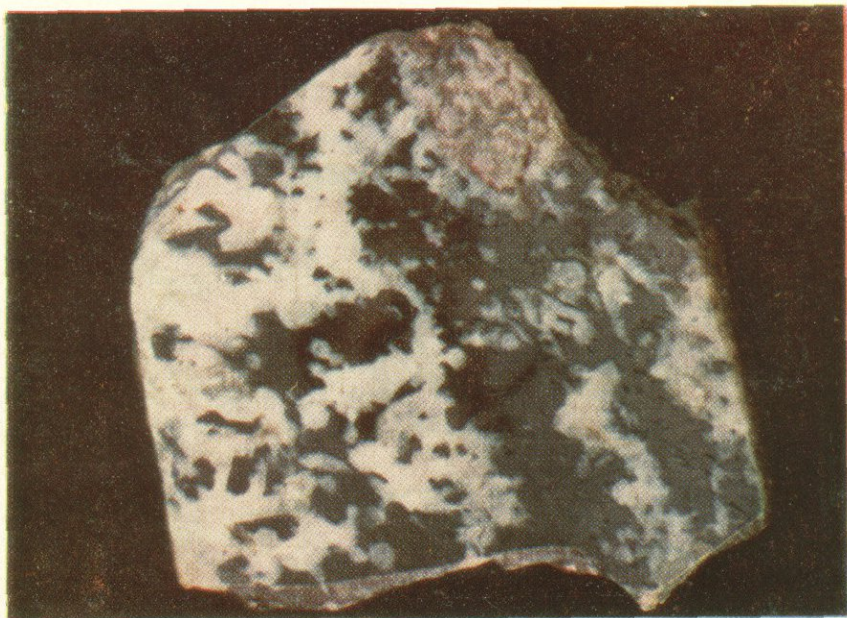


Табл. I(3). Пятнистая текстура в рудных жилах кварц-сфалерит галени-  
той стадии. Личквасское месторождение. Гнездовое выделение сфалерита  
в кварцевожилной массе. Рудные минералы (сфалерит, галенит) запол-  
няют пустоты и частично цементируют идиоморфные гексагональные кри-  
сталлы кварца. Натуральная величина.



Табл. I(4). Текстура зонального отложения в кварц-молибденит-халько-  
пиритовом прожилке. К запыбандам прожилка приурочено выделение  
молибденита в центре халькопирита. Каджаранское месторождение.  
1/2 натуральной величины.



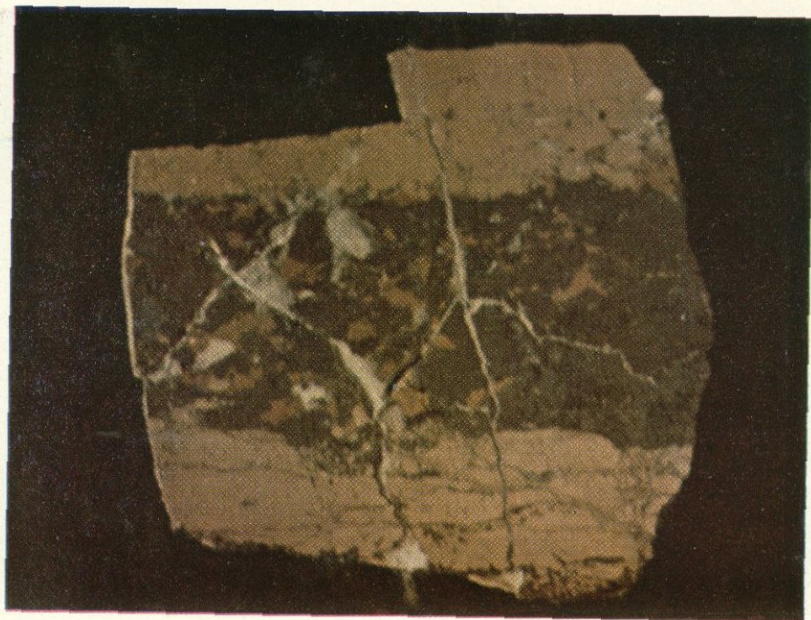


Табл. II(1). Зональная текстура полиметаллического прожилка. Дастакертское месторождение. Натуральная величина.



Табл. II(2). Огорочка молибденита вдоль зальбанд жилы I—I, а также вдоль обломков вмещающей породы II.



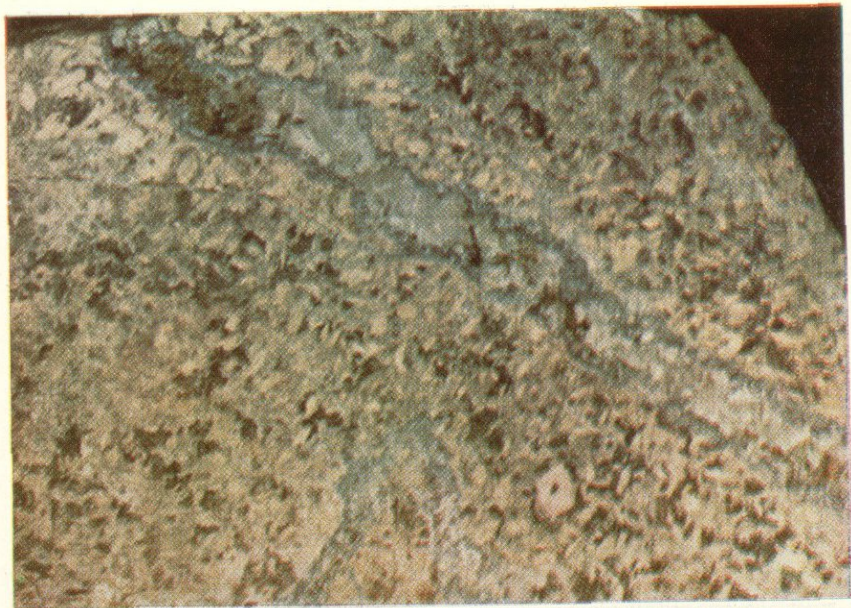


Табл. II(3). Текстура зальбандовой оторочки в кварц-молибденитовом прожилке. Молибденит выделился раньше кварца и повторяет изгибы прожилка. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.



Табл. II(4). Крупные кристаллы молибденита из друзовых пустот кварц-молибденитовых жилков. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.





Табл. III(1). Брекчиевидная текстура руд первой кварц-молибденит-халькопиритовой стадии минерализации. Видно последовательное отложение минералов: обломки пород оторочены каймой молибденита, который в свою очередь сцементирован халькопиритом. Дастакертское месторождение. 3/4 натуральной величины.



Табл. III(2). Кокардовая текстура кварц-арсенопиритовых руд Личквз-Тейского участка Айгедзорского месторождения. Натуральная величина.



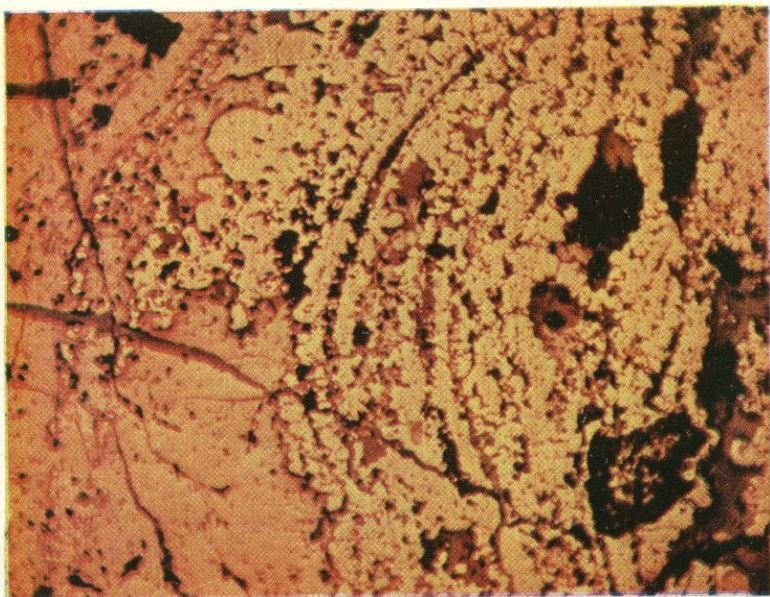


Табл. III(3). Метаколлоидная микротекстура пирита при пересечении массивной халькопиритовой руды. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 100.

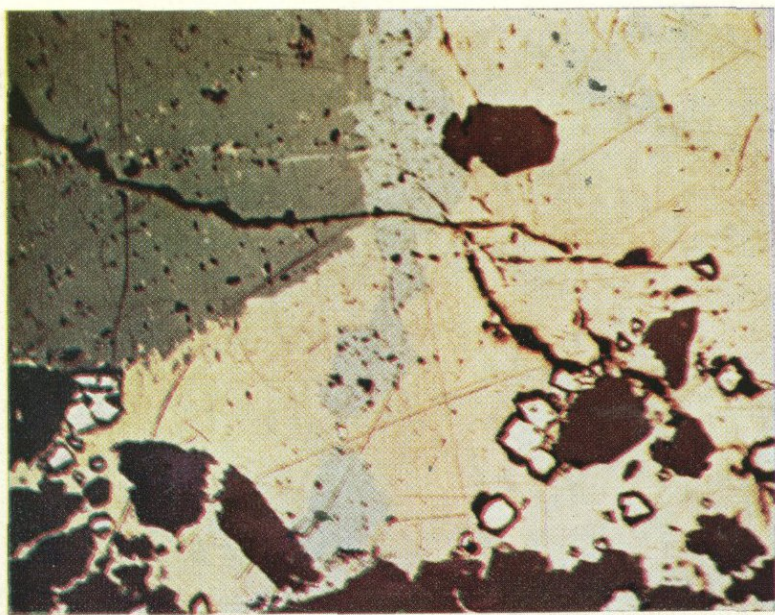


Табл. III(4). Структура разъедания в полиметаллических рудах Айгедзорского месторождения. Видно отчетливое разъедание кварца и пирита халькопиритом; халькопирита и сфалерита—блеклой рудой. Полированный шлиф. Ув. 90.



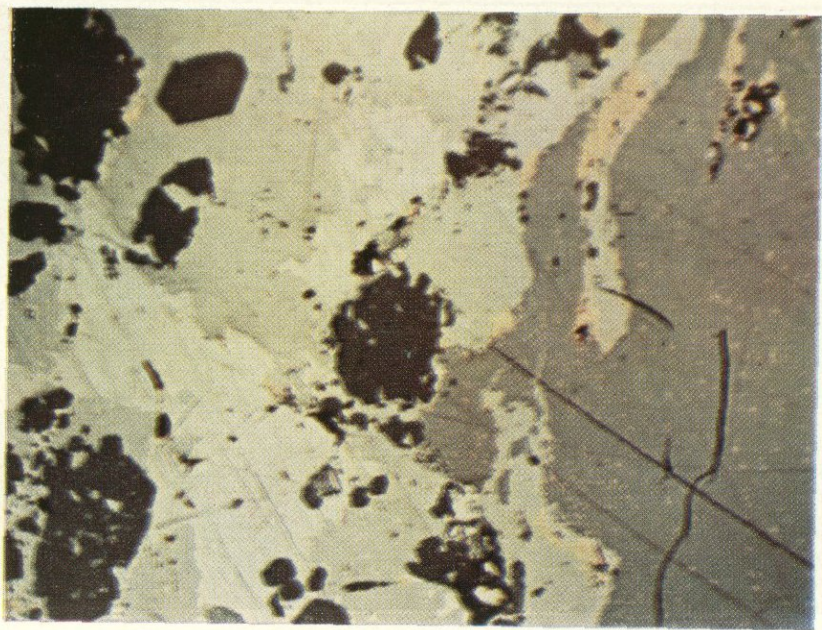


Табл. IV(1): Структура разъедания в полиметаллических рудах Айгедзорского месторождения. Видно отчетливое разъедание сфалерита (темно-серое) блеклой рудой (светло-серое), блеклой руды галенимом (светлое). Полированный шлиф. Ув. 90.

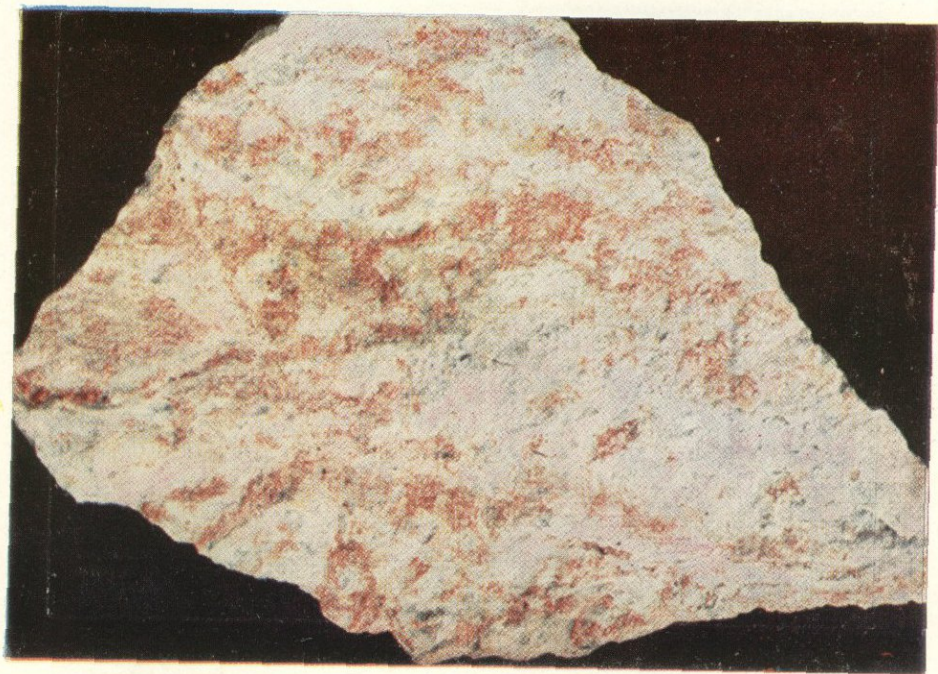


Табл. IV(2). Пятнистая текстура замещения реальгар-аурипигментового оруденения. Аравусское медно-мышьяково-реальгар-аурипигментовое месторождение. Натуральная величина.





Табл. IV(3). Брекчиевая текстура руд в кварц-молибденитовой жиле Айгедзорского месторождения. Кварц раздроблен и сцементирован пиритовой рудой. Айгедзорское месторождение. Натуральная величина.



Табл. IV(4). Интенсивное замещение кварц-молибденитовой жилы пиритовой рудой. Айгедзорское месторождение. 1/2 натуральной величины.





Табл. V(1). Псевдовкрапленная текстура халькопирит-карбонатной руды. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.



Табл. V(2). Текстура замещения кварц-молибденитовой руды карбонатной минерализацией. Видны остатки от замещения кварца и молибденита в карбонате. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.





Табл. V(3). Брекчиевая текстура замещения раннего пиритового оруденения более поздним энаргитовым. Аравусское месторождение. Натуральная величина.



Табл. V(4). Почковидно-скорлуповатая текстура арагонита с радиально-лучистой структурой. Видно зональное расположение отдельных цветовых разностей арагонита; В нижней части видно сферическое строение голубого арагонита. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.





Табл. VI(1). Пятнистая текстура совместных натечных выделений куприта и малахита. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

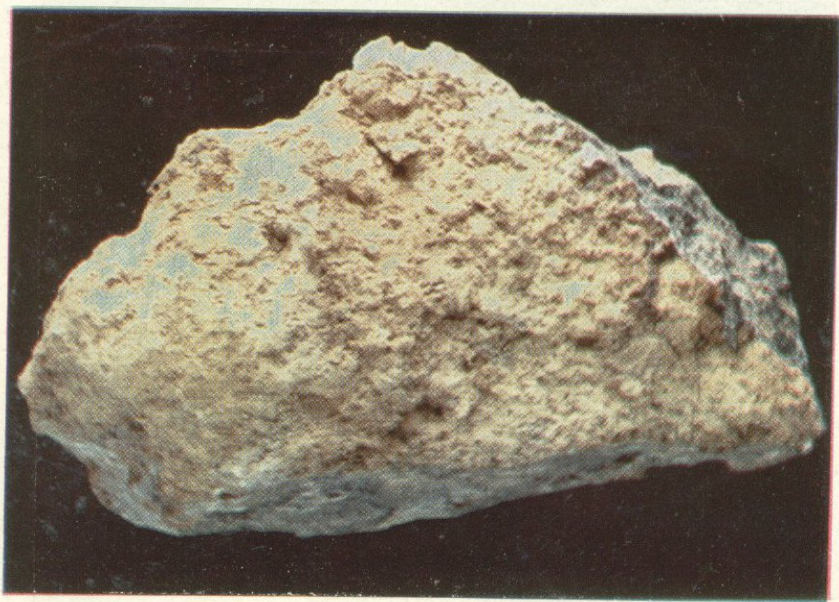


Табл. VI(2). Порошковая текстура лимонита. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.





Табл. VI(3). Налеты ферримольбдита (желтое) на стенках трещин в кварц-мольбденитовой жиле. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

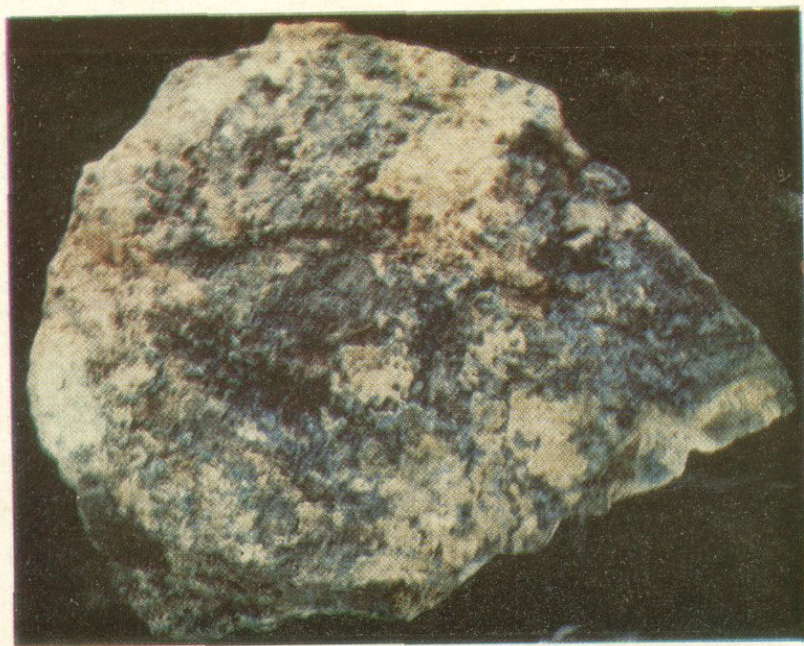


Табл. VI(4). Друзовая текстура азурита. В пустотах отмечаются хорошо раскристаллизованные игольчатые кристаллы азурита. Каджаранское месторождение. 1/2 натуральной величины.



тей. Она характерна для минеральных ассоциаций меди (малахита, куприта) (табл. VI (1)), которые образуют пятнистые налеты на стенках трещин. Пятнистая текстура получает развитие и для марганцевых минералов псиломелан-вада и медно-марганцевой смоляной руды.

Порошковатая текстура широко развита на медно-молибденовых месторождениях и характерна для гидроокислов железа, марганца, молибдена, которые образуются обычно в пустотах, либо в трещинах путем заполнения, либо замещения массивных руд.

Наиболее широко развита порошковатая текстура для лимонитов, которые обычно образуют землистые массы в пустотах, либо выпадают на стенках трещин (табл. VI (2)).

Окись молибдена—ферримолибдит обычно развивается в кварц-молибденитовых жилах, где образует налеты вдоль трещин (табл. VI (3)) и заполняет небольшие пустоты в кварце. Зачастую отмечаются остатки гипогенных рудных минералов—молибденита и халькопирита в лимоните, причем молибденит замещен повеллитом.

Друзовая текстура распространена значительно меньше остальных типов текстур и образуется исключительно в результате заполнения окисленного и выщелоченного материала в пустотах. Такая текстура характерна для азурита кальцита и реже малахита. Все они образуют хорошо оформившиеся кристаллы, нарастающие на стенки пустот и трещин (табл. VI (4)).

### Структуры окисленных руд

Окисленные руды, имеющие широкое развитие на ряде месторождений (Каджаран, Агарак), главным образом представлены рудами двух основных металлов—молибдена и меди. Руды остальных металлов: свинца и цинка не имеют широкого развития.

Для молибденовых руд наиболее характерны реликтовые структуры замещения, когда процесс замещения молибденита повеллитом протекает вдоль спайности молибденита и в полях повеллита отмечаются многочисленные остатки пластинок молибденита (фото 163). При этом отмечаются различные стадии замещения молибденита повеллитом вплоть до полного его исчезновения.

Такие же реликтовые структуры отмечаются в медно-молибденовых рудах Каджаранского месторождения, когда в молибденит-халькопиритовых рудах халькопирит полностью замещается лимонитом или гидрогетитом, а в его полях отмечаются многочисленные остатки чешуек молибденита. Более разнообразны структуры окисленных медных руд. Здесь наиболее характерны раздробленные структуры, которые очень широко развиты в массивных рудах. Вследствие многократного воздействия агентов выветривания указанные руды подвергаются интенсивному раздроблению и по трещинкам протекает последовательное замещение (фото 164). В дальнейшем, при интенсивном развитии этого процесса вторичные минералы замещают большие поля первичных минералов и образуются реликтовые структуры, где небольшие островки первичного минерала, обычно халькопирита, заключены в широких полях ковеллина, гетита, лимонита. В некоторых случаях вокруг халькопирита отмечается концентрически зональная структура, вследствие последовательного образования окисленных минералов. Наиболее часто халькопирит оторачивается борнитом, последний—халькозином (фото 165), затем ковеллином, а последний, в свою очередь, лимонитом, либо гетитом. Нередко порядок замещения меняется.



В некоторых медных рудах происходит избирательное замещение различных минералов.

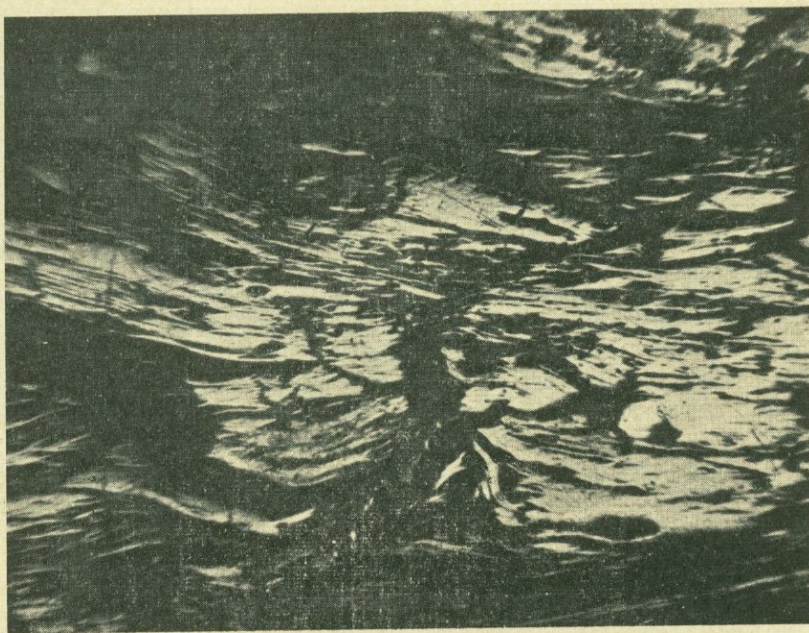


Фото 163. Реликтовая структура замещения молибденита повеллитом. Остатки молибденита (светлое) в повеллите (темно-серое). Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 100. По М. П. Исаенко.

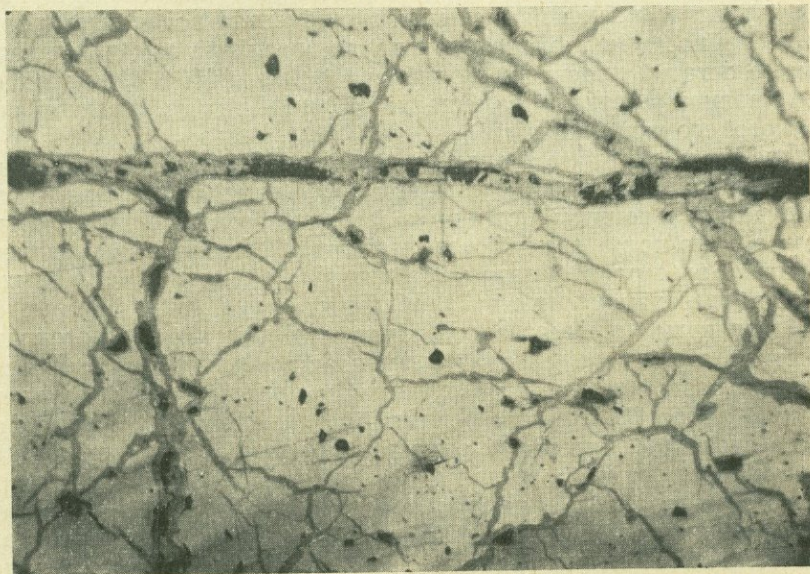


Фото 164. Раздробленная структура замещения в массивной халькопиритовой руде. Вдоль трещин идет процесс замещения халькопирита халькозином. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 100. По М. П. Исаенко.



Так, например, в пирит-халькопиритовых рудах обычно халькопирит полностью замещается, в то время как пирит остается нетронутым (фото 165).

Для медных минералов зоны окисления, таких как тенорит и малахит, характерны колломорфные почки с афанитовым или радиально-лучистым строением.

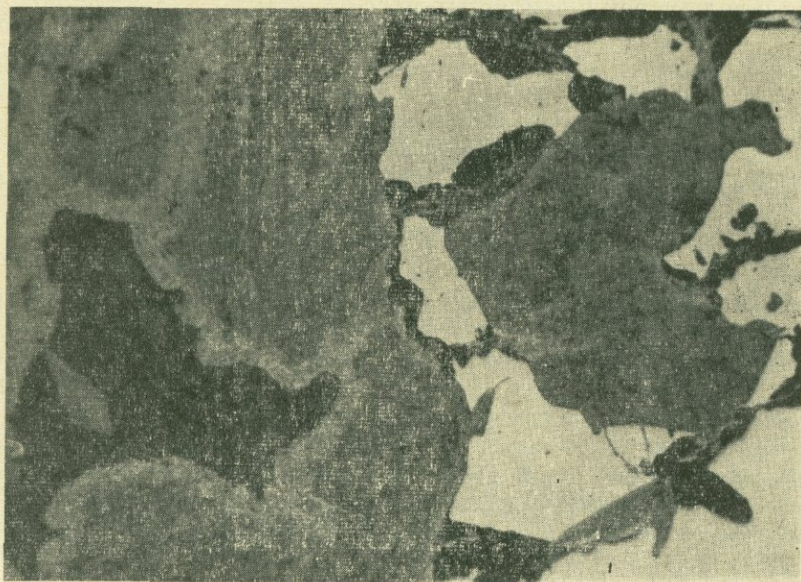


Фото 165. Замещение вторичного борнита (темно-серое) по краям выделений и по трещинкам халькозином (светло-серое). Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 100.

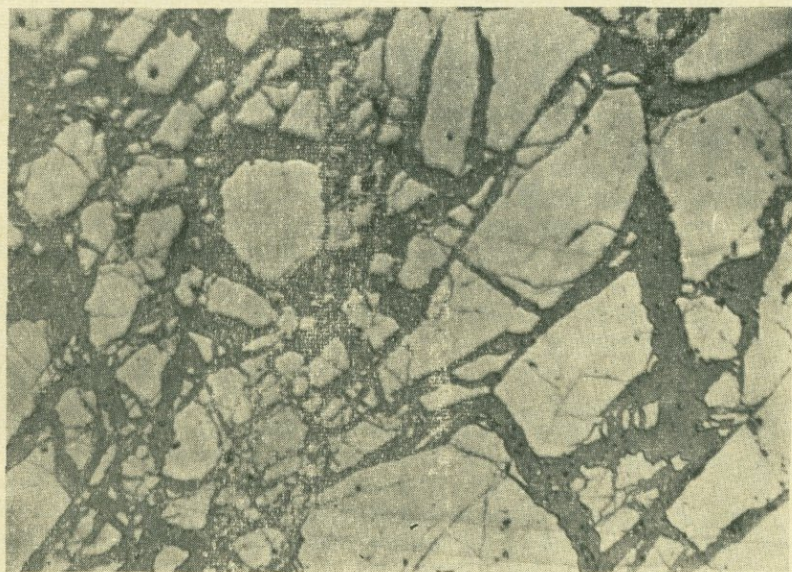


Фото 166. Избирательное замещение халькопирита халькозином (темно-серое). Пирит не замещается. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.



Аналогичные структуры образуются и при окислении пиритовых руд, которые часто на медно-молибденовых месторождениях образуют значительные скопления.

В зоне окисления обычно происходит интенсивное замещение пирита гетитом, гидрогетитом, стильпносидеритом, с образованием реликтовых и раздробленных структур и нередко псевдоморфоз. Довольно часто гидроокислы железа заполняют отдельные трещинки и пустотки и встречаются в виде корок и землистых масс.



## **V. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕКСТУР И СТРУКТУР РУД**

Изучение геологического строения, структур рудных полей, особенностей формирования оруденения с учетом текстурно-структурных особенностей руд позволяет сделать ряд выводов по вопросу о генезисе и условиях их формирования.

I. Медно-молибденовые месторождения связаны общностью магматического очага с интрузивным комплексом послесреднеэоценового цикла, формирование которого происходило в 4 фазы интрузивной деятельности в последовательности: 1) габбро, габбро-диориты; 2) монцититы; 3) гранодиориты, граносиениты; 4) порфировидные граниты и гранодиориты.

По генетическим условиям формирования продукты постмагматических образований подразделяются на: контактово-метасоматические (скарны), пегматитовые, гидротермальные.

Первые две генетические группы постмагматических образований пространственно связаны конкретно с интрузивными массивами и образовались в процессе становления и формирования вмещающих интрузивных пород.

Скарны и пегматиты с халькопирит-молибденитовой минерализацией отмечаются в связи с монцититами, гранодиоритами и граносиенитами и порфировидными гранитами и гранодиоритами. К этим образованиям относятся скарны Кейфашена, Мичимата, Гехи, Ньюади и пегматитовые проявления с молибденитом и халькопиритом (Калер, Мюльк). Все остальные гидротермальные месторождения—медно-молибденовые, медные, полиметаллические, золото-полиметаллические, кроме низкотемпературных реальгар-аурипигментовых, представляют собой продукты глубокодифференцированного магматического очага послеэоценового интрузивного комплекса. Низкотемпературные реальгар-аурипигментовые месторождения являются продуктами миоплиоценового экструзивного комплекса.

II. Наиболее характерной особенностью формирования медно-молибденовых месторождений является четко выраженная многостадийность гидротермальной минерализации, обусловленная пульсирующей деятельностью магматического очага.

На основе изучения возрастных взаимоотношений структур, локализирующих различные парагенетические ассоциации, а также изучения текстур наложения установлено, что на различных месторождениях по-разному проявляется как число стадий минерализации, т. е. естественные парагенетические ассоциации, так и их последовательность.



Число стадий минерализации на одних медно-молибденовых месторождениях достигает 10, а на других 7—8 и меньше.

Роль минеральных ассоциаций отдельных промышленных стадий минерализации на различных месторождениях различная и вследствие этого отмечается различное соотношение между основными полезными компонентами Мо и Си. Изучение последовательности формирования стадий минерализации на медно-молибденовых месторождениях показало наличие дифференциального поступления полезных компонентов в зону рудоотложения.

Как правило, отмечается следующий порядок выноса компонентов из магматического очага и поступления их в зону рудоотложения Мо, Си, Pb-Zn, однако на некоторых месторождениях, таких как Дастакерт и Джиндара, отмечается несколько иной порядок выноса металлов—Си, Мо, Pb-Zn.

Это впервые было установлено И. Г. Магакьяном и позднее подтверждено К. А. Карамяном (1962).

Такой одновременный вынос гидротермальными растворами Мо и Си на различных месторождениях свидетельствует о возникновении различных очагов—источников гидротермальных растворов, в которых первоначально намечается различное количественное соотношение между Мо и Си.

В тех очагах, где превалирует Мо, как правило, в первую очередь отделяются гидротермальные погонь существенно молибденовые, а в тех очагах, где роль Мо сравнительно незначительна и в основном преобладает Си, в первую очередь отделяются гидротермальные погонь существенно медные, с подчиненной ролью молибдена.

Характерно, что в случае более раннего проявления минеральных ассоциаций молибденовой стадии, как правило, роль молибдена на этих месторождениях по сравнению с медью более значительна, чем на месторождениях, где в первую очередь проявляется медная стадия.

Так соотношение Мо/Си для Каджаранского месторождения составляет 1/10, для Айгедзорских жил—1/5, для Агаракского—1/15. Для Дастакертского месторождения это соотношение соответствует 1/20 и для Джиндаринского месторождения—1/40.

Таким образом, на различных месторождениях по-разному проявляется направленность гидротермальной деятельности. Такая различная последовательность стадий минерализации на медно-молибденовых месторождениях доказывает, что порядок выноса компонентов из очага обусловлен не только относительной летучестью компонентов, но и их концентрацией и различной степенью растворимости в магме (В. А. Николаев).

Таким образом, несмотря на то, что в Зангезурском рудном районе проявлена единая медно-молибденовая рудная формация, все же намечаются некоторые различия в характере проявления минерализации на различных месторождениях, что, безусловно, является результатом проявления нескольких обособленных очагов и источников в глубинных корневых частях магматического комплекса. Это отличие выражается не только в характере самих руд, но и в особенностях гидротермального изменения, которые проявляются в близких друг от друга рудных участках в пределах единого рудного поля.

Так, например, на Дастакертском месторождении наиболее ранняя медная стадия минерализации сопровождается интенсивной микроклинизацией вмещающих роговиков. Аналогичная микроклинизация сопровождается и медные руды на соседних участках, примыкающих к рудному полю. На Каджаранском месторождении эта же медная стадия сопро-



воздается серицитизацией, которая присуща для этих руд на всех ее участках.

На Джиндаринском же месторождении медная стадия сопровождается окварцеванием.

Таким образом, могут быть выделены рудные поля, либо рудные узлы, характеризующиеся общностью генетических условий формирования и условий рудообразования, что в конечном счете доказывает возникновение различных источников—очагов гидротермальной деятельности в определенные периоды развития магматизма.

Это отличие в характере и составе гидротермальных растворов выражается также в совместном отложении молибденита и халькопирита.

На некоторых месторождениях, очевидно вследствие значительной дифференциации растворов, отмечается значительный разрыв во времени между выносом молибдена и меди из магматического очага и поступлением их в зону рудоотложения.

На таких месторождениях как Агарак и Джиндара, как правило, отсутствует кварц-молибденит-халькопиритовая стадия. На других месторождениях, таких как Каджаран, Дастакерт, наблюдается совместный вынос молибдена и меди в виде самостоятельной кварц-молибденит-халькопиритовой стадии, которая играет существенную роль в балансе молибдена и меди на этих месторождениях. Образование таких промежуточных стадий обязано обогащенностью источника медью, превалирующая роль которой сказывается на минеральных ассоциациях многих стадий минерализации.

Различие в составе гидротермальных растворов, формирующих различные медно-молибденовые месторождения, сказывается не только в различных соотношениях полезных компонентов на указанных месторождениях, но и в появлении или отсутствии некоторых дополнительных стадий минерализации или парагенетических ассоциаций внутри отдельных стадий. К отмеченному следует отнести наличие алабандиновой стадии на Дастакертском месторождении; проявление поздней низкотемпературной кварц-арсенопиритовой стадии на Тейском участке Айгедзорского рудного поля; отсутствие кварц-сфалерит-галенитовой стадии на Джиндаринском месторождении; отсутствие энаргит-теннантитовой ассоциации в медной стадии Джиндаринского месторождения.

III. Другой очень важной генетической особенностью медно-молибденовых месторождений является растянутость процесса минерализации, которая наиболее отчетливо проявляется на Каджаранском и Дастакертском месторождениях. Последняя выражается в преемственности минерального состава руд в течение ряда стадий минерализации. Такие основные и распространенные минералы, как молибденит, халькопирит, пирит, борнит, висмутин и медно-висмутовые минералы (эмплектит и виттихенит), блеклые руды (теннантит и тетраэдрит), сфалерит и галенит, присутствуют во многих стадиях минерализации и здесь намечаются стадии, которые являются главными для того или иного минерала.

Как видно из схем, в каждом конкретном месторождении по своему проявляется количественное соотношение минералов по стадиям минерализации.

IV. Наконец, еще одна характерная особенность для минерализации медно-молибденовых месторождений—это позднее проявление пиритовой стадии по сравнению с основными промышленными стадиями минерализации, что 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.



V. Изучение текстур и структур руд медно-молибденовых месторождений выявило основные генетические условия формирования руд.

Главными генетическими группами текстур, отражающими геологические и физико-химические условия рудообразования, являются текстуры, образованные:

заполнением гидротермальными растворами открытых полостей; метасоматозом (замещением) вмещающих пород;

наложением продуктов разновременных парагенетических ассоциаций;

метаморфизмом и деформацией ранее образованных ассоциаций; выветриванием и окислением первичных руд.

В вышеотмеченных генетических группах текстур отмечается большое многообразие различных разновидностей текстур, отражающих условия рудообразования в зависимости от ряда факторов, к числу которых необходимо отнести: изменение концентрации компонентов; изменение физического состояния растворов; влияние вмещающих пород на рудоотложение; изменение масштабности рудолокализирующих разрывов; фракционирование растворов в процессе их циркуляции; среду рудоотложения.

Изменение концентрации компонентов в гидротермальных растворах в процессе рудообразования приводит к образованию многочисленных разновидностей текстур, для которых намечаются различные количественные соотношения между жильными и рудными минералами.

К указанным разновидностям текстур относятся: вкрапленная, пятнистая, гнездовая и массивная. Обычно в рудных телах—крупных кварц-сульфидных жилах—отмечаются совершенно постепенные переходы указанных типов текстур друг в друга, что обусловлено изменением концентрации рудного компонента в процессе рудоотложения.

Интересно отметить, что возрастные соотношения между жильным кварцем и рудными минералами, в данном случае халькопиритом, пиритом и молибденитом, в подобных текстурах различны.

Во вкрапленных рудах обычно рудный минерал—халькопирит—кристаллизуется почти одновременно с кварцем и он равномерно рассеян в жильной массе.

В остальных разновидностях устанавливается более поздняя кристаллизация рудного минерала, что приводит к обособлению кварца и рудного минерала с образованием интерстициальной структуры.

Необходимо отметить, что в ряде случаев изменение концентрации компонентов приводит к образованию нескольких генераций одних и тех же минералов в пределах одной стадии минерализации с различными соотношениями друг с другом.

Изменение последовательности выделения одних и тех же минералов в различных парагенетических ассоциациях показывает, что последовательность выделения минералов в различных стадиях находится в зависимости от концентрации компонентов.

Другим очень важным условием рудоотложения на медно-молибденовых месторождениях, при котором происходит образование различных разновидностей текстур—это широко проявленное фракционирование растворов в процессе циркуляции и при дальнейшем рудоотложении.

Это фракционирование обусловлено длительностью циркуляции, в условиях которой происходит обособление отдельных погоньев с различными минеральными парагенезисами в пределах отдельных стадий минерализации и обособление в пределах локализирующих структур отдельных минеральных агрегатов. Фракционирование растворов приводит к постепенному изменению состава рудных тел по простиранию, обуслов-



ленному постепенным изменением состава раствора в процессе заполнения полости, а также к образованию текстур последовательного отложения рудного вещества, т. е. «зональных текстур».

Изменение масштаба проявления локализирующих разрывных нарушений является важным фактором, влияющим на многообразие текстурных рисунков.

Ранее было показано, что этот фактор влияет на условия кристаллизации растворов.

В более мелких разрывных нарушениях в кварц-молибденитовых прожилках и жилах максимальное обогащение молибденитом намечается в местах уменьшения их мощности. Это, очевидно, вызывается значительным увеличением скорости движения раствора в суженных участках, в условиях которого сказывается максимальное значение эффекта фильтрации. Помимо вышеотмеченного, изменение мощности рудоносных нарушений приводит к образованию текстур зальбандовых оторочек, что связано с тем, что увеличивается удельная поверхность соприкосновения растворов с вмещающими породами. Это хорошо наблюдается в условиях, когда от мощных кварц-молибденитовых жил ответвляется система апофиз-оперений. В этом случае меняется порядок кристаллизации минералов из раствора. Если в мощных кварц-молибденитовых жилах кристаллизация кварца несколько опережает выпадение молибденита, то в прожилках-апофизах молибденит выпадает первым из раствора и образует так называемую текстуру зальбандовых оторочек.

Кроме того, мощность зон дробления локализирующих разрывов влияет на интенсивность оруденения. Как правило, интенсивность оруденения в маломощных нарушениях намного выше, чем в мощных. Это приводит к образованию в маломощных жилах массивных текстур со сплошным заполнением полости рудой без жильных минералов, которые образуют постепенные переходы в текстуры с различным соотношением между жильными и рудными минералами.

Весьма интересными с точки зрения генезиса являются образования брекчиевых медных и брекчиевидных медно-молибденовых руд Дастакертского месторождения. Характерной особенностью этих руд является то, что здесь отсутствует жильный минерал—кварц,—который присутствует во многих рудах аналогичного типа на других месторождениях. Изучение текстур руд на многих месторождениях показало, что исчезновение жильного минерала в полости заполнения связано с массовым выпадением рудного минерала, в данном случае молибденита и халькопирита. Было установлено также, что массовое выпадение этих минералов происходит в местах уменьшения мощности полостей заполнения, а это в свою очередь связано с явлением фильтрационного эффекта. Отсюда вполне очевидно, что отсутствие жильных минералов в брекчиевых и брекчиевидных рудах Дастакертского месторождения связано с проявлением эффекта фильтрации при просачивании растворов через полости небольшого масштаба.

С одной стороны, широкое развитие полосчатых текстур в минеральных ассоциациях всех стадий минерализации, обусловленное выпадением рудного компонента в процессе заполнения полости, свидетельствует о том, что минералообразование протекало в условиях движения гидротермальных растворов. С другой стороны, некоторые переходы полосчатой текстуры в друзовую и гребенчатую с образованием крупнокристаллических агрегатов свидетельствует о кристаллизации раствора в замкнутой полости, которая возникает в процессе заполнения раствором рудоносного нарушения.



В этом случае, кристаллизация, очевидно, протекает в условиях застойного состояния раствора. Таким образом, минералообразование протекает как при медленном движении растворов, так и в неподвижном их состоянии.

Влияние вмещающих пород на разнообразие текстур сказывается достаточно отчетливо. Главными факторами, предопределяющими особенности текстур, являются:

физико-механические свойства (пористость и проницаемость);  
химическая активность пород.

Пористость и проницаемость в конечном счете предопределяют особенности текстур замещения. В зависимости от проницаемости вмещающих пород отмечаются различная мощность ореола вкрапленной минерализации вокруг рудоносных структур и размер вкрапленников.

Максимальная мощность вкрапленного ореола вокруг рудоносных разрывов и наибольшая величина выделений вкрапленников намечается в ореолах интенсивной серицитизации на участках проявления предрудного изменения пород.

Наименьшее рассеяние и образование вкрапленной минерализации намечается вдоль рудоносных разрывов, рассекающих вмещающие породы, обладающие наименьшей проницаемостью и пористостью.

Химическая активность пород не только предопределяет особенности проявления вкрапленной минерализации, но и брекчиевидных и массивных руд.

Породы, богатые щелочными минералами, являются прекрасными осадителями сульфидов. Ореол вкрапленной минерализации в полевошпатизированных монцонитах более насыщен рудными минералами, которые представлены более крупными выделениями по сравнению с обычными монцонитами. Монцониты Каджаранского месторождения, богатые чешуйчатым биотитом, являются благоприятной средой для формирования вкрапленной минерализации халькопирита и пирита. Здесь, очевидно, из биотита для халькопирита и пирита заимствуется железо.

Химически активные монцониты (Каджаранское месторождение) значительно легче поддаются замещению с образованием брекчиевидных и массивных текстур замещения, чем пассивные породы—роговики (Дастакертское месторождение), которые очень трудно замещаются рудой.

Необходимо указать еще на один из важных факторов, влияющих на текстурные особенности руд. Это физическое состояние раствора, т. е. его вязкость и разбавленность.

В некоторых прожилково-вкрапленных рудах отмечается своеобразное пространственное расположение рудного минерала—халькопирита—в прожилках и во вмещающих породах.

Преимущественное развитие халькопирита (80% всего количества) во вмещающих породах и только небольшой части (20%) в кварцевых прожилках свидетельствует о том, что в прожилках не было благоприятных условий для рудоотложения. Вследствие этого значительная часть рудоносного раствора просачивалась во вмещающие породы, где она соприкасалась с породообразующими минералами и выпадала в виде вкрапленности.

Образование сферолитоподобных агрегатов молибденита в кварцевых прожилках и небольших жилах свидетельствует о значительной роли диффузии в процессе образования этих агрегатов, что в свою очередь служит доказательством жидкой среды минералообразования, в условиях которой возможно стягивание рудного вещества к центрам кристаллизации.



Такое объяснение образования сферолитоподобных агрегатов молибденита противоречит представлению Ф. В. Чухрова (1960), который считает, что сферолиты образуются в вязкой среде. Однако ограниченная подвижность рудных компонентов в вязкой массе жильного выполнения не позволяет согласиться с этой точкой зрения.

Широкое развитие метаколлоидных и колломорфных текстур и структур в эндогенных месторождениях Зангезурского рудного района свидетельствует о том, что в этих месторождениях на определенных ее участках или даже рудных телах создаются условия для возникновения коллоидных растворов.

Указанными условиями являются:

1) Резкие перепады давления, вследствие резкого увеличения полости заполнения в процессе проникновения гидротермальных растворов.

2) Резкие увеличения концентрации компонентов в гидротермальных растворах.

3) Возникновение высокосернистой обстановки в текстурах наложения при пересечении массивных халькопиритовых руд пиритовыми прожилками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян Е. А. Минералогия зоны окисления главнейших медно-молибденовых месторождений Армении. Изд-во АН Арм. ССР, 1960.
2. Карамян К. А. Германит и реньерит в рудах Дастакертского медно-молибденового месторождения. Записки Армянского отделения Всесоюзного Мин. об-ва, вып. I, 1959.
3. Карамян К. А., Фарамазян А. С. К вопросу об ассоциации гипогенного ангидрита и гипса с сульфидами на примере месторождений Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР (серия геол.), № 6, 1959.
4. Карамян К. А., Фарамазян А. С. О стадиях минерализации Каджаранского медно-молибденового месторождения. Известия АН Арм. ССР (серия геол.), № 3—4, 1960.
5. Карамян К. А. Структура и условия образования Дастакертского месторождения. Ереван, 1962.
6. Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. В кн. «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». 1953.
7. Магакьян И. Г. и Мкртчян С. С. Генетическая связь оруденения с магматизмом на примере Малого Кавказа. В книге «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых», 1958.
8. Пиджян Г. О. О псевдоморфозах халькопирита по пириту. Записки Всесоюзного Минералогического об-ва, вып. 2, 1950.
9. Чухров Ф. В. Минералогия и зональность Восточного Коунрада. Изд. АН СССР, М., 1960.



# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение                                                                                                                                      | 5   |
| I. Основные черты геологического строения и металлогении Зангезурского рудного района                                                         | 7   |
| II. Контактво-метасоматические (скарновые) медно-молибденовые шеелитовые рудопроявления                                                       | 11  |
| III. Пегматитовые медно-молибденовые месторождения                                                                                            | 21  |
| IV. Гидротермальные месторождения                                                                                                             | 24  |
| А. Геологическое строение, формы рудных тел стадии минерализации                                                                              | 24  |
| Каджаранское медно-молибденовое м-ние                                                                                                         | 24  |
| Агаракское медно-молибденовое месторождение                                                                                                   | 30  |
| Дастакертское медно-молибденовое месторождение                                                                                                | 31  |
| Личская группа месторождений                                                                                                                  | 37  |
| Айгедзорская группа месторождений                                                                                                             | 39  |
| Аравусское (Мазмазанское) медно-мышьяковое реальгар-аурипигментовое месторождение                                                             | 42  |
| Б. Текстурно-структурные особенности руд месторождений                                                                                        | 43  |
| Текстуры руд, обусловленные заполнением открытых полостей                                                                                     | 44  |
| Структурные особенности руд, образованных путем заполнения полостей                                                                           | 85  |
| Текстуры руд, образовавшиеся путем замещения вмещающих пород                                                                                  | 113 |
| Структурные особенности руд, образованные замещением вмещающих пород                                                                          | 127 |
| Текстуры руд, образовавшиеся наложением разновозрастных парагенетических ассоциаций                                                           | 137 |
| Структурные особенности руд, образованные путем наложения продуктов различных стадий минерализации                                            | 145 |
| Деформационные текстуры руд                                                                                                                   | 151 |
| Структуры деформационных руд                                                                                                                  | 165 |
| Текстуры окисленных руд                                                                                                                       | 159 |
| Структуры окисленных руд                                                                                                                      | 161 |
| V. Генетические особенности эндогенных месторождений Зангезурского рудного района и геологические условия формирования текстур и структур руд | 165 |
| Литература                                                                                                                                    | 171 |

КОНСТАНТИН АНДРАНИКОВИЧ КАРАМЯН

## ТЕКСТУРЫ И СТРУКТУРЫ РУД ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАНГЕЗУРА

*Печатается по решению ученого совета  
Института геологических наук АН Арм. ССР*

Отв. редактор Э. А. Хачатрян  
Редактор издательства Р. А. Штибен  
Техн. редактор М. А. Капалаян  
Корректор В. Т. Симонян

ВФ 03721. Изд. 3478, РИСО 1328, заказ 470, тираж 1000.

Сдано в производство 16. VI. 1971г. Подписано к печати 29. V. 1972г. Печ. л. 10,75 + 12вкл. уч.-изд. 12,25, усл. печ. л. 16,1, Бумага № 1, 70×108 1/16. Цена 1р. 62к.

Типография издательства АН Арм. ССР г. Егмнадзин