

К. А. КАРАМЯН

**МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ
И МИНЕРАЛЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ЗАНГЕЗУРСКОГО
РУДНОГО РАЙОНА**

ЕРЕВАН



ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԻՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Կ. Ա. ՔԱՐԱՄՅԱՆ

ԶԱՆԳԵԶՈՒՐԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ
ՇՐՋԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ
ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐՆ ՈՒ ՄԻՆԵՐԱԼԱՅԻՆ
ԱՍՈՑԻԱՑԻԱՆԵՐԸ

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

К. А. КАРАМЯН

МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ И
МИНЕРАЛЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО
РАЙОНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АН АРМЯНСКОЙ ССР
ЕРЕВАН 1983

ББК 26.325

К 211

Печатается по решению Ученого совета Института геологических
Наук АН Армянской ССР

Ответственный редактор — акад. АН Арм.ССР И.Г.МАГАКЯН

Книгу рекомендовал к печати: докт. геол.-минералог. наук, проф.
М.П.ИСАЕНКО

Работа посвящена изучению минеральных ассоциаций и описанию минералов эндогенных месторождений западного Зангезура (Армянская ССР). Рассматриваются генетические типы месторождений, рудные формации и особенности их проявления. Особое внимание уделено минеральным ассоциациям и последовательности образования в рудных формациях. В пределах сложных минеральных ассоциаций выделяются отдельные парагенезисы.

Даются основные выводы по характерным особенностям минералообразования эндогенных месторождений западного Зангезура.

Книга рассчитана на широкий круг геологов, минералогов и специалистов, изучающих рудные месторождения.

К I903030000 72-83
703(02)-83

© Издательство АН Армянской ССР, 1983.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования минеральных ассоциаций и минералов в рудах эндогенных месторождений Зангезурского рудного района в настоящее время приобретают большое теоретическое и практическое значение. Эти исследования, с одной стороны, обогащают наши представления о минеральных ассоциациях, проявленных в рудных полях этих месторождений, а также их количественных и возрастных соотношениях, характерных для отдельных рудных полей, а с другой стороны — расширяют сведения о составе основных рудообразующих минералов, характере элементов-примесей, особенностях сростания рудных и жильных минералов. Эти данные имеют важное значение в организации поисково-разведочных работ, а также в разработке технологии обогащения руд.

Наиболее детальные исследования были проведены на медно-молибденовых месторождениях, что вполне естественно, поскольку эта группа месторождений является наиболее важной в промышленном отношении и представляет собой объект интенсивной добычи руд с получением молибденового и медного концентратов. Минералогические исследования на этих месторождениях проводились периодически в связи с различными этапами разведки и изучения месторождений и часто имели различное целевое назначение.

В ранние периоды изучения месторождений, когда проводились лишь работы по предварительной разведке, минералогические исследования проводились не систематически и ограничивались лишь констатацией наличия минералов в той или иной минеральной ассоциации и установлением возрастного взаимоотношения с другими минералами того или иного парагенезиса.

В дальнейшем в период детальных геологоразведочных работ в специальных минералогических исследованиях проводились детальные микроскопические исследования с применением новейших методов диагностики минералов. В результате этих работ обнаружены минералы германия, висмута, теллура, золота, серебра. В более

поздние периоды изучения месторождений особое внимание уделяется содержанию редких и рассеянных элементов в главных рудообразующих минералах и минералогических типах руд.

В последние годы в связи с освоением медно-молибденовых месторождений особо важное значение приобретают детальные исследования по выяснению характера срастания и размера зерен главных рудных и нерудных минералов в промышленных типах руд с целью выявления оптимального режима технологической их обработки для максимального извлечения молибденита и халькопирита и получения высококачественных медных и молибденовых концентратов.

Автор настоящей работы в течение длительного времени (1952-1980 гг.) занимался изучением минерального состава руд месторождений Зангезурского рудного района. За это время была собрана и обработана богатая коллекция руд и минералов. Помимо личного материала, автор использовал также материалы по минералогии отдельных месторождений И.Г.Магакяна, Ю.А.Арапова, Е.А.Акопян, М.П.Исаенко, Г.О.Пиджяна, А.С.Фарамазяна, Э.Х.Гуляна, Н.С.Хачатряна, Б.Д.Акопян, Р.Н.Зарьяна, А.И.Карапетяна, Ш.О.Амиряна, Г.А.Туняна, имеющиеся в печати и в рукописных работах.

При написании этой работы автор постоянно пользовался консультациями и советами академика АН Армянской ССР И.Г.Магакяна, за что приносит ему свою глубокую признательность.

Автор выражает благодарность также А.М.Авакян и Л.П.Яшвили за постоянную помощь в лабораторных исследованиях на протяжении всего периода выполнения этой работы.

I. КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО И ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

Минеральный состав руд месторождений Зангезурского рудного района изучался большим коллективом исследователей на протяжении значительного времени, с первых лет их геологического изучения и разведки до настоящего времени.

В наиболее ранние периоды изучения Каджаранского медно-молибденового месторождения вопросы минерального состава руд, особенности проявления рудных минералов освещены в работах П.М.Замятина и И.Н.Чиркова (1937), В.Р.Надирадзе, С.А.Мовсисяна (1941) и др.

Указанные исследователи приводят данные о количественных и возрастных соотношениях между основными рудными минералами, такими, как: магнетит, гематит, молибденит, халькопирит, пирит, энаргит, теннантит, сфалерит, галенит, а также о характерных особенностях вторичных изменений первичных руд.

Для Агаракского месторождения описание первичных рудных минералов приводится в работе И.В.Барканова (1934), где обобщены все данные предшествовавших исследователей.

На Дастакертском месторождении впервые изучение минерального состава руд было проведено И.Г.Магакяном (1946), которым и было ранее открыто это месторождение, совместно с геологом В.Х.Ароян.

В 1939-40 гг. изучением геологии, генезиса и минералогии скарнов ряда районов Армянской ССР, в том числе и Зангезура, занимался Ю.А.Арапов. Результаты изложены в специальной статье (Арапов, 1946), в которой освещаются основные черты геологии, минералогии и генезиса скарнов исследованных районов.

В связи с проведением металлогенических исследований на территории республики руды месторождений Зангезурского рудного района были детально исследованы И.Г.Магакяном. Им были выделены

основные типы и семейства руд, освещены основные черты строения и состава руд выделенных семейств, а также выяснены основные этапы (стадии) минералообразования в пределах исследованных месторождений.

Вышестемеченные исследования И.Г.Магакяна послужили основой для постановки дальнейших, более детальных минералого-геохимических исследований, которые проводились позднее непосредственно под его руководством в пределах всех известных рудных районов республики. Позднее, начиная с 1948 года, были начаты систематические исследования руд медно-молибденовых месторождений Армянской ССР М.П.Исаенко. В ее исследованиях были описаны минеральные парагенезисы и минералы основных рудообразующих и попутных минералов. На основе этих работ составлены учебные пособия (1964, 1975, 1978) и монография совместно с С.А.Мовсисяном (1975).

Примерно в это же время изучением минерального состава окисленных руд медно-молибденовых месторождений занималась Е.А.Акопян. Результаты этих исследований освещены в сводной работе (Акопян, 1960), в которой дается большой перечень минералов зоны окисления и рассматриваются условия их образования.

С 1949 года Г.О.Пиджяном проводились детальные минералого-геохимические исследования медно-молибденовых месторождений. В результате этих исследований им установлен ряд новых минералов. Наряду с минералогическими исследованиями этот исследователь проводил и специальные исследования по выявлению закономерностей распространения редких и рассеянных элементов в рудах медно-молибденовых месторождений. Исследования Г.О.Пиджяна освещены в сводной монографии (Пиджян, 1975).

Необходимо отметить, что первые исследования редких и рассеянных элементов в рудах Армянской ССР проведены И.Г.Магакяном, Г.О.Пиджяном, Э.А.Хачатуряном (1967).

В 1962 году автором (К.А.Карамяном) проведено изучение особенностей геологического строения, структуры и минерализации Дастакертского месторождения. В результате установлена одна из характерных особенностей гидротермальной минерализации Дастакертского месторождения – растянутость процесса минерализации, выразившаяся в преемственности минерального состава руд ряда последовательных стадий минерализации, а также наличие ряда парагенетических ассоциаций в пределах одной стадии минерализации.

Помимо этого, автором был установлен ряд неизвестных ранее

минералов - алабандин, германит, ренъерит, висмутин.

Эта особенность гидротермальной минерализации, установленная для Дастакертского месторождения, в дальнейшем отмечена и для Каджаранского месторождения (Карамян, Фарамазян, 1960).

С 1957 по 1961 гг. работниками Управления геологии СМ Арм. ССР Н.С.Хачатрянном и Б.Д.Акопян проводились ревизионно-исследовательские работы по изучению распределения редких и рассеянных элементов в рудах металлических полезных ископаемых Армянской ССР. Из месторождений Зангезурского рудного района объектами исследований указанных авторов явились: Айгедзорское, Джиндаринское, Аткизское, Пхрутское, Аравусское, Сваранцское месторождения.

В течение ряда лет Э.Х.Гуляном (1965) проводилось минералого-геохимическое изучение эндогенных месторождений северного склона Баргушатского хребта. Им были выделены рудные формации этого региона, определены их минеральный состав, а также геохимические особенности руд.

В течение 1958-62 гг. изучением вопросов геологии, магматизма, минералого-геохимических особенностей руд и генезиса Сваранцского железорудного месторождения занимался Г.Б.Межлумян (1974).

Бурное развитие горнорудной промышленности, интенсивная добыча руд месторождений Зангезурского рудного района (Каджаран, Агарак, Дастакерт) поставили вопрос о полном извлечении попутных компонентов руд. С этой целью были поставлены специальные минералого-геохимические исследования на Каджаранском месторождении (Фарамазян, 1974). Одновременно изучением закономерностей распределения селена, теллура в рудах Кафанского и Каджаранского месторождений занимался Р.Н.Зарьян. В результате проведения этих работ выявлены основные закономерности распределения Re, Se и Te в рудах Каджаранского и Кафанского месторождений.

Помимо этого, указанными исследователями в рудах Каджаранского месторождений установлена целая группа весьма редких до этих исследований невыявленных минералов (алтаит, гессит, петцит, самородный теллур, самородное серебро, теллуrowисмутит, тетрадимит и др.).

Примерно в это же время изучением закономерностей поведения рения в молибденидах медно-молибденовых месторождений Зангезура занималась В.Н.Горохова (1964).

В течение ряда лет минералого-геохимическими и технологическими исследованиями руд медно-молибденовых месторождений

(Каджаран, Агарак, Дастакерт) занимались С.С.Акмаева и К.А.Карамян (1970). В результате этих исследований были значительно уточнены закономерности поведения редких и рассеянных элементов Re, Se, Te, Bi в рудах отмеченных месторождений.

В связи с открытием и проведением геологоразведочных работ на Тей-Личкваском золоторудном месторождении в течение ряда лет минералого-геохимическим изучением этого месторождения занимались Ш.О.Амирян и Г.А.Тунян (1971). Этими исследованиями выявлены основные закономерности формирования золоторудной минерализации в пределах Айгедзорского рудного поля, а также выявлены возрастные соотношения золоторудной минерализации с медно-молибденовой.

В 1972 году была завершена сводная работа коллектива авторов под руководством И.Г.Магакяна и др. (1972) "Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР". Эта работа подвела итог многолетних исследований по выявлению закономерностей размещения редких и благородных элементов в рудных формациях Армянской ССР. К сожалению, большой материал по редким и рассеянным элементам медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района ряда исследователей не был освещен в данной работе.

П. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МАГМАТИЗМА ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. РУДНЫЕ ФОРМАЦИИ И УСЛОВИЯ ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ

Зангезурский рудный район является наиболее юго-восточным сегментом Памбак-Зангезурского медно-молибденового пояса Армянской ССР, который протягивается по всей территории республики и как на северо-западе, так и на юго-востоке переходит за ее пределы – в Турцию и Иран. По характеру геологического строения и проявления магматизма Зангезурский рудный район представляет собой типичную эвгеосинклинальную область с интенсивным развитием вулканизма и интрузивного магматизма. В геологическом строении Зангезурского рудного района участвуют отложения докембрия?, палеозоя, мела, эоцена и миоплицена. Указанные отложения подвергнуты складчатости и образуют антиклинорий северо-западного направления, прорванный гранитоидными интрузиями, внедрившимися во времени от верхнего эоцена до нижнего миоцена.

По А.Т.Асланяну и др. (1975) Мисхано-Зангезурская зона по положению фундамента представляет собой единую антиклинорную структуру с отметками поверхности $+1,5 \pm 2,5$ км.

В складчатой структуре Зангезурского антиклинория могут быть выделены три структурных этажа:

1. Палеозойский (девон, пермь), представленный нормально-морскими отложениями, с их интенсивной складчатостью.

2. Нижнетретичный, представленный осадочными вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями верхнего мела и эоцена.

3. Верхнетретичный, представленный континентальными (озерными) вулканогенными 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 в несколько этапов, в зависимости от истории развития геосинклинали. В начальную стадию геосинклинали формируются мощные вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи базальтовых, андезито-базальтовых и андезитовых порфиров, туфобрекчий и туфоконгломератов. В среднюю стадию развития геосинклинали образуются многофазные комплексы батолитовых интрузий, формирующихся в следующей последовательности: 1) габбро-перидотитовая, 2) габбро-монзонит-сиенитовая, 3) габбро-диорит-граносиенит-гранодиоритовая и 4) порфировидных гранитов и гранодиоритов. В завершающую (орогенную) стадию развития геосинклинали формируется плиоценовый экструзивный комплекс - андезиты, андезито-дациты, липарито-дациты.

Зангезурский рудный район характеризуется большим разнообразием генетических типов месторождений. Ниже выделяются следующие генетические типы месторождений.

I. Собственно магматические (гистеро-магматические) месторождения титано-магнетитовых руд (Сваранц-Камакар).

II. Контактно-метасоматические (скарновые):

1) железорудный тип - Лернашен,

2) медно-молибденовые с шеелитом - Кефашен, Мичимат, Ньювади.

III. Пегматитовые медно-молибденовые - Калер, Аткиз, Мюльк, Кармир-Кар и др.

IV. Грейзеновые медно-молибденовые - Аравус.

V. Гидротермальные:

1) кварц-магнетитовые - Бугакяр,

2) медно-молибденовые - Каджаран, Агарак, Дастакерт, Айгедзор, Личк,

3) сульфидные - Личквас, Тей, Пхрут, Кармир-Кар, Марджан, Каракаидзор, Мазмазак с проявлением золота,

4) реальгар-аурипигментовые - Салвард, Мазмазак,

5) ртутные - Вартанское.

Выделенные генетические типы месторождений Зангезурского рудного района формируются в генетической и парагенетической связи с интрузивными и экструзивными комплексами региона и являются представителями следующих рудных формаций:

1. Титано-магнетитовая.

2. Скарновая (железорудный тип).

3. Скарновая (медно-молибденовый тип с шеелитом).

4. Пегматитовая медно-молибденовая.

5. Кварц-магнетит-гематитовая.
6. Медно-молибденовая.
7. Золото-сульфидная.
8. Реальгар-аурипигментовая.
9. Ртутная.

В связи с тем, что отмеченные рудные формации сформировались в генетической и парагенетической связи с различными интрузивными комплексами, естественно, что они являются продуктами различных рудных комплексов. В этой связи нами выделяются следующие возрастные рудные комплексы.

1. Эоцен-олигоценный рудный комплекс

1. Титано-магнетитовая формация.
2. Скарновая формация (железородный и медно-молибденовый типы).

3. Пегматитовая медно-молибденовая формация.

II. Миоценовый рудный комплекс

1. Кварц-магнетит-гематитовая формация.
2. Медно-молибденовая формация.
3. Золото-сульфидная формация.

III. Плиоценовый рудный комплекс

1. Реальгар-аурипигментовая формация.
2. Ртутная формация.

Ниже приводится геологическая характеристика этих формаций и условия их проявления.

1. Титано-магнетитовая формация генетически связана с массивами ультраосновных пород (оливиновые габбро, перидотиты, пироксениты и оливиновые трактолиты). Месторождения этой формации залегают в пределах указанных массивов. Рудные тела образуют отдельные крупные, дайкообразные, крутопадающие тела, размер которых по простиранию достигает 1200-1400 м, а по мощности - от 2-8 до 80-90 м. Отмечаются также и участки с вкрапленным и шширообразным титано-магнетитовым оруденением. Руды в основном представлены титано-магнетитом в тесном сростании с оливином, образующими типично сидеронитовую структуру.

2. Пегматитовая медно-молибденовая формация руд имеет ограниченное распространение в пределах Зангезурского рудного района, характеризуется весьма небольшими масштабами проявления и находится в тесной генетической связи с интрузивными массивами всех ранее выделенных интрузивных комплексов. Пегматиты с проявлением медно-молибденовой минерализации установлены в монцитонитовом интрузивном массиве Меграинского плутона (Ка-

лер, Аткиз, Кармир-Кар, Мольк и др.) в Гехинском, Дастакертском массивах в порфировидных гранитах и гранодиоритах Мегринского плутона.

Пегматитовые рудопроявления обычно залегают либо в эндоконтактах интрузивных массивов, либо в куполах, где, помимо жильных пегматитов, отмечаются и проявления пегматизации вмещающих интрузивных массивов. Собственно пегматиты представлены гнездообразными, жилообразными и трубообразными телами, в которых основная масса сложена полевошпатовым материалом (К-полевоый шпат), а средняя часть этих тел представлена кварцем, в котором отмечаются выделения магнетита, молибденита и халькопирита. Надо полагать, что выделения указанных сульфидов происходили одновременно с кварцевой сердцевинной пегматитовых жил.

3. Скарновая формация руд в пределах Зангезурского рудного района установлена в ряде пунктов, к числу которых относятся: 1) басс. р.Гехи, где скарны формируются в полосе северного контакта Гехинского и западного контакта Ковшутского интрузивов с известняками палеозоя (пермь); 2) басс. р.Шенатаг, в полосе южного контакта Лернашенского интрузивного массива с известняками верхнего мела; 3) довольно значительная полоса скарнов установлена в пределах юго-западного (Килит) и юго-восточного (Ньювади) контактов Ордубадо-Мегринского батолита с известняками и известковыми породами мела и палеозоя.

Наиболее значительное проявление скарнов отмечается в басс. р.Гехи, где имеет место разнообразие их геологических позиций. Здесь скарны образуются как в полосе интрузива с известняками, так и в самих известняках, а также в интрузивных массивах (инфильтрационные скарны). В ряде случаев отмечается скарнирование эоценовых порфиров.

Характерной особенностью геологического строения скарновых рудопоявлений является то, что в зонах скарнов отмечается повышение основности интрузивов в их эндоконтактовых частях (Арапов, 1946). Второй особенностью самих скарнов является четко выраженная зональность строения, обусловленная последовательным изменением состава растворов в ходе развития скарнового процесса.

В Кефашенской скарновой полосе отмечается несколько минералогических зон: 1) околоскарновая плагиоклаз-пироксеновая порода; 2) пироксен-гранатовый эндоскарн (реликтовая); 3) гроссуляр-андрадитовый скарн (центральная зона); 4) андрадитовый эк-

зоскарн; 5) волластонитовый экзоскарн (реликтовая); 6) известковые роговики (реликтовая); 7) мраморизованные известняки.

Скарновая формация руд в пределах Зангезурского рудного района представлена двумя типами минерализации – железорудным и медно-молибденовым с шеелитом.

4. Кварц-магнетит-гематитовая формация руд имеет весьма подчиненное развитие и представлена небольшими проявлениями, локализованными в относительно небольших зонах дробления. Руды представлены прожилково-вкрапленным оруденением, либо небольшими зонами замещения. Основными минералами являются кварц, магнетит и гематит. Возрастные взаимоотношения с медно-молибденовой формацией довольно отчетливые. Обычно медно-молибденовые руды наложены на железорудные.

5. Медно-молибденовая формация руд является наиболее важной в промышленном отношении среди рудных формаций. Масштабы месторождений варьируют в значительных пределах от очень крупных до небольших рудопоявлений.

В геологическом строении указанных месторождений участвуют породы эоценовой вулканогенной свиты, породы прорывающих их гранитоидных интрузивов, многочисленные жильные породы как раннего этапа формирования интрузивных массивов (аплиты, пегматиты и дополнительные интрузии), так и дайки второго этапа ряда интрузивных комплексов, а также контактовые роговики и гидротермально измененные породы.

Месторождения медно-молибденовой формации характеризуются разнообразием структурно-морфологических типов. Среди медно-молибденовых месторождений отмечаются: 1) штокверки в интрузивных массивах на участках развития гранитоидных дайковых пород, размещенных висячем боку крупных региональных разломов (Каджаран); 2) штокверки в апикальных частях гранодиорит-порфировых штоков (Агарак); 3) минерализованные зоны в останце проведенной части кровли гранодиоритового интрузивного массива (Дастакертское месторождение); 4) прожилково-вкрапленная минерализация в эндоконтактной гранодиорит-порфировой полосе интрузии порфировидных гранодиоритов (Джиндара); 5) система кварц-молибденитовых жил СВ простирания, приуроченных к трещинам отрыва в гранитоидах (Айгедзор).

Распределение полезных компонентов в пределах рудных полей неравномерное и обусловлено первичной трещиноватостью пород, а также их различными физико-механическими и прочностными свой-

ствами. Для месторождений этой формации весьма характерно проявление зональности оруденения как в пределах рудных полей и месторождений, так и в пределах рудных тел. В рудных полях проявляется горизонтальная и вертикальная зональность оруденения относительно крупных контролирующих структур — региональных разломов, штоков гранитоидных пород. В ряде месторождений отмечается проявление минералогической зональности по падению кварц-молибденит-халькопиритовых жил. Здесь с глубиной увеличивается содержание Мо и падает содержание .

6. Золото-сульфидная формация руд в пределах Зангезурского рудного района проявилась довольно широко. Месторождения указанной формации обычно локализуются на флангах медно-молибденовых рудных полей: Личквас-Тей, Кармир-Кар-Пхрут, Аткиз, Каракаидзор, а рудные тела этой формации локализованы в более поздних разрывных структурах, обычно наложенных на медно-молибденовые.

Для месторождений этой формации характерна тесная генетическая связь золоторудной минерализации с полиметаллической. Рудные тела представлены небольшими жилами, минерализованными зонами, которые представляют собой протяженные зоны дробления, прослеженные на 1200-1800 м.

В пределах таких зон отмечается локализация ряда последовательных стадий минерализации, в том числе и золотоносных. Для месторождений этой формации характерно проявление 2-3 золотоносных стадий минерализации, с развитием в них характерных для месторождений золота парагенетических ассоциаций.

7. Реальгар-аурипигментовая формация руд имеет небольшое распространение в пределах Зангезурского рудного района и представлена небольшими проявлениями Салварт и Мазмазак, которые не имеют промышленного значения.

Рудные тела месторождений реальгар-аурипигментовой формации локализованы в зонах дробления, однако масштабы этих минерализованных зон небольшие, к тому же интенсивность минерализации невысокая. Месторождения и проявления эти обычно размещены вблизи выходов плиоценового экотрузивного комплекса, а нередко в самих породах последнего отмечается реальгар-аурипигментовая минерализация. На Мазмазакском месторождении отмечается наложение руд плиоценового этапа минералообразования на руды миоценового этапа.

8. Ртутная формация руд имеет весьма небольшое развитие в пределах Зангезурского рудного района и представлена небольшим Варданским проявлением. Руды весьма убогие, с низким содержанием Hg. Ртутьсодержащий минерал представлен метациннабаритом и меньше киноварью.

III. МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ В РУДНЫХ ФОРМАЦИЯХ

Выделенные в пределах Зангезурского рудного района формации руд характеризуются проявлением специфических для них минеральных ассоциаций. Ниже приводится описание особенностей проявления минеральных ассоциаций и последовательность их формирования по известным рудным формациям.

Титано-магнетитовая формация руд

Для Сваранцского месторождения Г.Б.Межлумян (1974) выделяет две сходные друг с другом минеральные ассоциации, но образованные в различные периоды его формирования. Первая, наиболее ранняя ассоциация минералов представлена в основном оливином, магнетитом и ильменитом. Ильменит представлен в резко подчиненном количестве. Руды этой ассоциации составляют основную ценность месторождения. Запасы руд этой ассоциации составляют примерно 85% от общих запасов руд месторождения. Основной рудный минерал – магнетит – обычно в рудах этой ассоциации представлен ангедральными выделениями среди оливина, образуя известную сидеронитовую структуру руд (рис. I).

Вторая, более поздняя ассоциация, образует отдельные небольшие жилы и прожилки, обычно секущие тела ранней ассоциации (магнетитовые оливиниты). Минералы второй ассоциации представлены магнетитом, ильменитом и шпинелью. В отличие от руд первой ассоциации здесь магнетит и ильменит образуют крупнозернистые эвгедральные выделения. Помимо этого, руды второй ассоциации отличаются повышенным содержанием ильменита и шпинели.

Скарновая формация руд

Исследование возрастных взаимоотношений между различными минеральными ассоциациями, проявленными в пределах скарноворудных полей Зангезурского рудного района, показало, что процесс минералообразования в пределах упомянутых рудных полей

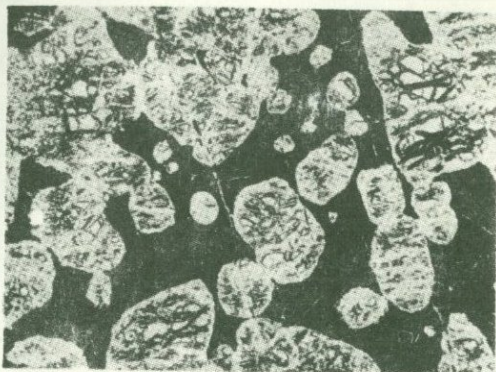


Рис.1. Сидеронитовая структура магнетитовых оливинитов. Оливин цементируется магнетитом (черное). Сваранцское месторождение. Полированный шлиф. Ув.120.

протекает прерывисто, многостадийно.

На рис.2 приводится обобщенная схема минералообразования для скарновых месторождений. Как видно из схемы, наиболее ранним проявлением минералообразования является образование собственно скарнов. Эта ассоциация представлена пироксеном, воластонитом, гранатом, плагиоклазом и роговой обманкой.

Вторая ассоциация – водно-силикатная – представлена кварцем, эпидотом, хлоритом. Третья ассоциация – окисно-сульфидная – представлена главным образом магнетитом, кварцем, гематитом, шеелитом и целой группой сульфидов (молибденит, халькопирит, пирит, сфалерит и галенит). Наконец, четвертая ассоциация – чисто кальцитовая.

Возрастные взаимоотношения окисно-сульфидной ассоциации с предшествующей довольно отчетливы. Обычно магнетит и гематит отчетливо замещают эпидот.

Необходимо отметить, что возрастные взаимоотношения инфильтрационных жильных скарнов в гранитоидах Гехинского массива с эпидотовыми прожилками хорошо подтверждают последовательность формирования минеральных ассоциаций в пределах скарновой полосы Гехинского массива. Здесь эпидотовые прожилки отчетливо пересекают жильные пироксен-гранатовые скарны. Последовательность метасоматических зон в жильных скарнах в целом соответствует таковой в биметасоматических скарнах.

Минералы / Минеральные ассоциации	Скарновая пироксен-гранатовая	Водносилкатная кварц-эпидотовая	Гидротермальная окисно-сульфидная	Кальцитовая
Пироксен. мон.	————			
Волластонит	————			
Гранат	————			
Роговая обманка	————			
Скаполит	————			
Хлорит	————			
Апатит	————			
Кварц		————	————	
Эпидот		————		
Магнетит			————	
Гематит			————	
Шеелит			————	
Молибденит			————	
Халькопирит			————	
Пирит			————	
Сфалерит			————	
Галенит			————	
Кальцит				————

Рис.2.Схема минералообразования (обобщенная) для месторождений скарновой формации руд Зангезурского рудного района по К.А.Карамяну.

Необходимо отметить, что в жильных скарнах юго-западного контакта Мегринского плутона в центральных частях жил отмечается эпидот. Это свидетельствует о том, что данный эпидот является минералом скарнового процесса, а не пропилитов, как иногда думают.

Пегматитовая медно-молибденовая формация

Изучение геологического строения отдельных пегматитовых полей показало разновозрастное образование отдельных минералогических типов пегматитов, часто пересекающих друг друга. Последовательность образования указанных пегматитов в пределах монцонитового интрузивного массива примерно такая:

- 1) пегматизированные монцониты (фациальные пегматиты);
- 2) полевошпатовые шпировые пегматиты (гнездообразные);
- 3) Кварц-полевошпатовые пегматиты (жильные);
- 4) полевошпат-роговообманковые пегматиты.

Ниже, на рис.3, приводится схема минералообразования в пределах Аткизского пегматитового поля. Как видно из этой схе-

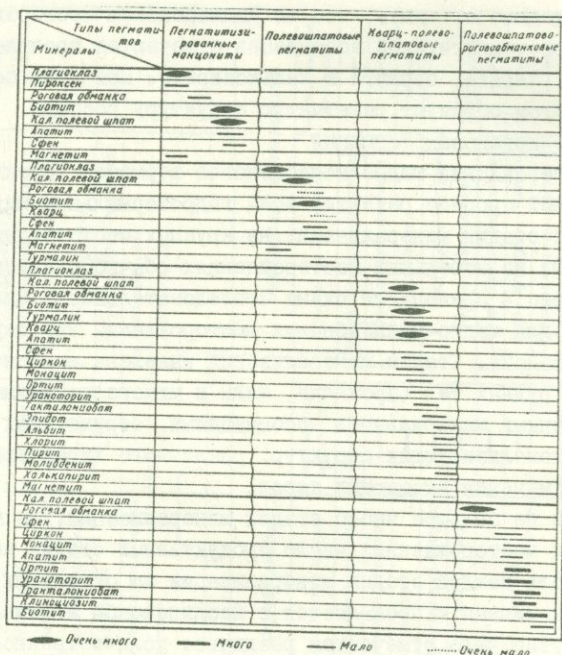


Рис.3. Схема минералообразования Аткизского пегматитового месторождения. Каджаранское рудное поле по К.А.Карамяну.

мы, основные рудные минералы приурочены к кварц-полевошпатовым жильным пегматитам. В самих же кварц-полевошпатовых пегматитах магнетит, пирит, молибденит и халькопирит, как правило, приурочены к кварцевому ядру. Аналогичная картина наблюдается в калерских, молюкских и кармиркарских пегматитах, где сульфиды молибденит и халькопирит приурочены к центральной части кварц-полевошпатовых пегматитов и где они ассоциируют с кварцевым ядром.

Кварц-магнетит-гематитовая формация

Характеризуется проявлением одной минеральной ассоциации — кварц-магнетит-гематитовой, в которой отмечается вышеприведенная последовательность образования минералов. Отмечается большое колебание минералогического состава руд месторождений этой формации от чисто магнетитовой до чисто гематитовой. Чисто гематитовые руды характерны для верхних горизонтов месторож-

дения. Необходимо отметить, что на Каджаранском месторождении в рудах кварц-магнетитовой ассоциации отмечаются проявления молибденита, пирита, борнита и халькопирита. При этом борнит с халькопиритом образуют решетчатую структуру распада.

Медно-молибденовая формация

Для месторождений медно-молибденовой формации характерен многостадийный процесс развития всей гидротермальной минерализации. Число стадий минерализации на крупных месторождениях достигает 10, на небольших месторождениях обычно развиты 5-6 стадий. На рис. 4 приводится схема последовательности минералообразования для медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. Стадии минерализации выделены на основании пересечения рудных тел (прожилки, жилы и минерализованные зоны) с различными минеральными ассоциациями, структурных особенностей рудолокализирующих структур, различного характера околорудного изменения вмещающих пород.

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 различное количественное соотношение между Cu и Mo.

В связи с вышеотмеченным 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 следующий порядок поступления элементов в зону рудотложения в процессе гидротермального процесса Fe (окисн.) - Mo - (Mo, Cu) - Cu - Fe (сульф.), Zn, Pb, Au, Ag. На некоторых месторождениях (Дастакерт, Джиндара) порядок поступления элементов в сферу рудотложения иной: Fe (окисн.) - Cu - (Mo, Cu) - Fe (сульф.), Zn, Pb, Au, Ag.

На Дастакертском и Агаракском медно-молибденовых месторож-

КАДЖАРАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ			АГАРАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ			ДАСТАКЕРТСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ		
Стадии минерализации	Интенсивность проявления		Стадии минерализации	Интенсивность проявления		Стадии минерализации	Интенсивность проявления	
1 Кварц-магнетитовая	—		1 Магнетитовая	—		1 Кварц-магнетитовая	—	
2 Кварц-полевошпатовая	—		2 Полевошпатовая	—		2 Полевошпат-кварц-халькопиритовая	—	
3 Кварц-молибденитовая	—		3 Кварц-безрудная	—		3 I Кварц-молибденит-халькоп	—	
4 Кварц-молибденит-халькопиритовая	—		4 Кварц-молибденитовая	—		4 II Кварц-молибденит-халькопир	—	
5 Кварц-халькопиритовая	—		5 Кварц-халькопиритовая	—		5 Кварц-пиритовая	—	
6 Кварц-пиритовая	—		6 Кварц-пиритовая	—		6 Кварц-сфалерит-галенитов	—	
7 Кварц-сфалерит-галенитовая	—		7 Кварц-сфалерит-галенитов	—		7 Алабакиновая	—	
8 Кварц-карбонатная	—		8 Карбонатная	—		8 Карбонатная	—	
9 Халцедоновая	—							
10 Ангидрит-гипсовая	—							

ЛИЧИНСКАЯ ГРУППА МЕСТОРОЖДЕНИЙ			АЙГЕДЗОР-ЛИЧИНВАЗ-ТЕЙ			АРЦАБАЕРДСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ		
Стадии минерализации	Интенсивность проявления		Стадии минерализации	Интенсивность проявления		Стадии минерализации	Интенсивность проявления	
1 Магнетит-биотитовая	—		1 Кварц-молибденит-халькопир	—		1 Кварц-магнетит-гематитов	—	
2 Кварц-борнит-халькопирит	—		2 Кварц-халькопиритовая	—		2 Кварц-халькопиритовая	—	
3 Кварц-молибденитовая	—		3 Кварц-пиритовая	—		3 Кварц-пиритовая	—	
4 Кварц-молибденит-халькопиритовая	—		4 Кварц-сфалерит-галенитов	—		МАРДЖАН-МАЗМАЗАК		
5 Кварц-пиритовая	—		5 Кварц-арсенопиритовая	—				
6 Кварц-сфалерит-галенитов	—		6 Карбонатная	—		1 Пирит-борнит-знаргитовая	—	
7 Кварц-карбонатная	—		7 Ангидрит-гипсовая	—		2 Кварц-сфалерит-галенитов	—	
8 Кварц-халцедоновая	—					3 Кварц-антимонитовая	—	
9 Ангидрит-гипсовая	—					4 Халцедоновая	—	

Рис.4. Схема последовательности формирования стадий минерализации в медно-молибденовых золото-сульфидных месторождениях Зангезурского рудного района.

дениях схема минералообразования осложняется проявлением марганцевой минерализации родохрозит-алабандиновой на первом, и гётит-манганитовой на втором месторождении.

Другой характерной особенностью гидротермальной деятельности месторождений этой формации является растянутость процесса минерализации, при котором отмечается преемственность минерального состава руд в каждой последующей стадии минерализации. Такие основные рудные минералы, как молибденит, халькопирит, пирит, сфалерит, галенит, энаргит, бл. руда, висмутин и медно-висмутовые минералы, отмечаются в ряде стадий в процессе развития гидротермального процесса. На рис.5 приведена схема преемственности минералообразования для Каджаранского и Дастакертского месторождений.

Золото-сульфидная формация руд

Одна из характерных для Зангезурского рудного района формаций и совместно с кварц-магнетит-гематитовой и медно-молибденовой формациями образует единый генетический ряд рудных формаций. Для золоторудных месторождений характерно проявление ряда золотоносных ассоциаций. Наиболее обычными золотоносными ассоциациями являются кварц-сфалерит-галениновые, которые повсеместно золотоносны (Тей, Личквас, Кармир-Кар, Верхний Вартанидзор, Пхрут-Аткиз, Марджан, Мазмазак, Каракаидзор и др.). На Тейском месторождении отмечается также проявление золотоносной кварц-арсенипиритовой ассоциации. Помимо этого необходимо отметить, что на Тейском месторождении намечается повышенная золотоносность и медной минерализации с набором специфических для золотого оруденения минералов.

Реальгар-аурипигментовая формация

Характеризуется проявлением одной парагенетической ассоциации - это совместное проявление реальгара с аурипигментом.

Ртутная формация

В рудах ртутной формации характерно проявление одной парагенетической ассоциации - кварц-метациннабарит-киноварь. В этой ассоциации кинovarь обычно обрастает выделения метациннабарита.

Необходимо отметить, что для гидротермальных месторождений миоценового рудного комплекса в ряде случаев в объеме минеральных ассоциаций могут выделяться парагенетические ассоциации, последовательно сменяющие друг друга во времени. Вышеотмеченные парагенетические ассоциации характерны для сложных минеральных ассоциаций. В свете отмеченного для гидротермальных

Стадии минерализации	М и н е р а л ы									
	Магнетит, гематит	Молибде- нит	Халькопи- рит	Пирит	Борнит	Висмутин и медновисмут	Энергит и люцинит	Теннантит и тетраэдрит	Сфалерит	Галенит
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

Стадии минерализации	М и н е р а л ы								
	Магнетит	Молибде- нит	Халькопи- рит	Борнит	Пирит	Висмутин и медно- висмутин	Блестящая руда	Сфалерит	Галенит
Кварц-магнетитовая	—								
Полевашпат-кварц-халькопиритовая	-	-	—	—	-	—	-		
I Кварц-молибденит-халькопиритовая		—	—	-	—	-	-		
II Кварц-молибденит-халькопиритовая		—	-	-	—	-	—		
Кварц-пиритовая		-	-		—		-	-	-
Кварц-сфалерит-гал			-		—		-	—	—
Алабандиновая					-			-	-
Карбонатная									

Рис.5. Схема приемственности минералообразования для Каджаранского месторождения (а) и Дастакертского месторождения (б).

месторождений выделяются простые и сложные минеральные ассоциации.

Впервые на необходимость выделения отдельных небольших периодов минерализации в пределах одной стадии минерализации указала Н.В.Петровская (1965), которая назвала эти периоды ступенями равновесия. Естественно, что стадии минерализации, проявленные 2 и 3 ступенями равновесия, являются многоступенчатыми стадиями минерализации.

Наиболее ярко выраженным многоступенчатым проявлением минерализации является полевошпат-кварц-халькопиритовая ассоциация Дастакертского месторождения. Здесь в пределах одной рудоносной зоны выделяются следующие парагенетические ассоциации: 1) молибденит-халькопиритовая, 2) пирит-борнит-халькопиритовая, 3) энаргит-теннантитовая. В последней (энаргит-теннантитовой) ассоциации характерно образование германиеносных сульфидов германита и реньерита. Вышеописанные парагенетические ассоциации отчетливо наложены друг на друга и сопровождаются явлениями разведения ранних ассоциаций поздними.

Аналогичная картина намечается для ряда стадий минерализации других месторождений, таких, как кварц-молибденит-халькопиритовая стадия Каджаранского, Дастакертского, Айгедзорского месторождений, кварц-сфалерит-галениитовая - для Каджаранского, Дастакертского, Айгедзорского месторождений. На схеме проявления парагенетических ассоциаций гидротермальных медно-молибденовых месторождений (рис.6) приводятся все главные минеральные ассоциации и те парагенезисы, которые проявлены в объеме этих ассоциаций.

Исследования минерального состава руд месторождений миоценового рудного комплекса большим коллективом исследователей (И.Г.Магакян, М.П.Исаенко, Г.О.Пиджян, Э.Х.Гулян, К.А.Карамян, А.С.Фарамазян, Р.Н.Зарьян, Ш.О.Амирян, Г.А.Тунян и др.) показали, что руды месторождений Зангезурского рудного района характеризуются значительным разнообразием состава. Одновременно отмечается чувствительное отличие в минеральном и элементном составе руд отдельных месторождений. Это разнообразие минерального состава руд различных месторождений обусловлено как различием в проявлении определенных стадий минерализации, так и различными физико-химическими условиями формирования отдельных минеральных ассоциаций.

По условиям образования минералы упомянутых выше месторождений могут быть подразделены на следующие группы: 1) первичные минералы рудных тел: А. рудные минералы, Б. жильные минералы; 2) гипергенные минералы и 3) минералы околорудноизмененных по-

Минеральные ассоциации	Парагенезисы минералов	Минеральные ассоциации	Парагенезисы минералов	Минеральные ассоциации	Парагенезисы минералов
Кварц-молибденит-халькопиритовая	I Кварц-молибденит II Пирит-халькопирит-энаргит-тенинит	Кварц-халькопиритовая	I Кварц-пирит-халькопирит-висмутит II Виттихенит-электрит-теллурид-тетрадимит-Аи-Аг	Полевошпат-кварц-халькопиритовая	I К-шпат-молибденит-халькопирит II Пирит-борнит-халькопирит-Аи III Энаргит-тенинит-германит-реньерит-сильманит-Аи
Кварц-халькопиритовая	I Кварц-халькопирит-висмутит II Энаргит-тенинит-электрит-виттихенит	Кварц-сфалерит-галенитовая	I Кварц-сфалерит-галенит II Тетраэдрит-энаргит-тетрадимит-Аи	I Кварц-молибденит-халькопиритовая	I Кварц-молибденит II Пирит-халькопирит-борнит-висмутит-электрит-виттихенит-Аи
Кварц-пиритовая	I Кварц-пирит-халькопирит-германит II Энаргит-люцит-Аи			II Кварц-молибденит-халькопиритовая	I Кварц-молибденит II Пирит-халькопирит-борнит-тенинит-энаргит
Кварц-сфалерит-галенитовая	I Кварц-сфалерит-галенит II Тетраэдрит-висмутит-теллурид-висмутит-Аи-Аг			Кварц-сфалерит-галенитовая	I Кварц-пирит-сфалерит-халькопирит-галенит II Тетраэдрит-гессит-галенит-висмутит-теллурид-висмутит-Аи

ДЖИНДАРА-АЛАГЮНГЕЙ-ШОР-ДЖУР

АНГЕДЗОР-ЛЫЧКЕВАЗ-ТЕН

МАРДЖАН-МАЗМАЗАК

Минеральные ассоциации	Парагенезисы минералов	Минеральные ассоциации	Парагенезисы минералов	Минеральные ассоциации	Парагенезисы минералов
Кварц-борнит-халькопиритовая	I Кварц-борнит-халькопирит-висмутит II Виттихенит-электрит-аллит-гессит-купровисмутит-Аи-Аг	Кварц-молибденит-халькопиритовая	I Кварц-молибденит II Пирит-халькопирит-тенинит	Пирит-борнит-энаргитовая	I Пирит-борнит-халькозин II Энаргит-люцит-фамитинит-идит
Кварц-сфалерит-галенитовая	I Кварц-пирит-сфалерит-галенит II Тетраэдрит-бурнит-гессит-Аи-Аг	Кварц-пирит-халькопиритовая	I Кварц-пирит-халькопирит-тенинит-висмутит II Козалит-тетрадимит-теллурид-висмутит-гессит-виттихенит	Кварц-сфалерит-галенитовая	I Пирит-сфалерит-галенит II Тетраэдрит-бурнит-булак-жест-цинкит-гессит-Аи-Аг
		Кварц-сфалерит-галенитовая	I Пирит-сфалерит-халькопирит-галенит II Тетраэдрит-теллурид-висмутит-бурнит-Аи	Кварц-антимонит-плагинитовая	I Антимонит-плагинит
		Кварц-арсенопиритовая	Кварц-сфалерит-галенит-арсенопирит-Аи		

Рис.6. Схема проявления парагенетических ассоциаций в гидротермальных месторождениях Зангезурского рудного района.

род.

Первичные минералы рудных тел подразделяются на рудные и жильные минералы. Как рудные минералы, так и жильные по относительной распространенности в рудах подразделяются на главные, распространенные, редкие и очень редкие.

К главным минералам относятся минералы, являющиеся основными компонентами руды. К распространенным относятся минералы, которые встречаются в рудах хотя и часто, но в относительно небольших количествах. К редко встречаемым минералам относятся те их представители, которые встречаются спорадически. Наконец, к очень редко встречаемым минералам относятся те их представители, которые встречаются в весьма небольших количествах и проявляются спорадически.

На рис.7 приводится схема относительной распространенности рудных минералов в месторождениях миоценового рудного комплекса.

Ниже приводится перечень минералов по группам и классам.

I. Первичные минералы рудных тел

A. Рудные минералы

1. Самородные элементы: золото, серебро, висмут, теллур.

2. Сульфиды и теллуриды: халькопирит, молибденит, пирит, марказит, мельниковит, пирротин, сфалерит, галенит, борнит, халькозин, ковеллин, кубанит, аргентит, штернберgit, висмутин, арсенопирит, алабадин, киноварь; теллуровисмутит, тетрадимит, гессит, петцит, алтаит, креннерит, калаверит, сильванит.

3. Сульфосоли: энаргит, люконит, теннантит, тетраэдрит, виттихенит, эмплектит, козалиит, бурнонит, айкинит, германит, реньерит, купровисмутин, галеновисмутит, плагионит, полибазит-пирсеит, буланжерит, геокронит, семсеит, цинкениит.

4. Окислы и гидроокислы: ильменит, рутил, магнетит, гематит, гётит, манганит.

5. Вольфраматы — шеелит.

Б. Жильные минералы

Жильные минералы имеют широкое распространение на медно-молибденовых месторождениях. Однако они не отличаются разнообразием состава. Из жильных минералов на медно-молибденовых месторождениях установлено 20 минеральных видов. На схеме (рис.8) показана их распространенность для каждого месторождения. Из этой схемы видно, что не все жильные минералы одинаково распространены на различных месторождениях.

Минералы		М е с т о р о ж д е н и я				
		Наджаран	Агарак	Дастакерт	Джиндара	Айгедзор Личквэз Тей
Глубинные минералы	Халькопирит	—	—	—	—	—
	Молибденит	—	—	—	—	—
	Пирит	—	—	—	—	—
Распространенные минералы	Магнетит	—	—	—	—	—
	Борнит	—	—	—	—	—
	Гематит	—	—	—	—	—
	Сфалерит	—	—	—	—	—
	Галенит	—	—	—	—	—
	Изморгат	—	—	—	—	—
	Людонит	—	—	—	—	—
	Теннантит	—	—	—	—	—
	Тетраэдрит	—	—	—	—	—
	Висмутит	—	—	—	—	—
Редкие минералы	Халькозин	—	—	—	—	—
	Авабандин	—	—	—	—	—
	Виттихенит	—	—	—	—	—
	Зинкленит	—	—	—	—	—
	Рутил	—	—	—	—	—
	Ильменит	—	—	—	—	—
	Кобелит	—	—	—	—	—
	Марказит	—	—	—	—	—
	Мельничковит	—	—	—	—	—
	Арсенопирит	—	—	—	—	—
	Пирротин	—	—	—	—	—
Очень редкие минералы	Золото сам.	—	—	—	—	—
	Козалиит	—	—	—	—	—
	Теллуробисмутит	—	—	—	—	—
	Бурманит	—	—	—	—	—
	Аргентит	—	—	—	—	—
	Алтаит	—	—	—	—	—
	Айхинит	—	—	—	—	—
	Гессит	—	—	—	—	—
	Петцит	—	—	—	—	—
	Висмут сам.	—	—	—	—	—
	Теллур сам.	—	—	—	—	—
	Серебро сам.	—	—	—	—	—
	Германит	—	—	—	—	—
	Реньерит	—	—	—	—	—
	Штернбергат	—	—	—	—	—
	Сильванит	—	—	—	—	—
	Киноварь	—	—	—	—	—
	Кренерит- кларверит	—	—	—	—	—
	Купробисмутит	—	—	—	—	—
	Галенобисмутит	—	—	—	—	—
	Гётит	—	—	—	—	—
	Манганит	—	—	—	—	—
	Станит	—	—	—	—	—
	Кубанит	—	—	—	—	—
	Шеелит	—	—	—	—	—

Рис.7. Схема относительной распространенности рудных минералов в гидротермальных месторождениях Зангезурского рудного района.

Минералы	Каджаран	Агаран	Дастанерт	Джиндара	Айгедзор Личквас Теу
Кварц	————	————	————	————	————
Доломит	————	————	————	————	————
Кальцит	————	————	————	————	————
Анкерит	————	————	————	————	————
Манганкальцит	————	————	————	————	————
Сидерит	————	————	————	————	————
Родохрозит	————	————	————	————	————
Халцедон	————	————	————	————	————
Гипс-ангидрит	————	————	————	————	————
К. полевоу шпат	————	————	————	————	————
Альбит	————	————	————	————	————
Барит	————	————	————	————	————
Эпидот	————	————	————	————	————
Хлорит	————	————	————	————	————
Серпигит	————	————	————	————	————
Роговая обманка	————	————	————	————	————
Биотит	————	————	————	————	————
Степелерит (Цеоит)	————	————	————	————	————
Апатит	————	————	————	————	————
Каолинит	————	————	————	————	————
Адуляр	————	————	————	————	————

————— Очень много ————— Много ————— Мало ————— Очень мало

Рис.8. Схема относительной распространенности жильных минералов в гидротермальных месторождениях Зангезурского рудного района

2. Гипергенные минералы

Гипергенные минералы на месторождениях миоценового рудного комплекса пользуются весьма широким развитием. Вследствие того, что процессы окисления первичных руд протекают в различных климатических зонах, естественно, что это накладывает отпечаток как на минеральный состав зоны окисления, так и на глубину ее проникновения.

3. Минералы гидротермально измененных пород эндогенных месторождений Зангезурского рудного района

Минералы этой группы не отличаются большим разнообразием состава. К ним относятся: роговая обманка, биотит, эпидот, хлорит, кварц, К-полевоу шпат, биотит, эпидот, альбит, адуляр, доломит, рутил, серпигит, пирит.

Наиболее детальные исследования минералогии зоны окисления проведены Е.А.Акопян (1960) и М.П.Исаенко. Указанными исследо-

вателями было установлено большое количество минеральных видов. Позднее описание минералов зоны окисления медно-молибденовых месторождений мы находим в работах А.С.Ферамазяна (1974), Г.О.Пиджяна (1975), С.С.Мкртчяна, К.А.Карамяна, Т.А.Аревшатян (1969). Некоторые новые минералы приводятся в отчете Ш.О.Амиряна и Г.А.Туняна, посвященном минералогии Тей-Личквасского золоторудного месторождения.

Среди минералов зоны окисления по степени распространенности выделяются главные минералы зоны окисления – распространенные, редкие минералы и очень редкие минералы.

Описание минералов зоны окисления приводится на основе материала различных исследователей и главным образом Е.А.Акопян, М.П.Исаенко и данных самого автора.

Главные минералы

Лимониты (гётит, гидрогётит, стильпноситерит)

Лампадит

Малахит

Азурит

Распространенные минералы

Медно-марганцевая смоляная руда

Ярозит, борнит, халькозин

Куприт, халькантит

Феррикупрохалькантит, кальцит

Самородная медь

Повелит, ферримолибдит

Редкие минералы

Ковеллин

Псиломелан, фиброферрит

Мелантерит, галлуазит

Золото самородное

Кварц, анкерит, доломит

Барит, смитсонит

Церусит, гипс

Скородит

Брошантит

Корнуит

Каолинит

Очень редкие минералы

Сера самородная

Кварц

Халькопирит

Аллофан

Хризоколл, корнуит

Ильземанит

Тенорит

Делафоссит, пиролюзит

Англезит, астраханит

Каламин, аллофан, эозит

Копиапит, скородит

Бисмит, мелантерит

В данной главе приводится описание минералов эндогенных месторождений Зангезурского рудного района в той последовательности, в которой она дается в предшествующей главе.

I. Первичные минералы рудных тел.

A. Рудные минералы.

I. Самородные элементы

Золото — является характерным минералом всех медно-молибденовых месторождений и главным минералом золотосодержащих месторождений Зангезурского рудного района (Тей-Личквас, Кармир-Кар, Пхрут, Каракаидзор, Марджан, Мазмазак и др.). Впервые на медно-молибденовых месторождениях золото установлено на Дастакертском и Агаракомском Е.А.Акопян (1960), Г.О.Пиддяном (1960), в окисленных рудах Каджаранского месторождения в ассоциации с лимонитом.

На Каджаранском месторождении золото установлено А.С.Фарамазяном (1958) в рудах кварц-пиритовой и кварц-сфалерит-галенитовой стадии. Золото отмечается автором и в рудах кварц-халькопиритовой стадии минерализации Каджаранского месторождения в полях халькопирита в тесном сростании с теннантитом. На Дастакертском месторождении золото весьма тесно ассоциирует с гипогенным борнитом, теннантитом и энаргитом, где образует выделения неправильного очертания. На Агаракомском месторождении золото установлено в полях халькопирита в тесном сростании со сфалеритом.

На медно-молибденовых месторождениях золото отмечается в рудах почти всех ассоциаций, но наиболее высокие его содержания характерны для руд кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации. В свете отмеченного вполне очевидно, что золото проявляется в ряде последовательных стадий, но образует наиболее высокие концентрации в конце рудного процесса, проявляясь в относительно низкотемпературной ассоциации.

На Тей-Личквасском золото-сульфидном месторождении золото

проявляется в трех минеральных ассоциациях: кварц-пирит-халькопиритовой, кварц-сфалерит-галенитовой и кварц-арсенопиритовой. Наиболее высокие содержания золота характерны для руд кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации. Ниже, в таблице, приводятся содержания золота и серебра для руд ранее отмеченных ассоциаций Тей-Личкваского месторождения по данным Ш.О.Амиряна и Г.А.Туняна (1971).

Минералогические исследования руд показали, что золото проявляется почти во всех сульфидных минералах в ранее отмеченных ассоциациях.

В пирит-халькопиритовых рудах золото отмечается главным образом в теннантите, а также и в халькопирите. Здесь оно по времени выделения образуется после теннантита, козалинта, плагионита, теллуrowисмутита, виттихинита. В кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации золото также отмечается почти во всех сульфидах и сульфосолях в пирите; халькопирите, тетраэдрите, сфалерите, галените (рис.9).

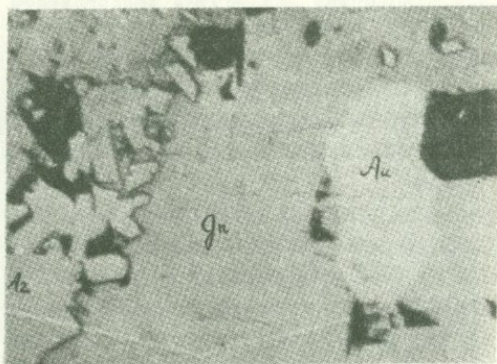


Рис.9. Выделение самородного золота в галените кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации.Тей-Личкваское золото-полиметаллическое месторождение.Полированный шлиф. Ув.250.

По частоте встречаемости золота в отмеченных сульфидах намечается следующий ряд минералов (в порядке возрастания): пирит, халькопирит, сфалерит-галенит-тетраэдрит. По времени выделения золото в этой ассоциации также является наиболее поздним. Оно повсеместно приспособляется к ранее выделившимся минералам и

Минеральные ассоциации	Содержание в г/т	
	Au	Ag
Пирит-халькопиритовая	<u>1,82^X</u>	<u>85,8</u>
	30	30
Кварц-сфалерит-галенитовая	<u>99,92</u>	<u>446,04</u>
	II	II
Кварц-арсенопиритовая	<u>27,69</u>	<u>84,0</u>
	20	20

^X В числителе – содержания Au в г/т, в знаменателе – количество проб.

местами в виде прожилков пересекает его выделения. В кварц-арсенопиритовой ассоциации золото также выделилось после арсенопирита и других сульфидов (сфалерит и галенит). Повсеместно золото заполняет промежутки кристаллов арсенопирита (рис.10).



Рис.10. Выделение золота (Au) в полях арсенопиритовой ассоциации. Ув.200.

Морфологически частицы золота в рудах Тей-Личкваского месторождения имеют пластинчатую, комковатую и амёбовидную формы проявления.

На рис.11 приводятся формы проявления частиц золота Личквас-Тейского месторождения по Ш.О.Амиряну и Г.А.Туняну (1971). По данным вышеотмеченных авторов золото Тей-Личкваского месторождения характеризуется различными цветовыми оттенками – золо-

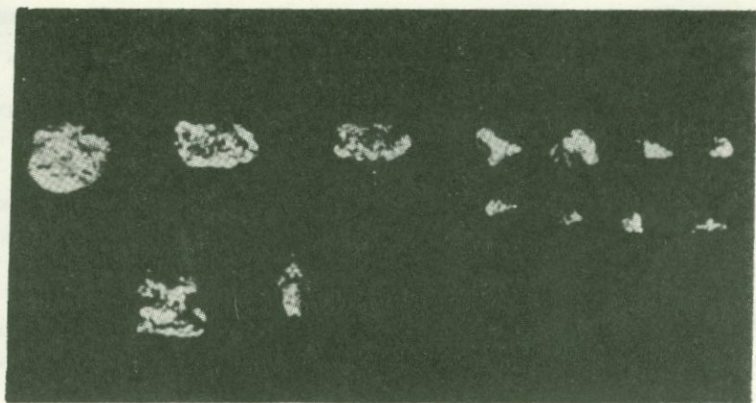


Рис. II. Формы выделения частиц золота на Тей-Личкваском золото-полиметаллическом месторождении. Ув. 10 по Ш.О.Амиряну и Г.А.Туняну.

тисто-желтым, красноватым и зеленоватым. Проба золота на указанном месторождении колеблется в пределах 780-870.

Золото на Марджанском полиметаллическом месторождении, по данным М.А.Кукуляна, в основном проявляется в кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации и кварц-антимонитовой минеральных ассоциациях.

В кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации золото в основном мелкозернистое и его выделения установлены главным образом в сульфосолях тетраэдрите и буланжерите.

Спектральными анализами в золоте установлены следующие элементы-примеси: Pb, Zn, Cu, Fe, Bi, Ag

Серебро - Ag

Самородное серебро впервые в рудах медно-молибденовых месторождений установлено Р.Н.Зарьяном (1964) в полиметаллических жилах Аткизского участка. Позднее Г.О.Пиджяном установлено серебро в рудах Агарака и Дастакерта.

В основном серебро проявляется в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации, где образует каплевидные выделения размером в сотне и тысячные доли миллиметра в полях галенита и тетраэдрита.

На Дастакертском месторождении самородное серебро установлено автором в рудах энаргит-теннантитовой парагенетической ассоциации.

Цвет минерала белый, но в зависимости от примесей, особенно золота, меняется до кремово-белого.

Электрум - (Au, Ag)

Электрум является мало распространенным минералом в рудах месторождений Зангезурского рудного района. Больше всего он распространен в полиметаллических рудах Марджанского месторождения, где он встречается довольно часто, главным образом в галените и офалерите, семсеите, буланжерите, где образует каплевидные выделения, а также в кварце и на границе сульфидов с кварцем.

Местами электрум образует кайму вокруг выделений самородного золота (рис. IIa) и отличается от последнего более беловатым оттенком при равной отражательной способности.

Размеры выделений электрума в пределах 0,005 мм и меньше.



Рис. IIa. Выделение самородного золота в кварце. Золото обволакивается электрумом. Ув. 450. Марджанское месторождение.

Висмут - Bi

Самородный висмут является одним из очень редких минералов медно-молибденовых месторождений. Он впервые установлен А.С.Фарамазяном (1958) в полиметаллических рудах Каджаранского месторождения в ассоциации с теллуристыми минералами. Г.О.Пиджян (1975) описывает проявление самородного висмута в полях халькопирита в ассоциации с висмутином, эмплектитом, виттихенитом и золотом.

Самородный висмут автор установил в рудах Калерского месторождения в полях халькопирита. Здесь он образует выделения неправильного очертания размером в сотые доли миллиметра. Харак-

теризуется белым цветом с четко выраженным розовым оттенком.

Теллур - Те

Самородный теллур является весьма редким минералом в рудах медно-молибденовых месторождений. Впервые установлен для руд Каджаранского месторождения А.С.Фарамазяном (1958). По данным этого исследователя, самородный теллур проявляется совместно с алтаитом, гесситом, петцитом в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации. Самородный теллур проявляется в виде каплевидных выделений. Нередко в полях галенита и тетраэдрита образует субграфическую структуру прорастания. Самородный теллур в отраженном свете имеет белый цвет с кремовым оттенком. Отчетливо анизотропен с высокой отражательной способностью.

2. Сульфиды и теллуриды

Халькопирит - CuFeS_2

Халькопирит является одним из главных рудных минералов медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района и одним из основных компонентов руд этих месторождений. Халькопирит проявляется в образованиях разнообразного генетического типа. Он установлен в кварц-полевошпатовых пегматитах Мегринского плутона и интрузивных массивов Баргушатского хребта. В небольших количествах отмечается в аплитах и аплит-пегматитах ряда интрузивных массивов. Халькопирит довольно широко отмечается в скарнах. Он присутствует в рудах почти всех скарновых рудных полей (бассейнов рр.Гехи, Шенатаг) - юго-восточный контакт Мегринского плутона (Ньювади), юго-западный контакт Мегринского плутона (Килит). Небольшое количество халькопирита отмечается и в грейзеноподобных образованиях сс.Аравус и Аткиз.

В кварц-полевошпатовых пегматитах халькопирит обычно заполняет промежутки между кристаллами полевого шпата и кварца. В аплит-пегматитах он образует также небольшие выделения, которые заполняют промежутки между кристаллами кварца. В скарнах халькопирит образует отдельные небольшие гнездообразные выделения размером до 1,0 см, которые развиваются в промежутках между кристаллами граната и эпидота, либо в виде вкрапленности, в основном развиваясь по гранату. В грейзеновых образованиях сс.Аравус и кварц-турмалиновых жилах сс.Аткиз халькопирит отмечается в средней части рудного тела, где заполняет промежутки между кристаллами кварца, турмалина, магнетита, молибденита. В гидротермальных медно-молибденовых месторождениях халькопирит является одним из минералов, широко проявленных в течение всего гид-

ротермального этапа. Он отмечается в продуктах многих стадий минерализации.

Халькопирит в ранних стадиях минерализации – кварц-полево-шпатовый, кварц-магнетитовой, ряда месторождений (Каджаран, Агарак) проявляется спорадически и образует небольшие выделения, частично заполняющие промежутки между хорошо оформившимися кристаллами магнетита (рис.12), либо образует структуры распада халькопирит-борнит (рис.13). В более поздних стадиях

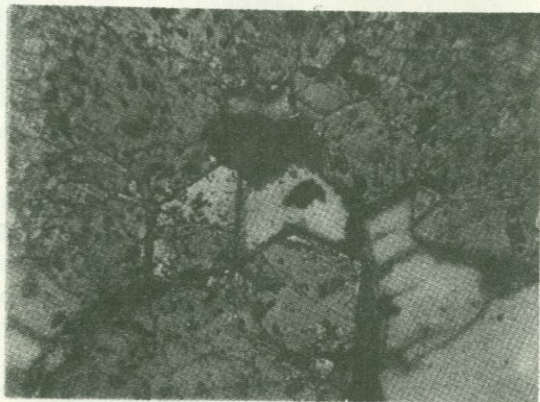


Рис.12.Выделение халькопирита в промежутке идиоморфных кристаллов магнетита.Кварц-магнетитовая ассоциация.Агаракское месторождение. Полиров.шлиф. Ув.24.

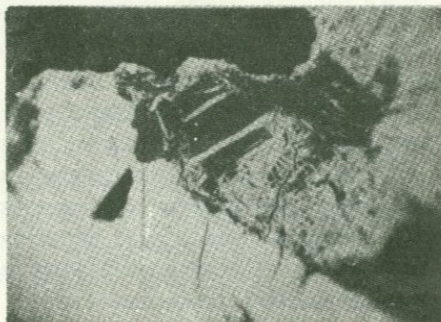


Рис.13.Структура распада борнит-халькопирит.Кварц-магнетитовая ассоциация.Каджаранское месторождение.Полированный шлиф. Ув.90.

минерализации – кварц–молибденит–халькопиритовой и кварц–халькопиритовой, этот минерал образует значительные скопления, имеющие промышленное значение. В продуктах этих стадий минерализации халькопирит образует тесные сростания с молибденитом, висмутином, гематитом, борнитом, энаргитом, теннантитом, тетраэдритом, айкинитом, козалитом. Более ранние минералы в этом комплексе – пирит, висмутин, борнит, часто интенсивно разъедаются халькопиритом, либо образуют структуру распада борнит–халькопирит. Более поздние минералы, такие, как энаргит, теннантит, виттихенит, эмплектит, тетрадимит, айкинит, козалит, обычно обрастают зерна халькопирита и в виде тонких прожилков рассекают поля его развития. Халькопирит проявляется и в более поздних стадиях минерализации – кварц–пиритовой и кварц–сфалерит–галениитовой, а на Дастакертском месторождении – и в алабандиновой стадии. В кварц–пиритовой стадии халькопирит тесно сростается с пиритом, часто разъедает и цементирует раздробленные кристаллы этого минерала. В кварц–сфалерит–галениитовой ассоциации многих месторождений халькопирит присутствует в значительном количестве и ассоциирует с пиритом, сфалеритом, галениитом, тетраэдритом, часто образует несколько генераций. На Дастакертском месторождении в кварц–сфалерит–галениитовой стадии устанавливаются три генерации халькопирита. Ранняя генерация образует относительно крупные вытянутые прожилкообразные выделения, прослеживающиеся вдоль залёганда небольших полиметаллических жил. Вторая генерация халькопирита приурочена к средней части жил, где тесно ассоциирует со сфалеритом и в виде тонких прожилков пересекает относительно крупные его поля, а в ряде случаев обрастает в виде оторочки крупные выделения сфалерита. В этом же сфалерите образует эмульсионные, зернистые и петельчатые структуры распада сфалерит–халькопирит. Наконец, третья генерация халькопирита возникает после галениита и образует структуры краевых оторочек вокруг относительно крупных зерен галениита (рис.14).

В кварц–сфалерит–галениитовой стадии Айгедзорского рудного поля отмечаются две генерации халькопирита. Ранняя генерация образуется после сфалерита и почти одновременно с ним поздняя – после тетраэдрита. Здесь тончайшие прожилки халькопирита пересекают поле тетраэдрита (рис.15). Халькопирит имеет зернистое строение. В массивных рудах характерно аллотриоморфнозернистое строение с размером зерен, достигающим 1,0 см. В полированных

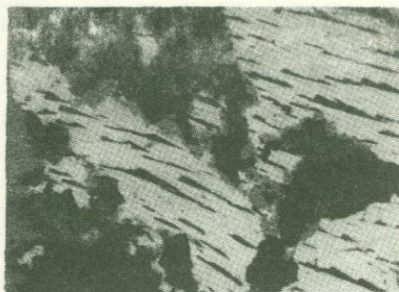


Рис.14.Выделение халькопирита (темно-серое) вдоль границ зерен галенита.Дастакертское месторождение.Полированный шлиф.Ув.24.

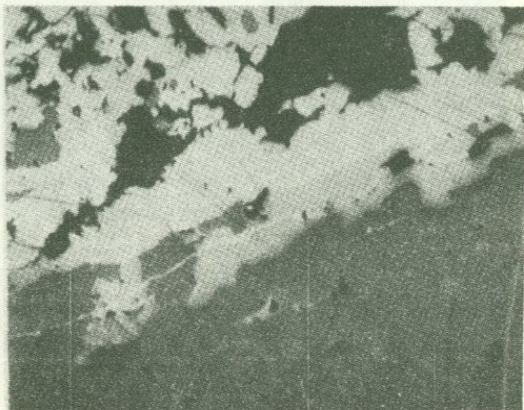


Рис.15.Тонкий прожилок халькопирита пересекает поле блеклой руды (тетраэдрита).Полированный шлиф.Тейское месторождение.Ув.90.

шлифах халькопирит обычно оптически изотропен. Однако на Дастакертском месторождении отмечаются анизотропные разности халькопирита. В кварц-сфалерит-галениновых прожилках, небольших жилах, в пустотах и друзах отмечаются хорошо ограниченные кристаллы халькопирита (рис.16). Это обычно тетраэдриты с хорошо выраженной штриховкой на гранях кристаллов. Химические анализы халькопирита из различных месторождений приведены в табл.2.

Количественными спектральными анализами в халькопиритах

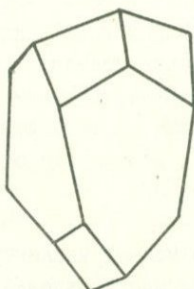


Рис.16. Кристалл халькопирита из Дастакертского месторождения. Кварц-сфалерит-галенитовая ассоциация.

Таблица 2

№ проб	Cu	Fe	Co	Ni	As	S
I/63	32,50	31,95	0,007	0,003	0,011	35,52
5/36	33,99	31,65	0,001	0,001	0,05	33,46
A-25	33,52	32,11	0,003	0,001	0,05	34,12

№ проб	Se	Te	Bi	Сумма	Месторождение	Автор
I/63	0,0158	0,0018	0,01	100,0196	Дастакерт	Карамян
5/36	0,0171	0,0041	0,05	99,2232	Каджаран	Карамян
A-25	0,0221	0,0062	0,02	99,8123	Агарак	Карамян

установлены следующие элементы-примеси: Ti - 0,01-0,03, Co - 0,001, Mg - 0,01, Mn - 0,001-0,003, Ni - 0,003, Mo - 0,3-0,001, Pb - 0,3-0,001, Ag - 0,003-0,03, Sb - 0,01, Bi - 0,03-0,001, As - 0,3-0,01, Zn - 0,3-0,001.

Халькопириты всех месторождений и стадий минерализации постоянно содержат Se, Te, Bi. Содержание этих элементов в халькопирите различных месторождений приведено в табл. 74.

Наряду с известными редкими и рассеянными элементами Se, Te и Bi в халькопирите различных месторождений Зангезурского рудного района установлены также элементы группы платины (Pt Pd), а также Au и Ag. О содержаниях Pt и Pd в медных концентратах медно-молибденовых месторождений отмечается в работе А.С.Фарамазяна (1970). Данные этого исследователя приводятся в табл.

Таблица 3

Содержания Pt и Pd в медных концентратах медно-молибденовых месторождений

№ проб	Месторождение	С о д е р ж а н и е				
		Mo, %	Cu, %	Pt г/т	Pd г/т	Pt :Pd
1.	Каджаран	0,11	16,57	0,07	0,008	8,8:1
2.	Каджаран	0,10	16,34	0,06	0,008	7,5:1
3.	Агарак	0,40	18,0	0,05	0,02	2,5:1
4.	Агарак	0,06	17,50	0,07	0,007	10,5:1
5.	Агарак	0,043	18,43	0,16	0,02	8,8:1
6.	Дастакерт	0,15	21,56	0,05	0,02	2,7:1
7.	Дастакерт	0,13	24,64	0,05	0,01	5,0:1
8.	Айгедзор	0,002	23,90	0,02	Не обн.	-
9.	Джиндара	0,003	16,0	0,009	Не обн.	-

В табл.4 приводятся данные содержаний Au и Ag в халькопиритах ряда медно-молибденовых месторождений.

Были исследованы также медные концентраты ряда медно-молибденовых месторождений на содержание Au и Ag. Указанные данные приведены в табл.5.

Молибденит - MoS_2

Молибденит является одним из широко распространенных рудных минералов медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района и одним из основных компонентов руды этих месторождений. В силу этого обстоятельства экономическое значение этого минерала для Зангезурского рудного района весьма велико, ибо молибденит вышестмеченных месторождений составляет значительную долю общесоюзных запасов этого металла. Наряду с этим молибденит отмечается в проявлениях и месторождениях других генетических типов. Молибденит встречается часто в кварц-полевошпатовых пегматитах многих интрузивных массивов Меграин-

Содержания Au и Ag в халькопиритах медно-
молибденовых месторождений

Таблица 4

№ п.п.	№ пробы	Месторождение	Содержание в г/т		Примечание
			Au	Ag	
I	2м/75	Каджаран	4,0	34,0	
2	6м/75	Каджаран	1,2	5,4	
3	10м/75	Каджаран	2,8	4,6	
4	18м/75	Агарак	сл.	7,6	
5	19м/75	Агарак	5,6	39,4	
6	30м/75	Дастакерт	6,6	54,6	
7	35м/75	Дастакерт	0,8	5,2	
8	84м/75	Дастакерт	1,2	138,8	
9	37м/75	Анкасар	1,2	3,0	
10	37а м/75	Анкасар	0,6	44,4	
II ^x	н=30	Каджаран	2,4	46,4	

^xСреднее по 30 пробам.

Данные Акопян А.

кого плутона и Баргушатского хребта, а также в аплит-пегматитах и аплитах монзонитового массива и массива порфировидных гранитов и гранитоидов Мегринского плутона. Молибденит отмечается в скарнах ряда участков скарновой минерализации Зангезурского рудного района и грейзеноподобных образованиях района сс.Аравус и Аткиз.

В кварц-полевошпатовых пегматитах молибденит образует либо отдельные довольно крупные боченковидные кристаллы, размеры которых в поперечнике достигают 10-15 см (рис.17), либо небольшие розетки или сложные сростки пластинчатых кристаллов. размером до 1,0 см в поперечнике. В аплит-пегматитах отмечается скопление молибденита пластинчатого габитуса с отчетливо гексагональной огранкой.

В скарнах молибденит образует отдельные пластинки, которые развиты по сколам и небольшим трещинам, и гнездообразные выделения, которые развиваются по самим скарновым минералам.

В грейзеноподобных образованиях района с.Аравус молибденит обычно тесно ассоциирует с бесцветной слюдой и с кварцем. Однако его выделения весьма небольшие. В кварц-турмалиновых жилах с.Аткиз молибденит отмечается в виде небольших пластин и чешушек в кварце и преимущественно развит в средней части жил.

Таблица 5

Содержание Au и Ag в медных концентратах медно-молибденовых месторождений

№ п.п.	Месторождения	Mo, %	Cu, %	Au, г/т	Ag, г/т
1	Каджаран. Технологич. проба. II кв. 1975г.	0,044	16,88	1,73	40,69
2	Каджаран. Технологич. проба. III кв. 1975г.	0,052	13,74	1,55	46,66
3	Каджаран. Технологич. проба. IV кв. 1975г.	0,043	17,25	1,62	48,61
4	Каджаран. Технологич. проба. I кв. 1976г.	0,057	16,11	1,59	44,56
5	Каджаран. Технологич. проба. II кв. 1976г.	0,059	16,67	1,7	49,63
6	Каджаран. Технологич. проба. III кв. 1976г.	0,053	18,21	2,07	45,25
7	Каджаран	0,11	16,57	2,0	45,0
8	Агарак	0,10	16,34	1,6	38,6
9	Агарак	0,40	18,00	0,9	49,8
10	Агарак	0,43	18,43	1,0	47,0
11	Айгедзор	0,06	17,50	1,0	20,6
12	Дастакерт	0,002	23,90	18,0	410,0
13	Дастакерт	0,15	21,56	2,0	88,0
14	Джиндара	0,13	24,64	3,0	66,0
15	Джиндара	0,003	16,60	1,33	43,6

Анализы № 1-6 - данные Армницветмета.

Анализы 7-14 позаимствованы из статьи А.С.Фарамазяна (1970).

Необходимо отметить, что в гидротермальных медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождениях молибденит так же, как и халькопирит, является минералом многократного проявления. Он проявляется в течение почти всего рудного процесса. В наиболее ранних стадиях минерализации - кварц-магнетитовой и кварц-полевошпатовой (Каджаран, Агарак), молибденит отмечается в небольшом количестве и образует мелкие чешуйки и пластинки, которые заполняют промежутки между зернами как магнетита, так и полевого шпата (рис. 18). На Дастакертском месторождении в рудах полевошпат-халькопиритовой стадии молибденит часто образу-

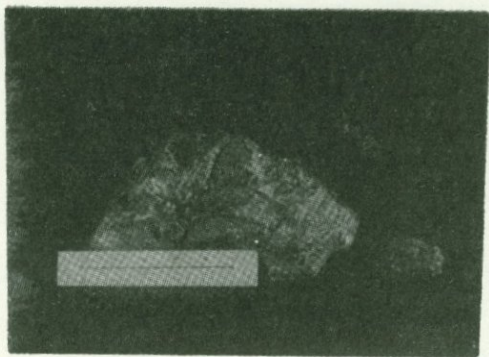


Рис.17. Крупный кристалл молибденита из Калерского пегматитового месторождения по С.С.Мкртчяну.



Рис.18. Пластинчатое выделение молибденита в магнетите. Молибденит заполняет промежутки зерен магнетита. Полированный шлиф. Ув.90.

ет спутанно-пластинчатые агрегаты, либо розетки и сферолиты, которые образуются в полях халькопирита (рис.19). В более поздних стадиях минерализации – кварц-молибденитовой и кварц-молибденит-халькопиритовой (Каджаран, Агарак, Айгедзор, Дастакерт), количество молибденита резко увеличивается. Указанные стадии минерализации являются наиболее продуктивными в отношении молибденового оруденения. В этих ассоциациях обычно молибденит образует зальбандовые оторочки вдоль прожилка, либо



Рис.19. Спутанно-пластинчатый агрегат молибденита в полях халькопирита. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув.90.

пластинчатые выделения в кварце (рис.20 и 21).

В кварц-халькопиритовой стадии минерализации молибденит имеет резко подчиненное значение, образуя небольшие пластинки, либо скопления пластин в полях халькопирита. При этом необходимо отметить, что, как правило, халькопирит разъедает чешуйки молибденита и по плоскостям спайности проникает в зерна молибденита (рис.22). В кварц-пиритовой стадии количество

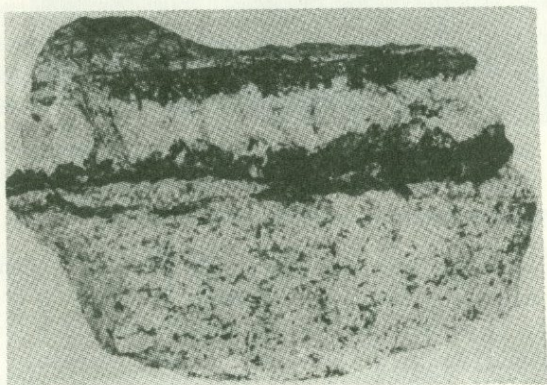


Рис.20. Оторочка молибденита вдоль зальбанд кварц-молибденитового прожилка.



Рис.21.Пластинчатые выделения молибдени-
та в кварце.Каджаранское месторождение.
Ув.24. По М.П.Исаенко.

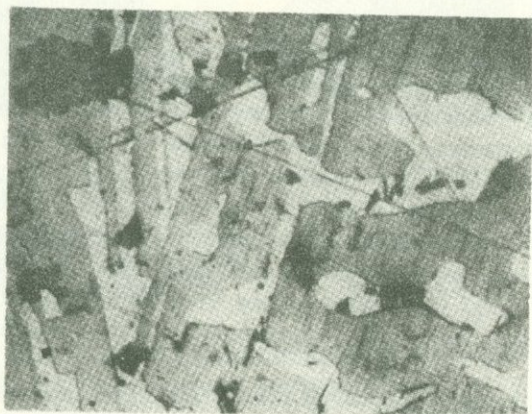


Рис.22.Срастание молибденита с халькопири-
том.Халькопирит проникает в молибденит по
спайности.Полированный шлиф.Ув.200. По
М.П.Исаенко.

молибденита весьма незначительное и обычно небольшие пластин-
ки его заполняют промежутки между зернами пирита (рис.23).

Еще меньше содержание молибденита в рудах кварц-сфалерит-
галенитовой стадии минерализации. Здесь молибденит образует
небольшие пластинчатые выделения в полях сфалерита.



Рис.23.Чешуйки молибденита Мо в интерстициях зерен пирита. Агаракское месторождение.Политованный шлиф.Ув.120.

Опробование жил Пхрутского полиметаллического месторождения показало постоянное присутствие в них молибденита. Содержание Мо в жилах варьирует от 0,009 до 0,018%. Относительно времени выделения молибденита в продуктах различных стадий минерализации необходимо отметить следующее: в кварц-магнетитовых прожилках и жилах молибденит выделился явно позднее магнетита. В кварц-молибденитовых прожилках молибденит выделился почти одновременно с кварцем, возможно, местами опережает кристаллизацию кварца, а в некоторых случаях кристаллизуется после. Здесь молибденит обычно образует оторочки вдоль зальбандов жил, либо друзы кристаллов, заполняя пустоты в кварце.

В ряде случаев отмечается совместная кристаллизация кварца и молибденита. Крупные шестоватые кристаллы кварца часто заключают в себе мелкие пластинки молибденита.

В кварц-молибденит-халькопиритовых прожилках и жилах молибденит обычно приурочен к зальбандам прожилков, а халькопирит совместно с пиритом заполняет средние части этих прожилков. При этом как пирит, так и халькопирит нарастают на гребенчатые кристаллы кварца, растущие от зальбанда к центру. В кварц-пиритовых прожилках молибденит выделился явно после пирита. Наконец, в кварц-сфалерит-галенитовых прожилках молибденит выделился также после пирита, но до остальных сульфидов -

сфалерита, галенита, тетраэдрита.

В свете отмеченного нам представляется, что последовательность выделения молибденита в разных минеральных ассоциациях связана с количеством молибденита в той или иной ассоциации. При резком преобладании молибденита он, как правило, является и наиболее ранним минералом. При его подчиненной роли он выделяется позже тех сульфидов, которые преобладают в данной ассоциации.

Молибденит из пегматитовых жил, скарнов и медно-молибденовых месторождений характеризуется тремя типами кристаллов: гексагональная пирамида, гексагональная усеченная бипирамида и гексагональная пластинка (рис.24, 25).

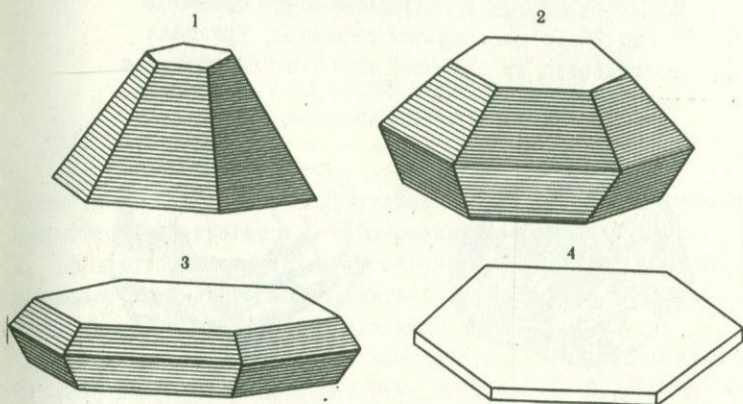


Рис.24. Типы кристаллов молибденита из медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района.

На Дастакертском месторождении автором отмечается проявление молибденитовой розы.

В некоторых крупных молибденитовых агрегатах отмечаются сложные сростания пластинчатых кристаллов молибденита. Как видно из рис.26, здесь на крупном пластинчатом кристалле молибденита растут несколько более мелких кристаллов. По мере роста происходит последующее распадение их на более мелкие индивиды. В результате образуются сложные сростки пластинчатых кристаллов с одним общим основанием. В описанных сростках кристаллы молибденита повернуты относительно друг друга по вертикальной оси на 30° . В этом случае образуются двойники молибденита с осью двойникования 00001. Такие двойники молибденита

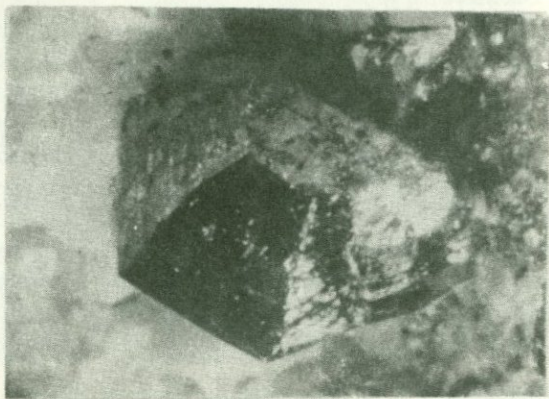


Рис.25.Гексагональная пирамида. Кристалл молибденита из друзовой полости.Каджаранское месторождение.

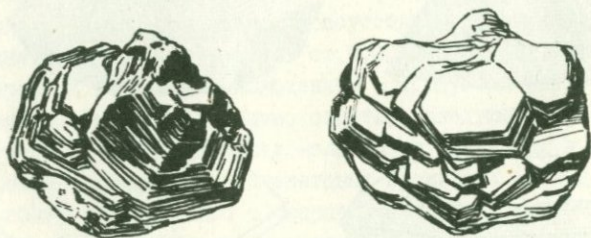


Рис.26.Сложные сростания пластинчатых кристаллов молибденита.Каджаранское месторождение.Зарисовка кристаллов а,б.Ув.4.

впервые описаны В.В.Степановым (1962).

На некоторых пластинчатых кристаллах молибденита отмечается штриховка, перпендикулярная ребрам кристалла (рис.27). Помимо хорошо ограненных кристаллов, молибденит образует также сферолиты и розетки, которые, очевидно, представляют собой слоистые сростки нескольких пластинчатых кристаллов (рис.28 а,б). В ряде случаев в небольших пустотах жил отмечается образование друз кристаллов молибденита, размер которых в поперечнике достигает 3-5 мм. В пегматитах Калерского месторождения размер кристаллов молибденита достигает 15 см в поперечнике.

В силу малой твердости молибденит относится к минералам, которые весьма подвержены динамическим воздействиям. Это при-

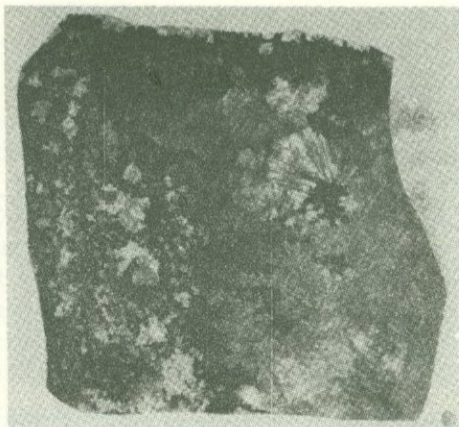


Рис.27.Штриховка на гранях кристаллов молибденита перпендикулярная ребрам.Дастакертское месторождение.Натуральная величина.

водит к механическому двойникованию, а также к раздавливанию пластинчатых агрегатов с образованием структур смятия.

В некоторых случаях отмечается дробление относительно крупного индивидуума молибденита с образованием мозаичной структуры внутри этого индивидуума.

Молибденит обладает сильным двуотражением. По данным И.С. Волынского (1949), R_o % 35, R_{I5} отн. – 80%. В сечениях оси (0001) молибденит изотропен. Молибденит постоянно содержит ряд элементов-примесей, к которым относятся Re, Se, Te, Bi. Содержание этих элементов в молибденитах различных месторождений приводится в табл.75.

Помимо общеизвестных редких и рассеянных элементов Re, Se, Te и Bi в молибденитах медно-молибденовых месторождений установлены элементы группы платины (платина и палладий), а также золото, и серебро.

Геохимии элементов группы платины в рудах медно-молибденовых месторождений посвящены работы А.С.Фарамазяна (1970₁, 1970₂).

В таблице 6 приводятся данные о содержании Pt и Pd в молибденитовых концентрациях ряда медно-молибденовых месторождений Зангезура (Каджаран, Агарак, Дастакерт и Айгедзор), взятых из упомянутых работ А.С.Фарамазяна.

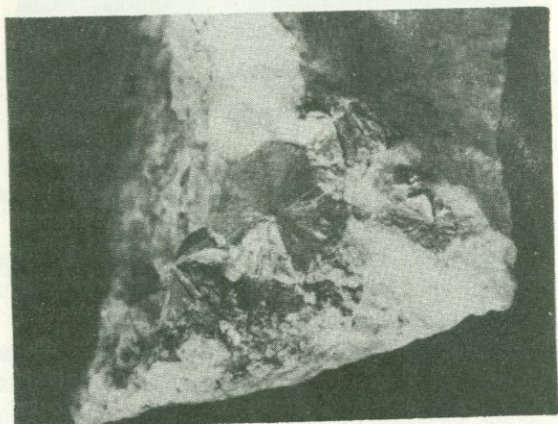


Рис.28. Розетки (сферолиты) молибденита.

а. Каджаранское месторождение.

б. Агаракское месторождение.

Содержания золота и серебра в молибденитах из различных месторождений приведены в табл.7.

Помимо молибденитов, были исследованы на содержания Au и Ag молибденитовые концентраты Каджаранского и Агаракского месторождений (табл.10).

Как видно из этой таблицы, содержания золота в молибденитах медно-молибденовых месторождений довольно низкие и варьируют от следов до 1,4 г/т.

Серебро, хотя и присутствует во всех пробах, однако подвержено большим колебаниям, и максимальные содержания его в молиб-

Таблица 6

Содержание Pt и Pd в молибденитовых концентратах медно-молибденовых месторождений

№ п.п.	Месторождения	Mo, %	Cu, %	Pt г/т	Pd г/т	Pt : Pd
1	Каджаран	49,40	0,55	0,22	0,39I	0,6:I,0
2	Каджаран	33,50	0,15	0,03	0,05	0,6:I,0
3	Агарак	50,68	1,08	0,032	0,04	0,8:I,0
4	Агарак	45,10	3,20	0,10	0,30	0,3:I,0
5	Дастакерт	49,74	0,84	0,05	0,05	1,0:I,0
6	Айгедзор	24,00	0,21	0,005	0,012	0,4:I,0

Таблица 7

Содержание золота и серебра в молибденитах медно-молибденовых месторождений

№ п.п.	№ пробы	Месторождение	Содержание в г/т	
			Au	Ag
I	29м/75	Анкасар	Сл.	14,6
2	36м/75	Анкасар	0,4	20,6
3	37м/75	Анкасар	0,6	43,0
4	34м/75	Каджаран	Сл.	1,0
5	3м/75	Каджаран	Нет	1,6
6	7м/75	Каджаран	Нет	2,4
7	88м/75	Каджаран	Нет	2,2
8	24м/75	Агарак	Нет	Нет
9	26м/75	Агарак	Сл.	2,2
10	28м/75	Агарак	0,7	11,4
11	32м/75	Дастакерт	0,6	40,6
12	84м/75	Дастакерт	1,4	230,0
13	16/73	Дастакерт	1,65	14,8
14	69м/75	Айгедзор	0,4	38,6
15	85м/75	Айгедзор	1,2	11,4

денитах достигают 230 г/т.

Низкие содержания золота или его отсутствие в ряде проб, очевидно, связано с загрязненностью проб и нечистым отбором молибденита.

Интересно привести данные технологического изучения руд Каджаранского месторождения на Au и Ag, которые проводила обогатительная лаборатория Армицветмета. В табл.8 приводятся данные о содержаниях Au и Ag в молибденитовых концентратах Каджаранского месторождения по кварталным технологическим пробам.

Таблица 8

Содержания Au и Ag в молибденитовых концентратах Каджаранского месторождения

№ п.п.	Мо - концентрат	Мо, %	Cu, %	Au, г/т	Ag, г/т
1	Технологическая проба II кв.1975	50,17	0,36	0,60	21,5
2	"- " III кв.1975	50,58	0,37	0,54	20,3
3	"- " IV кв.1975	50,64	0,37	0,58	24,2
4	"- " I кв.1976	50,56	0,37	0,6	23,0
5	"- " II кв.1976	50,36	0,42	0,5	26,8
6	"- " III кв.1976	50,06	0,45	0,6	22,2

Как видно из табл.8, в молибденитовых концентратах Каджаранского месторождения отмечается постоянное присутствие золота 0,5-0,6 г/т и серебра 20,0-26,0 г/т. Аналогичные сведения о содержании золота и серебра в молибденитовых концентратах Агаракской фабрики приводятся в табл.9, позаимствованной у Г.О.Пиджяна и А.С.Фарамазяна.

Таблица 9

Содержания золота и серебра в молибденитовых концентратах Агаракского месторождения

Наименование проб	Кол-во проб	С о д е р ж а н и е		
		Cu, %	Au, г/т	Ag, г/т
Молибденитовый концентрат	22	0,5	0,22	2,8 - 28,6 ор. - 13,7

Из этих двух таблиц видно, что содержание золота и серебра в молибденовых концентратах Каджаранского месторождения значительно выше, чем таковое в молибденовых концентратах Агаракского месторождения.

Молибденит из различных минеральных ассоциаций многих медно-молибденовых месторождений изучен спектрометрически. В нем

установлена большая гамма элементов-примесей. Часть этих элементов (Si, Al, Mg, Ca, Fe, Mn, Ti) очевидно присутствует в виде механической примеси за счет порообразующих минералов ввиду нечистого отбора молибденитов.

Другая группа в основном металлогенных элементов присутствует в молибдените в виде изоморфной примеси. К таким элементам относятся: Ni, Co, V, W, Cu, Pb, Ag, Sb, As, Bi, Zn, Au, Cd, Sn, Be.

Содержание части элементов этой группы, к которым относятся Cu, Zn, Pb, варьирует в большом диапазоне — от целых процентов до тысячных. Это обусловлено механической примесью в молибденитах халькопирита, сфалерита и галенита. Высокие содержания этих элементов установлены главным образом в молибденитах, где в рудах присутствуют вышеотмеченные минералы.

Никель и кобальт являются элементами, которые присутствуют в молибдените постоянно. Однако их содержания весьма низкие — это тысячные и десятитысячные процента. В этой паре элементов постоянно содержание кобальта превалирует над содержанием никеля.

Ванадий присутствует постоянно в молибдените. Содержание его также варьирует от десятитысячных до тысячных долей процента.

Вольфрам присутствует во многих пробах молибденита, содержания его обычно низкие — 0,0022–0,0013. На Каджаранском месторождении в кварц-молибденитовых прожилках установлены выделения шеелита. Часть W в молибденитах очевидно связана с шеелитом.

Серебро является характерным элементом молибденита. Содержание его варьирует в пределах $3,2 \cdot 10^{-5}$ — 0,005%.

Висмут также является характерной примесью молибденита. Он присутствует почти во всех пробах. Однако его содержание варьирует в больших пределах — 0,00015–0,036%.

Сурьма и мышьяк являются очень редко встречаемыми элементами в молибденитах, к тому же их содержания редко превышают 0,001%.

Ртуть в молибденитах установлена в единичных пробах, содержание ее в пределах 0,001%.

Бериллий присутствует в молибдените ряда месторождений: Агарак, Айгедзор, Дастакерт, Каджаран, однако его содержания низкие и варьируют в пределах $8 \cdot 10^{-5}$ — 0,00013%. Возможно, бериллий связан с гидротермально измененными серицитизированными

вмещающими породами вследствие недостаточно чистого отбора молибденита.

Молибденит считался минералом гексагональной сингонии с двухслойной структурой. В 1957 году Беллом и Херффертом был получен искусственно ромбоэдрический молибденит с трехслойной структурой. Рентгеноструктурное изучение молибденита Трайлом (Traill, 1963) привело к установлению ромбоэдрической модификации, которая была названа им модификацией 3R. Примерно в это же время А.С.Фарамазян и Э.Х.Хуршудян (1963) при изучении изоморфизма между молибденитом и рением в молибденитах установили, что молибденит с содержанием 1,88% Re из Варденисского месторождения относится к ромбоэдрической модификации 3R. В дальнейшем наличие модификации 3R установлено в различных частях земного шара, но эти данные не устанавливают четко-го различия в генетических условиях формирования подобных поли-типов, возможно из-за отсутствия массовых определений. Позднее более детальные и массовые исследования по генезису политипов были проведены Ф.В.Чухровым и др. (1968), охватившими большое разнообразие месторождений. На основе изучения модификаций 380 образцов Ф.В.Чухров пришел к выводу о резком преобладании модификаций 2H и об отсутствии данных о приуроченности политипов 2H и 3R к месторождениям определенного типа. Более того, Ф.В.Чухров на основе изучения политипов молибденитов из Восточно-Коуирадского месторождения пришел к выводу, что главным фактором в образовании различных модификаций является скорость остывания рудных тел, поскольку им было установлено, что во вмещающих жилы грейзенах молибденит мелкочешуйчатый и в основном представлен модификацией 2H, в то время как в самой жиле молибденит, представленный крупными сферолитами размером до 20 см в поперечнике, проявлен в основном модификацией 3R. Примечательно, что самый поздний молибденит, секущий в виде тонких кварц-молибденитовых прожилков другие минеральные образования, также относится к гексагональной разновидности. Позже Э.Х.Хуршудян и др. (1969) было проведено весьма детальное и систематическое изучение политипов молибденита из различных месторождений Зангезурского и Айондзорского рудных районов Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоны. Э.Х.Хуршудян пришла к выводу, что оба политипа широко распространены на медно-молибденовых месторождениях. При этом политип 2H преимущественно получил распространение на месторождениях Зангезурского

рудного района, в то время как в Айондзорском рудном районе развит ромбоэдрический политип. Это обусловлено по мнению Э.Х.Хуршудян глубокой эрозией и сравнительно более высокими температурами образования месторождений Зангезурского рудного района. В пределах рудного района политип 3R распространен на месторождениях, сформированных при сравнительно низкотемпературных и близповерхностных условиях (Агарак, Дастакерт и др.). В самих месторождениях количество политипа 3R в рудах растет в основном от ранних к поздним или более приповерхностным частям месторождения.

Основным противоречием в гипотезе образования политипов молибденита в зависимости от температуры их образования является проявление политипов как 2H, так и 3R в одной и той же минеральной ассоциации, и даже более, в пределах одного и того же прожилка или минерального агрегата. Этому противоречат также конкретные измерения температуры формирования типоморфных минеральных ассоциаций, таких, как кварц-молибденитовая, которые показывают весьма близкие значения температур гомогенизации кварца для различных месторождений (К.А.Карамян и О.Г. Маданян, 1972).

Автор гипотезы образования политипов молибденита в связи с их температурными условиями кристаллизации Э.Х.Хуршудян объясняет такое разнообразие политипов в одном прожилке и агрегате изменениями каких-то неизвестных местных условий. Если это приемлемо для объяснения нахождения различных политипов в одном прожилке либо агрегате, то непонятно, почему нельзя этими же местными условиями объяснить разнообразие проявления политипов в целом для всех месторождений.

Пирит — FeS_2

Пирит является одним из основных рудных минералов медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений Зангезурского рудного района. Пирит распространен также в месторождениях и проявлениях различного генетического типа. Он установлен в кварц-полевошпатовых пегматитах Мегринского плутона и интрузивных массивах Баргушатского хребта. Пирит проявляется в скарнах Зангезурского рудного района, где он установлен почти на всех участках проявления окарнов (бассейн рр.Гехи и Шенатаг, юго-восточный контакт Мегринского плутона — Ньювади, юго-западный контакт Мегринского плутона — с.Килит). Небольшое количество обнаружено в грейзеноподобных образованиях сс.Аравус и Аткиз.

Он отмечается в пропилитизированных породах ряда рудных полей (Дастакерт, Джиндара и Айгедзор).

В пегматитах пирит тесно ассоциирует с остальными рудными минералами – магнетитом, халькопиритом, молибденитом и образует с ними сростания. В грейзеноподобных образованиях с.Аравус пирит также сростается с молибденитом и халькопиритом. В кварц–турмалиновых жилах пирит ассоциирует с магнетитом, молибденитом, халькопиритом и развивается по турмалину. В пропилитизированных породах медно–молибденовых месторождений пирит обычно образует отдельные гнездообразные выделения либо вкрапленность, которая развивается по эпидоту и хлориту.

В гидротермальных медно–молибденовых и золото–сульфидных месторождениях пирит является одним из минералов, который проявляется в ряде стадий минерализации.

В наиболее ранних стадиях гидротермального процесса, таких, как кварц–полевошпатовая и кварц–магнетитовая, пирит не проявляется. В ранней продуктивной – кварц–молибденитовой стадии Каджарана, Агарака и Джиндара пирит также не проявляется. Пирит начинает проявляться в кварц–молибденит–халькопиритовой стадии, где он образует отдельные небольшие выделения, тесно сростающиеся с халькопиритом и, как правило, приуроченные к средним частям прожилков и жил, в то время как молибденит образует розетки, чешуйки и пластинки в зальбандах этих же жил и прожилков. В таких кварц–молибденит–халькопиритовых прожилках пирит либо отторачивает призматические кристаллы кварца (Айгедзор, рис.29), либо представлен в виде раздробленных крис-

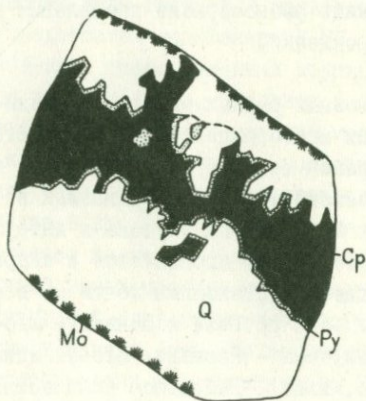


Рис.29.Зарисовка кварц–молибденит–пирит–халькопиритового прожилка.Соотношение между кварцем, молибденитом, пиритом и халькопиритом.Айгедзорское месторождение.Натуральная величина.

аллов, которые цементируются халькопиритом (месторождение Дастакерт, рис.30). Здесь пирит интенсивно разъедается халькопиритом и остатки от его замещения рассеяны в массе халькопирита. При этом здесь нередко отмечается замещение пирита халькопиритом с образованием псевдоморфоз, что в свое время было описано Г.О.Пиддяном (1950) и затем К.А.Карамяном (1962).

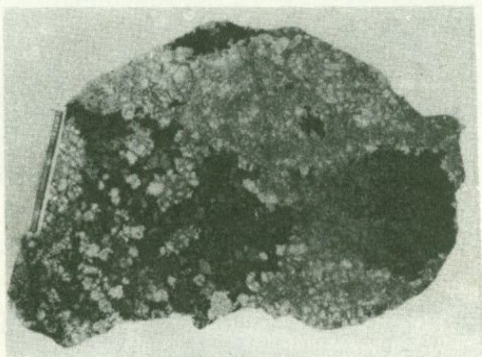


Рис.30. Раздробленные кристаллы пирита в массе халькопирита. Дастакертское месторождение. Натуральная величина.

В ряде случаев в этой ассоциации отмечается также проявление гипогейного борнита. При этом обычно пирит образует оферические стяжения в полях борнита (рис.31). На Тейском золото-сульфидном месторождении отмечаются такие же стяжения пирита в ассоциации с блеклой рудой (рис.32).

Образование пирит-борнитового парагенезиса связано с некоторым повышением концентрации серы в растворах, что приводит к связыванию серы железом с образованием пирита и маложелезистого сульфида меди борнита.

В кварц-халькопиритовых прожилках содержание пирита значительно больше, нежели в прожилках ранее отмеченной стадии. Здесь пирит либо образует оторочки вдоль халькопиритовых прожилков (Каджаран, рис.33), либо отдельные выделения в полях халькопирита (Агарак). Максимальные содержания пирита характерны для прожилков и жил кварц-пиритовой ассоциации, где помимо этого основного минерала отмечаются и небольшие выделения халькопирита, гематита, висмутина, молибденита, галенита и самородного золота. В этой ассоциации пирит является наибо-

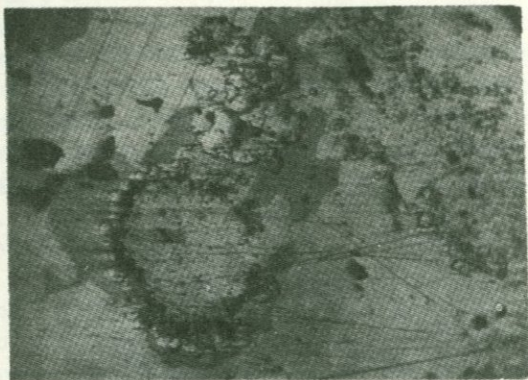


Рис.31.Сферические стяжения пирита в полях халькопирита в ассоциации с борнитом. Полированный шлиф.Дастакертское месторождение.Ув.90.

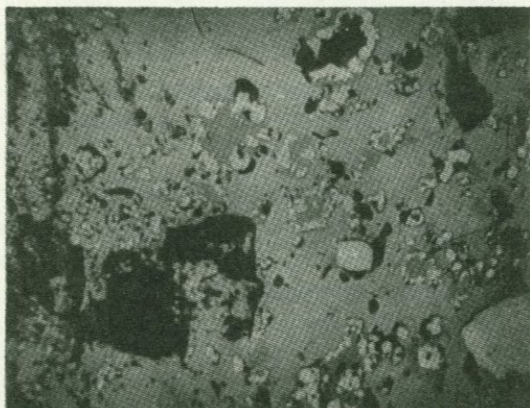


Рис.32.Сферические стяжения пирита в полях халькопирита, заполненные теннантитом. Тейское месторождение.Ув.90.

лее ранним минералом и он повсеместно разъедается вышеперечисленными минералами.

Широко развит пирит в кварц-сфалерит-галенитовых прожилках, где он обычно приурочен к периферии зальбандовых частей жил, образуя массивные агрегаты.



Рис.33.Оторочка пирита в зальбандах халькопиритового прожилка.Ув.2.

На ряде месторождений (Дастакерт, Тей) отмечается проявление двух генераций пирита в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации. Первая генерация пирита образует крупнокристаллические агрегаты, приуроченные к периферии прожилков и жил, а более поздняя генерация образует отдельные кристаллы, нарастающие на кристаллический агрегат сфалерита. На Дастакертском месторождении в алабандиновой стадии также отмечается проявление пирита в виде весьма небольших кубических кристаллов, либо колломорфных червеобразных выделений.

Пирит на медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождениях проявляется как в виде зернистых и кристаллических агрегатов, так и колломорфных и гелеобразных образований. На Агаракском месторождении отмечаются типичные колломорфные и гелеобразные структуры с концентрическими и радиальными трещинами усыхания (рис.34). Центральные части таких сферических гелеобразных образований заполнены сажистым пиритом — мельниковитом (рис.35).

Отмечается довольно значительное разнообразие кристаллографических форм пирита (рис.36). Для вкрапленного оруденения это в основном кубы, размер которых в поперечнике местами достигает 3–4 см. В жилах и прожилках отмечаются различные формы кристаллов. В основном это комбинации куба с октаэдром, комбинация куба с пентагональным додекаэдром, октаэдра с пентагональным додекаэдром (рис.37 и 38). На Дастакертском месторожде-

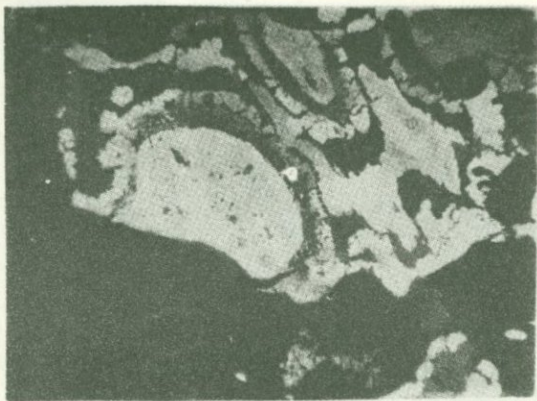


Рис.34. Колломорфные образования пирита. Агаракское месторождение. Кварц-пиритовая ассоциация. Полированный шлиф. Ув.90.



Рис.35. Гелевое строение пиритового агрегата. Внутренние части сложены мельниковит-пиритом. Периферия раскристаллизована. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув.90.

нии установлен лучистый пирит (рис.39). На ряде месторождений при травлении агрегатов пирита выявляется зональное строение отдельных индивидов (рис.40, 41).

На ряде медно-молибденовых месторождений (Каджаран, Дастакерт и др.) отмечаются уплощенные кристаллы пирита, которые преимущественно развиты в двух кристаллографических направле-

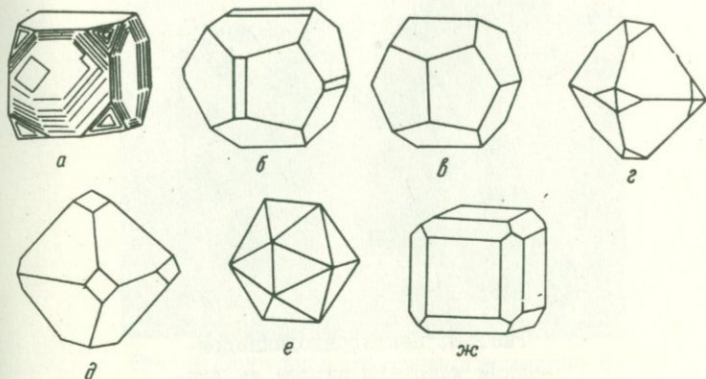


Рис.36.Формы кристаллов пирита из различных медно-молибденовых месторождений: а.Каджаран, б, в, г, д. Дастакерт, е. Джиндара, ж.Агарак.



Рис.37.Кристаллы пирита из Дастакертского месторождения.Комбинация октаэдра и пентагон-додекаэдра.Ув.4.

ниях. Такие кристаллы образуются в тектонических нарушениях и в зонах дробления в стесненных условиях роста. В некоторых случаях отмечаются кристаллы пирита, имеющие форму параллелепипеда.

Химические анализы пиритов из различных месторождений при-

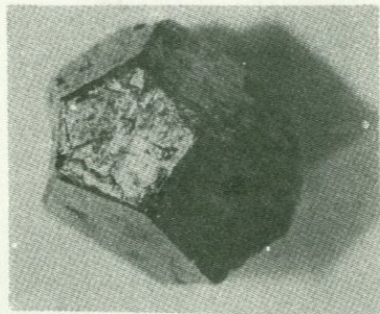


Рис.38. Пентагондодекаэдрический кристалл пирита из Агаракского месторождения.Ув.4.

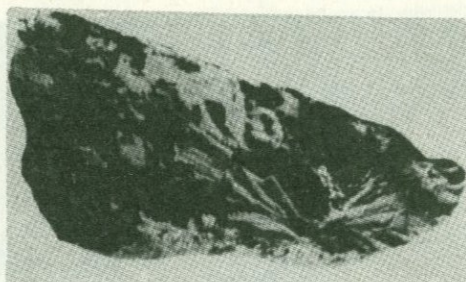


Рис.39. Радиально-лучистые агрегаты пирита из Дастакертского месторождения.Ув.10.

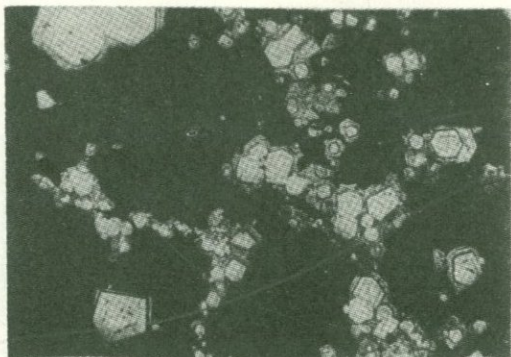


Рис.40. Зональное строение кристаллов пирита после травления. Аравусское месторождение. Ув.120. По Н.С.Хачатрян и Б.Д.Акопян.

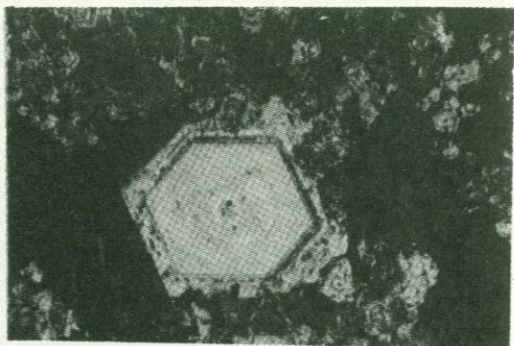


Рис.41. Зональное строение кристалла пирита после травления. Полированный шлиф. Ув.90. Аравусское месторождение. По Н.С.Хачатрян и Б.Д.Акопян.

ведены в табл.10.

Спектральными анализами в пиритах установлены следующие элементы-примеси: Ni - 0,001-0,003, Co - 0,003-0,1, V - 0,003-0,01, Mo - 0,01-0,001, Pb - 0,3-0,010, Sb - 0,01, Ag - 0,001-0,003, Bi - 0,001, As - 0,01, Zn - 0,03-0,1, Au - 0,01.

Пирит из гидротермальных месторождений постоянно содержит примеси редких и рассеянных элементов (Se, Te, Bi). Данные

Таблица IO

Компо- ненты	Fe	Cu	Co	Mg	S	Se	Te	Сумма
Каджаран	46,47	0,07	0,006	0,18	53,25	0,0074	0,0016	99,9850
Каджаран	45,57	0,28	0,012	0,23	52,97	0,0149	0,0027	99,5846
Дастакерт	46,5	0,80	0,005	0,11	52,45	0,0085	0,0024	99,8754
Агарак	46,35	0,21	0,003	0,12	52,62	0,0052	0,0018	99,3100
Аравус	45,73				54,20	0,002	0,0016	99,9336

по содержанию этих элементов приводятся в табл.76.

Пирит различных месторождений кварц-пиритовой ассоциации был проанализирован на содержание в нем Au и Ag (табл.II).

Таблица II

Содержание Au и Ag в пробах кварц-пиритовой ассоциации из различных месторождений

№ на кар.	№ пробы	Месторождение	Содержание в г/т	
			Au	Ag
I	I2м/75	Каджаран	Нет	2,4
2	I4м/75	Каджаран	0,8	3,2
3	Iм/75	Каджаран	1,0	1,6
4	4м/75	Каджаран	Нет	Нет
5	2Iм/75	Анкасар	3,4	8,2
6	27м/75	Анкасар	Нет	Нет
7	33м/75	Анкасар	Нет	Нет
8 ^x	4	Агарак	0,3	24,0
9 ^x	5	Агарак	0,6	25,0
IO	7Iм/75	Айгедзор	Нет	2,0
II	49м/75	Личквас	Нет	Нет
I2 ^{xx}		Тей	1,1	24,9
I3 ^{xxx}	п=32	Каджаран	0,72	19,3

^x Данные Г.О.Пиджяна и А.С.Фарамазяна.

^{xx} Данные Ш.О.Амиряна и Г.А.Туняна в целом для пиритовых руд Тей-Личквасского месторождения.

^{xxx} Данные А.Акопян.

Как видно из приведенной таблицы, в пиритах вышеотмеченных месторождений содержание золота и серебра довольно низкое, за

исключением одной пробы пирита из Анкасарского месторождения. По данным Ш.О.Амиряна и Г.А.Туняна, пирит полиметаллической золотоносной ассоциации Тейского месторождения содержит повышенные содержания золота и серебра. На основе 14 пробирных анализов в них установлены $\text{Au} - 60,9$ и $\text{Ag} - 170$ г/т. По данным Г.О.Лиджяна и А.С.Фарамазяна, пирит кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации Агаракского месторождения содержит $\text{Au} - 1,8$ г/т, $\text{Ag} - 170$ г/т.

Таким образом, очевидно, что содержание Au и Ag в пиритах возрастает для руд полиметаллической золотоносной ассоциации.

Мельниковит-гель - мельниковит-пирит - FeS_2

Впервые мельниковит-пирит в рудах медно-молибденовых месторождений установил автор (Карамян, 1957), первоначально на Дастакертском месторождении, а затем и на Агаракском (Карамян, 1972).

На Дастакертском месторождении мельниковит ассоциирует с алабандином, где он образует краевые каемки, развиваясь вдоль зерен алабандина (рис.42), и нередко проникает во внутрь алабандина в виде микроскопических прожилков. Обычно он образует колломорфные, либо червевидные образования (рис.43). В упомянутых образованиях отмечается различная степень раскристаллизации мельниковит пирита. Обычно центральная часть прожилка

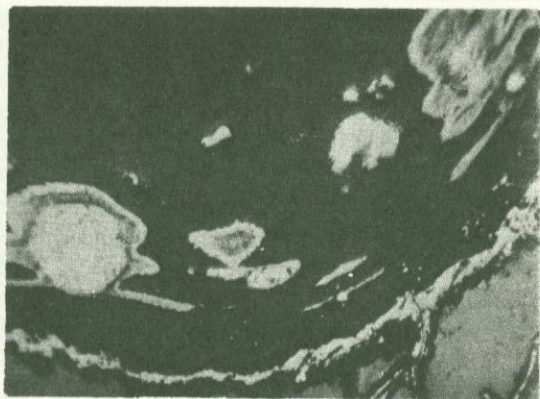


Рис.42. Колломорфные выделения мельниковит-пирита по краям зерен алабандина (серое). Дастакертское месторождение. Ув.90.

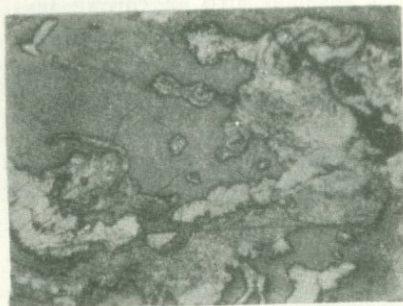


Рис.43.Почковидные выделения мельниковит-пирита в родохрозите.Дастакертское месторождение.Полированный шлиф.Ув.90.

более раскристаллизована по сравнению с краевой частью, что выражается в более высокой отражательной способности раскристаллизованных участков.

На Агаракском месторождении мельниковит-пирит имеет более широкое распространение и нередко образует большие скопления. Он обычно представлен в виде черных землистых, порошковатых масс, в которых отмечаются отдельные раскристаллизованные образования пирита. Химический состав мельниковита из Агарака приводится в табл.12.

Таблица 12

Компоненты	Fe	Cu	S	Se	Te	Ni	Co	Сумма
Содержание	47,39	1,60	51,4	0,006	Не обн.	0,0224	0,0025	100,42

Марказит - FeS_2

Марказит в рудах медно-молибденовых месторождений встречается довольно редко. Он установлен только в больших количествах в рудах Агаракского месторождения, где тесно ассоциируется с мельниковит-пиритом, образуя с ним тесные срастания. Обычно марказит обрамляет выделения мельниковит-пирита и характеризуется четкой анизотропностью. По данным М.П.Исаенко (С.А.Мовсисян, М.П.Исаенко, 1974), марказит отмечается в пиритовой ассоциации ряда месторождений (Каджаран, Дастакерт, Агарак).

Пирротин - FeS

Пирротин является редким минералом для руд медно-молибденовых месторождений. Впервые он описан в рудах Каджаранского месторождения М.П.Исаенко, где ассоциирует с пиритом, образуя

небольшие выделения в его полях.

Пиджян (1975) описывает выделения пирротина на Агаракомском месторождении в халькопиритовых прожилках, где он также образует небольшие выделения. В рудах Айгедзорского месторождения установлен Г.И. Гольденбергом. На Тей-Личкваском месторождении установлен Ш.О.Амиряном и Г.А.Туняном в пирит-халькопиритовых рудах, где он образует тесные сростания с халькопиритом. Пирротин отмечается также указанными авторами и во вмещающих гидротермально измененных породах вдоль жил в сростаниях с магнетитом и гематитом.

Линнеит-зигенит - $\text{Co}_3\text{S}_4 - (\text{CoNi})_3\text{S}_4$

Наличие линнеита и зигенита в рудах медно-молибденовых месторождений впервые отметил Карамян в 1954 году. Эти минералы были установлены им на Дастакертском месторождении в рудах кварц-пиритовой ассоциации. В дальнейшем эти минералы были установлены Б.А.Акопян (1960) и М.П.Исаенко для Каджаранского месторождения. Указанные минералы образуют тесные сростания с пиритом в рудах кварц-пиритовой и, очевидно, образовались после пирита, поскольку отмечаются случаи разъедания пирита с линнеитом.

Станнин - CuFeSnS_4

О наличии в рудах Каджаранского месторождения упоминает М.П.Исаенко (С.А.Мовсисян, М.П.Исаенко, 1974). По ее данным станнин образует эмульсионные выделения в полях халькопирита.

Офалерит - ZnS

Офалерит является распространенным минералом руд медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. Из месторождений других генетических типов офалерит отмечается в скарновых медно-молибденовых месторождениях (Кейфашен), где он проявляется совместно с другими сульфидами, молибденитом, пиритом, халькопиритом и галенитом. В указанных месторождениях офалерит в основном ассоциирует с галенитом. В скарнах Кейфашена И.Г.Магакяном описаны звездчатые выделения офалерита в полях халькопирита. В медно-молибденовых месторождениях офалерит проявляется в ряде последовательных стадий минерализации. В рудах ранних стадий минерализации офалерит не установлен. Он отмечается в рудах кварц-халькопиритовой, кварц-пиритовой ассоциаций, где присутствует в весьма небольших количествах.

Наибольшее количество офалерита отмечается в рудах кварц-офалерит-галенитовой ассоциации, где он имеет широкое развитие

и образует нередко мономинеральные скопления. В кварц-сфалерит-галенитовых прожилках сфалерит тесно ассоциирует с пиритом, халькопиритом, галенитом, тетраэдритом и самородным золотом, самородным теллуридом и теллуридами (гесситом, петцитом, теллуридовисмутитом, тетрадимитом и др.). В прожилках и жилах сфалерит образует относительно крупные выделения. В последовательности выделения минералов в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации сфалерит является одним из ранних минералов. Он обычно выделяется после пирита, который большей частью приурочен к зальбандовым частям жил и прожилков. Отмечаются случаи, когда сфалерит выделяется и после халькопирита. В этом случае халькопирит обычно превагирует и образует скопления вдоль зальбандов. Обычно сфалерит выделяется до халькопирита. В этом случае халькопиритовые прожилочки рассекают поля сфалерита (рис.44) и выделения халькопирита отторгивают скопления сфалерита. По отношению ко всем остальным минералам

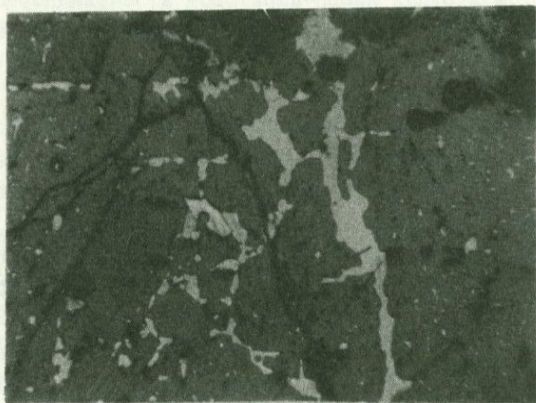


Рис.44. Прожилки халькопирита пересекают поля сфалерита. Месторождение Тей. Полированный шлиф. Ув.120.

(галенит, тетраэдрит, теллуриды, самородные элементы) сфалерит всегда является более ранним. Все эти минералы замещают сфалерит и развиваются по нему. В ранних минеральных ассоциациях сфалерит по отношению к молибдениту, пириту и халькопириту всегда поздний. Он образует звездчатые выделения в полях халькопирита.

В литературе имеется неверное представление о тесной ассо-

циации и одновременном образовании полиметаллических руд (пирит-сфалерит, халькопирит, галенит, тетраэдрит и др.) с карбонатами. Повсеместно на всех исследованных месторождениях карбонат, как правило, наложен и интенсивно развивается по этим минералам (рис.45). Отмечается несколько цветовых разновидностей сфалерита. Это в основном черный, темно-бурый, темно-коричневый, темно-медовый, светло-медовый. В основном на

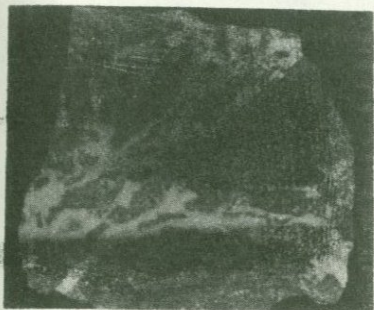


Рис.45.Брекчирование и цементация сфалерит-галени-
товой руды карбонатом (бе-
лое).Каджаранское месторож-
дение.1/2 нейтральной вели-
чины.

медно-молибденовых месторождениях развиты темные сфалериты. На Личкваском участке Айгедзорского рудного поля отмечаются светлые сфалериты. На Каджаранском месторождении отмечаются случаи постепенного осветления цвета сфалерита от периферии прожилка к средней его части. Для сфалеритов характерны все-возможные структуры распада твердого раствора - сфалерит-халькопирит-эмульсионная, эмульсионно-ориентированная (рис.46), петельчатая. Хорошо образованные кристаллы сфалерита на медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождениях встречаются весьма редко. На Дастакертском месторождении установлены тетраэдрические кристаллы сфалерита (рис.47).

Химический состав сфалеритов охарактеризован несколькими анализами, представляющими сфалериты различных месторождений. Химические анализы этих сфалеритов в табл.13.

Как видно из химических анализов, темные разновидности сфалеритов содержат в значительном количестве примеси Cu, Pb, Fe. Светлые разновидности содержат эти элементы в весьма небольшом количестве.

Сфалериты различных месторождений содержат примеси Se, Te, Bi.

Содержание этих элементов в сфалеритах различных месторождений приведено в табл.77.

Помимо вышеотмеченных редких и рассеянных элементов сфале-



Рис. 46. Эмульсионно-ориентированная структура распада сфалерит-халькопирит. Тейское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

рит медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений содержит Au и Ag. Данные о содержании Au и Ag в сфалерите этих месторождений приводится в табл. I4.

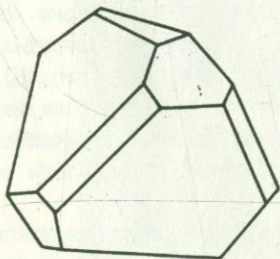


Рис. 47. Тетраэдрический кристалл сфалерита из Дастакертского месторождения. Ув. 10.

Золото в сфалерите на этих месторождениях присутствует в виде самостоятельных минералов Au сам. и теллуридов. Часть серебра также представлена в виде самостоятельных минералов Ag сам. и теллуридов, другая же часть серебра, очевидно, присутствует в виде изоморфной примеси.

Спектральным анализом в сфалерите установлена большая гамма элементов-примесей. Часть этих элементов (Cu, Pb, Fe, Sb, Ag), очевидно присутствует в виде механической примеси субмикроскопических выделений пирита, халькопирита, блеклой руды, га-

Содержание Au и Ag в сфалеритах медно-молибденовых и
золото-сульфидных месторождениях

Таблица I4

№ п.п.	№ пробы	Месторождение	Содержание в г/т		Автор
			Au	Ag	
1	I5м/75	Каджаранское м-ние	I,6	I32,0	Карамян
2	64м/75	Каракаидзорское	Нет	93,0	Карамян
3	8	Агарацкое	Нет	240,0	Пиджян Фарамазян
4	9	Агарацкое	Нет	290,0	Пиджян Фарамазян
5	78ам/75	Личквасское	6,0	63,0	Карамян
6	76м/75	Тейское	2,0	5,0	Карамян
7	63м/75	Тейское	I2,0	75,0	Карамян
8		Тейское	<u>39,6</u>	<u>240,0</u>	Амирян
9			8	8	Тунян

Среднее содержание Au и Ag по Тейскому месторождению по
данным 8 анализов.

ленита, а другая часть (Co, Ni, Cu) присутствует в виде изо-
морфной примеси и входит в решетку минерала.

Галенит — PbS

Помимо медно-молибденовых и золото-сульфидных месторожде-
ний, где он является характерным минералом, проявляется и в
скарновых месторождениях Зангезура и представлен в виде не-
больших выделений, сростаясь с остальными сульфидами (пирит,
халькопирит, сфалерит).

На медно-молибденовых месторождениях галенит является вто-
ростепенным минералом и одним из основных минералов золото-
сульфидных месторождений. Галенит на медно-молибденовых место-
рождениях отмечается довольно часто, проявляясь в рудах ряда
минеральных ассоциаций.

На Каджаранском месторождении галенит отмечается в рудах
кварц-халькопиритовой ассоциации, где образует небольшие выде-
ления размером 0,1-0,01 мм в полях халькопирита. В рудах кварц-
пиритовой ассоциации количество галенита увеличивается и он асо-
циирует с халькопиритом и сфалеритом.

На Дастакертском месторождении небольшие выделения (0,001-
0,01 мм) галенита отмечаются в рудах кварц-молибденит-халько-
пиритовой ассоциации.

Наибольшее количество галенита отмечается в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации, где галенит нередко образует относительно крупные выделения и скопления. Местами в рудных телах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации отмечаются участки, обогащенные галенитом, теллуридами (гесситом, петцитом, алтаитом, креннеритом, теллуровисмутитом, тетрадимитом), самородным золотом, самородным теллуrom и самородным висмутом.

На Дастакертском месторождении галенит отмечается также в алабандиновых прожилках. Наибольшее развитие галенита отмечается на Тейском участке Айгедзорского поля, где он срastается с халькопиритом, сфалеритом, тетраэдритом и самородным золотом. На Агаракском и Джиндарском месторождениях галенит распространен весьма слабо и образует небольшие выделения в маломощных кварц-сфалерит-галенитовых прожилках. Обычно галенит в кварц-сфалерит-галенитовых жилах и прожилках развивается в средних его частях, срastаясь со сфалеритом, халькопиритом и блеклой рудой. По времени выделения галенит является одним из поздних минералов. Он образовался после пирита, сфалерита, халькопирита. Возрастные взаимоотношения галенита с блеклой рудой нередко противоречивы. На Каджаранском месторождении установлено отчетливое взаимоотношение галенита с блеклой рудой. Здесь блеклая руда повсеместно образовалась после галенита. Однако на Тейском золото-сульфидном месторождении Ш.О.Амирян и Г.О.Тунян (1971) описывают более раннее образование блеклой руды по отношению к галениту.

Такие же противоречия в возрастных взаимоотношениях описываются между энаргитом и галенитом для Каджаранского месторождения. По данным А.С.Фарамазяна (1975), здесь отмечаются как случаи разедания галенита энаргитом, так и случаи обрastания энаргита галенитом.

Представляет значительный теоретический интерес выяснение возрастных взаимоотношений галенита с группой теллуридов (алтаит, гессит, петцит, теллуровисмутит, тетрадимит и др.). Изучение показало, что эти минералы по времени выделения являются наиболее поздними и составляют самостоятельную парагенетическую ассоциацию в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации. Данные автора согласуются с данными других исследователей (А.С.Фарамазян, 1975; Г.О.Пиджян, 1974; Ш.О.Амирян, Г.А.Тунян, 1971 и др.).

Химический состав галенитов из месторождений Зангезурского рудного района представлен в табл.15. Галениты месторождений

Химические анализы галенитов месторождений Зангезурского
рудного района

Таблица 15

№ проб	Cu	Pb	Zn	Bi	Fe	S	Se	Te	Сумма	Месторож- дение	Автор
72/38-57	0,85	85,25	0,25	0,20	-	13,40	0,0048	0,0046	100,36	Каджаран	Карамян
8/A-58	0,10	85,85	-	0,08		13,70	0,0030	0,0014	97,7841	Каджаран уч.Аткиз	Фарамазян
27/1/59	0,26	86,10	-	0,54		13,42	0,055	0,18	101,676	Каджаран	Фарамазян
55/38/57	0,54	85,13	-	0,18		13,06	0,030	0,014	101,98	Каджаран	Фарамазян
32/70	0,02	34,00	1,0	0,011	0,32	13,66	0,0050	0,0175	99,63	Дастакерт	Карамян
T-15/2/67	0,41	86,20	1,15	0,0032	0,10	13,50	0,003	0,0024	99,81	Тей	Карамян
277	0,85	82,24	1,62		0,68	15,00	0,0004	0,0002	99,4046	Марджан	Кукулян

В пробе 27/1/59 содержится 1,12% нерастворимого остатка.

В пробе 55/38/57 содержится 1,44% нерастворимого остатка.

В пробе 277 содержится 0,014 .

Зангезура постоянно содержат Se, Te, Bi. Содержания этих элементов приведены в табл.76.

Пробирным анализом в галенитах медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений установлены содержания Au и Ag. Данные о содержании Au и Ag в галенитах этих месторождений приведены в табл.16.

Таблица 16

№ п.п.	№ пробы	Месторождение	Содержание в г/т		Автор
			Au	Ag	
1	70м/75	Тейское	Нет	1102,8	Карамян
2	63м/75	Тейское	8,4	1149,0	Карамян
3	47м/75	Дастакертское	5,1	369,0	Карамян
4	27/1/59	Каджаранское	41,73	154,6	Фарамазян
5		Тейское	<u>62,0</u>	<u>589,9</u>	Амирян
			8	8	Тунян

Золото в галенитах присутствует в виде механической примеси самостоятельных минералов (самородного золота и теллуридов).

Серебро в галенитах присутствует, очевидно, как в виде механической примеси самостоятельных минералов (самородное серебро и теллуриды), так и в виде изоморфной примеси.

Спектральными анализами в галенитах установлена большая гамма элементов: Fe, Mn, Cu, Mo, Sb, Bi, As, Zn, Cd

Борнит - (Cu_5FeS_4)

Борнит является характерным минералом медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. Он присутствует в рудах почти всех главных месторождений, но широко развит только на Дастакертском, Джиндаринском и Агараком месторождениях. На Каджаранском месторождении борнит проявлен слабо.

Впервые на гипогенное происхождение борнита в рудах медно-молибденовых месторождений указал И.Г.Магакян (1959), изучивший руды Дастакертского, Каджаранского, Агаракомского и Джиндаринского месторождений. На Дастакертском месторождении борнит проявляется в рудах ряда стадий минерализации. Наибольшее количество борнита на Дастакертском месторождении установлено в рудах полевошпат-кварц-халькопиритовой ассоциации, где он совместно с пиритом и халькопиритом образует массивные руды пирит-борнит-халькопиритового парагенезиса. Здесь обычно скопления

пирита сконцентрированы в массе борнита, а более поздний халькопирит интенсивно разъедает борнит, либо образует каемки вдоль зерен борнита (рис.48, 49).

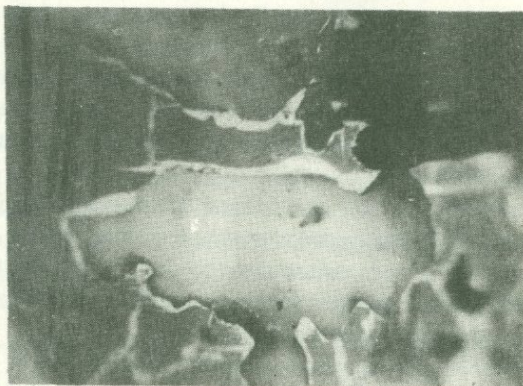


Рис.48.Каемки халькопирита вдоль зерен борнита.Дастакертское месторождение.Полированный шлиф.Ув.120.

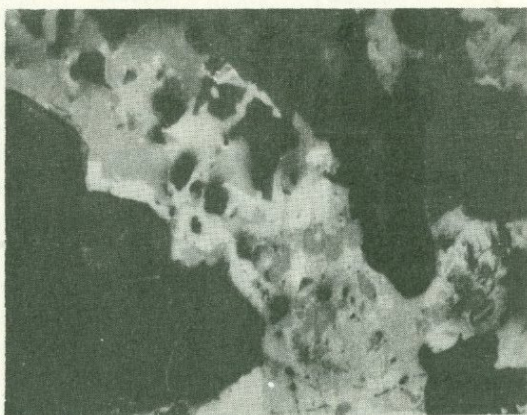


Рис.49.Разъедание борнита халькопиритом. Дастакертское месторождение.Полевовшпат-кварц-халькопиритовая ассоциация.Полированный шлиф.Ув.90.

Обычно на борнит этой ассоциации наложена теннантит-энаргитовая парагенетическая ассоциация, при этом как теннантит, так и энаргит интенсивно разъедают борнит. В полях борнита от-

мечаются выделения золота и висмутина. Борнит на Дастакертском месторождении отмечается в I и II кварц-молибденит-халькопиритовых стадиях, где он образуется в аналогичных ассоциациях совместно с пиритом и халькопиритом. Здесь также халькопирит интенсивно разъедает борнит. На Агаракском месторождении небольшое количество борнита отмечается в кварц-магнетитовой ассоциации, где он обычно совместно с халькопиритом заполняет промежутки зерен магнетита. Здесь борнит с халькопиритом образует ровные границы, свидетельствующие почти об одновременном их образовании.

В кварц-халькопиритовой ассоциации Агаракского месторождения отмечается наибольшее количество борнита, но он количественно все же уступает халькопириту. Здесь, очевидно, борнит образовался раньше халькопирита, поскольку халькопиритовые прожилки пересекают поля борнита.

На Каджаранском месторождении борнит отмечается в кварц-магнетитовой ассоциации, где образует решетчатые структуры распада борнит-халькопирит (рис.18). Указанные образования обычно приурочены к промежуткам зерен магнетита. Более широкое развитие борнита отмечается на Джиндаринском месторождении, где он проявляется в кварц-борнит-халькопиритовой ассоциации. Здесь борнит обычно образует совместные срастания с халькопиритом с ровными, нередко прямолинейными границами, либо образует решетчатые структуры распада (рис.50). Борнит от-

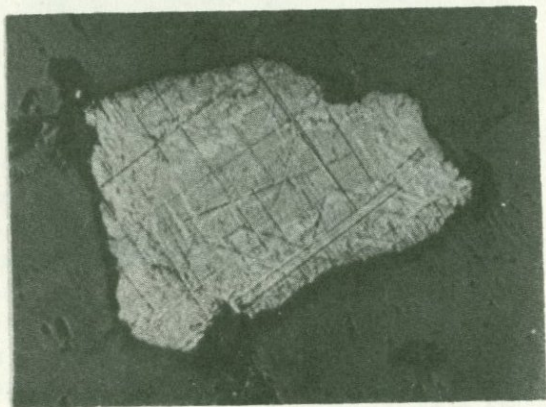


Рис.50. Структура распада борнит-халькопирит. Джиндаринское месторождение. Полированный шлиф. Ув.90.

мечается на Мазмазакском месторождении, где он тесно ассоциирует с халькопиритом и является продуктом ранней кварц-пирит-борнит-халькопиритовой ассоциации. На Тей-Личкваском золото-сульфидном месторождении борнит описан Ш.О.Амиряном и Г.А.Туняном (1971) в рудах кварц-пирит-халькопиритовой ассоциации, где он представлен спорадически.

Мономинеральные кварц-борнитовые жилы отмечаются в верховьях р.Бугакар, где борнит в виде гнездообразных выделений заполняет промежутки между кристаллами кварца. При этом отмечается решетчатая структура распада борнит-халькопирита при резком преобладании борнита.

Химические анализы борнитов из различных месторождений приведены в табл.17.

Таблица 17

№ п.п.	Cu	Fe	Pb	S	Bi	Se
1	61,5	13,62	0,10	25,28	0,376	0,011
2	62,0	12,50	0,10	25,50	0,136	0,018
3.	63,0	11,90	-	25,10	-	0,024
4	61,0	14,40	-	26,00	0,010	-

№ п.п.	Te	Ge	Сумма	Месторождение	Автор
1	0,011	0,00012	100,98	Дастакерт	К.А.Карамян
2	0,310	0,00011	100,18	Дастакерт	К.А.Карамян
3	0,0014	-	100,0254	Джиндара	К.А.Карамян
4	-	-	101,41	Каджаран	К.А.Карамян

Пробирным анализом в борните Дастакертского месторождения установлено: Au - 45,9 г/т, Ag - 409,1 г/т, Каджаранского месторождения: Au - 13,0 г/т, Ag - 8,4 г/т. Спектральным анализом в борните установлены следующие элементы-примеси: Ni, Co, Ti, V, Cr, Mo, W, Zr, Pb, Ag, Sb, Bi, Sn, Ge, Ba, Zn, Hg

Идаит - $CuFeS_6$

Идаит впервые описан Н.С.Хачатряном и Б.Д.Акопян для руд Аравусского медно-мышьякового месторождения. Он установлен в медных рудах и находится в тесном сростании с борнитом. Образует зернистые кристаллы двойникового строения (рис. 51). Размер вы-

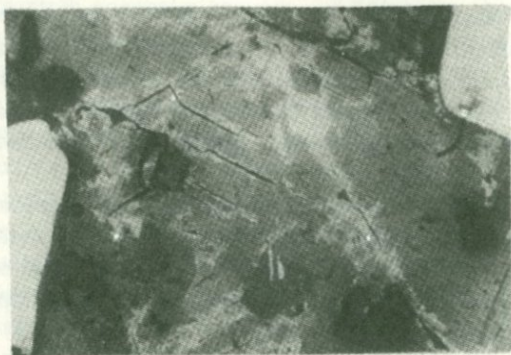


Рис.51.Выделение идаита (светлое) в полях борнита (темно-сером).Аравусское медно-мышьяковое месторождение.Полированный шлиф.Ув.120.По Н.С.Хачатряну и Б.Д.Акопян.

делений идаита в борните доходит до 0,3 мм. Цвет минерала светло-розовый с оранжево-желтым оттенком. Минерал анизотропен. Двухотражение сильное, эффект анизотропии светло-зеленый, зеленый, синий, красный, желтоватый.

Халькозин — Cu_2S

Гипогенный халькозин мало распространен в рудах медно-молибденовых месторождений. Он установлен только в рудах Дастакертского (Карамян, 1962) и Джиндаринского (Пиджян, 1960) месторождений. На Дастакертском месторождении халькозин проявлен в полевошпат-кварц-халькопиритовой ассоциации и в теннантит-энаргитовой ассоциации, образуя тесные сростания с вышеотмеченными минералами. Халькозин отмечается и в пирит-борнитовой парагенетической ассоциации, где образует пламенивидную структуру распада в борните (рис.52). В рудах Джиндаринского месторождения халькозин образует тесные сростания в рудах кварц-борнит-халькопиритовой ассоциации совместно с борнитом, халькопиритом и гипогенным ковеллином. Совместно с ковеллином образует структуры распада твердого раствора ковеллин-халькозин.

Халькозин описан Н.С.Хачатряном и Б.Д.Акопян для руд пирит-борнитовой ассоциации Мазмазакского участка Аравусского месторождения. Здесь халькозин образует сростания с борнитом, при этом борнит образовался, очевидно, после халькозина и резко преобладает над халькозином в количественном отношении.



Рис.52. Структура распада борнит-халькозин. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 120.

Ковеллин — CuS

Типогенный ковеллин установлен в весьма ограниченном количестве на Джиндаринском месторождении Г.О.Пиджяном (1975) в ассоциации с борнитом, халькозином и халькопиритом. Ковеллин с халькозином образует также и структуры распада. На других месторождениях первичный ковеллин не установлен.

Арсенопирит — FeAsS

Арсенопирит является редким минералом в рудах медно-молибденовых месторождений. Магакян И.Г. (1954) отмечает наличие арсенопирита в рудах Агарацкого месторождения в кварц-халькопиритовых прожилках. Арсенопирит здесь образует небольшие ромбовидные кристаллы в полях халькопирита. Небольшие выделения арсенопирита отмечаются и в рудах Дастакертского месторождения (Пиджян, 1955) в полях халькопирита и борнита в виде весьма мелких кристалликов.

Арсенопирит широко развит на Тейском участке Айгедзорского рудного поля. Здесь отмечается частое проявление кварц-арсенопиритовых прожилков и жил (рис.53), а также участки интенсивного вкрапленного арсенопиритового оруденения, где арсенопирит образует метакристаллы во вмещающих породах (рис. 54). В кварц-арсенопиритовых прожилках этот минерал обычно образует игольчатые и шестоватые кристаллы, которые растут перпендику-



Рис.53.Кварц-арсено-
пиритовый прожилок из
Тейского месторождения
(натуральная величина).

лярно к стенкам трещин. Размер кристаллов арсенопирита варьирует в значительных пределах от 0,1 мм до 1,0 – 1,5 см. В прожилках и жилах арсенопирит образует тесные сростания со сфалеритом, галенитом и самородным золотом. Сфалерит и галенит являются здесь более ранними минералами. Арсенопирит развивается по этим минералам, либо в виде тончайших прожилков проникает в поля сфалерита. Самородное золото, ассоциирующее с арсенопиритом, образовано после арсенопирита и заполняет промежутки между его идиоморфными кристаллами. Форма кристалла арсенопирита приведена на рис.55.

Химический анализ арсенопирита из Тейского месторождения приведен в табл.18.

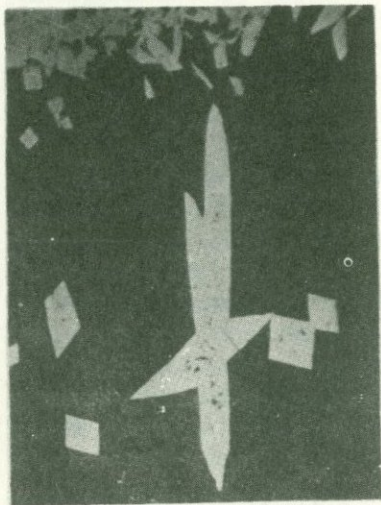


Рис.54.Метакристаллы арсено-
пирита во вмещающих породах.
Тейское месторождение. Полиро-
ванный шлиф.Ув.100.

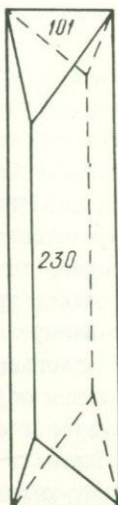


Рис.55.Призматический кристалл арсенопирита из Тейского месторождения.

Таблица 18

№ проб	Fe	As	S	Сумма	Месторождение	Автор
T-13/2I/64	34,0	46,25	19,5	99,75	Тей-Личквас	Карамян А.К.

Спектральные анализы в арсенопирите установили следующие элементы-примеси: Mn - 0,027; Co - 0,0016; Ti - 0,4; V - 0,0018; Cr - 0,009; Cu - 0,08; Pb - 0,55; Ag - 0,008; Sb - 0,023; Bi - 0,0022; Cd - 0,013; Ge - 0,0009; Ga - 0,0008; Au - 0,075.

Кубанит - CuFe_2S_3

Кубанит является довольно редким минералом в рудах медно-молибденовых месторождений. Он установлен в кварц-халькопиритовых прожилках Айгедзорского месторождения Г.И.Гольденбергом и в кварц-халькопиритовых прожилках Агаракского месторождения Г.О. Пиджяном (1975). Кубанит описывается М.П.Исаенко (1974) в рудах пиритовой и кварц-халькопиритовой ассоциации. Образует тесные сростания с пирротинном. По мнению М.П.Исаенко кубанит образуется вследствие распада халькопирротина.

Аргентит и штернбергит - Ag_2S $\text{Ag}(\text{FeS}_3)$

Аргентит и штернбергит впервые в рудах Каджаранского месторождения были установлены З.В.Рупасовой. Образуют небольшие выделения в полях галенита. По данным Р.Н.Зарьяна, указанные

минералы кристаллизуются совместно, образуя тесные сростания.

Висмутин - Bi_2S_3

Висмутин является характерным минералом медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. Висмутин установлен на Каджаранском месторождении З.В.Рупасовой, на Дастакертском - И.Г.Магакяном, в Агараке, Джиндаре и Айгедзоре - Г.О.Лиджяном (1975). Висмутин проявляется в ряде минеральных ассоциаций. На Каджаранском месторождении максимальное проявление висмута отмечается для руд кварц-халькопиритовой стадии, хотя редкие проявления висмута отмечаются и в кварц-молибденит-халькопиритовых рудах. На Агаракском месторождении висмутин также в основном проявляется в кварц-халькопиритовой ассоциации.

На Дастакертском месторождении висмутин главным образом проявляется в ранней полевошпат-кварц-халькопиритовой ассоциации, где образует идиоморфные призматические кристаллы (рис. 56). Он отмечается также в I и II кварц-молибденит-халькопиритовых стадиях. По данным Ш.О.Амиряна и Г.А.Туняна (1971), на Тейском месторождении висмутин проявляется главным образом в кварц-

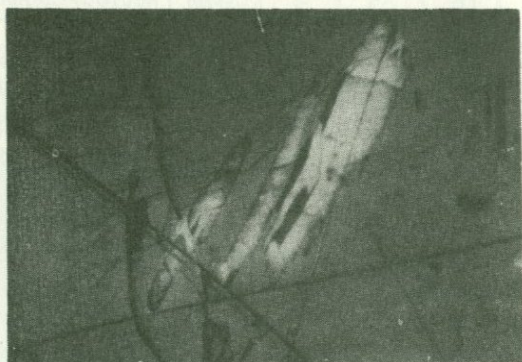


Рис.56. Призматические кристаллы висмута в поле халькопирита. Дастакертское месторождение. Полевошпат-кварц-халькопиритовая ассоциация. Полированный шлиф. Ув. 100.

пирит-халькопиритовой ассоциации, где он сростается с козали- том и теллуrowисмутитом. Висмутин обычно образует вытянутые призматические кристаллы, местами достигающие размера 0,5 мм. В ряде случаев отмечается рассеянная вкрапленность висмута в полях халькопирита. Висмутин образует тесные сростания с медно-висмутовыми минералами - эмплектитом и виттихенитом. Пос-

ледние нередко образуют реакционные каемки вдоль границ в висмутинном.

По времени выделения висмутин является одним из ранних минералов. В кварц-халькопиритовой ассоциации, в которой более всего развит висмутин, он обычно образуется совместно с халькопиритом, но всегда до медно-висмутовых минералов (эмплектита, виттихенита), а также козалита, теллуrowисмутита, тетрадимита. Вышеперечисленные минералы обычно разъедают и замешают висмутин.

Алабандин — MnS

Алабандин является редким минералом медно-молибденовых руд Зангезурского рудного района. Он впервые установлен на Дастакертском месторождении автором (К.А.Карамян, 1957). Помимо Дастакертского на других месторождениях он неизвестен. Встречается в виде самостоятельных прожилков и небольших жил в тесной ассоциации с родохрозитом и гидрокарбонатом марганца, образуя сложные алабандин-родохрозитовые колломорфные почки (рис.57а, б). Алабандиновые прожилки пересекаются более поздними прожилка-

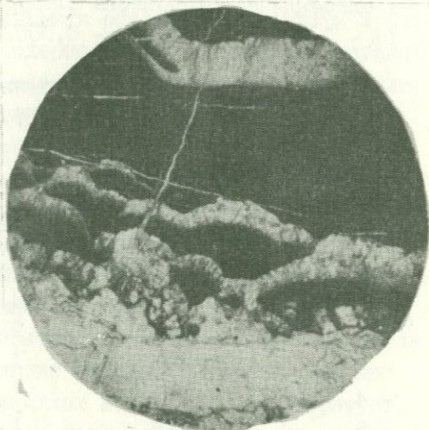


Рис.57а,б. Сложная алабандин-родохрозитовая почка. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув.60.

ми кальцита. Вдоль кальцитовых прожилков с алабандином отмечаются образования мельниковит-пирита в виде каемок. Совместно с алабандином отмечаются выделения пирита, мельниковит-пирита, халькопирита, энаргита, галенита. Алабандин имеет черный цвет. В крупных выделениях строение идиоморфнозернистое. Размер кристаллов достигает 1,0 см в поперечнике. В полированных шлифах

нередко наблюдаются хорошо выдержанные трещины спайности, обычные треугольники выкрашивания. На дневной поверхности алабандин тускнеет и покрывается землистым налетом. При воздействии соляной кислоты бурно вскипает с интенсивным выделением сероводорода. В отраженном свете алабандин серый, значительно светлее сфалерита. Отражательная способность невысокая ($R\ 25\%$), обладает характерным густо-зеленым внутренним рефлексом. Химический состав алабандина на Дастакертском месторождении представлен в табл. 19.

Таблица 19

Компоненты	Mn	S	Сумма	Месторождение	Аналитик	Автор
Содержание	63,0	37,27	100,27	Дастакерт	С.Дехтрикян	К.А.Карамян

Как видно из таблицы, химический состав Дастакертского алабандина весьма близок к теоретическому. Спектральным анализом в алабандине установлены следующие элементы-примеси: $Ti - 0,001\%$; $Cu - 0,1\%$; $Pb - 0,1\%$; $Ag - 0,0003\%$; $Bi - 0,01-0,03\%$.

Межплоскостное расстояние алабандина из Дастакертского месторождения

Таблица 20

№ п.п.	J	$\frac{da}{n}$	
1	10	2,59	Аналитик
2	9	1,863	Э.Х.Хуршудян
3	4-5	1,500	
4	4-3	1,300	
5	3-6	1,165	
6	6-5	1,064	
7	4	0,894	
8	1-3	0,845	

Условия съемки Cu-Ni Экспозиция 6,5 ч
D - 57,3 d - 0,5

Киноварь - HgS

Киноварь является малораспространенным минералом руд гидротермальных месторождений Загезурского рудного района. Более

всего киноварь отмечается на Вартанском ртутном месторождении, образованном в связи с экстррузивным комплексом липарито-дацитовой формации средне-верхнеплиоценового возраста.

Еще в 1945 году, во время проведения металлогенических исследований в Сисианском районе Армянской ССР, по р.Арыгли и др. в шлихах И.Г.Магакян установил киноварь в зернах размером до 1 мм в количестве десятков знаков на шлих.

Коренные выходы киноварь-метациннабаритовых руд были обнаружены А.Г.Мидяном в 1967 г. в процессе проведения шлиховой съемки в районе Биченагского перевала (Сисианский район Армянской ССР). Здесь киноварь тесно ассоциирует с метациннабаритом и обычно обрастает кристаллы метациннабарита.

Помимо этого, киноварь установлена Ш.О.Амиряном и Г.А.Туняном на Тейском золото-сульфидном месторождении для руд кварц-сфалеритовой стадии минерализации. Здесь киноварь образует небольшие выделения размером 0,001-0,01 мм в промежутках зерен сфалерита, галенита и блеклых руд и местами весьма тонкими волосяными прожилками проникает в указанные минералы. Необходимо отметить, что спектральные анализы сфалерита, галенита и блеклых руд показывают повышенные содержания ртути, которые доходят до 0,01%. Возможно, указанные минералы содержат некоторое количество ртути в виде изоморфной примеси.

Метациннабарит-онофрит - HgS

Метациннабарит впервые установлен на Вартанском ртутном проявлении А.Г.Мидяном. Детально описан И.Г.Магакяном, К.А.Карамяном, М.Я.Мартиросяном, Э.Х.Хуршудян (1978). Вартанское проявление генетически связано с ниже-среднеплиоценовым липарито-дацитовым вулканизмом. Метациннабарит образует небольшие и самостоятельные кварц-метациннабаритовые прожилки, где отмечается в небольшом количестве, и выделения киновари, которое обычно обрастает метациннабарит. В прожилках метациннабарит образует скопления мелкокристаллических агрегатов. Нередко в прожилках и гнездообразных скоплениях отмечаются друзы кристаллов этого минерала. Однако кристаллических форм установить не удастся. Метациннабарит характеризуется алмазным блеском. Цвет темно-серый до черного. Электропроводен.

Рентгенометрическое исследование порошка минерала на дифрактометре ДРОН-2 и расчет параметра решетки показали, что указанный минерал относится к изоморфной группе минералов метациннабарит $a = 5,832$, - тиманит $a = 6,072$.

Межплоскостные расстояния метациннабарита из Вартанского месторождения представлены в табл.21.

Таблица 21

№ п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	№ п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	№ п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$
1	10	3,459	5	2	1,720	9	4	1,148
2	6	2,976	6	4	1,491	10	5	1,109
3	8	2,108	7	4	1,367	11	4	1,054
4	7	1,797	8	4	1,217	12	3	1,045

Съемка проведена на дифрактометре ДРОН-2 на железном отфильтрованном излучении Fe - Mn при режиме 25 кВ 6 мА. Скорость сканирования 1°/1 м. Аналитик Э.Хуршудян.

Химический анализ метациннабарита из Вартанского месторождения показал следующие содержания компонентов:

Таблица 22

Компоненты	Hg	S	Se	Сумма	Аналитик
Содержание	86,0	7,4	7,1	100,5	М.Давтян

Спектральный анализ метациннабарита из Вартанского месторождения показал наличие следующих элементов-примесей (в %):
 Мп - 0,00033, Ni - 0,00016, Co - 0,00025, Ti - 0,014, V - 0,0003,
 Zr - 0,0018, Cu - 0,003, Pb - 0,008, Ag - $6 \cdot 10^{-5}$, Zn - 0,42,
 Cd - 0,0071, Te - 0,18, Sn - 0,0019.

Реальгар - AsS

Реальгар не является характерным минералом гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района. Он проявляется исключительно на Мазмазакском и Салвардском реальгар-аурипигментовых месторождениях, где образует отдельные мономинеральные прожилки и скопления неправильного очертания, замещающие породы, либо кварц-реальгаровые прожилки, где зерна реальгара обычно приспособляются к кристаллам кварца. Отмечаются также реальгар-аурипигментовые прожилки, где аурипигмент образовался после реальгара, часто микропрожилки аурипигмента проникают в реальгар. В мономинеральных прожилках реальгар обычно образует зернистые агрегаты, где кристаллы имеют короткопризматический габитус.

На Мазмазакском месторождении установлены отчетливые взаимоотношения реальгара с полиметаллическими рудами. Здесь прожилки

реальгара отчетливо пересекают выделения сфалерита и галенита. Реальгар установлен также на Марджанском полиметаллическом месторождении, где в виде мономинеральных прожилков рассекает руды кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации.

Химический анализ реальгара Мазмазакского месторождения показал следующие содержания компонентов (табл.23).

Таблица 23

Компоненты	As	S	Сумма	Минерал	Аналитик	Автор
Содержание в %	69,75	29,60	99,35	Реальгар	О.А.Бозоян	К.А.Карамян

Спектральный анализ реальгара показал следующие элементы-примеси: Мп - 0,0004, Со - 0,00012, Ti - 0,0014, V - 0,00018, Мо - 0,0003, Cu - 0,0014, Рь - 0,013, Ag - 0,00015, Sb - 0,037, Bi - 0,00045, Zn - 0,004, Те - 0,04, Sr - 0,024, Ва - 0,029, В - 0,0022.

Аурипигмент - As_2S_3

Аурипигмент, так же как и реальгар, установлен только на Мазмазакском и Сальвардском месторождениях. Аурипигмент весьма тесно ассоциирует с реальгаром, однако отмечаются также и мономинеральные скопления этого минерала. Проявляется в виде зернистых агрегатов, налетов землистых масс. Вследствие спайности этого минерала зернистые агрегаты приобретают пластинчатость.

На Марджанском полиметаллическом месторождении прожилки аурипигмента пересекают полиметаллические руды кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации.

Химический состав аурипигмента из Мазмазакского месторождения представлен в табл.24.

Таблица 24

Компоненты	As	S	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание в %	60,0	38,80	98,80	О.А.Бозоян	К.А.Карамян

Спектральным анализом в аурипигменте установлены следующие элементы-примеси (в %): Мп - 0,00013, Ti - 0,00075, Мо - 0,0032, Cu - 0,001, Рь - 0,00075, Ag - 0,0001, Sb - 0,1, Bi - 0,0001, Zn - 0,0042.

Антимонит - Sb_2S_3

Антимонит является весьма редким минералом в рудах месторождений Зангезурского рудного района. Он впервые описан Н.С. Хачатряном и Б.Д.Акопян для руд Мазмазакского участка Аравуского месторождения. Здесь, по данным этих исследователей, мелкие игольчатые кристаллы антимонита располагаются среди зерен реальгара.

Аналогичный парагенезис реальгар-антимонит-аурипигмент отмечает М.П.Исаенко (1964) для данного участка месторождения.

На Марджанском полиметаллическом месторождении, по данным М.А.Кукуляна, антимонит проявляется в виде самостоятельных кварц-антимонитовых прожилков, рассекающих полиметаллические руды месторождения. Очевидно, здесь кварц-антимонитовые прожилки представляют собой продукты наиболее поздней минеральной ассоциации этого месторождения. Антимонит здесь образует радиально-лучистые агрегаты и отдельные призматические кристаллы, размер которых достигает 1,0-1,5 см.

Теллуrowисмутит - Bi_2Te_3

Теллуrowисмутит относится к редким минералам медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. Впервые установлен А.С.Фарамазяном (1958) в рудах кварц-офалерит-галенитовой стадии минерализации Каджаранского месторождения, где тесно ассоциирует с другими теллуридами (алтаит, гессит, петцит, тетрадимит и др.). В дальнейшем теллуrowисмутит установлен также в рудах Калерского месторождения Б.М.Меликсетяном и др. (1960). Позднее теллуrowисмутит описан Г.О.Пиджяном (1975) в рудах Агаракского и Дастакертского месторождений. В последнее время при изучении Тей-Личкваского золото-сульфидного месторождения теллуrowисмутит описан Ш.О.Амиряном и Г.А.Туняном в рудах пирит-халькопиритовой ассоциации, где он образуется в парагенезисе с висмутином, козалитом, тетрадимитом и виттихенитом.

Таким образом, имеющиеся сведения по проявлению теллуrowисмутита показывают, что теллуrowисмутит проявляется в медно-молибденовых и золото-сульфидных рудах как в парагенезисе с теллуридами в полиметаллических рудах, так и в парагенезисе с висмутовыми минералами в рудах медной ассоциации.

Тетрадимит - Bi_2Te_2S

Тетрадимит впервые описан для руд гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района Фарамазяном (1958) для Каджаранского месторождения. В основном он проявляется в полиметаллических рудах в парагенезисе с алтаитом, гесситом, петци-

том, теллуровисмутитом и другими теллуридами. Тетрадимит установлен также в медных рудах Каджаранского месторождения совместно с висмутином и медно-висмутовыми минералами.

Позднее тетрадимит установлен Г.О.Пиджяном (1975) в медных рудах Дастакертского и Агаракского месторождений.

На Тейском месторождении тетрадимит установлен Ш.О.Амирянном и Г.А.Туняном (1971) в рудах пирит-халькопиритовой ассоциации в тесном сростании с висмутином, козалитом, теллуровисмутитом, виттихенитом.

Таким образом, тетрадимит, так же как и теллуровисмутит, проявляется в двух парагенезисах как с теллуридами в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации, так и с висмутовыми минералами в медных рудах.

Алтаит - $PbTe$

Является одним из редких минералов медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. Впервые о наличии алтаита в полиметаллических рудах Каджаранского месторождения отмечает А.С.Фарамазян (1958). В последние годы он установлен в рудах многих месторождений (Дастакерт, Джиндара, Кармир-Кар (Г.О.Пиджян, 1975), Калер (Б.М.Меликсетян и др., 1960). Алтаит проявляется в рудах ряда ассоциаций, но главным образом в полиметаллических рудах ряда месторождений, где он находится в парагенезисе с целой группой теллуридов (гессит, петцит, теллуровисмутит, тетрадимит). Значительно реже проявляется алтаит в рудах кварц-халькопиритовой стадии теннантит-энаргитового парагенезиса.

Гессит - Ag_2Te

Гессит является весьма редким минералом медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. Впервые описан в полиметаллических рудах Каджаранского месторождения в ассоциации с другими теллуридами (петцит, алтаит, теллуровисмутит-тетрадимит и др.) и самородным золотом (А.С.Фарамазян, 1958). Позднее установлен в рудах Калерского месторождения (Б.М.Меликсетян, 1960), а также Дастакертском и Джиндаринском (Г.О.Пиджян, 1975). Главным образом проявляется в рудах полиметаллической стадии и меньше в рудах теннантит-энаргитового парагенезиса.

Петцит - $(AgAu)Te$

Петцит является весьма редким минералом медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. Описан впервые Фарамазяном в 1958 г. в полиметаллических рудах Каджаранского месторождения (кварц-сфалерит-галенитовая ассоциация). По данным А.С.Фа-

рамазяна, встречается исключительно в сростаниях с весьма схожим с ним гесситом. Выделения совместных сростаний с гесситом достигают 0,05–0,06 мм.

Креннерит-калаверит – $(\text{AgAu})\text{Te}_2(\text{AuAg})\text{Te}_2$

Креннерит-калаверит являются одними из очень редких минералов медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. Впервые описаны А.С.Фарамазяном (1958) в рудах Каджаранского месторождения. Они проявляются в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации и отмечены в полях галенита в виде небольших округлых выделений. По мнению А.С.Фарамазяна, здесь присутствуют оба минерала.

Сильванит – $(\text{AuAg})\text{Te}_4$

Сильванит является весьма редким минералом руд медно-молибденовых месторождений. Он установлен впервые А.И.Карапетяном и автором в теннантит-энаргитовых рудах Дастакертского месторождения. Образует небольшие выделения неправильного очертания в полях теннантита и энаргита (рис.68). Характеризуется кремовым цветом, сильной анизотропностью и отчетливым двуотражением с характерным цветовым эффектом от светло-кремового до темно-кремового.

3. Сульфосоли

Блеклые руды

Блеклые руды являются одними из широко распространенных минералов медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений, однако значительных скоплений не образуют. Они характеризуются многократным проявлением в рудах различных минеральных ассоциаций, образуя тесные сростания с халькопиритом, борнитом, пиритом, энаргитом, сфалеритом, галенитом и другими минералами. Помимо того, что они сростаются с рудными минералами, отмечается также проявление самостоятельных маломощных и волосяных прожилков блеклых руд. В медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождениях Зангезура отмечается проявление двух разновидностей блеклых руд – мышьяковистой теннантита и сурмянистой тетраэдрита. При этом первая разновидность проявляется в медных и медно-молибденовых рудах, а вторая – в полиметаллических.

Теннантит – Cu_3AsS_3

Теннантит широко проявляется в ряде стадий минерализации медно-молибденовых месторождений. На Каджаранском месторождении он отмечается в кварц-молибденит-халькопиритовой и кварц-халькопиритовой стадиях. Аналогичная картина отмечается и на

Агаракском месторождении, где он отмечается в кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой стадиях. На Дастакертском месторождении теннантит отмечается в полевошпат-кварц-халькопиритовой, I-кварц-молибденит-халькопиритовой и II-кварц-молибденит-халькопиритовой стадиях. На Тейском месторождении теннантит проявляется в рудах кварц-пирит-халькопиритовой стадии. На Каджаранском месторождении теннантит образует небольшие выделения в полях халькопирита, размер которых варьирует от 0,1 до 0,5 мм. Обычно теннантит в медных рудах Каджаранского месторождения выделяется в конце отмеченной стадии минерализации и развивается по ранее образованным минералам: халькопириту, энаргиту. А.С.Фарамазян (1975) отмечает, что на Каджаранском месторождении на границе замещения энаргита теннантитом образуется сыпь халькопирита за счет высвобождения избыточной меди. На Дастакертском месторождении теннантит в виде округлых и овальных выделений обычно прорастает борнит в пирит-борнит-халькопиритовой парагенетической ассоциации (рис.58). Теннантит в рудах этой ассоциации совместно с энаргитом образует теннантит-энар-

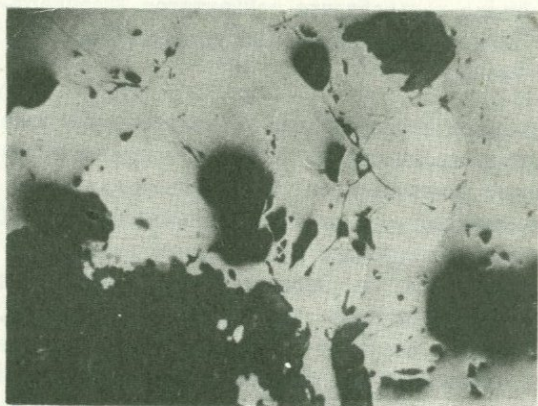


Рис.58.Прорастание борнита округлыми выделениями теннантита.Дастакертское месторождение.Полированный шлиф.Ув.90.

гитовую парагенетическую ассоциацию, которая завершает формирование полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии минерализации. В этой ассоциации теннантит образует тесные срастания с халькопиритом, борнитом, халькозином, энаргитом. При этом теннантит замещает энаргит. Во второй кварц-молибденит-халькопиритовой ста-

дии Дастакертского месторождения теннантит представлен небольшими выделениями в тесном сростании с халькопиритом, образуя субграфические структуры прорастания (рис.59).

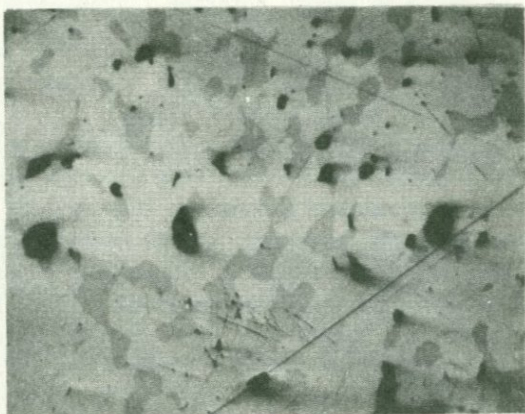


Рис.59.Субграфическая структура прорастания халькопирита теннантитом.Дастакертское месторождение.Полированный шлиф.
Ув.90.

На Агаракомском месторождении теннантит также устанавливается в кварц-халькопиритовых прожилках, где он образует небольшие выделения, развивающиеся по халькопириту. Здесь микропрожилки теннантита пересекают зерна халькопирита. На Тей-Личкваском участке Айгедзорского рудного поля теннантиты отмечаются также довольно часто. Он заполняет округлые стяжения пирита и в виде микропрожилок пересекает зерна халькопирита. Отмечаются случаи образования оторочек теннантита вокруг выделений халькопирита. Теннантит отмечается также и в кварц-пиритовых прожилках, где он разъедает более ранние выделения пирита и халькопирита. В кварц-сфалерит-галенитовых прожилках и жилах многих месторождений теннантит имеет ограниченное распространение и представлен небольшими прожилками и выделениями неправильного очертания, развивающимися по халькопириту и сфалериту. Тетраэдрит, развитый более широко в этих прожилках и жилах, пересекает поля теннантита и галенита. Теннантит из Каджаранского месторождения диагностирован рентгенометрически (табл.25).

По данным рентгенометрических исследований теннантит из полиметаллических руд Тей-Личкваского месторождения относится

Межплоскостные расстояния теннантита

Каджаранского месторождения

Аналитик Р.Мхитарян

Таблица 25

№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$
I	3	4,17	23	I	1,402
2	I	3,78	24	I	1,362
3	2	3,56	25	I	1,305
4	5м	3,07	26	5	1,285
5	IO	2,91	27	3	1,296
6	I	2,71	28	3м	1,231
7	7	2,53	29	6	1,199
8	5	2,39	30	6	1,181
9	I	2,25	31	4	1,112
IO	I	2,16	32	4	1,086
II	2	2,05	33	3	1,060
I2	5	2,00	34	7	1,052
I3	6	1,86	35	I	1,043
I4	IO	1,809	36	3	0,994
I5	2	1,758	37	4	0,982
I6	2	1,703	38	I	0,966
I7	6	1,662	39	2	0,949
I8	3-4	1,623	40	4	0,934
I9	4	1,575	41	I	0,920
20	9	1,546	42	4	0,912
21	2-3	1,485	43	4	0,872
22	2-3	1,454	44	4	0,854

к H_2 -содержащей разности - швациту (табл.26).

Тетраэдрит - Cu_3SbS_3

Тетраэдрит является одним из распространенных минералов гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района. В основном он распространен в поздних стадиях минерализации, и в частности в кварц-сфалерит-галенитовой. Наиболее широко тетраэдрит развит в кварц-сфалерит-галенитовых прожилках и жилах Тей-Личкваского участка Айгедзорского рудного поля. Тетраэдрит здесь образует тесные сростания с халькопиритом,

Межплоскостные расстояния швацита из
Тей-Личквасского месторождения

Таблица 26

№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$
I	4	3,6I	I6	3	I,623
2	2	3,30	I7	8	I,552
3	IO	2,954	I8	2	I,5I9
4	3	2,734	I9	2	I,483
5	6	2,564	20	4	I,45I
6	4-5	2,425	2I	2	I,400
7	2	2,30I	22	I	I,377
8	2	2,24I	23	3	I,307
9	3	2,094	24	3-4	I,288
IO	5	2,0I4	25	4	I,266
II	4	I,87I	26	5	I,23I
I2	IO	I,8I8	27	5	I,196
I3	3	I,760	28	6	I,182
I4	2	I,7I5	29	4	I,II2
I5	6	I,667	30	4	I,085

Условия съемки Cu-Ni

экспозиция 6ч.

D 57,3 d 0,5

Аналитик Э.Х.Хуршудян

сфалеритом, галенитом. В ряде случаев отмечаются небольшие гнездообразные обособления тетраэдрита в рудных жилах. На Каджаранском месторождении отмечаются самостоятельные прожилки тетраэдрита. В кварц-сфалерит-галенитовых жилах тетраэдрит является одним из поздних минералов. Он обычно кристаллизовался позднее халькопирита, сфалерита, галенита и пересекает и разъедает вышеотмеченные минералы. Тетраэдрит сростается с минералами поздних ассоциаций - алтаитом, гесситом, петцитом, самородным теллуром, самородным висмутом, самородным золотом, креннеритом. Все указанные минералы являются более поздними. В пустотах некоторых тетраэдрических прожилков отмечаются хорошо ограниченные тетраэдрические кристаллы (рис.60). Тетраэдрит из некоторых месторождений диагностирован рентгенометрическим анализом.

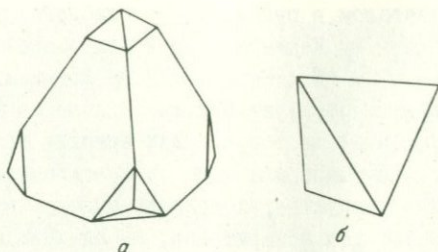


Рис.60.Кристаллы тетраэдрита из Каджаранского месторождения: а.По А.С.Фарамазяну, б. По К.А.Карамяну.

На Тей-Личквасском месторождении рентгенометрическим анализом в полиметаллических рудах установлен Hg-содержащий тетраэдрит-швацит (табл.26). Выполнен ряд химических анализов тетраэдрита из различных месторождений (табл.27).

Таблица 27

Месторождение	Cu	Fe	As	Bi	Zn	Sb
Каджаран	35,59	4,52	2,23	0,0015	7,60	24,01
Каджаран	37,73	0,78	2,11		6,33	23,90
Дастакерт	34,73	3,60	2,44		6,55	31,37
Личквас	37,40	3,05	1,20		7,60	26,00

Месторождение	S	Se	Te	Сумма	Автор
Каджаран	25,45	0,0005	0,0003	99,3923	Карамян К.А.
Каджаран	28,28			99,13	Фарамазян А.
Дастакерт	31,37			101,33	Карамян К.А.
Личквас	24,14			99,38	Карамян К.А.

Из этих анализов видно, что тетраэдриты медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений относятся к разностям, богатым цинком, - зандбергиту. Максимальное содержание цинка в тетраэдрите достигает 7,60%.

Спектральными анализами в тетраэдрите установлены следующие элементы-примеси: Mn, Ni, Ti, Mo, Pb, Ag, Cd

Энергит-люцонит - Cu_3AsS_4

Энергит, так же как и люцонит, является достаточно рас-

пространенным минералом в рудах медно-молибденовых месторождений. Он установлен на Каджаранском и Агаракоком (Е.А.Акопян), на Дастакертском (К.А.Карамян) и на Мазмазакоком месторождении, где энаргит образует большие скопления в орастании с пиритом. На указанных месторождениях энаргит проявляется во многих рудных стадиях минерализации. В основном энаргит проявляется в средних продуктивных стадиях минерализации, таких, как кварц-молибденит-халькопиритовая, кварц-халькопиритовая и кварц-пиритовая. В ранних стадиях он обычно не проявляется. В весьма небольших количествах он отмечается и в более поздних стадиях, таких, как кварц-сфалерит-галенитовая на Каджаранском и алабандиновая на Дастакертском месторождениях. На Каджаранском месторождении основная масса энаргита развита в кварц-халькопиритовых прожилках, где он образует каемки, сложенные из призматических кристаллов, обрастающих поля халькопирита (рис.61, 61а). Энаргит также обрастает кристаллы пирита в рудах кварц-пиритовой ассоциации (рис.62). Энаргит тесно ассоциирует с теннантитом, при этом теннантит обычно замещает энаргит. А.С.Фарамазян (1975) описал замещение энаргита теннантитом на Каджаранском месторождении, при этом вокруг границ замещения отмечается тонкая эмульсионная вкрапленность халькопирита, которая, как предполагает указанный автор, образовалась вследствие высвобождения избыточной меди. Помимо это-

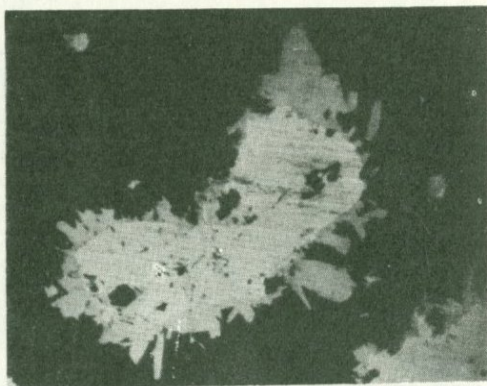


Рис.61. Кристаллы энаргита обрастают выделения халькопирита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув.90.

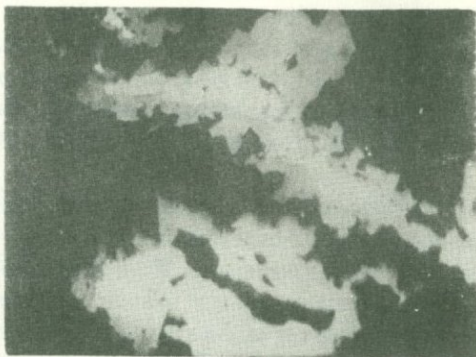


Рис. 61а. Кристаллы энаргита обрастают и обвалакивают выделения халькопирита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90. По М.П.Исаенко.

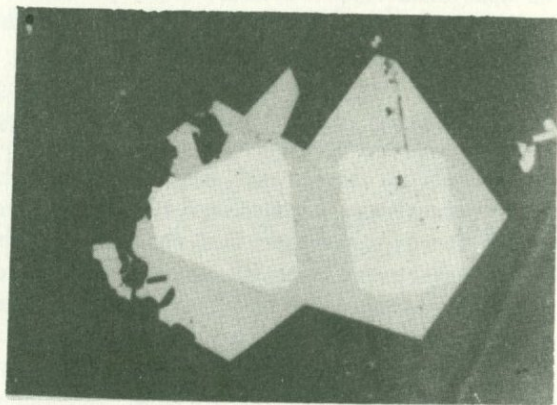


Рис. 62. Кристаллы энаргита обрастают и обволакивают кристаллы пирита. Полированный шлиф. Ув. 90. Каджаранское месторождение.

го в медно-молибденовых рудах Каджаранского месторождения нередко отмечаются псевдоморфозы блеклой руды по энаргиту. В рудах кварц-офелерит-галенитовой стадии энаргит образует совместные субграфические прорастания с галенитом.

На Дастакертском месторождении наиболее широко развит энаргит в полевошпат-халькопиритовой минерализации, где он образует отдельные прожилки и гнездообразные выделения, развившиеся

по халькопириту и борниту. Здесь энаргит тесно ассоциирует с германитом, ранъеритом и сильванитом. Теннантит, как правило, развивается по энаргиту и образует сплошную кайму по его границам. Замещение энаргита теннантитом, очевидно, вызвано процессом восстановления пентавалентного иона мышьяка до трехвалентного.

В I кварц-молибденит-халькопиритовой стадии энаргит имеет небольшое распространение и встречается в виде небольших выделений, развивающихся по халькопириту. Во II кварц-молибденит-халькопиритовой стадии минерализации энаргит совместно с пиритом, халькопиритом и борнитом заполняет пустоты и жёлобы в кварцевых прожилках и образует пластинчатые агрегаты.

Энаргит характеризуется хорошо оформившимися кристаллами. А.С.Фарамазян (1960) описал несколько форм кристаллов энаргита из Каджаранского месторождения (рис.63). На Дастакертском месторождении кристаллы энаргита имеют форму ромбической призмы. Размер кристаллов достигает 1,0 см. Химические анализы энаргита различных месторождений приведены в табл.28.

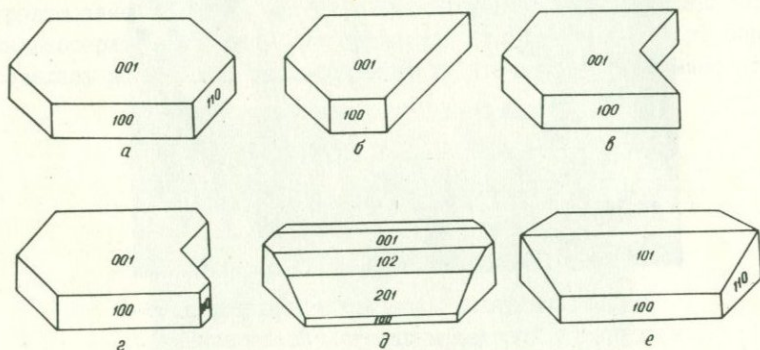


Рис.63. Формы кристаллов энаргитов из Каджаранского месторождения по А.С.Фарамазяну и Э.Х.Хуршудян.

Параметры элементарных ячеек энаргитов из различных месторождений Зангезурского рудного района приведены в табл.29.

Люцит на медно-молибденовых месторождениях отмечается значительно реже. На Каджаранском и Агараком месторождениях И.Г.Магакяном было установлено, что люцит, обладая структурой моноклинной сингонии, погасает под углом $25-30^{\circ}$. Люцит на

Таблица 28

Месторождение	Cu	Sb	Zn	Fe	As	S	H ₂ O	Сумма	Автор
Дастакертское	48,42	3,29	0,29	0,63	16,55	32,36		101,54	Карамян
Каджаранское	46,91	n/o	0,35	0,38	18,94	32,30	1,08	99,96	Карамазян
Аравусское	46,5	0,75	0,45	2,10	18,60	31,29		99,68	Карамян

Таблица 29

№ п.п.	a ₀	b ₀	c ₀	Месторождение	Автор
1	6,46±0,02	7,43±0,02	6,18±0,02		Паулинг, Вейнбаум
2	6,418±0,04	7,418±0,06	0,165±0,005	Каджаран	А.С.Карамазян, Э.Х.Хуршудян
3	6,42±0,01	7,42±0,01	6,16±0,01	Дастакерт	К.А.Карамян
4	6,421±0,001	7,414±0,001	6,143±0,001	Аравус	К.А.Карамян

Каджаранском месторождении, по данным А.С.Карамазяна, образует микродрозны в кварцевых прожилках и характеризуется изометрическим габитусом, наличием многочисленных граней полисинтетически сдвойникованных индивидов. Людонит установлен на Аравусском медно-мышьяковом месторождении Н.С.Хачатряном и Б.Д.Акопян. Здесь он образует тесные сростания с энаргитом в виде изометричных зерен с полисинтетическим двойникованием. Людонит характерен более сильным эффектом двуотражения и более розовым цветом по отношению к энаргиту. В энаргитах установлено наличие: Bi, Ge, Ag, Pb, Mo и других элементов. Энаргит Дастакертского месторождения диагностирован рентгенометрически (табл.30).

Таматинит - Cu_3SbS_2

Таматинит является редким минералом руд гидротермальных месторождений Зангезура. Впервые описан Н.С.Хачатряном и Б.Д.Акопян на Аравусском медно-мышьяковом месторождении в рудах пирит-борнит-энаргитовой ассоциации, где тесно ассоциирует с энаргитом и людонитом. Обычно образует зернистые выделения вытянутого очертания.

Межплоскостные расстояния энаргита
Дастакертского месторождения

Таблица 30

№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	$\frac{d\beta}{n}$	№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	$\frac{d\beta}{n}$
I	4	(3,53)	3,20	21	8	I,585	I,436
2	9	320	2,90	22	2	I,559	I,408
3	4	(3,I2)	2,83	23	2	I,536	I,393
4	4	3,06	2,77	24	I	I,445	I,310
5	7-8	2,94	2,66	25	3	I,419	I,286
6	9	2,83	2,57	26			
7	2м	2,710	2,457	27	I	I,314	I,99I
8	2	2,543	2,305	28	8	I,264	I,146
9	Im	2,246	2,036	29	2	I,242	I,125
10	5	2,214	2,006	30	4	I,212	I,099
11	4	(2,043)	I,852	31	4	I,190	I,079
12	3	I,988	I,802	32	2	I,173	I,063
13	3	I,928	I,748	33	7	I,150	I,042
14	4	(I,902)	I,724	34	3	I,129	I,023
15	10	I,85I	I,677	35	2	I,116	I,012
16	6	I,802	I,633	36	3	I,104	I,000
17	3	(I,745)	I,582	37	5	I,07I	0,97I
18	9	I,722	I,56I	38	9м	I,045	0,947
19	3	I,626	I,473	39	4м	I,012	0,917
20	2	I,603	I,453				

Условия съемки Feap

D - 57,3 d - 0,5

Экспозиция IO,5ч

Аналитик Э.Х.Хуршудян

Виттихенит - Cu_3BiS_3 , так же как и висмутин, является характерным минералом руд медно-молибденовых месторождений. Он отмечается на всех месторождениях, но развит в небольшом количестве. Как и висмутин, проявляется в ряде стадий минерализации на Каджаранском месторождении. Виттихенит больше всего проявляется в рудах кварц-халькопиритовой стадии минерализации. На Дастакертском месторождении виттихенит максимально проявляется в рудах полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии. На остальных месторождениях виттихенит более всего проявляется в

медных рудах (Джиндара, Тей и др.).

Виттихенит образует реакционные каемки вокруг висмута (рис.64) самостоятельные выделения, обычно обрастающие крупные выделения халькопирита (рис.65) или располагающиеся в их пери-

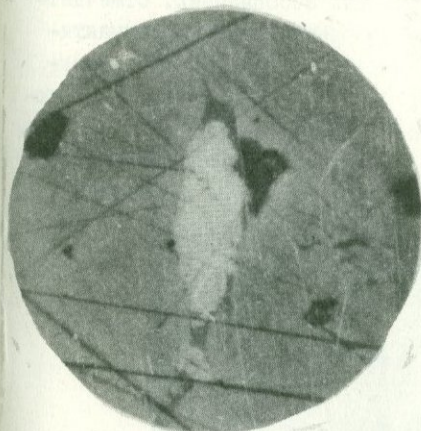


Рис.64. Реакционная каемка виттихенита вдоль призматического кристалла висмута в поле халькопирита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув.100.

ферийных частях. Помимо халькопирита, виттихенит отмечается в борните, пирите, теннантите. Размеры выделений обычно небольшие. На Дастакертском месторождении выделения виттихенита достигают 1,0 мм.

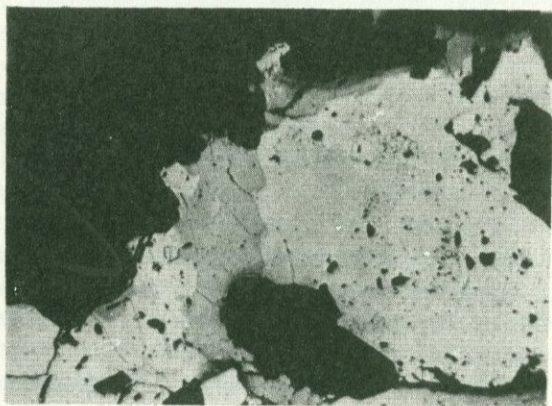


Рис.65. Выделение виттихенита в интерстиции зерен халькопирита. Агарацкое месторождение. Полированный шлиф. Ув.90.

Эмплектит — CuBiS_2

Эмплектит, как и виттихенит, является характерным минералом руд медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений, но в отличие от виттихенита встречается в меньших количествах. Проявляется во многих минеральных ассоциациях. Отмечается в полях развития халькопирита, борнита, пирита, теннантита, халькозина в сфалерите. Как и виттихенит, образует реакционную каемку вокруг висмутита, но отмечается в виде самостоятельных выделений в сростании с виттихенитом (рис.66). В ряде случаев отмечается сростание эмплектита с теллуридами, при этом теллуриды (теллуровисмутит) развиваются по эмплектиту.

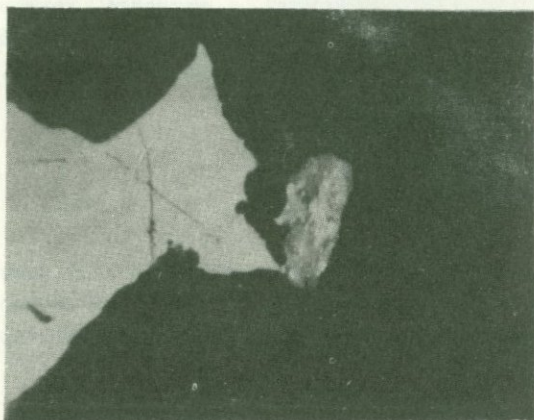


Рис.66. Совместные сростания эмплектита (светлое) с виттихенитом (темное). Чернокварц. Крупное поле светлого минерала — халькопирит. Дастакертское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 120.

Козалит — $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$

Козалит является редким минералом медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. Впервые в Зангезурском рудном районе описан Ш.О.Амиряном и Г.А.Туняном (1971) для Тейского золото-сульфидного месторождения, где он проявляется в пирит-халькопиритовых рудах и тесно ассоциирует с другими висмутовыми минералами — висмутином, виттихенитом, теллуровисмутитом, тетрадимитом. Козалит Тейского месторождения диагностирован рентгенометрически.

Козалит установлен автором также и в медных рудах Даста-

кертского месторождения (рис.67), где он также тесно ассоциирует с висмутином, виттихенитом и эмплектитом. Рентгенограмма козалита из Дастакертского месторождения представлена в табл.3I.

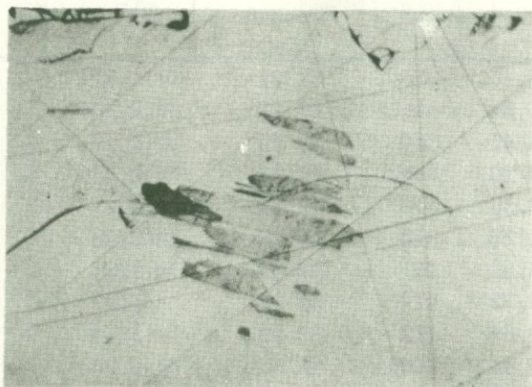


Рис.67. Призматические кристаллы козали-
та в полях халькопирита в рудах полевошпат-
кварц-халькопиритовой ассоциации. Дастакерт-
ское месторождение. Полированный шлиф. Ув.100.

Козалит в отмеченных месторождениях образует пластинчатые агрегаты, часто параллельные друг другу. Козалит имеет белый цвет, похожий на галенит, отражательная способность изменяется $R - 4I - 46$. Двуотражение слабое. Анизотропия отчетливая с цветовым эффектом в коричневых с желтым и розоватым тонах.

Полибазит-пирсеит - $(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$

Полибазит-пирсеит относится к числу весьма слабо распространенных минералов. Установлен Г.О.Пиддяном и А.И.Карапетяном (1975) в полиметаллических рудах Каджаранского и Аткизского месторождений. Образует небольшие (сотые доли миллиметра) выделения в полях галенита. Минерал характеризуется бледно-серовато-белым или нежно-зеленым цветом и низкой отражательной способностью. Эффект анизотропии отчетливый в воздухе, а в иммерсии усиливается в серо-зеленых, фиолетово-серых и сиреневых тонах. Тесно ассоциирует с тетраэдритом, сам.серебром и халькозином.

Айкинит - $PbCuBiS_3$

Айкинит является редким минералом медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений. В месторождениях Зангезурского

Межплоскостные расстояния козалита из Даста-
кертского месторождения

Таблица 31

№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$
1	6,15	8	21	2,27	6
2	5,64	8	22	2,23	8
3	4,45	10	23	2,17	4
4	4,10	12	24	2,13	14
5	3,96	10	25	10	2,09
6	3,88	10	26	2,05	6
7	3,81	8	27	2,04	10
8	3,72	14	28	1,97	4
9	3,64	12	29	1,94	8
10	3,44	100	30	1,94	16
11	3,37	25	31	1,817	6
12	3,24	6	32	1,798	10
13	3,20	6	33	1,774	6
14	3,08	8	34	1,748	6
15	2,96	20	35	1,723	10
16	2,81	30	36	1,722	10
17	2,71	4	37	1,669	6
18	2,66	4	38	1,592	2
19	2,34	2	39	1,548	2
20	2,29	10			

Лаборатория ИМГРЭ. Аналитик Александров.

рудного района впервые установлен А.С.Фарамазяном (1975) в рудах кварц-халькопиритовой стадии минерализации Каджаранского месторождения в ассоциации с галенитом и висмутином в полях халькопирита. Автором айкинит установлен в рудах Тейского золоторудного месторождения в пирит-халькопиритовых рудах в тесной ассоциации с козалитом, тетрадимитом, теллуrowисмутитом, висмутином и др. Он здесь образует крупные (до 2 мм) шестоватые кристаллы в полях халькопирита.

Айкинит из Тейского месторождения диагностирован рентгенометрически (табл.32).

Межплоскостные расстояния айсинита из Тейского
месторождения

Таблица 32

№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$
I	2	4,02	22	6	1,583
2	I	3,73	23	5	1,512
3	9	3,56	24	5	1,471
4	2	3,37	25	4	1,430
5	10	3,12	26	6	1,402
6	5	2,91	27	6	1,373
7	5	2,83	28	I	1,325
8	3	2,66	29	2	1,305
9	5	2,54	30	I	1,272
10	4	2,48	31	3	1,210
11	2	2,33	32	3	1,186
12	3	2,229	33	3	1,166
13	4	2,133	34	2	1,147
14	8	2,011	35	I	1,126
15	2	1,930	36	2	1,076
16	4	1,845	37	2	1,056
17	I	1,794	38	I	1,041
18	3	1,753	39	2	1,012
19	2	1,701	40	2	1,002
20	I	1,656	41	2	0,985
21	I	1,618	42	2	0,968
			43	I	0,954

Условия съемки: Cu Ni;

Экспозиция 12ч

D - 57,3

Аналитик Н.В.Ревазова

Купровисмутит - CuBiS_2

Купровисмутит является весьма редким минералом медно-молибденовых месторождений. Минерал установлен Г.О.Пиддяном (1975) предположительно в медных рудах Айгедзорского, Джиндаринского месторождений. Встречается в виде призматических образований в полях халькопирита. Размер выделений варьирует от 0,01 до 0,03 мм.

Галеновисмутит — $PbBiS_4$

Галеновисмутит является редким минералом медно-молибденовых месторождений. Описан А.С.Карамзяном (1958) для медных руд Каджаранского месторождения и Г.О.Пиджином в рудах Дастакертского месторождения для медно-молибденовых и медных руд. Проявляется главным образом в полях халькопирита и образует выделения неправильного очертания с ровными и плавными контурами. На Каджаранском месторождении в полях галеновисмутита отмечаются игольчатые выделения айкинита.

Германит — $Cu_3(FeGe)S_4$

Впервые в медно-молибденовых рудах германит был установлен автором (Карамян, 1958–59). Он получил развитие на Дастакертском месторождении в медных рудах в наиболее поздней энаргит-тениантитовой парагенетической ассоциации. Здесь германит образует небольшие выделения с неправильными очертаниями и тесно ассоциирует с энаргитом. Возрастные взаимоотношения с пиритом, халькопиритом и борнитом устанавливается отчетливо. Германит интенсивно замещает эти минералы, а с энаргитом образует границы без каких-либо признаков замещения (рис.68).

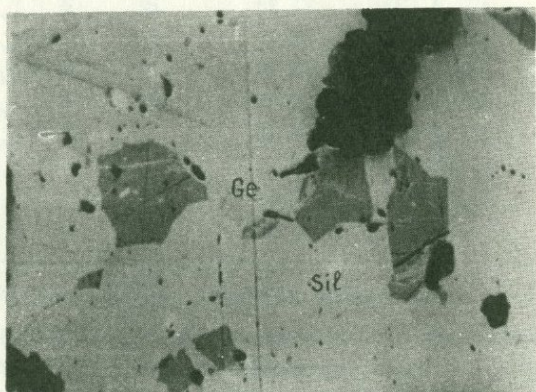


Рис.68.Выделение германита Ge в полях энаргита. Sił (сильванит).

Отмечаются также округлые и овальные выделения германита в полях энаргита. Они характеризуются довольно правильными очертаниями. Подобные овальные и округлые выделения германита напоминают структуры распада твердых растворов и свидетельствуют об его совместном образовании с энаргитом. Германит под микроскопом имеет густо-розовый цвет. Отражательная способность его

находится между отражательной способностью энаргита и борнита. Он темнее энаргита, но окрашен гораздо ярче и значительно светлее борнита. В крупных выделениях, как это справедливо отмечается многими авторами, германит можно спутать со свежесполитованным борнитом. Германит изотропен и отчетливо отличается от другого германийеносного сульфида - реньерита.

Реньерит - $(\text{Cu Fe})_3(\text{Fe Ge})\text{S}_4$

Реньерит, так же как и германит, впервые в медно-молибденовых рудах Зангезура установлен автором (Карамян, 1958, 1959). Этот минерал образует небольшие выделения и часто приурочен к полям развития борнита. Отмечаются выделения, приуроченные к полям развития энаргита. Зерна реньерита имеют ровные и плавные границы. Возрастные взаимоотношения минерала с германитом не установлены. В полированных шлифах реньерит характеризуется желтовато-коричневым цветом. Отличается от халькопирита несколько более тусклым блеском за счет отчетливого коричневого оттенка, а также меньшей отражательной способностью. Сильно анизотропен, в скрещенных николях изменяется от желтовато-коричневых до синевато-серых тонов. Двухотражение отчетливое в желтовато-коричневых тонах. Необходимо отметить, что минеральные ассоциации, в которых отмечаются выделения германита и реньерита, были исследованы спектрометрически и в них постоянно отмечается относительно повышенное содержание германия (табл.33).

Плагинит - $\text{Pb}_5\text{Sb}_3\text{S}_{17}$

Плагинит весьма редкий минерал для месторождений Зангезурского рудного района. Впервые установлен Ш.О.Амиряном, Г.А.Тушняном (1971) в рудах Тейского месторождения. Здесь плагинит встречается в рудах кварц-сфалерит-галенитовой ассоциации. Он обычно образует тесные сростания с галенитом, проникая в поля галенита.

Предполагается образование плагинита вследствие взаимодействия гидротермальных Sb-содержащих растворов с галенитом. Сам плагинит образует аллотриоморфнозернистый агрегат, где размер выделений колеблется в пределах 0,001-0,01 мм. Плагинит имеет белый цвет и близкую к галениту отражательную способность, но от галенита отличается отчетливой анизотропностью и слабым двухотражением.

Бурнонит - Cu PbSbS_3

Бурнонит является редким минералом в рудах медно-молибде-

Таблица 33

Элементы	Энаргит кристаллический	Борнит	Руда	П р и м е ч а н и е
Pb	0,001	0,03	0,01	Химический анализ из кристаллической разновидности энаргита установил присутствие в количестве 0,026%.
Ag	0,003	0,01-0,03	0,01-0,03	
Sb	I	-	I	
Bi	0,003-0,001	0,1-0,03	0,1-0,03	
Zn	0,03	0,03	I-3	
Ge	0,001-0,003	0,0005	0,003-0,01	
As	10	0,01-0,003		
Mo	-	0,001		
Sn	-	-	0,01-0,003	
Ga	-	-	0,001	

новых месторождений. Минерал впервые описан А.С.Фарамазяном (1958) в полиметаллических рудах Каджаранского месторождения. В дальнейшем в рудах Джиндаринского и Дастакертского месторождений – Г.О.Пиджяном (1975). Бурнонит описан Э.Х.Гуляном для руд Мазмазакского месторождения. Главным образом проявляется в рудах полиметаллических стадий в тесном сростании с галенитом и тетраэдритом, причем обычно образуется после этих минералов. Бурнонит отмечается в рудах Марджанского полиметаллического месторождения, где он также образовался после тетраэдрита, и совместно с буланжеритом образует реакционную каемку вокруг галенита и тетраэдрита. Только на Дастакертском месторождении, по данным Г.О.Пиджяна, он установлен в медно-молибденовых рудах.

По мнению А.С.Фарамазяна (1975), на Каджаранском месторождении бурнонит образовался вследствие взаимодействия Pb и Sb , содержащихся гидротермальных растворов с минералами ассоциации галенит–тетраэдрит. Бурнонит в отраженном свете белый, имеет зеленоватый оттенок. Отражательная способность между галенитом и тетраэдритом отчетливо анизотропная.

Буланжерит – $Pb_5Sb_4S_{11}$

Буланжерит является весьма редким минералом в рудах гидротермальных месторождений Зангезура. Буланжерит впервые описан М.П.Исаенко (1964) для руд кварц–сфалерит–галенитовой ассоциации Мазмазакского месторождения. Здесь буланжерит совместно с бурнонитом образует краевые каемки вокруг сравнительно крупных полей галенита (рис.69).

Буланжерит установлен также в полиметаллических рудах Марджанского полиметаллического месторождения, где образует отдельные, призматические кристаллы в кварце, а также агрегаты с ориентированным призматическим габитусом. Буланжерит характеризуется серовато-белым цветом с голубоватым оттенком, отчетливо анизотропен, двуотражение слабое.

Геокронит – $5PbS(AsSb)_2S_3$

Весьма редкий минерал, был установлен впервые Н.И.Магакян в полиметаллических рудах Марджанского полиметаллического месторождения, где образует совместно с буланжеритом и бурнонитом тесные сростания и реакционные каемки вокруг галенита и тетраэдрита.

Семсеит – $Pb_9Sb_8S_{21}$

Семсеит является очень редким минералом Зангезурского рудного района. Впервые был установлен М.А.Кукуляном на Марджанс-



Рис.69.Каемка буланжерита и бурнионита(белое) вокруг выделений галенита(темно-серое). Затравлен в порах царской водки.Метакристаллы пирита (белое), вкрапленные в кварц (черное) и галенит.Месторождение Аравус, уч.Мазмазак.Политронованный шлиф.Ув.120.По М.П.Исаенко.

ком полиметаллическом месторождении в тесной связи с другими сульфoантимонитами свинца – цинкени́том, буланжеритом, геокронитом и плагионитом, которые образуют реакционные каемки вокруг выделений галенита. По данным М.А.Кукуляна, семсеит выделяется также в полях галенита.

Семсеит характеризуется белым цветом. Отражательная способность близка к галениту, но отличается слабым зеленоватым оттенком. Двупреломление слабое, эффект анизотропии отчетливый.

Микрохимический анализ семсеита из Марджанского месторождения показал следующее содержание компонентов:

Таблица 34

Компоненты	Pb	Sb	S	Сумма	Автор
Содержание, %	52,12	27,74	19,14	100,0	М.А.Кукулян

Цинкени́т – $PbSb_2S_4$

Цинкени́т также является очень редким минералом и установлен М.А.Кукуляном в рудах Марджанского полиметаллического месторождения в ассоциации с другими сульфoантимонитами свинца – семсеитом, буланжеритом, плагионитом и геокронитом в виде реакционных каемок вокруг выделений галенита. Цинкени́т отмечается также в виде тонкоигольчатого и спутанного волокнистого агрегата в пустотках полиметаллических жил, а также в виде прожилков в полиметаллических рудах.

Цинкениит характеризуется белым цветом, слабым двупреломлением от чисто белого до серовато-белого. Наличие цинкениита подтверждается рентгеноструктурным анализом.

Микрохимический анализ цинкениита показал следующее содержание компонентов:

Таблица 35

Компоненты	Pb	Sb	S	Сумма	Автор
Содержание, %	35,8	42,08	22,12	100,0	М.А.Кукулян

Образование реакционной каймы сульфoантимонитом свинца (буланжерита, бурнонита, геокронита) вокруг выделения галенита на месторождениях Мазмазак и Марджан является характерной чертой строения и минерализации полиметаллических руд этих месторождений.

Это обусловлено тем, что в начальный период образования этих руд из растворов, богатых Pb и Sb, в первую очередь выделяется галенит, очевидно вследствие того, что растворы значительно богаче свинцом. После образования галенита остаточные растворы резко обогащаются Sb, который вступает в реакционное взаимоотношение с галенитом с образованием буланжерита, бурнонита и геокронита.

4. О к и с л и

Магнетит — Fe_3O_4

Магнетит является одним из характерных минералов месторождений ряда рудных формаций Зангезурского рудного района. Он главным образом развит в гистеромагматических титано-магнетитовых месторождениях (Сваранц, Калакар). Месторождения эти в настоящее время приобретают большое экономическое значение. Они генетически связаны с комплексом основных и ультраосновных пород — оливиновое габбро, перидотиты, пироксениты.

В небольшом количестве магнетит проявляется в пегматитах габбро-монцонит-сиенитового комплекса, где образует небольшие выделения в кварц-полевошпатовых пегматитах (Калер, Аткиз и др.).

Магнетит постоянно присутствует в скарновых образованиях Зангезура (басс. рр. Гехи и Шенатаг, сс. Ньювади и Кетам). В небольшом количестве отмечается в кварц-турмалиновых жилах с. Аткиз. Магнетит является непрямым минералом высокотемпературных метасоматитов ранней щелочной стадии метасоматических про-

цессов габбро-монзонит-сиенитового интрузивного комплекса.

Наконец, магнетит проявляется в гидротермальных месторождениях Зангезурского рудного района (Каджаран, Агарак, Дастакерт, Джиндара, Бугакяр).

В титано-магнетитовых месторождениях магнетит является самым распространенным минералом. По данным Г.Б.Межлумяна и Э.Х. Гуляна, магнетит проявляется как в раннемагматическом этапе формирования ультраосновных и основных пород, представленных сегрегационными рудами, так и в позднемагматический этап, представленный массивным жильным типом оруденения.

В сегрегационных редко- и густокрапленых рудах магнетит образует ангедральные выделения червеобразной формы с неровными границами. В массивных рудах магнетит образует эвгедральные выделения с правильными шестиугольными очертаниями. В таких рудах магнетит имеет форму октаэдра или ромбододекаэдра. В массивных титано-магнетитовых рудах магнетит сростается со шпинелью в виде структур распада магнетит-шпинель (рис.70). В

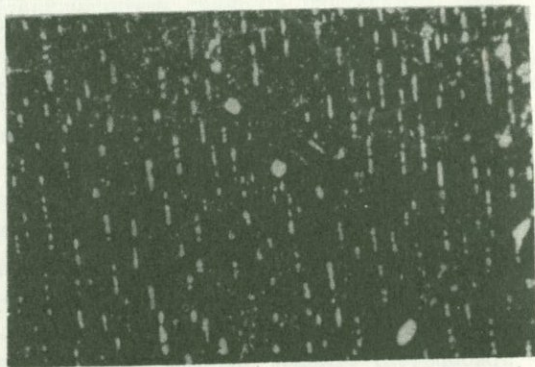


Рис.70. Структура распада магнетит-шпинель.
Сваранцкое месторождение. По Э.Х.Гуляну.
Ув.90.

рудах Сваранцкого месторождения Г.Б.Межлумян (1974) выделяет несколько разновидностей магнетита. Это собственно магнетит, титано-магнетит и ильмено-магнетит.

Титано-магнетитом является магнетит с высоким содержанием TiO_2 в виде изоморфной примеси без образования минерала титана.

Ильмено-магнетитом, по Г.Б.Межлумяну, является разность магнетита, содержащая пластинки ильменита в результате распа-

да твердого раствора.

В связи с присутствием двух самостоятельных минеральных фаз — магнетита и ильменита — выделение отдельного самостоятельного минерального вида под названием ильмено-магнетита неправомерно.

Исследования Г.Б.Междумяна показали, что магнетиты различных типов руд отличаются друг от друга содержанием основных компонентов.

Из табл.36 видно, что магнетиты позднемагматического этапа, представленные массивными рудами, характеризуются более повышенными содержаниями элементов-примесей TiO_2 , MgO , V_2O_5 .

Магнетит как раннемагматического типа, так и позднемагматического этапа постоянно содержит примеси: $Co - 0,01-0,04$; $Ni - 0,003-0,1$; $Mn - 0,03-0,1\%$; $Zn - 0,01$; $J - 0,03-0,1$; $Ga - 0,001$; $Zr - 0,003$.

Магнетит является одним из основных минералов в метасоматитах ранней щелочной стадии габбро-монцитит-сиенитового интрузивного комплекса.

Указанные метасоматиты широко проявляются в пределах монцититового интрузивного массива. Они представлены роговой обманкой, биотитом, магнетитом и апатитом. Здесь магнетит является одним из поздних минералов и цементирует все остальные минералы. На зарисовке (рис.71) видно, что магнетит цементирует все ранее

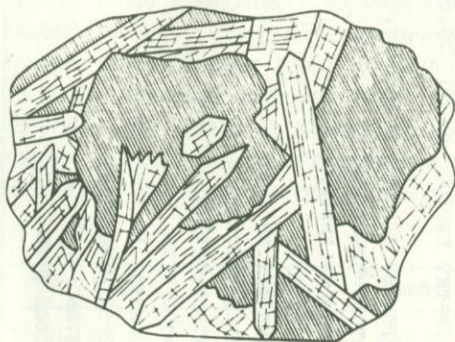


Рис.71.Зарисовка образца магнетит-роговообманкового метасоматита.Магнетит цементирует призматические кристаллы роговой обманки.

Таблица 36

№ п.п. проб	№ проб	Характеристика проб	Компоненты										Автор
			Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	MgO	V ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Сумма	
1	10/60	Магнетит габбро	52,95	33,40	5,27	0,79	0,15	0,29	0,25		5,6	98,70	Г.Б.Меж- лумян
2	250/60	Магнетит из бо- гатой массивной титано-магнети- товой руды	51,64	32,06	7,22	2,85	0,96	-	-	3,07	1,01	98,47	Г.Б.Меж- лумян
3	1/59	Магнетит из бо- гатой массивной титано-магнети- товой руды	54,10	31,86	8,52	3,38	0,20	0,29	нет	-	1,72	100,67	Г.Б.Меж- лумян
4		Магнетит из бо- гатой массивной титано-магнети- товой руды	62,26	30,876,08		0,3						99,51	Э.Х.Гулян

образованные минералы. Здесь магнетит тесно орастается с ильменитом, который образует зернистые выделения вытянутого очертания, располагающиеся между зернами магнетита (рис.72).

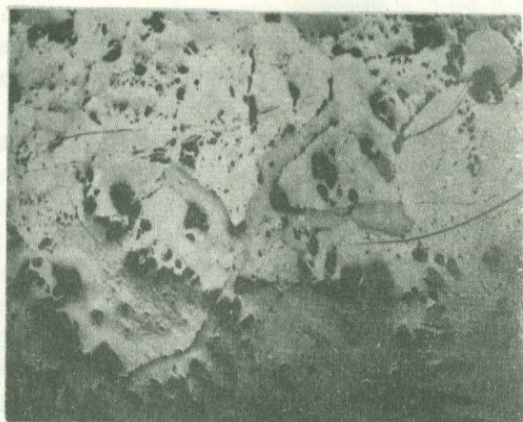


Рис.72.Выделения ильменита в полях магнетита.Каджаранское месторождение.Полированный шлиф.Ув.120.

Химический состав магнетита из метасоматитов приводится в табл.37.

Как видно из таблицы, в магнетите из метасоматитов резко превалирует закисное железо, что свидетельствует о том, что процесс мартитизации здесь прошел довольно глубоко. Магнетит является характерным минералом медно-молибденовых месторождений. Однако распространен весьма неравномерно. Более всего магнетит распространен на Каджаранском, Агаракомском и Джиндаринском месторождениях, где образует относительно крупные кварц-

Таблица 37

Окислы	MnO	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	Cl	Сумма	Автор
Содержание в %	2,57	26,64	67,40	1,56	2,29	0,27	100,73	Карамян К.А.

магнетитовые жилы и прожилки, а также массивные тела замещения. Менее широко магнетит получил развитие на Дастакертском месторождении. На этих месторождениях основная масса магнетита проявилась в кварц-магнетитовую стадию минерализации.

В кварц-магнетитовых прожилках и жилах магнетит выделился позже кварца, зерна которого он обычно цементирует. Мелкие идиоморфные кристаллы кварца постоянно замечены в полях магнетита. Магнетит образует тесные сростания со всеми минералами, присутствующими в этой ассоциации (гематитом, борнитом, халькопиритом, молибденитом). Все эти минералы образуются после магнетита и в виде тонких прожилков проникают в поля магнетита.

В массивных рудах отмечаются хорошо оформившиеся друзы октаэдрических кристаллов магнетита в виде друз, промежутки между которыми заполнены халькопиритом (рис.12).

На Дастакертском и Джиндаринском месторождениях помимо основной стадии магнетит проявился и в полевошпат-кварц-халькопиритовой и кварц-борнит-халькопиритовой стадиях соответственно. Здесь магнетит образует тесные сростания с халькопиритом и борнитом и интенсивно разъедается этими минералами. В мономинеральных агрегатах магнетит имеет характерную мостовидную структуру. Магнетит подвержен интенсивной мартитизации (рис.73), которая обычно развивается по краям зерен магнетита, иногда полностью замещая его. В некоторых зернах отмечается зональное за-



Рис.73. Мартитизация магнетита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув.120.

мещение магнетита гематитом вдоль концентрических трещин.

Шпинель — $MgAl_2O_4$ является характерным минералом титано-магнетитовых руд Сваранцского и Камакарского месторождений.

На указанных месторождениях, по данным Г.Б.Межлумяна, раз-

вита железно-магнезиальная разность шпинели - плионаст ($MgFe$) Al_2O_4 . Плионаст образует распад с титано-магнетитом (рис.70). По мнению Г.Б.Межлумяна, мелкие выделения шпинели в титано-магнетите обусловлены довольно низким содержанием Al_2O_3 в магнетите, а также сменой темпа понижения температуры распада твердого раствора, что привело к образованию неполных и несовершенных структур распада шпинели в магнетите и титано-магнетите.

Химический анализ титано-магнетита из Сваранцского месторождения с включениями шпинели показал следующие содержания окислов:

Таблица 38

№ п.п. Компо- ненты	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	V ₂ O ₅	SiO ₂	CaO	Сумма	Автор
250	32,06	51,64	7,22	2,85	3,07	0,62	1,01	0,93	99,40	Г.Б.Меж- лумян

Химический анализ титано-магнетита с включениями шпинели свидетельствует о том, что шпинель относится к железо-магнезиальной разности - плеонасту.

Гематит - Fe_2O_3

Гематит является распространенным минералом гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района. В ряде случаев образует самостоятельные проявления (Арамаздское и Бугакарское). Здесь гематит образует кварц-гематитовые прожилки и зоны интенсивной гематитизации.

На медно-молибденовых месторождениях гематит проявляется как в ассоциации с магнетитом, так и в виде отдельных зон гематитовой минерализации. Такие зоны гематитизации отмечаются на Каджаранском и Джиндаринском месторождениях, где отмечается пластинчатая разность гематита - олижист (рис.74).

Гематит отмечается и в медно-молибденовых рудах. Он является характерным минералом II кварц-молибденит-халькопиритовой стадии минерализации Дастакертского месторождения. Здесь гематит образует пластинчатые кристаллы, рассеянные в кварце (рис. 75). Гематит отмечается и в кварц-халькопиритовых прожилках Каджаранского месторождения, где он представлен в виде шестоватых кристаллов в полях халькопирита (рис.76). Образование гематита отмечается и в более поздних стадиях минерализации.



Рис.74.Пластинчатые кристаллы гематита. Кварц-гематитовые прожилки.Бугаракское месторождение.Полированный шлиф.Ув.100.



Рис.75.Призматические кристаллы гематита в кварце и кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации.Дастакертское месторождение.Полированный шлиф.Ув.90.

На Айгедзорском и Джиндаринском месторождениях гематит отмечается в кварц-пиритовых прожилках, где он развивается по пириту.

На ряде месторождений (Арамазд, Каджаран) отмечаются случаи мушкетовитизации гематита. Здесь магнетит псевдоморфно замещает пластинчатые кристаллы гематита. Химический состав ге-

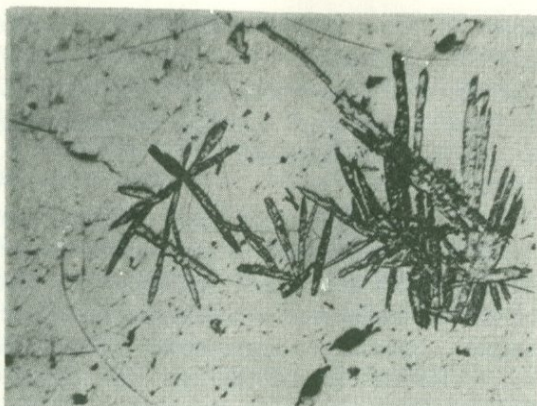


Рис. 76. Пластинчатые кристаллы гематита в полях халькопирита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 90.

матита из различных месторождений представлен в табл. 38а.

Таблица 38а

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	V ₂ O ₅	Сумма	Аналитик	Автор
5,38	0,88	93,0	0,2	н.о.	0,03	99,29	Белоусов З.И.	Карамян К.А.

Ильменит — FeTiO₃

Ильменит в основном распространен в месторождениях титано-магнетитовых руд Зангезурского рудного района (Сваранц, Камакар). В месторождениях других формаций распространен весьма слабо.

В титано-магнетитовых рудах отмечаются две генерации ильменита. Первый, наиболее ранний ильменит, образуется в результате распада твердого раствора в магнетите и представлен в виде пластинчатых выделений. Вторая генерация более низкотемпературная, образовалась вследствие перегруппировки пластинчатого ильменита. Наибольшее содержание ильменита в титано-магнетитовых рудах отмечается в массивных жильных разностях. Во вкрапленных рудах количество ильменита ничтожно. Пластинчатые выделения ильменита отмечаются также в магнетите скарновых месторождений.

В медно-молибденовых месторождениях ильменит распространен весьма слабо. На Каджаранском месторождении ильменит установ-

лен Г.О.Пиджяном (1975) в магнетите кварц-полевошпатовой стадии минерализации. К.А.Карамян (1969) установил ильменит в магнетите метасоматитов ранней щелочной стадии метасоматических процессов, где он образует зернистые выделения, приспособляющиеся к выделениям магнетита.

Рутил - TiO_2

Рутил является характерным минералом руд медно-молибденовых месторождений. Он проявляется в рудах кварц-халькопиритовой стадии минерализации (Каджаран, Дастакерт). В ряде случаев отмечаются хорошо оформившиеся призматические кристаллы в полях халькопирита. Чаще всего встречается в контактовых участках метасоматических халькопиритовых прожилков. Он характеризуется хорошо выдержанными диагностическими свойствами, вследствие чего его диагностика в рудах не представляется затруднительной.

Гётит - $FeO \cdot nH_2O$

Гипогенный гётит описывается впервые для руд медно-молибденовых месторождений (Яшвили, Карамян, Джангирян). Он установлен на Агаракском месторождении в тесной ассоциации с марганцевой минерализацией (манганит). Из жильных минералов отмечаются халцедон и карбонат. Гётит образует тонкозернистые агрегаты бурого и черного цвета, а также скрытокристаллические и колломорфные образования (рис.77). Местами он сильно ка-

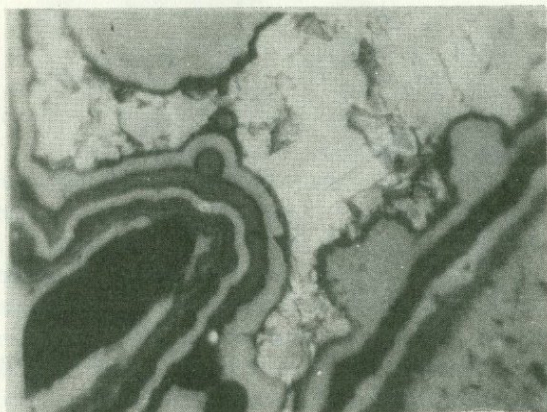


Рис.77.Чередование колломорфных выделений гётита и гидрогётита.В пустотах.Развивается полуокисленный манганит.Белое пирролизит.Агаракское месторождение.Полированный шлиф. Ув.150.

таклазирован и оцементирован манганитом (рис.78). В отраженном свете гетит серого цвета с заметным голубоватым оттенком с низкой отражательной способностью, близкой к таковой сфалерита. Двуотражение очень слабое, но при больших увеличениях отчетливое. В иммерсии отчетливо наблюдается эффект анизотропии. Довольно часто наблюдаются желто-оранжево-бурые внутренние рефлексы. По данным локального лазерного микроспектрального анализа, полученного с поверхности полированного шлифа, гетит из Агаракского месторождения содержит Fe 40-45%, Mn-3,5% (анализ выполнен в спектральной лаборатории ИГН АН Арм. ССР на лазерной установке).

Таким образом, данные лазерного микроспектрального анализа свидетельствуют о том, что описанный гетит относится к марганцевой разновидности.



Рис.78.Раздробленная почка гетита.Цементирована гидроокислом Mn. Агаракское месторождение.Полированный шлиф.Ув.300.

Манганит — $MnO(OH)$

Манганит впервые для Агаракского месторождения установлен коллективом авторов (Яшвили, Карамян, Джангирян). Он, как и гетит, представляет первичное низкотемпературное образование, завершающее процесс медно-молибденового оруденения. Манганит характеризуется черным цветом с полуметаллическим блеском и низкой твердостью. Образует отдельные небольшие прожилки и гнездообразные скопления. Под микроскопом характерен тонкокристаллическим строением в виде клиновидных, игольчатых призматических кристаллов (рис.79). Минерал кристаллизуется после

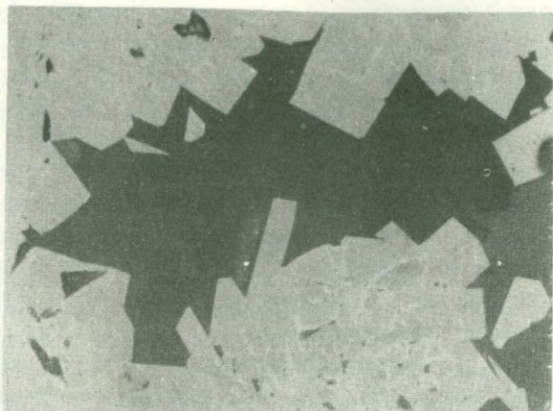


Рис. 79. Кристаллический агрегат манганита
Агаракское месторождение. Полированный
шлиф. Ув. 120.

гётита, поскольку цементирует раздробленные агрегаты последнего. В отраженном свете манганит обнаруживает все характерные для него оптические свойства, низкий показатель отражательной способности, сильное двуотражение и интенсивные эффекты анизотропии.

5. В о л ь ф р а м а т ы

Шеелит (CaWO_4) является малораспространенным минералом эндогенных месторождений Зангезурского рудного района. Однако он установлен в проявлениях различного генетического типа.

Шеелит установлен в скарновых образованиях ряда скарново-рудных полей (басс. р. Гехи, с. Ньювади, с. Лернашен) (Ю.А. Арапов, 1946). Здесь шеелит отмечается в самих скарнах, где образует небольшие выделения, заполняющие промежутки зерен граната и пироксена. Распределение шеелита в скарнах, по данным М.А. Арутюнян, неравномерно и в основном приурочено к средним частям скарновых зон. Опробование ряда разновидностей скарнов показало, что содержание в них W варьирует от 0,001 до 0,25%.

Шеелит установлен в кварц-турмалиновых жилах с. Аткаиз, где он тесно ассоциирует с магнетитом, молибденитом, халькопиритом и пиритом (С.С. Мкртчян, К.А. Карамян, Т.А. Аревшатын, 1969). Наличие шеелита установлено также и в гидротермальных медно-молибденовых месторождениях. Впервые шеелит установлен И.Г. Магакяном для Каджаранского месторождения, где он описан в шли-

хах ущелья р.Хиар-дара. Позднее описан А.С.Фарамазяном (1974) для кварц-молибденитовых прожилков Каджаранского месторождения, где он образует кристаллы дипирамидального облика в микродрюзах кварца. Шеелит в кварц-молибденитовом прожилке Каджаранского месторождения установлен также автором. Здесь шеелит образует небольшие выделения в средней части кварц-молибденитового прожилка в тесном сростании с молибденитом (рис.80).



Рис.80.Выделение шеелита (рельефное) в кварц-молибденитовом прожилке.Молибденит (черное) приспособливается к выделениям шеелита.Каджаранское месторождение.Прозрачный шлиф.Ув.150.

В отраженном свете шеелит характерен серым цветом $R - 10\%$. В прозрачном шлифе он одноосный, положительный $Nq-Np - 0,017$, погасание прямое, спайность ясная, удлинение отрицательное. Рельеф очень высокий. По времени он ранний; молибденит приспособливается к выделениям шеелита.

Б. Жильные минералы

Кварц - SiO_2

Кварц является самым распространенным жильным минералом в месторождениях Зангезура. Он широко проявляется в месторождениях ряда рудных формаций: пегматитовая медно-молибденовая, скарновая медно-молибденовая, грейзеновая кварц-турмалиновая, гидротермальная медно-молибденовая, золото-сульфидная и реальгар-аурипигментовая, ртутная. В пегматитовых жилах кварц распространен хотя и широко, но не является главным минералом.

Он обычно заполняет средние части полевошпатовых жил и рудные минералы (магнетит, молибденит, халькопирит, пирит), тесно ассоциируя с ними. В скарновых проявлениях кварц распространен слабо и представлен отдельными небольшими просечками, пересекающими скарны, либо в виде небольших кварц-эпидотовых прожилков. Широко отмечается кварц в грейзеновых образованиях с Аравус и в кварц-турмалиновых жилах с Аткис. Здесь характерны для кварца относительно крупные агрегаты кристаллов призматического габитуса. Наибольшее распространение кварца отмечается в гидротермальных месторождениях. Он здесь является главным минералом выполнения в жилах и прожилках.

Установлено несколько возрастов образования кварца, которые ассоциируют с различными рудными ассоциациями и образуют с ними тесные сростания.

На основе пересечения кварц-рудных прожилков различного состава на отдельных месторождениях установлено до 10 различных его генераций. В жилах и прожилках обычно развиты агрегаты кварца, обладающие зернистой структурой. Наблюдается несколько морфологических разновидностей зерен. Изометрические крупные зерна отмечаются в относительно мощных жилах. Более мелкозернистые разновидности характерны для маломощных прожилков. Некоторые жилы обладают поперечно-шестоватым, либо гребенчатым строением. В пустотках жил и прожилков характерно образование относительно крупных кристаллов либо друз кристаллов, которые местами достигают 4-5 см в длину и 1 см в сечении (рис. 81).

В кварц-молибденитовых жилах и прожилках отмечаются случаи совместной кристаллизации кварца и молибденита. В этом случае обычно мелкие пластинки молибденита бывают заключены в призматические кристаллы кварца. Обычно же в этом парагенезисе кварц кристаллизуется раньше молибденита, который нарастает на кристаллы кварца. В кварц-молибденит-халькопиритовых прожилках молибденит обычно приурочен к зальбандам жил, а халькопирит заполняет промежутки между гребенчатыми кристаллами кварца (рис. 30). В других рудных парагенезисах, таких, как кварц-халькопиритовый, кварц-пиритовый и кварц-офалерит-галенитовый, кварц, как правило, кристаллизуется раньше рудных минералов (рис. 82).

В некоторых массивных халькопиритовых рудах ряда месторождений (Каджаран, Агарак, Дастакерт и др.) в сплошных полях халькопирита под микроскопом отмечаются идиоморфные кристаллы



Рис. 81. Друза призматических кристаллов кварца из кварц-молибденитовой жилы. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

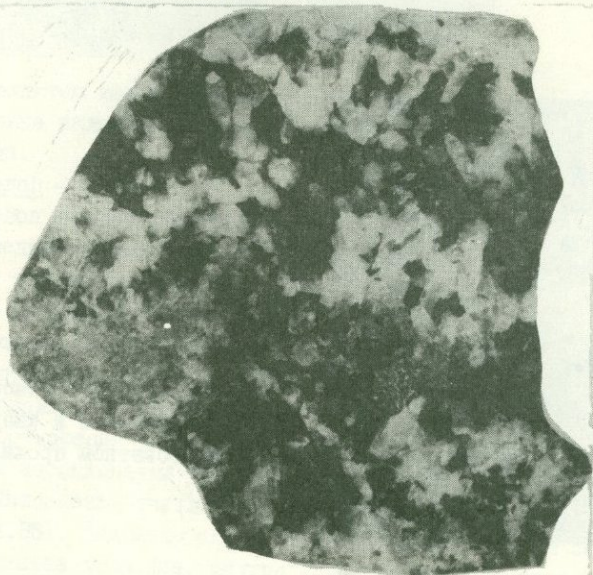


Рис. 82. Идиоморфные призматические кристаллы кварца сцементированы сфалеритом (темное). Личквасское месторождение. Натуральная величина.

кварца. Это свидетельствует о том, что при образовании массивных руд кварц может выкристаллизовываться из массы рудного минерала. Кварц отмечается и в массивных карбонатных жилах, где имеет место чередование в кристаллизации кварца и карбоната (рис.83а,б).

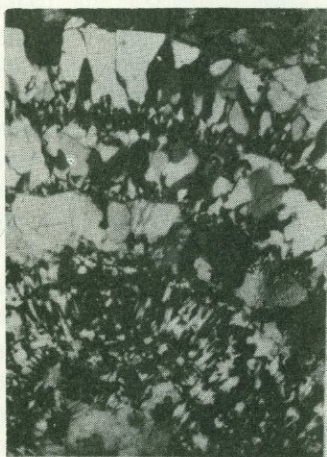


Рис.83 (а,б).Ритмичное чередование карбоната и кварца в кварц-карбонатном прожилке.

Выделение кварца отмечается даже в наиболее поздней гипс-ангидритовой ассоциации, где мелкозернистый кварц ассоциирует с баритом и ангидритом (рис.84).

Выделяется несколько цветовых разновидностей кварца: молочно-белый,серый, розовый, темно-серый до черного. Все эти разновидности образованы благодаря примесям сульфидов, либо наличию газовой-жидких включений. Многочисленные газовой-жидкие включения в



Рис.84. Ассоциация барита с низкотемпературным кварцем в карбонат-барит-ангидритовой жиле.

кварце являются как первичными, так и вторичными. В ряде случаев первичные включения в кварце имеют форму негативных кристаллов кварца.

Халцедон — SiO_2

Халцедон — скрытокристаллическая разновидность кварца. Проявляется на медно-молибденовых месторождениях Зангезурского рудного района весьма неравномерно. Он установлен только на Каджаранском и Джиндаринском месторождениях. Наиболее интенсивно проявляется на Каджаранском месторождении, где представлен в виде самостоятельных жил и прожилков. Халцедон образует натечные образования с характерной бугорчатой поверхностью. Возрастные взаимоотношения халцедоновой минерализации с остальными минеральными ассоциациями установлены достаточно определенно. Прожилки халцедона отчетливо пересекают карбонатные жилы и прожилки (рис.85). Под микроскопом халцедон обычно имеет скрытокристаллическое строение, внутри которого местами выделяются отдельные сферолиты (рис.86). В ряде случаев в скрытокристаллической массе отмечаются друзовые микротекстуры перекристаллизации скрытокристаллического агрегата (рис.87).

Кварцин — SiO_2

Кварцин — скрытокристаллическая разновидность кварца, характерная волокнистым строением.

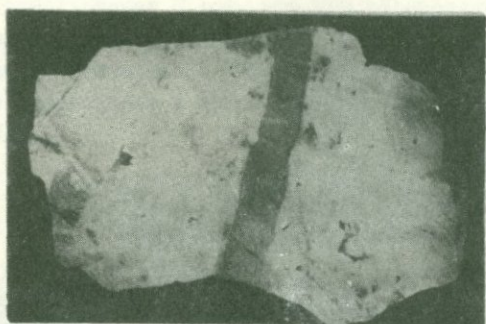


Рис. 85. Пересечение массивного карбоната
прожилком халцедона. Каджаранское место-
рождение. Натуральная величина.



Рис. 86. Сферолиты в скрытокристал-
лических агрегатах халцедона. Прозрач-
ный шлиф. Ув. 200.

Кварцин установлен автором на Калерском пегматитовом месторождении в тесной ассоциации с доломитом, наложенной на пегматитовые жилы. Гидротермальный доломит интенсивно разъедает кварц-пегматитовые жилы и образует хорошо оформившиеся агрегаты ромбоэдрических кристаллов. Кварцин же окружает кристаллы доломита. При этом отмечается несколько слоев кварцина (рис. 88). Очевидно, кварцин образовался вследствие перестроения выщелоченного кремнезема при наложении карбонатной минерализации на пегматиты.



Рис. 87. Микродрузовая текстура в процессе перекристаллизации скрытокристаллических агрегатов халцедона. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 120.

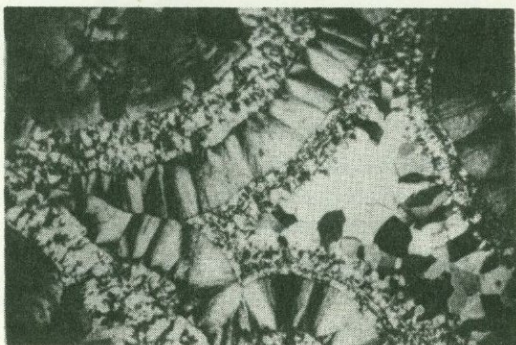


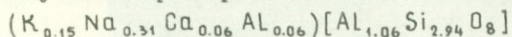
Рис. 88. Волокнистый агрегат кварца из Калерского месторождения. По периферии кварца переходит в халцедон. В средней части фестончатых образований кварца образуется кристаллический кварц. Прозрачный шлиф с анализатором. Ув. 90.

К-полевой шпат — $KAlSi_3O_8$

К-полевой шпат является характерным жильным минералом на медно-молибденовых месторождениях. Он распространен на Каджаранском, Дастакертском и Агаракомском месторождениях. На Каджаранском месторождении представлен только в кварц-полевошпатовых прожилках. Местами отмечаются мономинеральные прожилки.

Размер кристаллов К-полевого шпата достигает местами 2-3 см. По малому углу оптических осей $2V = 52^\circ$ (001) $\begin{matrix} \swarrow 87 \\ \rightarrow 5 \\ \searrow 86 \end{matrix}$ и триклин-

ной сингонии относится к анортоклазу со значительным содержанием натрия, как это вытекает из кристалло-химической формулы, полученной при пересчете химического анализа.



На Дастакертском месторождении К-полевой шпат проявляется в полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии, где он образует небольшие кристаллы, размером в 3-5 мм (рис.89), особенно в пус-



Рис.89. Кристаллы К-полевого шпата в друзовой полости полевошпат-халькопиритового прожилка. Дастакертское месторождение. Ув.8.

татах прожилков, сцементированных халькопиритом. Здесь К-полевой шпат относится к нерешетчатому микроклину. Измерение констант на Федоровском столике показало

$$(001) \begin{matrix} \swarrow 86 \\ \rightarrow 8 \\ \searrow 84 \end{matrix} \quad 2V = - 84^\circ$$

Химическим анализом в характеризуемом минерале установлено содержание щелочей: $K_2O = 8,56$, $Na_2O = 1,24$. На Агаракском месторождении К-полевой шпат имеет небольшое распространение и образует небольшие прожилки, либо неправильные скопления в участках проявления полевошпатизации.

На Джиндаринском месторождении в кварц-борнит-халькопиритовых прожилках отмечаются отдельные небольшие кристаллы К-полевого шпата, размером 0,5 см в поперечнике.

Адуляр - $KAlSi_3O_8$

Адуляр является редко встречаемым минералом в рудах мед-

но-молибденовых месторождений. Он установлен впервые А.Г.Казаряном (1958) на Каджаранском месторождении в рудах кварц-пиритовой ассоциации.

На Дастакертском месторождении адуляр установлен автором (Карамян, 1959).

Адуляр имеет мясо-красный цвет, характерен ромбическими формами кристаллов с характерной спайностью $2V = -60-63^\circ$. На Каджаранском месторождении адуляр обычно содержит чешуйки серицита. На Дастакертском месторождении он также развит в кварц-пиритовой ассоциации и образует гломеробластические скопления в гидротермально измененных породах, а также каемку вокруг пирита.

Альбит — $\text{Na AlSi}_3\text{O}_8$

Альбит является редким жильным минералом медно-молибденовых месторождений. На Каджаранском, Агарацком, Айгедзорском месторождениях альбит тесно ассоциирует с эпидотом и образует альбитовую оторочку вокруг эпидотовых прожилков. Весьма редкие кристаллы альбита отмечаются в рудах полевшпат-кварц-халькопиритовой ассоциации Дастакертского месторождения. Здесь альбит образует таблитчатые кристаллы. Альбит отмечается и в гидротермально измененных породах Каджаранского, Джиндаринского и Агарацкого месторождений. Здесь альбит образуется во внешней зоне серицитизированных пород, где он образует полисинтетические двойники и соответствует альбиту № 8-10.

Карбонаты (кальцит, доломит, анкерит, родохрозит, сидерит)

Карбонаты имеют весьма широкое распространение в медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождениях Зангезура. Из месторождений других формаций характерным является образование карбонатов в скарнах. В скарнах он является распространенным минералом и образует отдельные гнездообразные выделения, заполняя друзовые полости, часто выложенные кристаллами граната. Размеры таких выделений достигают 5-6 см в поперечнике. По времени выделения карбонат в скарнах является наиболее поздним из всех минералов, проявленных на этих месторождениях. Обычно карбонат на этих месторождениях представлен чистым кальцитом с характерным белым цветом. Однако на участке Сурбкар отмечается и голубой кальцит.

Химический состав кальцита из Кефашенской скарновой зоны представлен в табл.39.

Необходимо отметить, что в пределах Кефашенской скарновой зоны, помимо типичного скарнового кальцита, отмечается явно

Оксиды	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO
Содержание в %	0,56	0,162	0,008	0,56	56,5	0,13
Оксиды	Al ₂ O ₃	п.п.	Сумма	Аналитик	Автор	
Содержание в %	0,41	42,5	100,330	М.Давтян	К.Карамян	

гидротермальный карбонат, приуроченный к тектонической трещине, пересекающей как карбонатные отложения палеозоя, так и сами скарны. Эти более поздние карбонаты представлены как кальцитом, так и доломитом. Здесь кальцит образует скаленоэдрические кристаллы, которые имеют зональное строение и на периферии кристаллов темно-коричневую окраску (рис.90).



Рис.90. Друза скаленоэдрических кристаллов кальцита из Кефашенского скарнового месторождения. Натуральная величина.

В медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождениях карбонаты распространены весьма широко, однако на различных месторождениях отличаются как по составу, так и по интенсивности проявления.

На Каджаранском, Дастакертском, Айгедзорском и Джиндаринском месторождениях карбонаты распространены широко, а на Агаракском месторождении они представлены спорадически и небольшим набором минеральных разновидностей.

Изучение возрастных взаимоотношений карбонатной минерализации с сульфидной показало, что на всех месторождениях карбонат, как правило, образуется после сульфидов. Он обычно

интенсивно замещает кварц и разъедает ассоциирующие с ними сульфиды (Карамян, 1972). Исключением является совместное образование алабандина и родохрозита, которые на Дастакертском месторождении образуют сложные родохрозит-алабандиновые поч-ки, где пустоты в колломорфных почках родохрозита часто заполнены алабандином. Помимо этого, отмечаются также случаи образования сульфидов (пирит), которые окрашивают в черный цвет некоторые прослойки в доломите, кальците (рис.91).

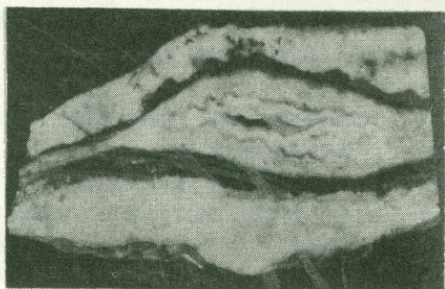


Рис.91. Характер строения доломитового прожилка из Дастакертского месторождения. Черный прослой обусловлен включением сульфидов. Натуральная величина.

В ряде случаев отмечаются остатки сульфидов в сростках с кварцем в больших полях карбонатов. Последнее, очевидно, обусловлено разъеданием и захватом кварца карбонатом. Совместно с карбонатом в прожилках и жилах отмечаются в небольшом количестве кварц и халцедон, которые обычно в виде весьма тонких прожилков пересекают крупные выделения карбоната. В ряде случаев карбонатные жилы и прожилки имеют полосчатое строение, обусловленное ритмичным выпадением кварца и карбоната (рис. 83а,б), свидетельствующее об их одновременном образовании.

Необходимо отметить, что возрастные взаимоотношения поздних ассоциаций минералов (халцедон, гипс-ангидрит) с карбонатами устанавливается достаточно определенно. Прожилки этих поздних ассоциаций, как правило, пересекают карбонатные жилы и прожилки (рис.85). На Джиндаринском месторождении автором была установлена карбонатная жила сложного состава, в которой

зальбанцовые части представлены карбонатом, а средняя часть - баритом и ангидритом (рис.106).

Ниже приводится описание основных минеральных видов карбонатов, установленных в месторождениях Зангезура.

Кальцит - CaCO_3

Кальцит является одним из наиболее часто встречаемых карбонатов на многих рудных месторождениях. На Дастакертском месторождении имеет широкое распространение, образует крупные жилы и прожилки. В некоторых жилах и пустотах отмечаются хорошо образованные скаленоэдрические кристаллы. В крупных скоплениях наблюдается отчетливая спайность. Цвет белый и розовый. При наличии примесей темно-бурый до черного. Кальциты из Дастакертского месторождения диагностированы рентгеновским и термическим анализами (рис.92).

На Дастакертском месторождении отмечается марганцевая разновидность кальцита - марган-кальцит.

На Каджаранском месторождении кальцит развит относительно меньше и обычно образует друзы кристаллов в пустотах доломитовых и анкеритовых жил. Помимо этого, отмечаются небольшие самостоятельные кальцитовые прожилки, представленные скаленоэдрическими кристаллами (рис.93).

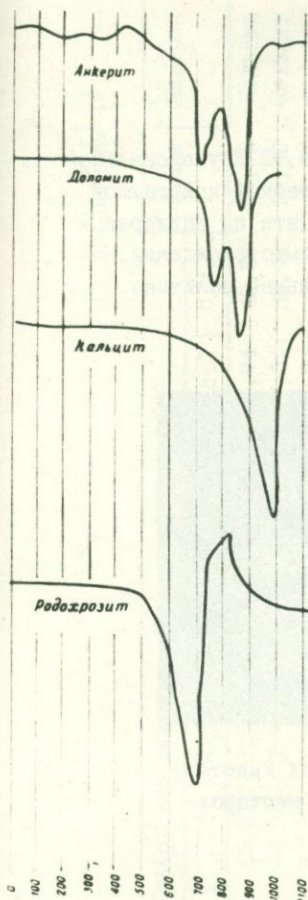
Самостоятельные кальцитовые прожилки отмечаются на Айгедзорском и Джиндаринском месторождениях (рис.94). По распространенности в гидротермальных месторождениях кальцит уступает только доломиту.

Химические анализы кальцитов из различных месторождений приведены в табл.40.

Для кальцитов гидротермальных месторождений Зангезура устанавливаются две формы кристаллов: 1) ромбоэдрический и 2) скаленоэдрический. Обе вышеотмеченные формы представлены на рис.95.

Доломит - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Доломит является самым распространенным минералом из карбонатов, проявленных на гидротермальных месторождениях Зангезура (Каджаран, Агарак, Дастакерт, Джиндара, Айгедзор, Тей-Личквас и др.). Доломит образует самостоятельные жилы и прожилковые зоны. В жилах доломит имеет обычно мелко-среднезернистое строение. Иногда отмечается поперечно-шестоватое строение (рис.96). На Каджаранском и Дастакертском месторождениях отмечается колломорфное строение доломита (рис.97). В таких почках доломит имеет радиально-лучистое строение (рис.98). В некоторых



Термограмма карбонатов из различных месторождений

Рис.92.Термические анализы кальцита, доломита, анкерита и родохрозита из различных месторождений Зангезурского рудного района.

доломитовых жилах (Каджаран-Анкасар) отмечается зональное сложение, где зальбандовая часть сложена доломитом, а средняя - кальцитом. В относительно мощных доломитовых жилах отмечаются нередко многочисленные пустоты, выполненные ромбоэдрическими кристаллами доломита (рис.99). В некоторых случаях в средних частях доломитовых прожилков отмечаются колломорфные почки доломита (рис.100). Доломит имеет белый, нередко кремовый или даже желтый цвет.

Химические анализы доломитов из различных месторождений приведены в табл.41.



Рис. 93. Друза скалено-эдрических кристаллов кальцита из Каджаранского месторождения. Натуральная величина.



Рис. 94. Друза скаленоэдрических кристаллов кальцита. Из Джиндаринского месторождения. Натуральная величина.

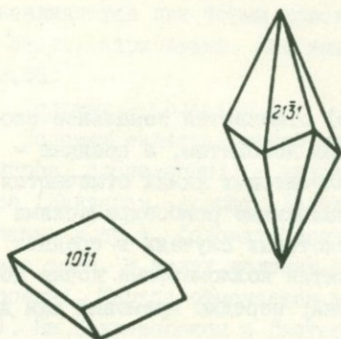


Рис. 95. Ромбоэдрический и скаленоэдрический кристаллы кальцита из гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района.

Таблица 40

№ обр.	Место взятия	Содержание окислов в %									Сумма	Минерал
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	MnO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	п.п.п.		
38	Каджаран	0,50	0,29	55,21	0,50	0,30	0,04	0,30	0,04	42,57	99,75	Кальцит
71	Каджаран	8,32	0,46	48,24	0,73	0,16	0,07	2,36	0,04	39,42	99,90	Кальцит
15	Дастакерт	2,29	0,55	49,42	2,65	0,60	4,50	0,13	0,04	39,82	100,00	Манган- -кальцит
55	Дастакерт	0,60	0,30	52,15	1,38	0,85	1,73	-	0,04	42,65	99,70	Кальцит
28	Айгедзор	1,99	0,32	54,71	1,05	0,28	0,91	0,19	0,04	40,51	100,00	Кальцит
29	Айгедзор	2,72	0,60	52,95	0,69	0,74	0,40	0,33	0,04	41,47	100,14	Кальцит
80	Айгедзор	2,47	0,37	53,32	1,16	0,35	0,77	0,11	0,03	41,42	100,22	Кальцит



Рис. 96. Поперечно-шестоватое строение доломитового прожилка из Каджаранского месторождения.



Рис. 97. Колломорфные образования доломита из Дастакертского месторождения. Натуральная величина.

Спектральным анализом в доломитах установлены следующие элементы-примеси: Mn, Ni, Co, Ti, V, Cr, W, Cu, Pb, Sb, Zn, Jt, Jb, Sr, Ba, Li, P, Be

Доломит диагностирован дифференциальным термическим анализом (рис. 92).

Как видно из таблицы, химический состав доломитов варьирует в значительных пределах и относится как к чистым разностям, так и железистым доломитам. Необходимо отметить также, что доломиты Дастакертского месторождения существенно обогащены мар-

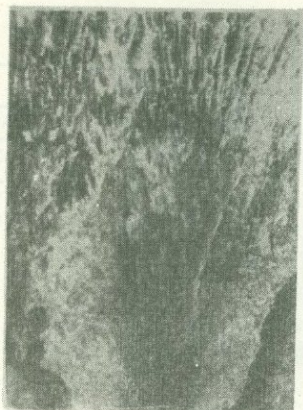


Рис. 98. Радиальнолучистое строение колломорфной почки доломита. Дастакертское месторождение.

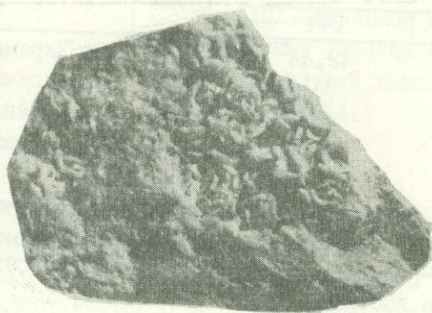


Рис. 99. Ромбоэдрические кристаллы доломита из Дастакертского месторождения. Natural size.

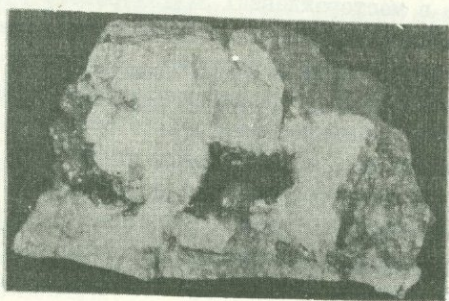


Рис. 100. Почка доломита в средней части прожилка Дастакертского месторождения. Natural size.

Таблица 4I

№ обр.	Место взятия	Содержание окислов в %					
		CaO	MgO	FeO	MnO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
16	Дастакерт	34,09	14,21	2,12	2,36	1,33	0,55
23	Дастакерт	36,25	11,98	3,85	4,28	3,71	3,09
935	Дастакерт	29,35	15,30	8,56	0,5	-	0,38
121	Каджаран, уступ 2175	25,45	16,71	15,44	0,51	-	-
1649	Каджаран	30,13	16,10	4,60	3,56	0,35	-
1647	Каджаран	30,96	14,14	9,05	0,58	0,80	0,20

№ обр.	Место взятия	Содержание окислов в %		Сумма	Автор
		SiO ₂	CO ₂		
16	Дастакерт	2,84	42,44	101,94	К.А.Карамян
23	Дастакерт	5,93	30,91	99,90	К.А.Карамян
935	Дастакерт	0,12	45,27	100,20	М.П.Исаенко
121	Каджаран, уступ 2175	-	41,25	99,36	К.А.Карамян
1649	Каджаран	-	45,10	99,84	М.П.Исаенко
1647	Каджаран	-	44,27	100,00	М.П.Исаенко

ганцем, содержание которого достигает 4-5%.

Анкерит — $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{CO}_3]_2$

Анкерит является менее распространенным минералом среди карбонатов в месторождениях Зангезурского рудного района. Он установлен на Каджаранском и Дастакертском месторождениях. Образуется небольшие жилы и прожилки, а также брекчированные зоны. Часто имеет черный цвет, изредка кремовый. Черный цвет анкерита обусловлен наличием примесей, в основном пирита. Во многих случаях кристаллы анкерита имеют отчетливую зональность, обусловленную чередованием светлых и темных зон (рис.101).

На Дастакертском месторождении автор наблюдал анкерит-доломитовый прожилок зонального строения, в котором альбанды сложены из темного анкерита, а средняя часть прожилка — из светлого доломита. При этом доломит отчетливо нарастает на кристаллы анкерита.

Анкерит диагностирован дифференциальным термическим анализом (рис. 92).

Химические анализы анкеритов из различных месторождений



Рис.101. Зональное строение зерен анкерита. Темные участки сменяются осветленными. Прозрачный шлиф. Каджаранское месторождение. Ув.24.

представлены в табл.42.

Родохрозит — $MnCO_3$

Родохрозит является довольно редким минералом из группы карбонатов, проявленных в месторождениях Зангезурского рудного района. Впервые он установлен автором (Карамян, 1957) на Дастакертском месторождении, где образует самостоятельные прожилки и небольшие жилы, тесно ассоциирующие с алабандином. Родохрозит образует колломорфные почки, которые бывают заполнены алабандином (рис.58а,б). Более поздний кальцит отчетливо пересекает почки родохрозита.

Родохрозит Дастакертского месторождения диагностирован дифференциальным термическим анализом (рис.92).

Сидерит — $FeCO_3$

Сидерит также является редко встречаемым карбонатом на гидротермальных месторождениях Зангезурского рудного района. Он установлен автором только на Айгедзорском месторождении в виде небольшой жилы, пересекающей кварц-молибденовую жилу и цементирующие ее обломки.

Сидерит Айгедзорского месторождения диагностирован рентгенометрически (табл.43).

Спектральным анализом в сидерите Айгедзорского месторождения установлены следующие элементы-примеси: $Mn - 0,9$; $Ni - 0,0024$, $Co - 0,0027$, $Ti - 0,047$, $V - 0,012$, $Cr - 0,0015$, $Mo - 0,1$,

Химический состав анкеритов из медно-молибденовых
месторождений Каджаран и Дастакерт

Таблица 42

№ проб	Место взятия	Содержание окислов											Сумма	Автор
		CaO	MgO	FeO	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	n.o	CO ₂		
5	Каджаран	29,67	15,77	5,71	0,5	4,49	1,06	0,85	0,05	0,04	-	41,86	100,0	К.Карамян
6	Каджаран	25,45	16,71	15,74	0,5	-	-	-	-	-	-	41,25	99,65	К.Карамян
37	Каджаран	31,41	14,75	0,74	0,231	1,92	0,68	1,01	0,05	сл.	-	43,2	100,0	К.Карамян
3170	Каджаран	28,61	16,95	5,12	0,72	-	0,80				4,20	43,7	101,17	М.Исаенко
54	Дастакерт	29,96	14,76	8,53	0,61	1,25	сл.	1,47	0,06	0,07	-	42,77	99,48	К.Карамян
54а	Дастакерт	29,31	16,78	5,04	0,76	1,70	1,61	-	0,05	0,21	-	37,67	98,74	К.Карамян

**Рентгенограмма сидерита из Айгедзорского
месторождения**

Таблица 43

№ п.п.	Интенсив- ность	$\frac{d}{n}$	№ п.п.	Интенсив- ность	$\frac{d}{n}$
I	3	4,25	22	3	I,433
2	3	3,72	23	4	I,387-I,382
3	3	3,64	24	3	I,362
4	4	3,36	25	I	I,329
5	3	3,10	26	2	I,287
6	10	2,80	27	3	I,259
7	2	2,47	28	3	I,231
8	3	2,36	29	4	I,204
9	2	2,30	30	3	I,185
10	I	2,26	31	3	I,156
11	4	2,14	32	I	I,144
12	3	I,973	33	I	I,126
13	2	I,922	34		I,119
14	3	I,827	35	10	I,083
15	2	I,807	36	3	I,067
16	9	I,741	37	3	I,049
17	I	I,709	38	3	I,045
18	2	I,673	39	4	I,034
19	4	I,547	40	3	I,015
20	3	I,512	41	I	I,010
21	I	I,461			

W - 0,0025, Zr - 0,0014, Nb - 0,0012, Cu - 0,072, Pb - 0,0015, Ag - $4 \cdot 10^{-5}$, Zn - 0,022, Ge - 0,0002, Ga - 0,00035, J - 0,0068, Jb - 0,00075, La - 0,0018, Sr - 0,022, Ba - 0,0025, P - 0,021, Be - 0,0005, Sc - 0,0014, B - 0,0016.

Ангидрит-гипс - $\text{CaSO}_4 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Ангидрит и гипс являются характерными минералами медно-молибденовых месторождений, хотя отмечаются не на всех месторождениях. Наибольшее развитие ангидрит и гипс получили на Каджаранском месторождении, где они представлены в виде прожилков, жил и отдельных гнезд. Участок интенсивного развития гипса и ангидрита примыкает к зоне дробления Дебаклинского разлома и занимает довольно значительную площадь. Ангидрит и гипс широ-

ко представлены и на Джиндаринском месторождении, где образуют гнездообразные тела, жилы и прожилки. В некоторых жилах ангидрит и гипс ассоциируют с карбонатом и баритом. На Личк-вазском участке Айгелзорского рудного поля гипс отмечается в приразломной полосе Дебаклинского разлома и залегает в виде прожилков мощностью 2-3 см в нарушениях с четко выраженной тектонической глиной. Отмечаются два типа ангидрита и гипса: 1) сахаровидный, белый и кремовый ангидрит и 2) волокнистый гипс - селенит. Сахаровидный белый и кремовый ангидрит тесно ассоциирует с сульфидами (пиритом, халькопиритом, борнитом, молибденитом). Изучение этих сульфидов в полированных и прозрачных шлифах показало, что сульфиды образованы раньше ангидрита и сростаются с кварцем. Ангидрит и гипс, как правило, интенсивно разъедают сульфиды и в виде тонких прожилков проникают в поля сульфидов. Исследование показало, что в массивных ангидритовых телах ангидрит гидратизирован и превратился в гипс. Гипс имеет показатели преломления: $n_g - 1,529$, $n_p - 1,519$. Волокнистый гипс - селенит имеет белый цвет, шелковистый блеск. Волокнистость обычно перпендикулярна стенкам трещин. При тектонических подвижках обычно волокна изгибаются. Анализ ангидрита-гипса из Каджаранского и Джиндаринского месторождений приведены в табл.44.

Таблица 44

Место взятия	Содержание компонентов					Сумма	Автор
	CaO	SO ₄	H ₂ O	п.п.п.	НО		
Каджаранское м-ние	31,94	45,64	20,61	2,42	-	98,61	Фарамазян
Джиндаринское м-ние	33,70	44,5	17,53	-	3,50	99,23	Карамян

Барит-целестино-барит - $BaSO_4 (Ba, Sr)SO_4$

Барит не пользуется широким развитием на гидротермальных месторождениях Зангезурского рудного района и проявляется спорадически на ряде месторождений. Из наиболее ранних образований целестинобарит проявился в грейзеноподобных образованиях с.Аравус (Карамян, Авакян, 1976). Здесь целестинобарит в виде пластинчатых кристаллов нарастает на гребенчатые кристаллы кварца. Минерал бесцветен, блеск стеклинный. Оптические константы: $n_g - 1,630 - 1,631$, $n_p - 1,621 - 1,622$, $n_g - n_p - 0,0009$. Оптически положительный $2V = +38^\circ$.

Химический состав целестинобарита представлен в табл.45.

Таблица 45

Оксиды	BaO	SrO	SO ₃	R ₂ O ₃	Сумма	Аналитик
Содержание в %	61,64	2,62	35,76	0,101	99,91	К.А.Карамян А.А.Авакян

Кристаллохимическая формула целестинобарита на основе химического анализа представляется в следующем виде (Ba 0,94, Sr 0,06) SO₄.

В медно-молибденовых месторождениях барит установлен на Каджаранском и Джиндаринском месторождениях. На Каджаранском месторождении мелкие пластинчатые кристаллики барита размером до 2,0 мм в поперечнике нарастают на натечные образования халцедона. Он также тесно ассоциирует с ангидритом. В ангидритовых прожилках и гнездах образует веретенообразные вытянутые кристаллы. Барит выделился ранее ангидрита, поскольку ангидрит в виде тонких язычков проникает в кристаллы барита (рис.102).



Рис.102.Проникновение ангидрита в барит. Прозрачный шлиф.Ув.90.Каджаранское месторождение.

В ряде случаев отмечаются самостоятельные баритовые прожилки, секущие карбонаты. На Джиндаринском месторождении барит отмечается в карбонат - барит - ангидритовых прожилках и небольших жилах. Указанные жилы и прожилки имеют зональное

строение, где зальбанды сложены карбонатом, затем идет тонкая полоса барита и, наконец, центральная часть жилы заполнена гипсом (рис.103). В этой ассоциации отмечаются и небольшие кристаллы кварца, нарастающие на кристаллы барита (рис. 84)

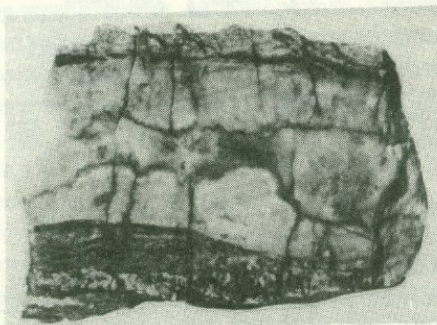


Рис.103.Зональное строение карбонат-барит ангидритового прожилка.

Апатит — $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Fe}$, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$

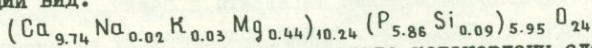
Апатит является малораспространенным минералом эндогенных месторождений Зангезурского рудного района. Он проявляется в рудах ряда рудных формаций.

На Камакарском месторождении Г.Б.Межлумян (1970) установил метасоматический тип апатит-титаномагнетитового оруденения, проявленный во вмещающих породах (габбро-амфиболиты, амфиболиты, пироксениты).

Апатит здесь образует идиоморфные кристаллы, а также скопления неправильной формы выделений. Для апатита характерны короткопризматические и короткостолбчатые кристаллы размером 0,04-2,5 мм. Цвет этого апатита серый, светло-серый, иногда светло-желтый. Поперечные срезы имеют шестиугольные очертания. Титаномагнетит и магнетит обычно цементируют выделения апатита (рис.104). Показатели преломления, определенные иммерсионным методом, следующие: $n_o = 1,684$, $n_e = 1,681$. Двупреломление $-0,003$.

Результаты химического анализа апатита, чисто отобранного под бинокулярной лупой, приводятся в табл.46.

Химическая формула этого апатита после пересчета имеет следующий вид:



Спектральным анализом в апатите установлены следующие элементы-примеси: V, Ca, Zn, Cu, Pb, Ag, Zn, Ba, Sr

В рудах месторождений медно-молибденовой формации апатит не имеет большого распространения. На Каджаранском месторожде-



Рис. 104. Кристаллы апатита (белое), сцементированы магнетитом (черное). Камакарское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 80. По Г. Б. Междумян.

Таблица 46

Компонент	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO
Содержание в %	39,28	0,55	0,16	н.о.	0,65	н.о.	51,49	1,67

Компонент	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	F ₂	Cl ₂	Σ рс	п.п.	Сумма
Содержание в %	сл.	0,07	0,12	н.о.	2,16	1,10	2,69	0,52	100,46

Аналитик - В. Бабаян, автор - Г. Б. Междумян

нии установлены три разновидности апатита, проявившиеся в различных минеральных ассоциациях. Наиболее ранний апатит отмечен в продуктах ранней щелочной стадии метасоматических процессов и тесно ассоциирует с магнетитом, роговой обманкой и биотитом. Указанный апатит образует призматические кристаллы, которые достигают в поперечнике 2-3 мм, а в длину - 1,0 см. Показатель преломления этого апатита Na'-1,637, Ne'-1,635. Спектральные анализы апатита показывают следующий состав элементов-примесей: Мп - 0,1, Ni - 0,001, Ti - 0,3, Мо - 0,003, V - 0,1, Zr - 0,5, Hf - 0,1, Cu - 0,003, Pb - 0,001, Ag - 0,0001, Ga - 0,001, Jt - 0,03, La - 0,1, Sr - 0,003, Ba - 0,003, Li - 0,001.

Апатиты этой генерации часто отмечаются в виде реликтов в рудах позднего медно-молибденового этапа минералообразования (рис. 105).



Рис. I05. Кристаллы апатита и чешуйки биотита раннего этапа минералообразования сцементированы массивным халькопиритом позднего этапа минералообразования. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув. 90.

Вторая разновидность апатита отмечается в кварц-сульфидных прожилках Каджаранского и Дастакертского месторождений и проявляется в виде неправильных выделений в интерстициях зерен кварца (рис. I06).

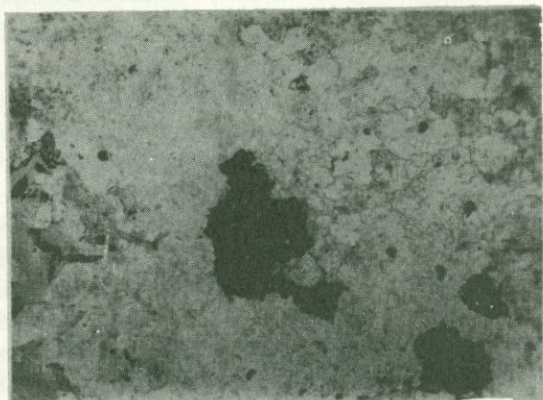


Рис. I06. Выделение апатита (рельефное) в кварц-сульфидных прожилках Дастакертского месторождения. Прозрачный шлиф. Ув. I00.

Третья разновидность апатита характерна для гидротермально измененных пород Каджаранского и Джиндаринского месторождений, где он образует скопления относительно крупных выделений с неправильными и закругленными очертаниями. Размер последних местами доходит до 1-2 мм.

Стеллерит - $\text{Ca}(\text{Al}, \text{Fe})_2 \text{Si}_7 \text{O}_{18} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Стеллерит впервые описан для медно-молибденовых месторождений автором (Карамян, 1967).

Установлен на Тейском золото-сульфидном месторождении, где образует небольшие прожилки и налеты на стенках трещин. В прожилках отмечаются хорошо оформившиеся кристаллы. В пустотах отмечаются друзы кристаллов таблитчатого габитуса. На стенках трещин образует налеты радиально-лучистого строения. В поперечнике такие сферолиты достигают 1,0-1,5 см.

Стеллерит имеет белый цвет, прозрачен, блеск стеклянный. Уд. вес 2,12. Показатели преломления стеллерита при 20° иммерсионной жидкости, проверенные на рефрактометре: $n_p = 1,489$, $n_g = 1,492$. Химический анализ Тейского стеллерита приведен в табл. 47.

Таблица 47

Оксиды	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	H_2O	Сумма	Автор
Содержание в %	56,72	16,25	0,24	8,36	18,33	99,90	Карамян

Аналитик - Т.Т.Авакян

Расчетная формула стеллерита из Тейского месторождения имеет следующий вид: $\text{Ca}_{1.14} \text{Al}_{1.09} \text{Fe}_{0.11} \text{Si}_{6.8} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Форма кристаллов стеллерита представлена на рис.107.

Рентгенометрический анализ тейского стеллерита приведен в табл.48.

Роговая обманка

Роговая обманка проявляется на Каджаранском и Джиндаринском месторождениях. Образование этого минерала на медно-молибденовых месторождениях связано с процессами ранней щелочной стадии постмагматических процессов, протекавших в генетической связи с мондонитовым интрузивным массивом Меграинского плутона.

На отмеченных месторождениях роговая обманка образует отдельные гнездообразные скопления и небольшие прожилки. Она в указанных метасоматитах сростается с биотитом, магнетитом, апатитом, ильменитом.

Результаты рентгеноструктурного исследования
стеллерита Fea -излучение, D -57,3, d -0,6

Таблица 48

№ п.п.	J	d	Эталон	№ п.п.	J	d	Эталон
			Стеллерит				Стеллерит
I	10	10,17	9-10,17	36	3	1,647	I-I,64I
2	10	8,94	10-8,94	37	8	1,590	7-I,596
3	3	5,3I	10	38	8	1,558	6-I,555
4	3	5,18	4-5,20	39	I	1,552	
5	7	4,67	8-4,6I	40	I	1,500	
6	5	4,48	6-4,4I	4I	I	1,469	
7	4	4,23	6-4,23	42	4	1,447	4-I,440
8	10	4,05	10-4,04	43	2	1,413	I-I,4II
9	4	3,74	6-3,70	44	2	1,393	
10	4	3,49		45	2	1,38I	
II	4	4I		46	4	1,363	5-I,359
12	5	3,35	7-3,36	47	I	1,337	I-I,339
13	5	3,18	6-3,17	48	I	1,318	I-I,317
14	9	3,0I	9-3,0I	49	5	1,302	6-I,299
15	2	2,87	I-2,87	50	5	1,277	4-I,277
16	I	2,83		5I	5	1,259	3-I,257
17	7	2,79	7-2,79	52	4	1,24I	6-I,24I
18	I	2,73		53	2	1,230	I-I,225
19	3	2,56	4-2,56	54	I	1,208	
20	2	2,45	2-2,47	55	I	1,200	I-I,200
2I	3	2,35	3-2,35	56	I	1,190	I-I,185
22	2	2,3I		57	I	1,179	
23	2	2,27		58	I	1,170	3-I,168
24	2	2,22	3-2,2I	59	2	1,138	I-I,138
25	2	2,12		60	2	1,126	2-I,125
26	2	2,10		6I	I	1,165	I-I,117
27	4	2,07	6-2,08	62	2	1,108	2-I,108
28	4	2,04	6-2,03	63	3	1,093	3-I,092
29	3	1,900	3-I,897	64	3	1,074	
30	I	1,800	I-I,8647	65	3	1,069	3-I,065
3I	3	1,827		66	2	1,057	
32	2	1,815	4-I,815	67	3	1,045	I-I,045
33	3	1,787	3-I,785	68	3	1,03I	I-I,034
34	3	1,733	I-I,73I	69	4	1,014	I-I,015
35	3	1,675	2-I,673	70	4	1,406	4-0,999

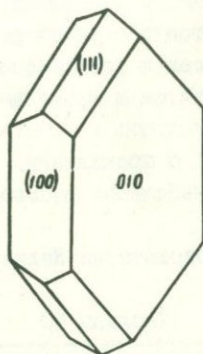


Рис.107.Кристалл стеллерита из Тейского месторождения.

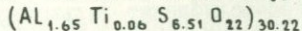
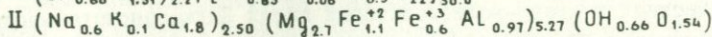
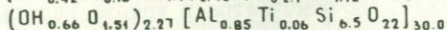
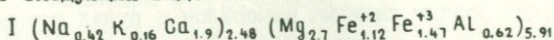
Химические анализы роговых обманок из прожилков и метасоматических скоплений представлены в табл.49.

Таблица 49

Окислы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	FeO	MgO	MnO	CaO
Содержа-	47,84	0,57	4,38	6,75	9,90	14,21	0,32	13,67
ние в %	49,52	0,57	7,85	3,05	10,08	13,55	0,46	12,79

Окислы	NaO	K ₂ O	H ₂ O	Сумма	Автор
Содержа-	0,80	0,48	0,37	99,29	К.А.Карамян
ние в %	1,20	0,50	0,36	99,93	К.А.Карамян

Кристаллохимические формулы этих двух роговых обманок имеют следующий вид:



Химический состав роговых обманок и кристаллохимическая формула показали, что обе разновидности роговых обманок относятся к обыкновенной роговой обманке.

Спектральными анализами в роговых обманках установлены следующие элементы-примеси: Ni - 0,001, Co - 0,003, V - 0,03, Zr - 0,001, Cu - 0,03, Pb - 0,03, Ag - 0,0003, Zn - 0,03, Sn - 0,001, Cd - 0,003, Jt - 0,00.

Биотит

Биотит является довольно распространенным жильным минералом на Каджаранском и Агаракском месторождениях. Отмечается

несколько генераций образований биотита. В наиболее больших масштабах проявляется биотит, который является продуктом ранней щелочной стадии метасоматических процессов и тесно ассоциирует с роговой обманкой, магнетитом, апатитом и ильменитом.

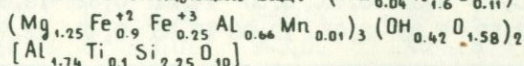
Вторая разновидность биотита ассоциирует с прожилками К-полевого шпата. Этот биотит имеет весьма небольшое распространение.

Химический состав первой разновидности биотита из Каджаранского месторождения представлен в табл.50.

Таблица 50

Окислы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	
Содержание	34,10	2,16	15,08	2,60	16,56	14,33	
Окислы	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.	H ₂ O	Сумма
Содержание	0,19	0,20	10,2	10,2	2,27	0,23	100,60

Пересчет кристаллохимической формулы биотита представлен ниже и имеет следующий вид: $(\text{Na}_{0.04} \text{K}_{1.6} \text{Ca}_{0.11})$



В биотите спектральным анализом установлены следующие элементы-примеси: Ni - 0,003, Co - 0,001-0,003, Ti - 1-3%, V - 0,03-0,1, Be - 0,002, Cu - 0,01-0,03, Pb - 0,01-0,03, Ga - 0,003%, Sc - 0,03-0,1, Li - 0,003-0,01%, Be - 0,0001-0,0003%, Ba - 0,01-0,03%.

Серицит

Серицит является редким жильным минералом в рудах медно-молибденовых месторождений. Он отмечается в весьма небольших количествах в кварц-молибденитовых жилах Каджаранского месторождения жил У1, IX, а также в кварц-молибденит-халькопиритовых прожилках шт.13 Дастакертского месторождения и кварц-халькопиритовых прожилках Агарацкого месторождения. Здесь чешуйки серицита размером 1-2 мм приурочены к средним участкам прожилка и нарастают обычно на кристаллы кварца.

Хлорит

Хлорит как жильный минерал в месторождениях Зангезурского рудного района довольно редкое явление. Он установлен только на Анкасарском месторождении в кварц-молибденит-халькопирито-

вом прожилке. Здесь хлорит образует пластинчатые агрегаты, либо веерообразные выделения в поперечнике 1,0–1,5 см, располагающиеся поперек прожилка (рис.108). Хлорит здесь в агрегатах сростается с диоктаэдрической слюдой.

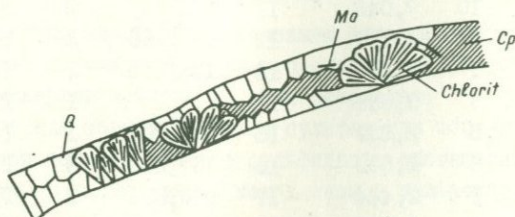


Рис.108.Веерообразные выделения прохлорита в кварц-молибденит-халькопировом прожилке.Зарисовка образца.Анкасарское месторождение.Натуральная величина.

Цвет хлорита под микроскопом зеленый по Nq –светло-желто-зеленый, по Nr –темно-оливково-зеленый, по Nm –оливково-зеленый; $Nq-Nr=0,008$, схема абсорбции обратная, $Nr>Nm>Nq=1,619$, ± 2 ; $2v=-21^\circ$, дисперсия $g>v$, удлинение отрицательное. Интерференционная окраска на срезе Nq-Nr аномальная, фиолетово-оливая. Минерал по оптическим свойствам соответствует прохлориту с соотношением $\frac{Fe}{Fe+Mg} \approx 45\%$.

Рентгенометрические исследования хлорита в рентгенлаборатории ВИМСа (зав.лабораторией Г.А.Сидоренко) подтвердили принадлежность хлорита к прохлорит-корундофилитовой группе. Межплоскостные расстояния представлены в табл.50а.

Электроннографические исследования этого хлорита, проведенные в ИГН Арм.ССР Р.Г.Мхитаряном, установили следующие параметры кристаллической решетки хлорита: $a = 5,292$; $b = 9,249$.

Термические исследования хлорита, проведенные И.Х.Петросовым, подтверждают принадлежность указанного хлорита к прохлорит-корундофилитовой группе (рис.109).

Слюда диоктаэдрическая

Диоктаэдрическая слюда является весьма редким минералом в рудах гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района. Указанная слюда установлена в кварц-молибденит-халькопи-

Межплоскостные расстояния прохлорита из Анкасар-
ского месторождения

Таблица 50а

№	hkl	J	$\frac{d_n}{n}$	№	hkl	J	$\frac{d_n}{n}$
1	0,01	9	14,06	10	I33,204	2	2,279
2	0,02	10	7,048	11	204	2	2,001
3	003,020	9	4,717	12	I35,206	2	1,886
4	004	1	3,895	13	I36,205	2	1,828
5	004	9	3,536	14		1	1,748
6	005	5	2,832	15	I36,207	1	1,662
7	I31,202	6	2,532	16	I37,208	3	1,568
8	I33,203	1	2,444	17	060,331	3	1,539
9	I33,202	1	2,381	18	062,331	1	1,509

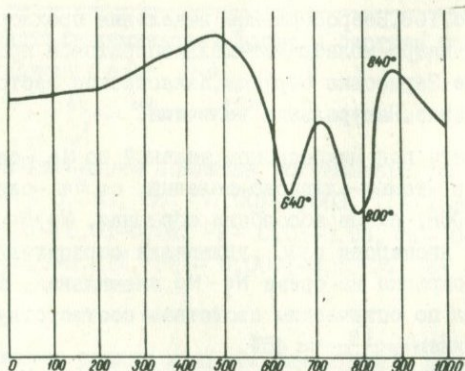


Рис.109.Термограмма прохлорита из Ан-
касарского месторождения.

ритовом прожилке, где она тесно сростается с хлоритом (прохлорит). Характеризуется следующими параметрами кристаллической решетки: $a = 5,18$; $b = 6,98$; $c = 9,89$; $\beta = 100^\circ 12'$.

Химический анализ чистоотобранной разновидности хлорита показал следующие содержания окислов:

Таблица 50б

Окислы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O
Вес, %	28,5	1,41	22,69	7,69	17,38	1,0	1,06	12,23	н/о
Окислы	K ₂ O	п.п.п.	Сумма	Аналитик	Автор				
Вес, %	0,15	9,00	100,86	Г.Джрбашян	К.А.Карамян А.Авакян				

Пересчет кристаллохимической формулы хлорита представлен ниже: $[K_{0.02} (Mg_{1.88} Mn_{0.99} Ca_{0.12} Fe_{1.49}^{2+} Fe_{0.60}^{3+} Al_{1.88}) (Si_{2.94} Ti_{0.11} Al_{0.95})_4 O_{10.0} OH_{6.61}]_{8.00}$

Спектральный анализ хлорита показал наличие следующих элементов-примесей: Ni - 0,018, Co - 0,1, V - 0,13, Ti = 2,4, Mo - 0,042, Cu - 0,32, Zn - 1,0, Ba - 0,032, Li - 0,0024, Sc - 0,0032.

2. Гипергенные минералы

Гипергенные минералы по условиям образования могут быть подразделены на минералы зоны вторичного сульфидного обогащения и на минералы собственно зоны окисления.

а. Минералы зоны вторичного сульфидного обогащения.

Минералы зоны вторичного сульфидного обогащения представлены борнитом, халькозином, ковеллином и халькопиритом.

Борнит - Cu_5FeS_4

Борнит является наиболее характерным и распространенным минералом зоны вторичного сульфидного обогащения. Он развит почти на всех упомянутых медно-молибденовых месторождениях, но наибольшее развитие получил на Каджаранском и Агаракском месторождениях, где чаще образуется по массивным халькопиритовым рудам. Образование вторичного борнита по прожилково-вкрапленным рудам отмечается значительно реже.

В процессе замещения халькопирита борнитом образуются разнообразные гнездовые, брекчиевидные и петельчатые текстуры замещения. Вторичный борнит, как правило, тесно ассоциирует с другими вторичными минералами - халькозином, ковеллином, купритом. Отмеченные минералы, как правило, развиваются по борниту.

Химический состав вторичного борнита Каджаранского месторождения представлен в табл.5I.

Таблица 5I

Компоненты	Cu	Fe	S	Se	Te	Bi	Сумма	Анализ-тик	Автор
Содержание в %	60,8	9,8	26,5	0,0013	0,001	0,0390	97,1410	М.Дав-тян	К.Карамян

Халькозин - Cu_2S

Халькозин является одним из основных минералов зоны цементации. Он присутствует на всех медно-молибденовых месторождениях. Наибольшим развитием пользуется только на Агаракском

месторождении, где отмечаются значительные участки халькозиновых руд.

Халькозин, как правило, образуется за счет борнита и реже халькопирита. В халькозиновых прожилках Агаракского месторождения постоянно присутствуют незамещенные остатки борнита и халькопирита. В свою очередь халькозин интенсивно замещается ковеллином, купритом, малахитом. Химический состав халькозина из Агаракского месторождения приводится в табл.52.

Таблица 52

Элементы	Cu	S	Fe	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание, %	79,42	19,95	0,68	100,05	Г.Джрбашян	К.Карамян

В борните халькозин обычно развивается по отдельным трещинам, либо по краям его выделений.

Ковеллин — CuS

Ковеллин так же, как и ранее описанные в данной главе минералы, является минералом зоны вторичного сульфидного обогащения. Ковеллин распространен значительно меньше борнита и халькозина, однако присутствует во всех месторождениях. Он образует прожилки, гнездообразные скопления и пленки. В основном развивается по борниту и халькопириту. Обычно под микроскопом образует пластинчатые агрегаты. М.П.Исаенко отмечает наличие в медно-молибденовых рудах колломорфного ковеллина.

Халькопирит — CuFeS_2

Вторичный халькопирит описывается впервые нами для руд медно-молибденовых месторождений. Он установлен на Каджаранском месторождении, где в рудах зоны цементации, представленных в основном вторичным борнитом, образуются волосяные прожилки халькопирита (рис.II0). Образование халькопирита по вторичному борниту надо рассматривать как процесс восстановления растворами, богатыми железом.

6. Минералы зоны окисления

Минералы зоны окисления отличаются большим разнообразием состава и представлены классами минералов:

1. Самородные элементы — золото, медь, сера.
2. Окислы — кварц, куприт, тенорит, делафоссит, пиролюзит, бисмит, лимониты, псиломелан, лампадит, медно-марганцевые смоляные руды.
3. Карбонаты — кальцит, анкерит, доломит, малахит, азурит,

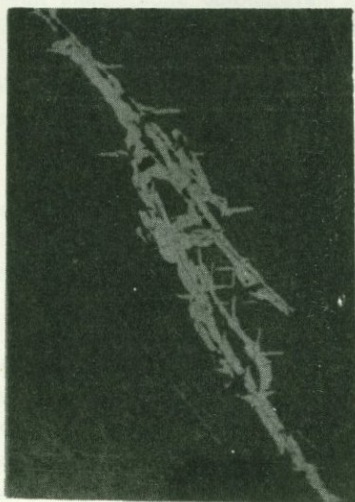


Рис. IIО. Прожилки вторичного халькопирита пересекают поле вторичного борнита. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув.50.

смитсонит, перуссит.

4. Сульфаты - барит, гипс, англезит, брошантит, халькантит, феррокупрохалькантит, копиянит, фиброферрит, малантерит, астраханит (минерал группы блёдита), ярозит, ильземанит.

5. Водные арсенаты - скородит.

6. Силикаты - галлуазит, аллофан, хризоколла, корнунт.

7. Молибдаты - повеллит, ферримолибдит.

I. Самородные элементы

Золото самородное - Au

Самородное золото в зоне окисления впервые было установлено Г.О.Пиддяном в окисленных рудах Каджаранского месторождения, где оно образует небольшие выделения в полях лимонита.

Самородная медь - Cu

До недавнего времени самородная медь считалась чрезвычайно редким минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений. За последние годы в связи с интенсивной добычей руд этих месторождений (Каджаран, Агарах) и вскрытием зон окисления значительно участились случаи обнаружения самородной меди. В настоящее время самородная медь установлена на Каджаранском, Агарахском и Дастакертском месторождениях, т.е. на тех месторождениях, где отмечается значительное проявление зоны окисления.

Проявляется самородная медь в виде дендритовых агрегатов,

либо моховидных скоплений в трещинах интенсивно заохренных пород (рис.III). Самородная медь устанавливается также в сильно окисленных медных рудах со значительным развитием куприта (кирпичные руды). Здесь она образует отдельные волосные прожилки, скопления зернистых выделений неправильного очертания в полях куприта.



Рис.III. Дендритовидные образования самородной меди из Каджаранского месторождения. Ув.3.

Е.А.Акопян (1960) отмечает также образование самородной меди в халькозине. Цвет самородной меди медно-красный, излом крочковатый, ковкий.

Спектральным анализом в самородной меди установлены следующие элементы-примеси: Fe- 1,5, Ti - 0,00034, V - 0,0013, Mo - 0,012, Pb - 0,0002, Ag - 0,0016, Zn - 0,0092, Cd - 0,0004.

Самородная сера - S

На наличие самородной серы в зоне окисления Агаракского месторождения указывает И.В.Барканов, где она образует налеты желтого цвета.

2. Окислы

Кварц - SiO_2

Гипергенный кварц не пользуется широким распространением на медно-молибденовых месторождениях. Он установлен на Каджаранском и Агаракском месторождениях, где обычно ассоциирует с рядом наиболее развитых минералов зоны окисления - азуритом,

малахитом, лимонитом, медно-марганцевой смоляной рудой. Обычно он обрастает эти минералы либо заполняет пустоты в них и образует щетки, размер которых не превышает 5 мм. Отмечаются случаи роста гипергенного кварца на бугорчатой поверхности медно-марганцевой смоляной руды. Гипергенный кварц характеризуется чистотой и прозрачностью.

Куприт — Cu_2O

Куприт является характерным минералом зоны окисления, хотя больших скоплений не образует. Больше всего отмечается на Каджаранском и Агаракском месторождениях, где проявляется в верхних частях этих месторождений.

Куприт проявляется в виде массивных образований, замещающих первичные минералы (борнит, халькопирит), так и вторичные (халькозин, борнит), часто образуя так называемые кирпичные медные руды. Нередко куприт проявляется в виде пленок, корок и кристаллических агрегатов, выстилающих пустоты в выщелоченных породах. М.П.Исаенко (1974) отмечает на медно-молибденовых месторождениях и метасоматические образования куприта по кальциту, где он образует мелкие выделения таблитчатой, прямоугольной, игольчатой форм.

На Каджаранском и Агаракском месторождениях установлено несколько кристаллических форм куприта (рис. II2), среди которых отмечаются куб, октаэдр и некоторые комбинированные формы. Размер некоторых таких кристаллов достигает 5 мм.

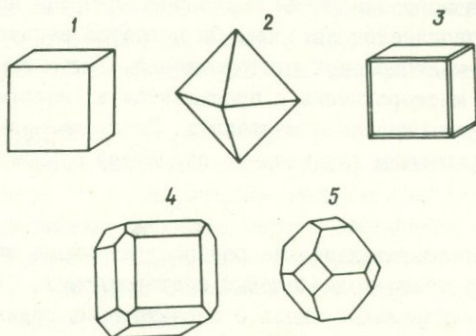


Рис. II2. Формы кристаллов куприта из Каджаранского и Агаракского месторождений.

На Каджаранском месторождении М.П.Исаенко (1974) отмечает проявление волосовидной и игольчатой разновидностей куприта —

халькотрихита. Последний обычно образуется в друзовых образованиях, нарастающих на кристаллические разности куприта.

Куприт обычно образуется в тесном парагенезисе с самородной медью. Часто мелкие (до 5 мм) неправильные выделения самородной меди отмечаются в полях массивных выделений куприта. Особенно это характерно для кирпичных руд Каджаранского месторождения.

Тенорит — CuO

Тенорит является весьма редко встречаемым минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений. По данным М.П.Исаенко, С.А.Мовсисян, М.П.Исаенко (1974), он проявляется в зоне окисления медно-молибденовых месторождений в парагенезисе с купритом, самородной медью, делафосситом. Проявляется в виде почек с радиально-лучистым строением и каемок.

По мнению Е.А.Акопян (1960), тенорит недостаточно точно диагностирован и некоторые исследователи принимают за тенорит лампадит, проявленный в виде черных порошковатых масс.

Делафоссит — CuOFeO_3

Делафоссит — очень редкий минерал зоны окисления медно-молибденовых месторождений. Установлен только на Агараком месторождении (Е.А.Акопян, 1960). Проявляется в виде тончайших прожилков. Обычно имеет коллоидное строение, но отмечаются и кристаллы таблитчатого габитуса.

Пиролюзит — MnO_2

Пиролюзит в зоне окисления медно-молибденовых месторождений впервые описывается автором. Он является весьма редким минералом медно-молибденовых месторождений. Установлен только на Агараком месторождении и проявляется в гипергенных условиях как продукт окисления манганита. Последний замещается пиролюзитом, образующим характерную структуру замещения (рис. II3).

Лимониты

Лимониты являются наиболее распространенными минералами зоны окисления медно-молибденовых месторождений. Они объединяют несколько минеральных типов с характерными признаками текстурно-структурных особенностей, окраски, оттенков, исходным первоначальным материалом, по которому образовался тот или иной лимонит, взаимоотношениями со вмещающими породами. Лимониты обладают различными формами выделения: корки, налеты, заполнения пустот и трещин, сплошные скопления, рассеянные по всей массе пород. По классификации Е.А.Акопян (1960), в зоне

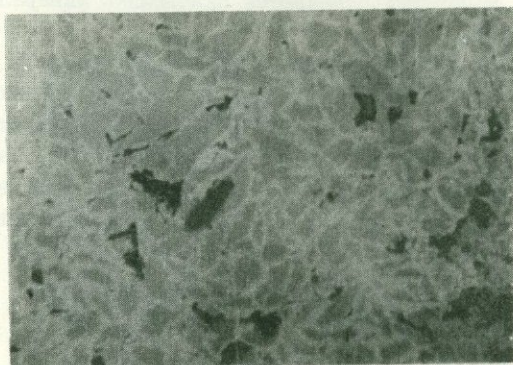


Рис. II3. Структура манганита пиролюзитом. Агаракское месторождение. Полированный шлиф. Ув. I00.

окисления медно-молибденовых месторождений могут быть выделены лимониты отложения – переотложенные лимониты и лимониты замещения, образовавшиеся на месте. В группе лимонитов могут быть выделены следующие минеральные разновидности: сильно-сидерит ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) H_2O , гетит (FeOOH) и гидрогетит ($\text{FeOOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Среди большого разнообразия состава лимонита на медно-молибденовых месторождениях наибольшим распространением пользуются окрашивающие лимониты, так называемые "рыхлые охры", меньше отмечается смоляная разновидность – стильпносидерит и еще меньше разновидность типа стеклянная голова, описанная Е.А.Акопян (1960) для северо-восточного участка Каджаранского месторождения.

Стильпносидерит – $(\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})_n \text{H}_2\text{O}$

Стильпносидерит является пленочной разновидностью лимонитов и пользуется довольно широким развитием на медно-молибденовых месторождениях. Особенно широко отмечается стильпносидерит на Каджаранском и Агаракском месторождениях, где указанные образования занимают значительные площади на участках работ этих месторождений.

Стильпносидерит образует тонкие корки, покрывающие стенки трещинок во вмещающих породах. Указанные пленки и корки обычно имеют бугорчатую поверхность. Толщина этих корок не превышает 3 мм. Обычно окрашены в черный цвет, изредка в коричневый и даже в красный. Имеют сильно смолистый блеск. Нередко бугорчатая поверхность стильпносидерита бывает испещрена трещинами

дегидратации, в которых отмечаются окисленные минералы меди - малахит и азурит.

Гетит - FeOON - гидрогетит - $\text{FeOON} \cdot \text{H}_2\text{O}$

Гетит развит на медно-молибденовых месторождениях довольно широко. Он образуется как за счет замещения первичных рудных минералов халькопирита, борнита, пирита (рис. II4), так и вследствие перекристаллизации окисленного материала в трещинах. На Каджаранском месторождении нередко отмечаются инфильтрационные жилы с характерным зональным строением. Обычно в этих

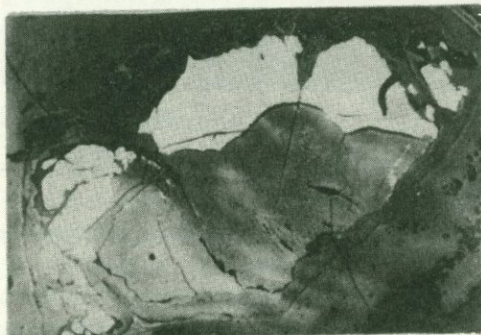


Рис. II4. Замещение пирита гётитом.
Агаракское месторождение. Полированный
шлиф. Ув. 60.

жилах средняя часть представлена гётитом и гидрогётитом характерные полуметаллическим блеском, между тем как внешняя часть жилы представлена лимонитовой охрой. Граница между охрой и гётитом довольно четкая. Отмечаются и случаи цементации обломков вмещающей породы гётитом с образованием типичных брекчий (рис. II5).

Химический анализ гётита показал следующие содержания компонентов.

Таблица 53

Оксиды	Fe_2O_3	FeO	CaO	H_2O^-	H_2O^+	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание в %	56,29	10,77	15,8	0,70	10,70	94,26	М. Давтян	К. Карамян

Спектральным анализом в гетите и гидрогетите установлены следующие элементы-примеси: Mn - 0,013; Ni - 0,004; Co - 0,002; Ti - 0,0018; V - 0,0019; Cr - 0,0009; Mo - 0,092; W - 0,0022;

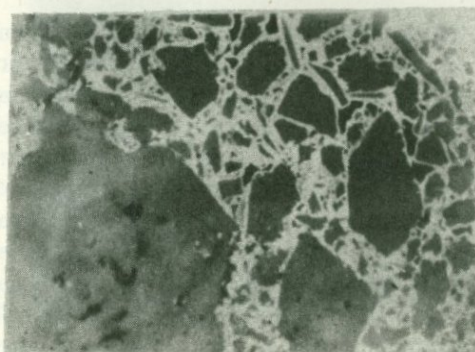


Рис. II5. Обломки вмещающей породы
сцементированы гётитом. Каджаранское
месторождение. Полированный шлиф.
Ув. 100.

Zr - 0,0016; Cu - 4,8; Pb - 0,031; Ag - $7 \cdot 10^{-5}$; Sb - 0,011.

Гётит Каджаранского месторождения диагностирован рентгено-
метрически (табл. 54).

Таблица 54

№ линии п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	Примечание
I	3	4,06	Аналитик И.Ревазова
2	3	3,29	
3	8	2,69	
4	10	2,44	
5	2	2,27	
6	2	1,875	
7	1	1,812	
8	9м	1,723	
9	3	1,609	
10	5	1,526	
11	7	1,506	
12	5	1,450	
13	1	1,410	
14	1	1,362	
15	4	1,318	
16	4	1,287	
17	5	1,147	
18	5	1,130	

Лампадит - $nR \cdot O \cdot MnO_2 \cdot pH_2O$ (медистый вад)

Лампадит является характерным и достаточно распространенным минералом медно-молибденовых месторождений Зангезура. Впервые лампадит установлен на Каджаранском и Агарацком месторождениях Е.А.Акопян (1960). На этих месторождениях лампадит проявляется наиболее широко, где образует налеты, микроскопические прожилки, корки, а также пропитывает вмещающие породы. Корки обычно имеют тонкополосчатое строение. Порошок лампадита черный. Спектральный анализ лампадита дает очень сильные линии FeMn, сильные AlSi линии выше средней интенсивности - Cu, средние линии Co, слабые линии Mo, Ba, Sr, Ca, Mg, Ti. Часто лампадит бывает покрыт тончайшими натечками малахита.

Псиломелан - $mROnMnO_2 \cdot pH_2O$

Псиломелан описан Е.А.Акопян (1960) для Агарацкого месторождения и, по ее данным, приурочен к участкам развития черных брекчий. В этих брекчиях образует корки, либо скопления. Корки имеют коллоидное строение.

Медно-марганцевая смоляная руда

Медно-марганцевая смоляная руда является характерным минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений. Развита главным образом на Каджаранском и Агарацком месторождениях. На Каджаранском месторождении встречается широко, а на Агарацком незначительно.

Проявляется в виде корок, налетов, пятнистых и оспенных выделений. Обладает сильным смолистым блеском. Под биноклем обнаруживает тонкослоистое строение с множеством округлых бурчатых натечков (рис.II6). Как известно, медно-марганцевая смоляная руда характеризуется непостоянством состава и в основном представляет смесь водных окислов железа, меди, марганца с кремнеземом.

Под микроскопом медно-марганцевая смоляная руда часто образует совместные коллоидные выделения с гидроокислами Fe и Cu (рис.II7).

По данным спектрального анализа медно-марганцевая смоляная руда характеризуется высокими содержаниями Cu и Mn.

В виде примеси отмечается большой набор элементов: Ni - 0,0005, Co - 0,0017, Ti - 0,007, V - 0,0012, Mo - 0,013, W - 0,002, Pb - 0,043, Ag - 0,0003, Sb - 0,024, Bi - 0,0005, As - 0,007, Zn - 0,24, Ge - 0,001, Ba - 0,0002, Jn - 0,0003, P - 0,037, B - 0,0013.



Рис. II6. Почковидно-скорлуповатые выделения медно-марганцевой смоляной руды. Каджаранское месторождение. Ув. 80.

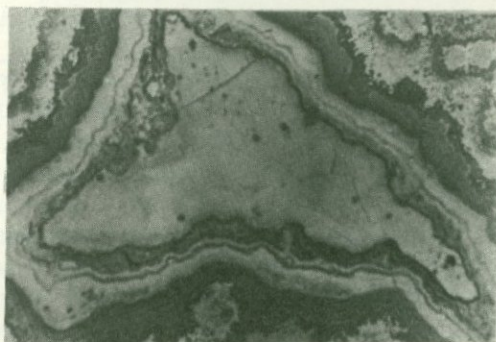


Рис. II7. Совместные колломорфные выделения гидроокислов Mn, Fe и Cu. Каджаранское месторождение. Полированный шлиф. Ув. 100.

3. Карбонаты

Кальцит — CaCO_3

Гипергенный кальцит отмечается довольно широко на медно-молибденовых месторождениях Зангезурского рудного района. Он представлен весьма широко на Каджаранском и Агарацком месторождениях и менее широко на Дастакертском месторождении. Кальцит образует отдельные сравнительно небольшие инфильтрационные жилы мощностью до 10 см, корки и натеки с характерным полосчатым строением или брекчированные зоны, где обломки окис-

ленных и железенных пород сцементированы карбонатом, а также образуют подтеки. В горных выработках отмечаются сталагмиты и сталактиты. В небольших инфильтрационных жилах отмечаются округлые выделения кальцита. В некоторых сравнительно крупных гипергенных карбонатных жилах отмечается скорлуповатое строение карбоната.

Гипергенный кальцит обычно имеет белый цвет, однако отмечаются желтые и голубоватые разности, что, естественно, связано с примесями некоторых элементов, окрашивающих их.

В табл.55 приводится химический состав гипергенного кальцита из Агаракского месторождения.

Таблица 55

Окислы	CaO	MgO	CO ₂	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание в %	56,16	0,8	43,4	100,36	М.Давтян	К.А.Карамян

Спектральным анализом в гипергенном кальците установлены следующие элементы-примеси: Ni - 0,00036, Co - 0,00027, Ti - 0,0033, V - 0,00066, Mo - 0,0024, W - 0,0024, Zr - 0,0012, Cu - 0,063, Pb - 0,0001, Ag - $1,1 \cdot 10^{-5}$, Zn - 0,053, Jt - 0,00092, Sr - 0,024, Ba - 0,014.

Как видно из табл.55, такие гипергенные кальциты характеризуются особой чистотой состава.

Анкерит - $\text{Ca}(\text{MgFe})(\text{CO}_3)_2$

Гипергенный анкерит по сравнению с кальцитом распространен значительно меньше. Он описан Е.А.Акопян (1960) для Агаракского и Дастакертского месторождений. Проявляется в виде корок и массивных скоплений. В массивных образованиях отмечаются ромбоэдрические кристаллы. По данным Е.А.Акопян (1960), показатель преломления анкерита соответствует n 1,698. Цвет анкерита желтый, коричневый. Спектральный анализ анкерита показывает очень сильные линии Ca, Mg, Fe и относительно слабые Be, Cu, Zn.

Доломит - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Вторичный доломит на медно-молибденовых месторождениях распространен по отношению кальцита значительно слабее, но значительно больше анкерита. Развита главным образом на Каджаранском и Дастакертском месторождениях, где образует корки, натечные образования на стенках трещин, а также в виде сталактитов и сталагмитов. В некоторых инфильтрационных прожилках отмеча-

ются оолитообразные выделения доломита (рис. II8)

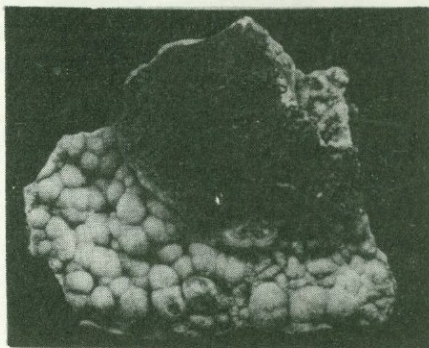


Рис. II8. Почкообразные выделения вторичного доломита в инфильтрационной жиле. Каджаранское месторождение. Натуральная величина.

Малахит — $2CuCO_3 \cdot H_2O$

Малахит является самым распространенным минералом меди зоны окисления медно-молибденовых месторождений. На Каджаранском, Агарацком и Дастакертском месторождениях развит до довольно значительной глубины от поверхности. На Каджаранском месторождении вдоль отдельных крупных структурных элементов (дайки, крупные кварц-сульфидные жилы, тектонические нарушения) отмечается до глубины 100–120 м от поверхности.

Малахит обычно образует землистые массы и налеты, покрывающие поверхности пород, а также заполняют пустоты в породах. Он часто образует натечные образования с колломорфным строением (рис. II9), а также скопления с радиально-лучистым строением. Нередко отмечаются и игольчатые кристаллы. Обычно мала-

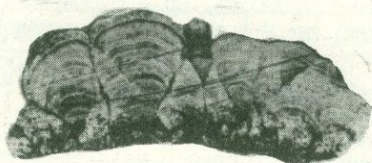


Рис. II9. Натечные образования малахита колломорфного строения. Каджаранское месторождение. Ув. 5.

хит имеет бутылочно-зеленый цвет. В некоторых случаях отмечаются и более светлые разности. Блеск шелковистый, образует

тесные сростания с другими минералами зоны окисления — лимонитом, гётитом (рис.120), халькозином, купритом, азуритом. В совместных образованиях малахита, лимонита и гётита малахит обычно образовался после этих минералов и нарастает на корки



Рис.120.Чередование колломорфных выделений гётита (светло-серое) и малахита (темно-серое).Каджаранское месторождение.Полированный шлиф. Ув.60.

этих минералов. Малахит развивается по куприту и халькозину. Азурит же повсеместно нарастает на малахит или проникает вдоль плоскостей его колломорфных почек.

Химический состав малахита из Каджаранского месторождения представлен в табл.56.

Таблица 56

Компоненты	CuO	CO ₂	H ₂ O	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание в %	69,5	21,8	8,37	99,67	М.Давтян	К.А.Карамян

Спектральным анализом в малахите установлены следующие элементы-примеси: Mn — 0,01%, Ni — 0,00034%, Co — 0,0028%, Ti — 0,019%, V — 0,00075%, Cr — 0,0015%, Mo — 0,0028%, W — 0,0024%, Zr — 0,0023%, Nb — 0,0009%, Pb — 0,007%, Ag — 0,006%, Bi — 0,00013%, Zn — 0,008%, Cd — 0,00024%, J — 0,0008%, Rb — 0,0032%.

Азурит — $3CuO \cdot 2CO_2 \cdot H_2O$

Азурит является распространенным минералом меди зоны окисления медно-молибденовых месторождений. Распространен реже малахита и больше развит в приповерхностных участках месторождений. Нередко отмечаются большие скопления этого минерала. Азу-

рит преимущественно образует сплошные налеты по стенкам трещин, нередко заполняет пустоты, образует довольно мощные — до 5 см — прожилки, либо жеоды заполнения, в которых отмечаются раскристаллизованные агрегаты. На стенках трещин нередко образуют отдельные почки, внутри которых азурит имеет радиально-лучистое строение. В жеодах отмечаются щетки кристаллов азурита (рис. I2I).



Рис. I2I. Щетки кристаллов азурита из жеодовых пустот окисленных руд. Каджаранское месторождение. Ув. 9. По Е.А. Акопян.

Совместные сростания азурита и малахита отмечаются весьма редко и в небольшом количестве. Обычно азурит нарастает на почках малахита.

Азурит нередко образуется совместно с лимонитом и гетитом. В этом случае азурит обычно бывает более поздним и заполняет трещинки дегидратации в лимоните.

Химический состав азурита Каджаранского месторождения представлен в табл. 57.

Таблица 57

Компоненты	CuO	CO ₂	H ₂ O	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание в %	68,5	25,3	5,18	98,98	М. Давтян	К.А. Карамян

Спектральным анализом в азурите установлены следующие элементы-примеси: Mn — 0,005%, Ni — 0,00034%, Co — 0,00038%, Ti — 0,01%, V — 0,0006%, Cr — 0,0012%, Mo — 0,0011%, W — 0,0013%, Zr — 0,002%, Nb — 0,0008%, Pb — 0,006%, Ag — 0,0002%, Bi — $8 \cdot 10^{-5}\%$, Zn — 0,0011%, J — 0,0051%, Jt — 0,0007%, La — 0,0045%, Rb — 0,0021%.

Смитсонит - ZnCO_3

Смитсонит является редким минералом для медно-молибденовых месторождений. Смитсонит описан впервые для Каджаранского месторождения В.М.Крейтером. Он тесно ассоциирует с полиметаллическими рудами. В небольшом количестве смитсонит обнаружен Е.А.Акопян на Дастакертском месторождении в связи с полиметаллическими рудами. Более широко проявляется смитсонит в зоне окисления Тей-Личквасского месторождения. Указанный минерал описан Ш.О.Амиряном и Г.А.Туняном (1971).

Церуссит - PbCO_3

Церуссит, так же как и смитсонит, проявляется весьма спорадически на гидротермальных месторождениях Зангезура. Он установлен в весьма небольшом количестве на Каджаранском месторождении, где проявляется в тесной связи с галенитом, за счет которого и образуется. Церуссит обнаружен и на Дастакертском месторождении, где также ассоциирует с галенитом. Более широко отмечается на Тей-Личквасском месторождении Ш.О.Амиряном и Г.А.Туняном (1971).

Арагонит - CaCO_3

Арагонит не является характерным минералом зоны окисления гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района. Он установлен только на Каджаранском и Агаракском месторождениях, где образует скорлуповатые натёки, а также брекчированные зоны, часто цементирующие обломки ожелезненных пород зоны окисления.

Цвет минерала обычно белый, иногда отмечается нежно-голубой оттенок, очевидно, вследствие примеси меди.

Межплоскостные расстояния арагонита из Каджарана приведены в табл.57а.

Химический анализ арагонита показал следующие содержания компонентов (табл.57б).

Спектральным анализом в арагоните из зоны окисления Каджаранского месторождения установлены следующие элементы-примеси: (в %): Mg - 0,32, Fe - 0,032, Na - 0,032, K - 0,010, Mn - 0,00056, Ti - 0,0018, Mo - 0,0032, Cu - 0,0042, Pb - 0,0010, Ag - 0,00032, Sn - 0,00010, Sr - 0,56, Ba - 0,018.

4. Сульфаты

Гипс - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Гипергенный гипс развит на медно-молибденовых месторождениях слабо и отмечается в небольших количествах в отличие от гипогенного гипса, проявленного на отмеченных месторождениях весьма широко. Гипергенный гипс проявляется исключительно в

Таблица 57а

№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$	№ линий п.п.	У	$\frac{d\alpha}{n}$
I	6	3,39	18	I	I,620
2	4	3,28	19	I	I,60I
3	10	3,022	20	2	I,557
4	4	2,698	21	I	I,536
5	I	2,592	22	I	I,512
6	7	2,48I	23	2	I,499
7	3	2,410	24	3	I,465
8	4	2,374	25	4	I,403
9	2	2,280	26	2	I,329
10	3	2,188	27	2	I,293
11	8	2,102	28	2	I,26I
12	8	I,976	29	4	I,24I
13	2	I,900	30	2	I,205
14	5	I,88I	31	4	I,17I
15	3	I,817	32	3	I,125
16	3	I,740	33	3	I,036
17	4	I,728			

Таблица 57б

Компоненты	CaO	CO ₂	Н.ост.	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание	53,6I	43,60	3,60	100,8I	Харатьян	Карамян

зоне окисления в виде игольчатых образований, обрастающих минералы зоны окисления, либо микроскопических прожилков, секущих минералы зоны окисления (малахит, азурит, лимонит и др.), а также в виде очень тонких корок толщиной 1–2 мм, покрывающих стенки трещин.

Барит – BaOSO₃

Барит описан М.П.Исаенко для зоны окисления Каджаранского месторождения в ассоциации с гипсом и малахитом. Автор в зоне окисления Каджаранского месторождения барита не наблюдал.

Брошантит – 4CuOSO₃·3H₂O

Небольшое количество брошантита в зоне окисления Каджаранского месторождения отмечалось рядом исследователей (Е.А.Акопьян, 1960). Для Агарацкого месторождения описан М.П.Исаенко. Здесь брошантит обнаружен в выработках в ущелье р.Айдараси.

Брошантит проявляется в виде тончайших корок колломорфного строения. Цвет черно-зеленый: имеет лучистое строение и обычно тесно ассоциирует с малахитом.

Спектральный анализ брошантита, приведенный в работе Е.А. Акопян (1960), показывает сильные линии Cu, Si средние — Al, слабые Ca, Mg, Ti и очень слабые As, Mo, W

Халькантит — $\text{CuO} \cdot \text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Феррикупрохалькантит — $(\text{Fe}, \text{Cu})\text{O} \cdot \text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Халькантит и феррикупрохалькантит является довольно распространенными минералами зоны окисления медно-молибденовых месторождений и установлены почти на всех месторождениях (Каджаран, Агарак, Дастакерт, Джиндара). Образуют натечные образования, корки, покрывающие стенки горных выработок. В некоторых выработках отмечаются сталагмиты. Образуются на глазах человека.

Минерал имеет голубовато-зеленый цвет, блеск стеклянный. В зависимости от увлажненности горных выработок отмечаются различные цветовые оттенки этого минерала. При значительной влажности горных выработок имеет густозелено-голубой цвет, в более сухих выработках приобретает светло-голубой цвет.

Е.А.Акопян (1960) приводит химический состав феррикупрохалькантита Каджаранского месторождения (табл.58).

Таблица 58

Компоненты	CuO	FeO	SO ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	-H ₂ O	+H ₂ O	Сумма
Содержание в %	14,8	13,65	32,80	1,55	0,08	27,80	5,45	96,13

Аналитик — А.А.Петросян; автор — Е.А.Акопян.

Формула минерала, рассчитанная на основе вышеприведенного химического анализа, соответствует $(\text{CuFe})\text{O} \cdot \text{SO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. По данным Е.А.Акопян, кристаллы халькантита имеют таблитчатый габитус, а иногда форму округлых чечевиц (рис.122).

Фиброферрит — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Впервые фиброферрит на Каджаранском месторождении установлен Е.А.Акопян (1960). На других месторождениях он не установлен. На Каджаранском месторождении отмечен на ряде участков в тесной ассоциации с феррикупрохалькантитом. Цвет минерала светло-желтый, при больших увеличениях обнаруживает микрокристаллическое строение. Кристаллы фиброферрита имеют игольчатую форму и образуют спутанноволокнистые агрегаты. Блеск минерала



Рис. 122. Щетки таблитчатого феррикупро-
халькантита, Каджаранское месторождение.
Ув. 22. По Е.А.Акопян.

шелковистый.

Химический состав фиброферрита приведен в табл. 59.

Таблица 59

Компоненты	Fe_2O_3	SO_3	H_2O	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание в %	29,80	31,32	36,76	97,88	Т.М. Матюшина ИГН АН СССР	Е.А.Акопян

Формула минерала, рассчитанная на основе проведенного химического состава, соответствует $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$. Спектральным анализом в фиброферрите установлены Cu – средние, Si, Ca, Mo, Mn, Al слабые линии, Mg и As – очень слабые линии.

Мелантерит – $\text{FeO} \cdot \text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Мелантерит описан И.В.Баркановым для зоны окисления Агаракского месторождения. Им отмечается небольшое количество этого минерала в устьевых частях разведочных штолен Агарака.

Ярозит – $\text{Fe}(\text{NaK})_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}_4\text{SO}_3\text{H}_2\text{O}$

О наличии ярозита в зоне окисления медно-молибденовых месторождений Каджаран, Агарак, Дастакерт впервые было отмечено Е.А.Акопян (1960). По ее данным, ярозит пользуется широким развитием в зоне окисления упомянутых месторождений. Минерал наиболее распространен в верхних частях зоны окисления. Проявляется в виде корочек, налетов, реже в виде скоплений землистых масс. Отмечаются почковидные колломорфные образования. Цвет ме-

няется от светло-желтого до темно-бурого, что связано с примесями гидроокислов железа.

Химический состав ярозита из Каджаранского месторождения приводится в табл.60.

Таблица 60

Компоненты	Fe_2O_3	SO_3	H_2O	$\text{K}_2\text{O} + \text{NaP}$	Сумма	Автор
Содержание в %	53,41	26,6	14,04	Не опр.	94,05	Е.А.Акопян

Аналитик Т.М.Матюшкина.

Спектральным анализом в ярозите установлены Si, Al, Cu – сильные линии, Mg – средние линии, Ca, Ba, V, Sb, P – слабые линии.

Англезит – PbOSO_3

Англезит является весьма редким минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений. Он установлен только на Дзатакертском месторождении (Е.А.Акопян, 1960) и проявляется на участке развития полиметаллического оруденения. Образует оторочки, опоясывающие выделения галенита.

Астраханит – $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{MgO} \cdot 5\text{SO}_3 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ (минерал группы "блédита")

Впервые минерал установлен Е.А.Акопян (1960). Проявляется только на Агаракском месторождении. Образует налеты на стенках трещин и скопления в пустотах. Цвет минерала белый. Иногда вследствие примеси гидроокислов железа приобретает желтую окраску.

Показатели преломления, измеренные в иммерсии:

$N_g = 1,464-1,460$, $N_m = 1,460-1,456$, $N_p = 1,449$.

Химический состав минерала, выполненный в лаборатории ВСЕГЕИ, приведен в табл.61.

Таблица 61

Компоненты	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Fe_2O_3	SO_3	H_2O	HO	Сумма
Содержание в %	12,50	0,30	11,03	0,53	2,12	37,60	32,01	4,01	100,10

Аналитик – М.М.Стукалова, автор – Е.А.Акопян

Формула минерала на основе пересчета приведенного химического состава соответствует $\text{Na}_2\text{O} \cdot 1,75\text{MgO} \cdot 2,5\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Указанный минерал ближе стоит к блédиту, группе минералов

гидросульфатов щелочей и магния.

Копиапит - $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SO}_3 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$

Впервые описан Е.А.Акопян (1960). Установлен ею на Дастакертском месторождении. Развита на участке сильно измененных каолинизированных порфириров. Представлен микросферолитами и тонкими налетами. Под микроскопом слоноподобный с яркими красками интерференции. Показатели преломления, измеренные в иммерсии: $\text{Np} \approx 1,526$ и $\text{Ng} \approx 1,577$.

Ильземанит - $\text{MoO}_3 \cdot \text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Ильземанит является редким минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. Впервые установлен В.Г.Грушевым на Дастакертском месторождении в виде черных порошковатых налетов. На Чичаглинском участке Дастакертского месторождения установлен И.Г.Магакяном. Ильземанит здесь образует налеты чернильного цвета на породах зоны окисления. На Каджаранском месторождении установлен автором в отвалах штолен, в верхних частях месторождений, на обломках кварц-молибденитовых жил.

5. Водные арсенаты

Скородит - $\text{Fe AsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Скородит является единственным минералом этого класса, присутствующим в зоне окисления гидротермальных месторождений Зангезурского рудного района.

Для Зангезурских месторождений скородит впервые описан на Тейском месторождении Ш.О.Амиряном и Г.А.Туняном. Здесь скородит представлен землистыми образованиями яблочно-зеленого цвета, развивающимися по арсенипириту.

Больше всего скородит установлен автором на Мазмазакском реальгар-аурипигментовом месторождении, где образует землистые, порошкообразные образования, развивающиеся по аурипигменту.

6. Силикаты

Хризоколла - $\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Хризоколла является довольно редким минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений, достоверно установлена только на Каджаранском месторождении. Минерал описан С.А.Мовсесяном, Е.А.Акопян (1960) и М.П.Исаенко, С.А.Мовсесян и М.П.Исаенко (1974). На Агаракском месторождении упоминается И.В.Баркановым.

Нами хризоколла установлена на нескольких участках Каджаранского и Агаракского месторождений. В районе проявления обыч-

но вмещающие породы характеризуются интенсивной выщелоченностью и помимо этого наличием налетов малахита.

Хризоколла наблюдается в виде небольших по мощности корок, тончайших прожилков и налетов на стенках трещинок. Обычно ее агрегат имеет бугорчатую поверхность. В некоторых случаях, по данным Е.А.Акопян, хризоколла характеризуется опаловидным строением и имеет раковистый излом. В ряде случаев при заполнении отдельных пустот отмечается колломоρφное строение. Цвет минерала меняется от голубого до светло-зеленого и белого.

В табл. 62 приведен химический состав хризоколлы.

Таблица 62

Окислы	SiO ₂	CuO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	H ₂ O	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание в %	33,5	40,70	I, II 5,45	20,38	100,69	0.Степан	М.П.Исаенко	

Спектральный анализ хризоколлы Агаракского месторождения показал следующие элементы примеси:

Si > IO (27,5); Al - 3,85; Mg - 0,4; Ca - 0,9; Fe - 0,7; Na - 0,23; K - 0,3; Mn - 0,044; Ni - 0,00026; Co - 0,0006; Ti - 0,035; V - 0,004; Cr - 0,0037.

Mo - 0,018; Zr - 0,0047; Cu > IO (~42,0); Pb - 0,0012; Ag - 0,00011; Zn - 0,015; Sn - 0,00019; Ga - 0,00024; J - 0,0014; Yb - 0,00032. Ba - 0,008; P - 0,027; Be - 0,0004; Sc - 0,00085; B - 0,0008.

Корнунит

Корнунит - колломоρφная разновидность хризоколлы, установлена на Каджаранском месторождении М.П.Исаенко и Е.А.Акопян в виде корочек голубого цвета. По данным Е.А.Акопян, показатель преломления корнунита варьирует в пределах 1,540-1,547.

Галлуазит - $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 (2+n)H_2O$

Впервые на медно-молибденовых месторождениях (Каджаран, Агарак, Дастакерт) галлуазит установлен Е.А.Акопян (1960). Автор установил галлуазит на Джиндаринском месторождении. Обычно встречается в небольшом количестве. Имеет плотное строение. Поверхность бугорчатая, почковидная. Цвет минерала белый, кремовый, светло-желтый. Показатель преломления, по данным Е.А.Акопян, колеблется в пределах 1,518-1,520.

Галлуазит установлен также в гранодиорит-порфирах Джуркапского перевала М.А.Арутюнян, Р.Г.Мхитаряном, Р.Н.Таяном (1979). Здесь он проявляется в виде прожилков мощностью до 3,5 см. Ми-

нерал характеризуется желтоватым цветом с раковистым изломом.

Под электронным микроскопом при увеличении в 1500 раз галлуазит имеет призматические кристаллы (рис.123).



Рис.123.Микроморфология кристаллов галлуазита.Ув.15000.

Химический состав галлуазита представлен в табл.62а.

Таблица 62а

SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO
45,30	-	31,20	0,80	0,28	-	6,40	1,08
H_2O^-	H_2O	п.п.п.	P_2O_5	Na_2O	K_2O	Сумма	
6,50	-	13,80	0,23	0,10	0,10	100,79	

Спектральным анализом в галлуазите установлены следующие элементы-примеси:

V - 0,001; Ga - 0,00013; P - 0,10;
 Mo - 0,00032; Sr - 0,013; Be - 0,00010;
 W - 0,024; Li - 0,00024.

Каламин - $2\text{ZnO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Каламин является весьма слабо распространенным минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений. Установлен впервые на Каджаранском месторождении И.А.Тараяном. Развиг исключительно на участках развития полиметаллических руд.

Аллофан - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{SH}_2\text{O}$

Аллофан впервые описан Е.А.Акопян (1960) для Дастакертского месторождения. Проявляется в виде микропочек, корок, ста-
 лактитов (рис.124). Цвет минерала бирюзово-синий, голубовато-серый, небесно-голубой, иногда белый. Хрупкий, с раковистым



Рис. I24. Почкообразное выделение аллофана (белое) в трещинах порфирита. Дастакертское месторождение. По. Е. А. Акопян.

изломом, блеск стеклянный. Минерал изотропен, показатель преломления, измеренный в иммерсионной жидкости, $n = 1,480$. Спектральные анализы аллофана показали очень сильные линии, сильные — S, Al, средние Cu, Fe и слабые Be, Pb.

7. Молибдаты

Повеллит — CaOMoO_3

Повеллит является характерным минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений. Однако больших скоплений не образует. Установлен главным образом на Каджаранском и Агаракском месторождениях и проявляется на значительном интервале по вертикали. Интересно отметить, что совместные проявления повеллита и ферримолибдата автором не установлены.

Повеллит обычно развивается псевдоморфно по молибдениту. В этом случае он пластинчатый и нередко в нем отмечаются незамещенные остатки молибденита. Для этих окисленных руд характерна реликтовая структура замещения (рис. I25). М. П. Исаенко (1974) выделяет также разность повеллита, кристаллизованного в пустотках с характерной зональной структурой (рис. I26), а также перекристаллизованный повеллит с гранобластовой структурой.

Цвет повеллита обычно серый, светло-серый, желтовато-серый.

Химический состав повеллита из Каджаранского месторождения представлен в табл. 63.

Повеллит в отраженном свете имеет низкую отражательную



Рис.125.Реликтовая структура замещения молибденита (светлое) повеллитом (темное). Каджаранское месторождение.Ув.160. По М.П. Исаенко.



Рис.126.Зональная структура повеллита кристаллизованная в пустотах.Каджаранское месторождение.Ув.165. По М.П. Исаенко.

Таблица 63

Оксиды	MoO_3	CuO	Fe_2O_3	Сумма	Аналитик	Автор
Содержание в %	69,80	27,99	2,15	99,94	О.Степан	М.П.Исаенко

способность R - 9-II%. Цвет серый. Показатель преломления. по данным М.П.Исаенко (1961), равен $n_D = 1,946 \pm 3$.

Спектральным анализом в повеллите установлены следующие

элементы-примеси: Мп - 0,0053, Ti - 0,0018, V - 0,00046, Cu - 0,066, Pb - 0,009, Ag - 0,0013, Bi - 0,001, Zn - 0,009, Sn - 0,0017, Jt - 0,0009, Sr - 0,11, Ba - 0,18, B - 0,00018.

Ферримолибдит - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{MoO}_3 \cdot 7\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

Ферримолибдит, хотя и является характерным минералом зоны окисления медно-молибденовых месторождений, однако встречается в небольших количествах. Более всего ферримолибдит отмечается на Каджаранском месторождении, где его проявления приурочены к крупным кварц-молибденитовым жилам. На Агаракском месторождении, по данным Е.А.Акопян (1960), более или менее значительное количество ферримолибдита отмечается в районе Спетринского разлома.

Ферримолибдит обычно образует тончайшие налеты в трещинах кварц-молибденитовых жил. Часто на участках развития ферримолибдита молибденит бывает выщелочен и в кварце отмечаются пустоты выщелачивания.

Ферримолибдит имеет характерный канареечно-желтый цвет, образует корочки, сложенные из волокнистых индивидов. В больших массах отмечается спутанно-волокнистый агрегат. Длина отдельных волокон достигает 1-2 мм.

Химический состав ферримолибдита представлен в табл.64.

Таблица 64

Окислы	MoO_3	Fe_2O_3	H_2O	Сумма	Автор	Аналитик
Содержа-	61,59	21,28	17,13	100,00	М.П.Исаенко	О.Степан
ние в %	60,75	20,40	19,70	100,85	К.А.Карамян	Г.Джрба- сян

Спектральным анализом в ферримолибдите установлены следующие элементы-примеси: Mg - 0,032, Мп - 0,016, Ni - 0,0004, Co - 0,0004, Ti - 0,05, V - 0,0045, Zr - 0,0001, Cu - 0,014, Pb - 0,15, Ag - 0,0012.

Все отмеченные элементы, очевидно, позаимствованы из рудных минералов.

Диккит - $\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{H}_2\text{O}$

Минералы группы каолинита имеют сравнительное небольшое распространение в зоне окисления эндогенных месторождений Зангезурского рудного района.

На Каджаранском месторождении автор установил налеты диккита на стенках трещин окисленных руд. Здесь диккит, очевидно, представляет собой переотложенный продукт из вмещающих каолинизированных монцонитов. Толщина таких налетов сравнительно не-

большая и составляет 1-2 мм, до 4-5 мм в редких случаях.

Аналогичные случаи переотложения каолинита из вмещающих пород в рудные прожилки установлены и на Дастакертском месторождении.

Межплоскостные расстояния диккита из зоны окисления Каджаранского месторождения представлены в табл.65.

Межплоскостные расстояния диккита из зоны окисления

Таблица 65

№ линий п.п.	У	$\frac{da}{n}$	№ линий п.п.	У	$\frac{da}{n}$
I	10	7,14	14	4	2,563
2	3	4,42	15	5	2,508
3	3	4,35	16	9	2,385
4	5	4,26	17	8	2,323
5	5	4,11	18	2	2,211
6	1	3,96	19	1	2,108
7	5	3,80	20	6	
8	10	3,57	21	2	1,875
9	4	3,42	22	3	1,859
10	2	3,27	23	4	1,558
11	2	3,10	24	4	1,489
12	2	2,938	25	1	1,455
13	2	2,796	26	6	1,319

Необходимо отметить, что в переотложении диккита из каолинизированных вмещающих пород в прожилки и трещины в процессе их выщелачивания еще ранее отмечала Е.А.Акопян (1960).

3. Минералы гидротермально измененных пород эндогенных месторождений Зангезурского рудного района

Минералы гидротермально измененных пород пользуются весьма широким развитием в пределах рудных полей Зангезурского рудного района и образованы вследствие взаимодействия гидротермальных растворов с вмещающими породами.

Среди большого разнообразия гидротермально измененных пород, проявленных в рудных полях Зангезурского рудного района, автором выделяются гидротермально измененные породы (метасоматиты), генетически связанные с магматическими формациями, т.е. те метасоматиты, которые формируются в связи с конкретными ин-

трузивными массивами, и метасоматиты, парагенетически связанные с глубинным магматическим очагом.

К первой группе метасоматитов относятся: 1) зеленокаменно-перерожденные породы вулканогенных комплексов; 2) контактово-метасоматические породы в ореолах интрузивных массивов; 3) породы ранней щелочной стадии метасоматических процессов; 4) породы кислотной стадии метасоматических процессов.

Ко второй группе метасоматитов относятся метасоматиты, генетически связанные с деятельностью глубинного магматического очага. Среди указанных метасоматитов выделяются метасоматиты предрудного этапа и околорудные метасоматиты, сопутствующие оруденению. В этой группе метасоматитов выделяются следующие метасоматические формации: 1) пропилиты; 2) вторичные кварциты, а среди околорудноизмененных пород выделяются: биотитизированные, калишпатизированные, кварц-серицитизированные, хлоритизированные, карбонатизированные и каолинизированные породы.

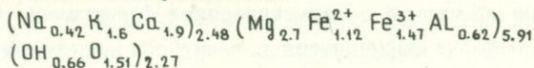
Минеральный состав гидротермально измененных пород неравнообразен, это в основном: роговая обманка, биотит, эпидот, хлорит, кварц, адуляр, К-полевой шпат, альбит, доломит, серицит, каолинит, рутил. Из рудных минералов наиболее характерным является пирит.

Ниже приводится описание минералов измененных пород, проявленных в рудных полях и месторождениях Зангезурского рудного района.

Роговая обманка — $(\text{Ca}, \text{Na}, \text{K})_{2-3} (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{SiAl})(\text{Si}_3\text{O}_{11})][\text{OH}]_2$

Роговая обманка в гидротермально измененных породах месторождений Зангезурского рудного района пользуется относительно слабым развитием. Она установлена только на Каджаранском и Джиндаринском месторождениях. На указанных месторождениях роговая обманка связана с формированием амфибол-магнетит-биотит-апатитовой минеральной ассоциации, генетически связанной с монцитовым интрузивным массивом. При формировании этой минеральной ассоциации отмечается образование амфибола заполнением прожилка, а также метасоматического амфибола, который развивается за счет замещения вмещающих пород. Химический состав метасоматической роговой обманки представлен в табл. 65а.

Кристаллохимическая формула этой разновидности роговой обманки имеет следующий вид:



Окислы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO
Вес, %	47,84	0,57	4,38	6,75	9,90	0,32
Окислы	Mo	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	Сумма
Вес, %	14,21	13,67	0,80	0,48	0,37	99,29

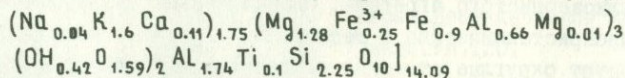
Основное отличие метасоматической роговой обманки от роговой обманки заполнения сводится к более повышенному содержанию СаО в роговой обманке, образованной в результате замещения.

Биотит — $K(MgFe)(Si_3AlO_{10})(OHF)_2$

Биотит является характерным минералом гидротермально измененных пород месторождений Зангезурского рудного района.

На Каджаранском месторождении биотитизация является одним из распространенных типов изменения вмещающих пород и проявляется как в ранний этап постмагматической деятельности монцонитовой интрузии, так и в более поздний этап гидротермальной деятельности в связи с глубинным магматическим очагом в тесной связи с процессом оруденения.

При ранней биотитизации монцонитов образуется крупнокристаллический агрегат биотита, роговой обманки, магнетита и апатита. Биотит этой ассоциации характеризуется следующими оптическими константами: $N_q = N_m = 1,612$; $N_p = 1,575$; $N_q - N_p = 0,037$. Указанный биотит относится к истониту. Пересчет химического состава биотита дает следующую кристаллохимическую формулу:



Биотит в связи с гидротермальным процессом, генетически связанный с глубинным магматическим очагом, проявляется оптически главным образом в дополнительных интрузиях микромонцонитов. Совместно с биотитом образуется небольшое количество кварца и апатита. Указанный биотит характерен следующими оптическими свойствами: $N_q = N_p = 1,616$; $N_p = 1,574$; $N_q - N_p = 0,042$ и относится к истониту — сидерофилиту.

Биотит установлен также на Агаракском месторождении, образуется в связи с метасоматическим преобразованием ксенолитов основных эффузивов. Он образует скопления чешуйчатого агрегата. Биотит Агаракского месторождения имеет следующие оптические константы: $N_q = N_m = 1,605$; $N_p = 1,555 - 1,570$; $N_q - N_p = 0,050$.

На Джиндаринском месторождении биотитизация связана с ранней магнетитовой ассоциацией. Здесь биотит тесно сростается с магнетитом (рис.127).

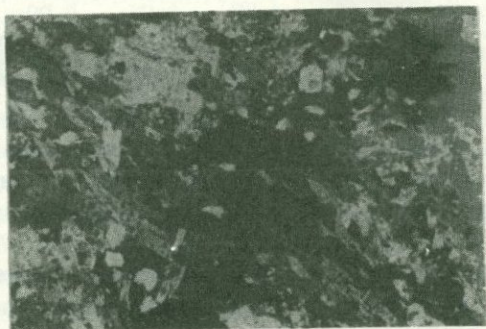


Рис.127. Совместные сростания магнетита (черное) с биотитом. Прозрачный шлиф. Николи скрещены. Джиндаринское месторождение. Ув.100.

Эпидот — $\text{Ca}_2(\text{AlFe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$

Эпидот является характерным минералом некоторых типов гидротермально измененных пород, проявленных в рудных полях Зангезурского рудного района. Он является одним из основных минералов для палеогеновых эффузивов, претерпевших зеленокаменное изменение. В этих образованиях эпидот рассеян в основной массе в виде мелкозернистого агрегата. Однако весьма часто отмечают и крупнокристаллические и шестоватые агрегаты, которые местами образуют округлые стяжения и сростаются с хлоритом и кварцем. В этих эффузивах эпидот относится к нистациту и характеризуется: $N_q = 1,762$; $N_p = 1,725$; $N_q N_p = 0,037$; $2V = 87$; $f = 28^\circ$.

Эпидот в значительных количествах отмечается в скарнах ряда участков Зангезурского рудного района (басс. р.Гехи, Кефешен), юго-восточный контакт Меграинского батолита (Ньювади), юго-западный контакт Меграинского батолита (Килит). Необходимо отметить, что здесь эпидот отмечается как в биметасоматических скарнах, так и в инфильтрационных жильных скарнах.

В вышеотмеченных скарнах эпидот обычно образуется позже минералов скарнов (пироксен, гранат) в виде наложенной ассоциации, развивающейся метасоматически по скарнам. В жильных скар-

нах эпидот приурочен к центральной части гранат-пироксеновых жил.

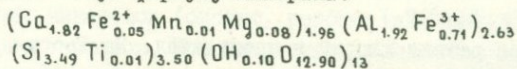
Более широко проявляется эпидот в пропилитах. Указанные породы установлены во многих гидротермальных месторождениях Зангезурского рудного района (Дастакерт, Каджаран, Айгедзор, Агарак). Последние представлены чаще в виде метасоматических прожилков, где центральный участок указанных образований сложен эпидотом, а периферия осветлена и представлена альбитом. На некоторых месторождениях (Дастакерт) пропилиты представлены эпидот-хлоритовым метасоматическим прожилком, где эпидот развит во внешней зоне, а хлорит – во внутренней. Эпидот составляет хорошо образованные призматические кристаллы размером до 1 мм. На границе двух зон отмечаются случаи, когда хлорит проникает в эпидот и развивается по нему, местами приспособляясь к шестоватым кристаллам эпидота (рис.128).



Рис.128.Выделения эпидота и хлорита в пропилитизированной породе.Хлорит приспособляется к призматическим кристаллам эпидота.Черное-рудный минерал.Дастакертское месторождение.Ув.120.

Химический состав эпидота из пропилитов Каджаранского месторождения представлен в табл.66.

Пересчет химического состава показал следующую кристаллохимическую формулу минерала:



Спектральным анализом в эпидоте пропилитов установлены следующие элементы-примеси: Ni – 0,0010; Ti – 0,032; Mo – 0,0032;

Таблица 66

Компоненты	SiO ₂	liO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	MnO	
Содержание в %	43,1	0,2	20,74	11,65	0,86	0,74	21,0	0,17	
Компоненты	Na ₂ O	K ₂ O	-H ₂ O	+H ₂ O	CO ₂	P ₂ O ₅	Сумма	Анали- тик	Автор
Содержание в %	Не обн.	Не обн.	0,04	0,2	1,2	0,46	99,76	М.Дав- тян	К.Кара- мян

Ca- 0,00013; Pb- 0,00042; Ge- 0,00042; Ga- 0,00056; Sr- 0,13; Be- 0,00013; B- 0,00024.

Хлорит - $(Mg, Fe)_{6-p}(Al, Fe^{III})_{2p}Si_{4-p}(OH)_8$

Хлорит является относительно слабо распространенным минералом гидротермально измененных пород в рудных месторождениях Зангезурского рудного района. Он установлен в ряде метасоматических формаций.

Наибольшее распространение хлорит имеет в зеленокаменно перерожденных породах палеогенового эффузивного комплекса. Здесь хлорит обычно образует мелкочешуйчатый агрегат, бесцветен. Местами чернильного цвета и развивается по основной массе, в виде пятен неправильного очертания. Отмечаются случаи замещения хлоритом вкрапленников плагиоклаза и темноцветных минералов. Оптические данные хлорита из вышеописанных пород приведены в табл.67.

Таблица 67

№ образцов	Nm	Nq - Np	2V	f
75/52	1,620 ± 2	0,002	-32°	50
133/52	1,620 ± 2	0,003	-30°	55

Хлорит в указанных породах относится к железо-магниевого разности - диабандиту и состоит из:

25% антигорита $2(H_4Mg_3SiO_9)$

25% амезита $3(H_4Mg_2Al_2SiO_9)$

25% ферроантигорита $2(H_4Fe_3SiO_9)$

25% дафнита $3(H_4Fe_2Al_2SiO_9)$

Сравнительно слабее развит хлорит в пропилитах. На Дастакертском месторождении хлорит совместно с эпидотом образует зональные эпидот-хлоритовые метасоматические образования. Эпидот развит во внешней зоне, между тем как хлорит развит во внутрен-

ней зоне этих образований. Хлорит пропицитов обычно образует чешуйки, веерообразные агрегаты и розетки (рис.129). Обычно имеет ярко-зеленый цвет, слабое двупреломление, сильно выраженный плеохроизм.



Рис.129.Веерообразные агрегаты хлорита (репидолит) разъедаются и цементируются рудным минералом. Дастакертское месторождение.Прозрачный шлиф. Ув.90 без анализатора.По М.П.Исаенко.

Химический анализ хлорита из дастакертских пропицитов показал следующее содержание компонентов (табл.68).

Таблица 68

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O K ₂ O	п.п.п.	Сумма
34,88	0,22	19,21	5,77	11,52	0,13	13,84	3,99	0,13	10,51	100,20

Автор - К.А.Карамян.

Как видно из химического анализа, вышеотмеченный хлорит относится к железо-магnezияльной разновидности и может быть отнесен к репидолиту.

На Джиндаринском месторождении хлорит развит значительно шире, чем на остальных месторождениях. Здесь хлоритизация связана с процессом оруденения и развивается за счет темноцветных минералов (биотит, роговая обманка), вмещающих гранодиорит-порфи́ров. При хлоритизации вышеотмеченных минералов отмечаются выделения рудного минерала (рис.130).

Хлорит образуется также во внешней зоне кварц-серицитовых



Рис.130. Хлоритизированная роговая обманка. Видно выделение рудного минерала (черное). Джиндаринское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув.90. Без анализатора.

пород. Последние проявлены вдоль рудных прожилков кварц-халькопиритового, кварц-пиритового и кварц-сфалерит-галенитового состава. Хлорит установлен и в рудоносных пропилитизированных градиоритах Айгедзорского месторождения. Здесь хлорит относится к группе шамозита (табл.69).

Межплоскостные расстояния шамозита из Айгедзорского месторождения

Таблица 69

№	У	$\frac{da}{n}$	№	У	$\frac{da}{n}$
1	10	7,18	4	2	2,49
2	1	4,70	5	3	1,556
3	10	3,50	6	3	1,518

Кварц - SiO_2

Кварц является одним из самых распространенных минералов гидротермально измененных пород в рудных полях Зангезурского рудного района. Он присутствует во многих типах метасоматитов. В пропилитах он образует небольшие выделения неправильного очертания и обычно сростается с хлоритом. Наибольшее развитие кварца отмечается во вторичных кварцитах, где он является основным породообразующим минералом. Его количество в породе варьирует в значительных пределах в различных фациях этого ти-

па метасоматитов. В монокварцитах, как правило, его количество достигает 85-90%. В кварц-серицитовой фации вторичных кварцитов количество кварца значительно меньше. Здесь он тесно сростается с серицитом. В кварцитах кварц обычно образует неправильные изометрические выделения полигонального очертания. В грейзенах он также является одним из основных минералов, где сростается с турмалином и серицитом.

Кварц относительно широко развит во всевозможных кварц-серицитовых околорудноизмененных породах (березиты), которые обычно сопровождают рудные тела ряда рудных ассоциаций, к которым относятся: кварц-молибденит-халькопиритовая, кварц-халькопиритовая, кварц-пиритовая и кварц-сфалерит-галенитовая. В этих породах кварц составляет 40-50% объема породы и обычно образует небольшие выделения, размеры которых достигают 0,1-0,05 мм. Образование кварца в этих метасоматитах всегда связано с процессом разложения плагиоклаза вмещающих пород.

Значительное количество кварца отмечается в гранодиорит-порфирах Джиндаринского месторождения. Здесь окварцевание является характерным типом изменения кварц-борнит-халькопиритовой ассоциации. При этом образуется порода, сложенная из кварца и рудного минерала. Здесь кварц образует зернистые выделения размером, варьирующим от 0,2 до 0,10 мм. В некоторых случаях при метасоматическом замещении вмещающих пород отмечается образование микрожеод, выполненных рудным минералом (рис.131).



Рис.131.Образование микрожеод замещения кварца в гранодиорит-порфирах Джиндаринского месторождения.Прозрачный шлиф.Ув.60.

К-полевой шпат - $K[AlSi_3O_8]$

К-полевой шпат в гидротермально измененных породах месторождений Зангезурского рудного района проявляется сравнительно редко и в небольших масштабах.

На Каджаранском и Агарахском месторождениях присутствие К-полевого шпата в измененных породах и образование собственно

калципатизированных пород связано исключительно с калципатовой стадией минерализации. При этом отмечается как площадная К-полевошпатизация, так и сравнительно небольшая оторочка до 0,5 см вдоль К-полевошпатовых прожилков. При площадных изменениях количество К-полевого шпата в сильно измененных породах достигает 35-40% объема породы.

На Дастакертском месторождении калципатизация вмещающих пород (роговиков) исключительно связана с относительно широко проявленной полевошпат-кварц-халькопиритовой минеральной ассоциацией руд. Здесь К-полевоый шпат образует маломощную оторочку вокруг прожилков, гнезд, жилоподобных тел вследствие проявления диффузионного метасоматоза, так и относительно мощные зоны вследствие инфильтрационного метасоматоза.

В зонах инфильтрационного метасоматоза в калципатизированных роговиках выделения рудного минерала (халькопирита) заполняют промежутки калципатизированной породы (рис.132).

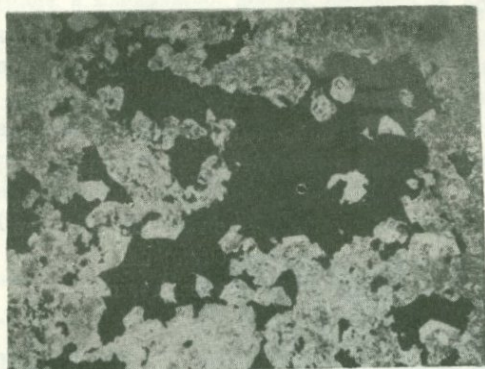


Рис.132. Выделения рудного минерала халькопирита (черное) в промежутках выделений К-полевого шпата в полевошпатизированной породе. Дастакертское месторождение. Ув.60.

На Каджаранском и Агаракском месторождениях К-полевоый шпат относится к анортоклазу, а на Дастакертском месторождении - к нерешетчатому микроклину.

По данным спектрального анализа в К-полевоом шпате установлены следующие элементы-примеси: Ti - 0,24; V - 0,0042; Cr - 0,00032; Mo - 0,00032; Zr - 0,013; Cu - 0,10; Pb - 0,0013; Ag - 0,0042; Ge - 0,00032; Ga - 0,0013; Ba - 0,10; Li - 0,00032; P -

0,032; $Be \leq 0,0001$; $B - 0,0013$.

Альбит — $Na[Al, Si_3O_8]$

Альбит является минералом гидротермально измененных пород эндогенных месторождений Зангезурского рудного района. Наиболее ранний альбит установлен на Каджаранском месторождении и формируется в связи с образованием прожилков, где слагает каемку вокруг эпидотового прожилка. Здесь альбитовая каемка образуется в процессе деанортизации плагиоклаза (рис.133). Кальциевая молекула идет на образование эпидота. Альбит отмечается М.П.Исаенко в виде оторочки вокруг выделения халькопирита, одновременно он установлен и в жильном кварце.



Рис.133. Образование альбита (Ab) вдоль эпидотового прожилка. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. Ув.24.

Альбит установлен К.А.Карамяном и А.Г.Казаряном в гидротермально измененных породах Джиндаринского месторождения, где он образует каемку вдоль карбонатного прожилка, пересекающего измененный вкрапленник плагиоклаза гранодиорит-порфиров.

Адуляр

Адуляр является характерным минералом гидротермально измененных пород медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. Обычно он характерен для кварц-серицитовых пород (березиты). Указанные породы образуют оторочку вокруг кварц-пиритовой минеральной ассоциации. Здесь адуляр образует кайму вокруг выделений пирита (рис.134). Адуляр имеет $2 - 60 - 63^\circ$, $Nq - 1,525$; $Np - 1,517$.

Более широко адуляр распространен на Каджаранском месторождении, где отмечается более сильная адуляризация интраву-

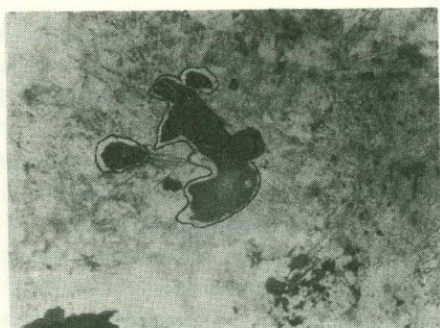


Рис.134.Оторочка адуляра по краям зерен пирита. Кварц-серицитовая гидротермально измененная порода.Дастакертское месторождение.Прозрачный шлиф. Ув.64.

ной сиенит-порфировой дайки. Такая адуляризация имеет низкотемпературный характер и связана с кварц-пиритовой минеральной ассоциацией.

Доломит — $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Доломит является характерным минералом гидротермально измененных пород в гидротермальных рудных полях Зангезурского рудного района. Доломит, как правило, генетически связан с карбонатной минеральной ассоциацией. Здесь доломитизированные породы локализованы вдоль кварц-карбонатных жил и прожилковых зон. Обычно ореол доломитизации здесь достигает 30–40 см. При доломитизации пятнистые выделения доломита развиваются по вмещающим породам (рис.135). Они обычно разъедают кварц, серицит

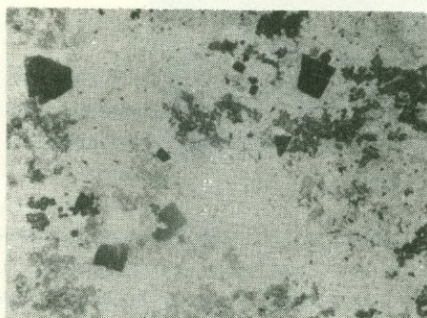


Рис.135.Интенсивно доломитизированный роговик (темное), рельефное — доломит.Черные кубические кристаллы пирита. Доломит разъедает агрегаты кварц-серицита и пирита.Дастакертское месторождение.Шлиф прозрачный без анализатора. Ув.24.

и кристаллы пирита. Нередко в доломитах установлены остатки серицита, оставшиеся в процессе замещения.

Доломит в гидротермально измененных породах имеет зональное строение.Показатели преломления: N_0 — I,696—I,716; N_{θ} — I,509—I,531.

Серицит — гидромусковит ($\text{KH}_3\text{OAl}_2[(\text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$)

Серицит является наиболее распространенным минералом гидротермально измененных пород рудных формаций Зангезурского рудного района.

Серицит широко проявляется в небольших грейзеноподобных образованиях района сс.Банк, Аткиз, Аравус, где он тесно ассоциирует с турмалином. В указанных образованиях серицит сопровождает процесс турмалинизации. Серицит обычно разъедает выделения турмалина.

В грейзенизированных породах серицит образует крупные чешуйчатые и сноповидные агрегаты, промежутки которых заполнены рудным минералом, обычно халькопиритом либо молибденитом (рис.136).



Рис.136.Чешуйчатые и сноповидные агрегаты серицита в грейзенах с.Аравус. Промежутки заполнены рудным минералом (Ср).Прозрачный шлиф.Ув.60.Месторождение Аравус.

Серицит весьма широко развит во вторичных кварцитах, где он является одним из преобладающих минералов и тесно сростается с кварцем. В кварц-серицитовой фации этих кварцитов серицит составляет 50–60% всего объема породы. Такие вторичные кварциты развиты на Дастакертском, Каджаранском, Джиндаринском, Айгедзорском и Агарацком месторождениях, где они являются предрудными образованиями.

Наиболее широко серицит представлен в околорудноизмененных породах медно-молибденовой и золото-сульфидной формаций и сопровождает формирование ряда рудных ассоциаций (кварц-молибденит-халькопиритовая, кварц-халькопиритовая, кварц-пиритовая,

кварц-сфалерит-галенитовая).

На Дастакертском месторождении в отличие от других месторождений серицитизация характерна для околорудноизмененных пород I кварц-молибденит-халькопиритовой ассоциации. Дастакертское месторождение в основном локализовано в контактовых роговиках, а околорудные метасоматиты этой ассоциации характеризуются тонкозернистым строением. Серицит в них совместно с кварцем и хлоритом образует двух- и трехминеральные агрегаты.

П кварц-молибденит-халькопиритовая ассоциация локализована в гранодиоритах. Серицит околорудноизмененных пород этой ассоциации характеризуется сравнительно большими размерами чешуек. Они здесь достигают 3-4 мм в поперечнике. Это очевидно обусловлено тем, что он развивается по сравнительно крупным призматическим кристаллам плагиоклаза гранодиоритов. Серицит здесь характеризуется следующими константами: $N_q - I, 589$; $N_p - I, 561$; $N_q - N_p - 0,028$.

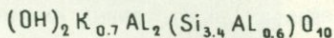
Чисто отобранные чешуйки серицита были подвергнуты химическому анализу в лаборатории ИГН АН Арм.ССР (аналитик З.Гаспарян), который показал следующее содержание компонентов (табл.70).

Таблица 70

Оксиды	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO
Содержание в %	53,80	0,09	33,11	0,55	-	сл.	сл.

Оксиды	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	Сумма	Автор
Содержание в %	-	5,56	1,93	4,30	1,00	100,34	К.Карамян

Упрощенная структурная формула после пересчета имеет следующий вид:



Как видно из химического анализа и структурной формулы, серицит относится к фенгиту.

Возрастные взаимоотношения серицита околорудноизмененных пород ранее отмеченных ассоциаций с рудными минералами устанавливаются довольно отчетливо. Молибденит, как правило, захватывает чешуйки серицита, либо интенсивно замещает его (рис.137).

Аналогичные взаимоотношения устанавливаются также между серицитом и халькопиритом в рудах кварц-халькопиритовой ассоциации на ряде месторождений (Каджаран, Агарах, Айгедзор, Тей-Личквас). Серицит повсеместно является более ранним образова-



Рис. I37. Характер сочетания серицита (светло-серое) с молибденитом (черное). Молибденит захватил небольшие чешуйки серицита и интенсивно развивается по серициту. Дастакертское месторождение. П кварц-молибденит-халькопиритовая ассоциация. Прозрачный шлиф. Ув.24.

ем и халькопирит, как правило, цементирует чешуйчатые агрегаты серицита (рис. I38).

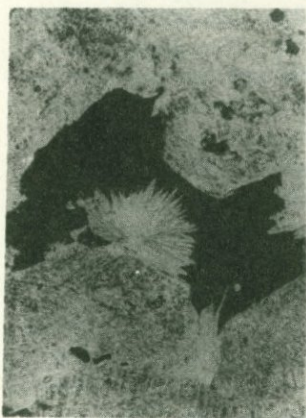


Рис. I38. Срастание серицита с халькопиритом. Халькопирит цементирует выделения серицита. Каджаранское месторождение. Прозрачный шлиф. По М.П.Исаенко.

Несколько иная картина намечается в возрастных взаимоотношениях между ранним пиритом, образующим ореол вкрапленной минерализации вокруг рудных тел ряда минеральных ассоциаций (кварц-халькопиритовая, кварц-пиритовая и кварц-сфалерит-галенитовая), и серицитом околорудноизмененных пород. Пирит здесь

образуется замещением темноцветных минералов (биотит, роговая обманка) путем заимствования из этих минералов железа в процессе диффундирования ионов серы во вмещающие породы. Серицит же здесь образуется после образования раннего пирита. В этом случае пирит разъедается серицитом.

Серицит в месторождениях Зангезурского рудного района характеризуется проявлением двух политипных модификаций $2M_1$ и IM . С целью определения условий проявления этих модификаций в различных типах метасоматитов нами были проведены электронографические исследования серицитов из трех наиболее характерных метасоматитов Зангезурского рудного района: грейзенов, вторичных кварцитов и березитов (кварц-серицитовые метасоматиты), которые сопровождают оруденение ряда минеральных ассоциаций: кварц-молибденит-халькопиритовой, кварц-халькопиритовой, кварц-пиритовой и кварц-сфалерит-галенитовой. Результаты этих исследований представлены в табл. 71.

Из представленной таблицы видно, что для грейзенов характерно исключительно развитие политипной модификации $2M_1$. Аналогичная картина наблюдается для серицитов вторичных кварцитов, где также в целом преобладает политип $2M_1$. Несколько разнообразно проявляется политипия в серицитах из березитов, которые, как было отмечено ранее, сопровождают рудную минерализацию ряда минеральных ассоциаций. При этом для ранних и высокотемпературных минеральных ассоциаций ($q - Mo - Cr$ и $q - Cr$) в целом характерен политип $2M_1$, между тем как для поздних относительно низкотемпературных ассоциаций характерен политип IM .

Картина распределения политипных модификаций серицита в различных метасоматических формациях Зангезурского рудного района весьма сходна с распределением политипных модификаций серицита, характерных для колчеданных месторождений Армянской ССР (С.О. Ачикгезян, Р.Г. Мхитарян, Э. Налбандян, 1968).

В результате анализа высот рефлекса упомянутых политипных модификаций серицита были определены параметры их элементарных ячеек (табл. 72).

Серициты из ранее отмеченных метасоматических формаций были проанализированы спектрометрически. Помимо элементов, составляющих основу серицита, к которым относятся Si, Al, K, Na в серицитах установлена большая группа элементов-примесей, к которым относятся: $Mn, Cu, Zn, Pb, Sb, Ag, Bi$.

Развитие полиморфных модификаций серицита
 $2M_I$ и IM в различных типах метасоматитов Занге-
 зурского рудного района

Таблица 71

№ п.п.	Метасоматичес- кие формации	Месторождения и местонахождение	
I	Грейзены	1. Кварц-турмалин-серицитовые грейзены с.Ванк	$2M_I$
		2. Кварц-турмалин-серицитовые грейзены с.Аравус	$2M_I$
II	Вторичные кварциты	1. Вторичные кварциты Давачи	$2M_I$
		2. Вторичные кварциты Джиндара	$2M_I + IM$
		3. Вторичные кварцита Нор-Аре- вик	$2M_I$
		4. Вторичные кварциты Тей	$2M_I$
		5. Вторичные кварциты Агарак	$2M_I$
III	Гидротермаль- но измененные породы-берези- ты (кварц-се- рицитовые ме- тасоматиты)	1. I q Мо-Ср стадия Дастакерт	$2M_I$ IM
		2. II q Мо-Ср стадия Дастакерт	$2M_I$ IM
		3. q - Ру стадия Дастакерт	IM $2M_I$
		4. q - Sl-Ga стадия Дастакерт	IM $2M_I$
		5. q - Ср стадия Каджаран	$2M_I$
		6. q - Ру стадия Каджаран	IM+ $2M_I$
		7. q - Ру стадия Аткиз	IM
		8. q - Ру стадия Катнарат	IM
		9. q - Sl-Ga стадия Каджаран	IM+ $2M_I$
		10. q - Мо - Ср стадия Шор-джур	IM
		11. q - Ру стадия Тей-Личквас	IM
		12. q - Sl-Ga стадия Тей-Личквас	IM+ $2M_I$
		13. q - Ср стадия Агарак	$2M_I$
		14. q - Ру стадия Агарак	$2M_I + IM$

Модификации	П а р а м е т р ы			
	a	b	c	ρ
IM	5,16-5,20 Å	8,96-9,0 Å	9,9-10,4 Å	99,45'-100°21'
2M _I			19,5-20,1 Å	95° - 95°30'

Mn - 0,003-0,1	Zn - 0,002-0,3
Ni - 0,0003-0,002	Sb - 0,02
Co - 0,001-0,003	Bi - 0,002-0,01
Ti - 0,1-1,0	Sn - 0,0003-0,01
V - 0,003-0,03	Ga - 0,001-0,01
Ca - 0,0003-0,01	Zr - 0,001-0,003
Mo - 0,0003-0,1	Zb - 0,0003-0,003
Zn - 0,002-0,01	Sr - 0,001-0,03
Cu - 0,003-1,0	Ba - 0,03-0,1
Pb - 0,001-0,3	Be - 0,0002-0,0003
Ag - 0,001-0,003	

Характерной особенностью серицитов из трех ранее выделенных метасоматических формаций является то, что серициты около-рудноизмененных пород (березиты) постоянно содержат повышенные содержания рудных элементов, к которым относятся Mo, Cu, Zn, Pb, Sb, Ag, Bi

Каолинит - $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot nH_2O$

Каолинит является весьма распространенным минералом гидротермально измененных пород многих месторождений Зангезурского рудного района (Каджаран, Агарак, Джиндара).

В результате каолинизации рудовмещающие породы превращены в осветленные породы, где основная масса полевого шпата превращена в каолинит.

На Каджаранском месторождении каолинит тесно сростается с серицитом. Это говорит о том, что в целом наиболее благоприятными породами для образования каолинита являются серицитизированные породы. Под микроскопом каолинит характерен удлиненными чешуйчатыми кристаллами, показатели преломления: $N_q = 1,566$, $N_p = 1,559$, $2V = +88$. Межплоскостные расстояния линий каолинита из Каджаранского месторождения приведены в табл. 73.

Кривая нагревания указанного каолинита из Каджаранского месторождения представлена на рис. 139.

Межплоскостные расстояния линий каолинита
из Каджаранского месторождения

Таблица 73

№ линий п.п.	У	$\frac{dn}{n}$	№ линий п.п.	У	$\frac{dn}{n}$
I	10	7,2	7	3	2,49
2	3	4,47	8	4	2,88
3	5	4,26	9	5	2,283
4	9	3,57	10	3	2,015
5	3	3,45	II	4	1,49I
6	4	2,56		4	1,49I

Снято на ДРОН-2 на Со -отфильтрованном излучении.
Аналитик Э.Х.Хуршудян

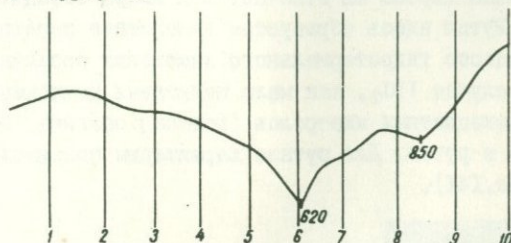


Рис.139.Кривая нагревания каолинита из
Каджаранского месторождения.

Электронноскопические исследования каолинита из Каджаранского месторождения позволили установить его параметры $a - 5,13 \text{ \AA}$, $b - 8,92 \text{ \AA}$. По техническим причинам параметр c установить не удалось.

Каолинит распространен также на Вартанском ртутном месторождении, где каолинизация развивается по вмещающим липаритоидцитам плиоценового возраста и тесно связана с процессом оруденения. Микроморфология кристаллов каолинита из Вартанского месторождения представлена на рис.140.

Спектральным анализом в каолините Каджаранского месторождения установлены следующие элементы примеси:

Со - 0,00I	Mo - 0,013	Sn - 0,00I	P - 0,042
Ti - 0,75	Zr - 0,075	Ga - 0,0018	Be - 0,000I
V - 0,013	Cu - 0,56	Sr - 0,10	B - 0,0056
Cr - 0,00032	Pb - 0,00075	Ba - I,0	
As - 0,032	Zn - 0,0032	Li - 0,00018	

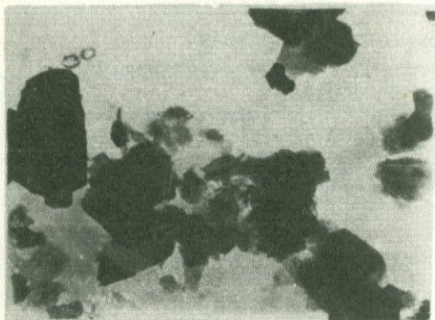


Рис. I40. Микроморфология кристаллов каолинита из Вартанского месторождения. Ув. I5000.

Рутил - TiO_2

Рутил является характерным минералом гидротермально измененных пород эндогенных месторождений Зангезурского рудного района. Особенно широко он отмечается в кварц-серицитизированных породах. Рутил здесь образуется вследствие перегруппировки TiO_2 в процессе гидротермального изменения первичной породы. В данном случае TiO_2 , как мало подвижный компонент, при разложении темновесных минералов (роговая обманка, биотит) преобразуется в рутил. Для рутила характерны призматические кристаллы (рис. I4I).



Рис. I4I. Выделение призматических кристаллов рутила при серицитизации гранодиоритов. Дастакертское месторождение. Прозрачный шлиф. Без анализатора. Ув. 24.

Пирит - FeS_2

Пирит является распространенным минералом в гидротермально измененных породах эндогенных месторождений Зангезурского рудного района. Наиболее широко пирит представлен в березитах, которые являются околорудными измененными породами, сопровождающими ряд минеральных ассоциаций - кварц-халькопиритовую, кварц-

пиритовую, кварц-сфалерит-галенитовую.

Пирит в измененных породах образуется замещением темноцветных минералов (роговая обманка, биотит) свободной серой путем заимствования железа из этих минералов. Помимо березитов, пирит характерен для пропилитов, где он замещает также темноцветные минералы. Необходимо отметить, что пирит околорудноизмененных пород формируется в наиболее ранние стадии гидротермального процесса, в силу чего он является более ранним по отношению к серициту. Здесь обычно серицит интенсивно развивается по пириту и разъедает его кристаллы. Пирит гидротермально измененных пород обычно имеет форму куба, размер метакристаллов пирита в некоторых метасоматитах достигает 3-4 см, но обычно они имеют 3-4-5 мм.

У. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ОСНОВНЫМ АССОЦИАЦИЯМ ЭЛЕМЕНТОВ-
ПРИМЕСЕЙ Re, Se, Te, Bi, Au, Ag, Pt, Pd

Закономерностям поведения редких и рассеянных элементов в рудах и минералах медно-молибденовых месторождений Зангезура посвящены работы многих исследователей (И.Г.Магакян, Г.О.Пиджян, А.С.Фарамазян, 1961, 1963; В.И.Луценко, С.С.Акмаева, 1960; К.А.Карамян, 1958, 1962; А.С.Фарамазян, Р.Н.Зарьян, 1964; В.Н.Горохова, 1960, 1961; С.С.Мкртчян, К.А.Карамян, Т.А.Аревшатян, 1969; Г.О.Пиджян, 1969, 1975; С.С.Акмаева, К.А.Карамян, 1971).

Вняснение геохимических особенностей руд медно-молибденовых месторождений проведено на основе изучения ассоциаций элементов-примесей в главных рудообразующих минералах в различных минеральных ассоциациях из различных месторождений. Этими минералами являются: молибденит, халькопирит, пирит, сфалерит, галенит. На основании многочисленных анализов^х составлены таблицы содержания Re, Se, Te, Bi в рудообразующих минералах для всех месторождений по стадиям минерализации (табл. 74, 75, 76, 77 и 78).

Как видно из таблиц, содержания редких и рассеянных элементов (Re, Se, Te, Bi) в основных рудных минералах подвержены сильным колебаниям. Эта изменчивость характерна в целом как для отдельных месторождений, так и для минеральных ассоциаций и даже в пределах одной же ассоциации для отдельных агрегатов.

Ниже приводятся характерные особенности поведения основных редких и рассеянных элементов в рудных минералах медно-молибденовых месторождений.

^хАвтором использованы анализы А.С.Фарамазяна (1961), Р.Н.Зарьяна (1963), Г.О.Пиджяна (1967), В.Н.Гороховой (1969), С.С.Мкртчяна, К.А.Карамяна, Т.А.Аревшатян (1969), а также данные по технологическому изучению руд Каджаранского и Агаракского месторождений по работам С.С.Акмаевой, К.А.Карамяна и др.

Содержание редких элементов Se, Te, Bi в халькопиритах различных
стадий минерализации медно-молибденовых месторождений

Таблица 74.

Месторож- дения	Стадии минерализации	С е л е н		Т е л л у р		В и с м у т	
		к-во проб	средн. сод., %	к-во проб	средн. сод., %	к-во проб	средн. сод., %
Каджаранс- кое место- рождение	1. Кварц-молибденит-халькопиритовая	18	0,0253	18	0,0051	21	0,0404
	2. Кварц-халькопиритовая	61	0,0223	61	0,0043	25	0,0360
	3. Кварц-пиритовая	7	0,0172	7	0,0046	-	-
	4. Кварц-сфалерит-галенитовая	7	0,0151	7	0,0142	-	-
Агаракское	1. Кварц-халькопиритовая	9	0,0163	9	0,0028	8	0,0111
Дастакерт- ское	1. Полевшпат-кварц-халькопиритовая	22	0,0177	22	0,005	22	0,0970
	2. Кварц-молибденит-халькопиритовая	21	0,0110	21	0,0038	16	0,0490
	3. Кварц-молибденит-халькопиритовая	4	0,0058	4	0,0028	1	0,0072
	4. Кварц-сфалерит-галенитовая	11	0,0037	11	0,0010	7	0,0014
Айгедзорс- кое	1. Кварц-молибденит-халькопиритовая	2	0,0084	2	0,0022	2	0,0030
	2. Кварц-халькопиритовая	2	0,0065	2	0,0050	-	-
	3. Кварц-сфалерит-галенитовая	1	0,0080	1	0,0060	-	-
Джиндаринс- кое	1. Кварц-халькопирит-борнитовая	1	0,056	1	0,0042	1	0,011

Содержания редких элементов Re, Se, Te, Bi в молибденитах различных стадий минерализации медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района

Таблица 75

Месторожде- ния	Стадии минерализации	Р е н и й		С е л е н		Т е л л у р		В и с м у т	
		к-во среднее		к-во среднее		к-во среднее		к-во среднее	
		проб	сод.,%	проб	сод.,%	проб	сод.,%	проб	сод.,%
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Каджаранс- кое место- рождение	1. Кварц-магнетитовая	4	0,0274	2	0,0300	2	0,0015	-	-
	2. Полевовшатовая	6	0,0390	4	0,0352	4	0,0032	-	-
	3. Кварц-молибденитовая	120	0,0297	114	0,0323	113	0,0051	66	0,0033
	4. Кварц-молибденит-халь- копиритовая	66	0,0458	50	0,0408	50	0,0063	23	0,0045
	5. Кварц-халькопиритовая	12	0,0258	12	0,0235	12	0,0046	14	0,0036
	6. Кварц-пиритовая	17	0,0337	5	0,0280	5	0,0055	-	-
	7. Кварц-сфалерит-гале- нитовая	13	0,0305	-	-	-	-	-	-
Агаракское месторожде- ние	1. Кварц-молибденитовая	94	0,0466	66	0,0195	60	0,0038	36	0,0062
	2. Кварц-халькопиритовая	26	0,0541	-	-	-	-	-	-
	3. Кварц-пиритовая	10	0,0535	-	-	-	-	-	-

Таблица 75(продолж.)

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дастакертское месторождение	1. Кварц-молибденит-халькопиритовая	15	0,0274	15	0,0054	15	0,0032	6	0,0286
	2. Кварц-молибденит-халькопиритовая	5	0,0193	5	0,0112	5	0,0095	-	-
	3. Полевошпат-кварц-халькопиритовая	3	0,0182	3	0,0140	3	0,0022	-	-
Айгедзорское месторождение	1. Кварц-молибденит-халькопиритовая	II	0,0968	8	0,0048	8	0,0041	I	0,0010
Джиндаринское месторождение	1. Кварц-молибденитовая	8	0,998	4	0,0328	4	0,0076	-	-
Мегригетское месторождение	1. Кварц-молибденитовая	I	0,0250	I	0,0057	I	0,0028	-	-
Анкасарское месторождение	1. Кварц-молибденитовая	2	0,0080	-	-	-	-	-	-
	2. Кварц-молибденит-халькопиритовая	I	0,0130	-	-	-	-	-	-

Содержание редких элементов Se, Te, Bi в пиритах различных стадий
минерализации медно-молибденовых месторождений

Таблица 76

Месторождения	Стадии минерализации	С е л е н		Т е л л у р		В и с м у т	
		к-во проб	среднее сод., %	к-во проб	среднее сод., %	к-во проб	среднее сод., %
Каджаранское месторождение	1. Кварц-халькопиритовая	9	0,0111	9	0,0033	-	-
	2. Кварц-пиритовая	48	0,0073	48	0,0041	7	0,0036
	3. Кварц-сфалерит-галенитовая	8	0,0111	8	0,0071	2	0,0203

Агарацкое	1. Кварц-пиритовая	22	0,0092	22	0,0034	-	-

Дастакертское	1. Кварц-пиритовая	8	0,0033	8	0,0032	3	0,012
	2. Кварц-сфалерит-галенитовая	6	0,0075	6	0,0101	-	-

Айгедзор- Личкваское	1. Кварц-пиритовая	9	0,0077	9	0,0068	-	-

Содержание элементов-примесей Se, Te, Bi в сфалеритах из различных медно-молибденовых месторождений

Таблица 77

Месторождение	Стадии минерализации	С е л е н		Т е л л у р		В и с м у т			
		к-во проб	среднее сод., %	к-во проб	среднее сод., %	к-во проб	среднее сод., %	к-во проб	среднее сод., %
Каджаранское	Кварц-сфалерит-галенитовая	19	0,0039	19	0,0024	5	0,0038		
Агаракское	Кварц-сфалерит-галенитовая	2	0,0080	2	0,0070	-	-		
Дастакертское	Кварц-сфалерит-галенитовая	14	0,0043	14	0,0020	-	-		
Айгедзор-Личк-вазское	Кварц-сфалерит-галенитовая	8	0,0034	8	0,0045	8	0,74		

Содержание элементов-примесей Se, Te, Bi в галенитах медно-молибденовых месторождений

Таблица 78

Каджаранское	Кварц-сфалерит-галенитовая	29	0,0191	29	0,0176	3	0,0088	2	0,064
Дастакертское	Кварц-сфалерит-галенитовая	10	0,0140	10	0,0136	10	0,0930	3	0,036
Айгедзор-Личк-вазское	Кварц-сфалерит-галенитовая	4	0,0084	4	0,004	-	-	-	-

Рений является одним из важных и ценных рудных элементов в медно-молибденовых рудах и приобретает большое промышленное значение. Рений связан в основном с молибденитом и входит в решетку этого минерала в виде изоморфной примеси. Часть его, очевидно присутствует в неизоморфной форме. Содержания в остальных минералах – пирите, халькопирите, низкие и находятся на грани чувствительности анализа.

Мнение ряда исследователей (С.С.Акмаева, В.И.Луценко, 1960; А.С.Тарамазян, 1961) о том, что содержания рения в халькопирите и пирите медно-молибденовых месторождений связаны с присутствием в этих минералах молибденита, надо считать справедливым.

Содержания рения в молибденитах в ходе развития гидротермального процесса варьирует в значительных пределах. Благодаря тому, что на Каджаранском месторождении молибденит присутствует в рудах всех стадий минерализации, удалось проследить в них поведение рения в ходе развития гидротермального процесса от ранних, относительно высокотемпературных стадий, до наиболее низкотемпературной – кварц-сфалерит-галенитовой.

Как видно из графика (рис.142), изменения содержания рения в молибденитах различных минеральных ассоциаций Каджаранского месторождения подвержены большим колебаниям. Максимальные содер-

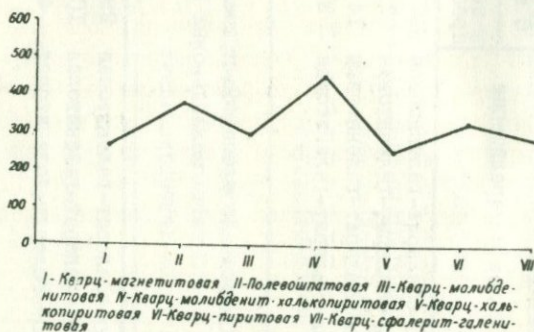


Рис.142. Диаграмма изменения содержания Re в молибденитах Каджаранского месторождения по стадиям минерализации.

жения его отмечаются для молибденитов средней кварц-молибденит-халькопиритовой стадии.

Диаграмма поведения Re по стадиям минерализации была ранее составлена А.С.Тарамазяном (1961). Однако кривая, построенная

нами, основана на большом количестве анализов и, как видно, пик максимального содержания Re в молибденитах кварц-молибденит-халькопиритовой стадии значительно меньше того максимума, который дан в графике А.С.Фарамазяна (1961).

Для Агаракского месторождения имеются анализы молибденитов на Re для трех основных стадий минерализации (кварц-молибденитовой, кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой) и, как видно из таблицы и графика (рис.143), в целом содержания Re в молибденитах на Агаракском месторождении намного выше, чем в Каджаране, и максимум его содержания отмечается для молибденитов кварц-халькопиритовой стадии, хотя в целом содержания рения в молибдените в этих трех стадиях мало различаются.

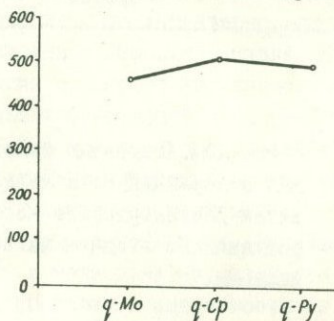


Рис.143. Диаграмма изменения содержания Re в молибденитах Агаракского месторождения по стадиям минерализации.

На Агаракском месторождении устанавливается отчетливое возрастание содержания Re с глубиной для молибденитов кварц-молибденитовой стадии минерализации. Среднее содержание Re в молибденитах кварц-молибденитовой стадии по отдельным горизонтам месторождения представлено в табл.79.

Для молибденитов кварц-халькопиритовой стадии такой закономерности не наблюдается.

Как видно из графика (рис.144), а также анализов, представленных в табл.75, содержания Re в молибденитах Дастакертского месторождения в целом намного ниже, чем в молибденитах Каджаранского, Агаракского, Айгедзорского и Джиндаринского месторождений. И здесь также максимальное содержание Re в молибденитах установлено для руд средней продуктивной стадии минерализации I кварц-молибденит-халькопиритовой, характеризующейся брекчиевидными медно-молибденовыми рудами.

Разбирая вопросы условий формирования ренийносных медно-молибденовых руд, некоторые исследователи (В.В.Иванов, Е.М.Поп-

Таблица 79

№ п.п.	Горизонты, м	Количество проб	Среднее содержание Re в %
1	I270	2	0,0499
2	I210	2	0,0405
3	II95	1	0,0548
4	II65	1	0,0573
5	II36	3	0,0578
6	II20	19	0,0603
7	II05	8	0,0650

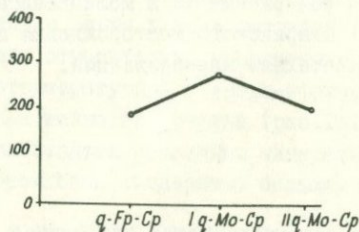


Рис. I44. Диаграмма изменения содержания Re в молибденитах Дастакертского месторождения. По стадиям минерализации.

лавко, В.Н.Горохова, 1969) повышенные содержания Re в молибденитах некоторых месторождений Узбекистана и других регионов связывают с повышенной меденосностью. Имеющиеся материалы по медно-молибденовым месторождениям Зангезура не позволяют подтвердить эту точку зрения. Если этот вывод справедлив для Джиндаринского месторождения, где роль меди в целом довольно значительна, то для Айгедзорского месторождения, где отмечаются повышенные содержания Re в молибдените, меденосность очень низка. На Дастакертском месторождении при низких содержаниях Re в молибденитах отмечается повышенная меденосность, что выражается в наличии халькопирита в рудах всех стадий минерализации.

Ряд исследователей (А.С.Фарамазян, 1972 и др.) связывают содержание Re в молибденитах из различных месторождений с общим понижением температуры их образования.

Необходимо отметить, что падение содержания Re в молибденитах более поздних стадий Каджаранского месторождения не позволяет согласиться с представлением А.С.Фарамазяна. Помимо этого,

в молибденитах более ранней кварц-полевошпатовой стадии содержание Re намного выше, чем в более поздней и относительно низкотемпературной кварц-молибденитовой.

Надо полагать, что повышенные содержания Re в молибденитах некоторых месторождений в первую очередь зависят от специализации растворов, формирующих оруденение этих месторождений, и от степени их обогащения Re. Эту точку зрения подтверждают многочисленные термометрические исследования жильного кварца для наиболее характерных минеральных ассоциаций различных месторождений, которые показывают весьма близкие значения температур. В ряде случаев молибдениты более низкотемпературных ассоциаций содержат Re меньше, чем более ранние и высокотемпературные ассоциации. Это характерно для Дастакертского месторождения, где молибденит наиболее поздней II кварц-молибденит-халькопиритовой стадии содержит Re меньше, чем молибденит более ранних минеральных ассоциаций.

С е л е н является наиболее распространенным из группы рассеянных элементов для медно-молибденовых месторождений и присутствует во всех минералах исключительно в виде изоморфной примеси, замещая серу. Максимальные содержания селена установлены в молибденитах, хотя его содержание варьирует в значительных пределах в зависимости от месторождений и стадий минерализации. Максимальные содержания селена установлены в молибденитах Каджаранского месторождения (0,1280). На Каджаранском месторождении установлена положительная корреляционная зависимость между содержанием Re, Se и Te в молибденитах (К.А.Карамян, 1962; Магоровский, 1963).

Соотношение между Re и Se в молибденитах представлено на кривой (рис. I45), которая отражает количественную сторону этой зависимости. Эта зависимость проявляется в молибденитах всех минеральных ассоциаций гидротермального процесса, что хорошо видно на графике (рис. I46). Как видно из кривой, максимальные содержания селена характерны для средней кварц-молибденит-халькопиритовой стадии. Для Дастакертского месторождения этой зависимости не намечается, поскольку содержания селена в молибденитах средней стадии, в которой установлены максимальные содержания Re, ниже, чем в ранней и поздней стадиях. В халькопиритах медно-молибденовых месторождений содержание селена ниже, чем в молибденитах.

Исследование поведения селена в халькопиритах медно-молибденовых месторождений (Каджаран и Дастакерт) показало, что макси-

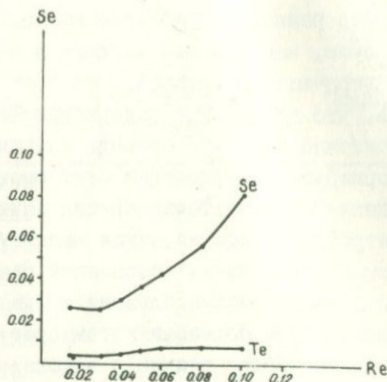


Рис. I45. Кривая зависимости содержания Se и Te от содержания Re в молибденитах. Каджаранское месторождение.

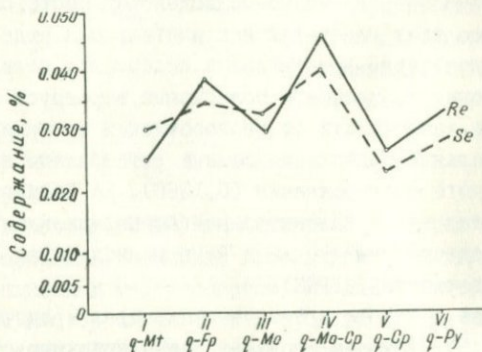


Рис. I46. График корреляционной связи Re и Se в молибденитах Каджаранского месторождения по стадиям минерализации.

мальные его содержания (0,0480) характерны для ранних, более высокотемпературных стадий минерализации. По мере развития гидротермального процесса устанавливается постепенное уменьшение его содержания. Наиболее низкие содержания Se характерны для завершающей кварц-сфалерит-галенитовой стадии (0,0005). В пиритах содержание Se меньше, чем в халькопиритах и четкой зависимости его содержания в процессе развития гидротермального про-

песса не отмечается.

В сфалеритах в целом содержания селена еще ниже, чем в пиритах и колеблются в пределах 0,0034–0,0080%.

Содержания селена в галенитах достаточно высокие. Наиболее высокие содержания в среднем характерны для Каджаранского месторождения, где его средние содержания составляют 0,0191, хотя иногда в отдельных пробах достигают 0,055%. В отдельных случаях на Дастакертском месторождении установлены даже более высокие содержания селена – 0,0909% в галените.

Повышенные содержания Se в галенитах, по-видимому, обусловлены присутствием в них минералов теллура, в которых селен изоморфно замещает теллур.

Теллур является характерным элементом-примесью для всех сульфидных минералов медно-молибденовых месторождений. Он, с одной стороны, образует самостоятельные минералы (теллуриды), алтаит, гёссит, петцит, тетрадимит, теллуровисмутит, кренерит, а с другой – изоморфные примеси в минералах, замещая серу.

Содержания теллура в молибденитах довольно низкие. Однако они варьируют в широких пределах 0,0005–0,0643%. Среди однообразно низких содержаний теллура отмечаются отдельные сравнительно высокие содержания, что, очевидно, связано с присутствием минералов теллура.

На Каджаранском месторождении установлена положительная корреляционная зависимость между содержаниями Se и Te. С увеличением содержания Se увеличивается и содержание Te. Эта зависимость проявляется как для молибденитов в целом, так и для отдельных стадий минерализации (рис.147). Однако в силу ограниченного изоморфизма между Se и Te степень этой корреляции небольшая. Для молибденитов Дастакертского месторождения намечаются в целом повышенные содержания Te в ходе развития гидротермального процесса. Здесь наивысшее содержание Te характерно для поздней минеральной ассоциации.

В халькопирите содержание Te в целом выше, чем в молибдените, и варьирует в пределах 0,0004–0,06%. Для Каджаранского и Айгедзорского месторождений отмечается отчетливое возрастание его содержания по мере развития гидротермального процесса. На Дастакертском месторождении отмечается совершенно обратная тенденция. Здесь халькопириты ранних стадий содержат Te больше, чем халькопириты поздних стадий.

В пиритах содержания Te ниже, чем в халькопиритах, хотя от-

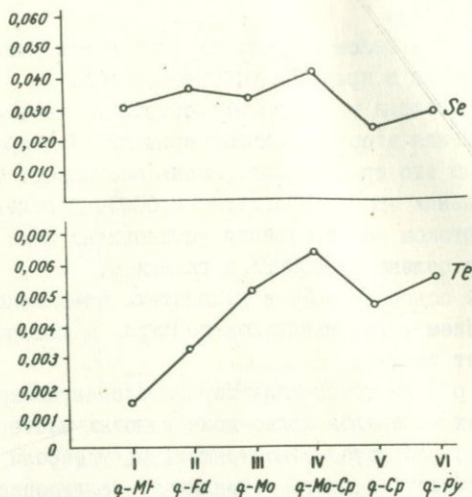


Рис. 147. График корреляционной связи Se и Te в молибденитах Каджаранского месторождения по стадиям минерализации.

мечаются отдельные анализы с весьма высоким его содержанием, что, очевидно, связано с присутствием в пиритах теллуридов. Здесь отмечается четкое повышение его содержания от ранних стадий к поздним. Это отчетливо установлено для Каджаранского и Дастакертского месторождений.

В сфалеритах содержания Te в целом для всех месторождений низкие.

В галенитах же отмечается довольно большое колебание содержания Te. Наряду с небольшими содержаниями отмечаются и весьма высокие содержания. Последнее обусловлено наличием минералов теллура, которые тесно ассоциируют с галенитом.

В и с м у т является характерным элементом медно-молибденовых месторождений. Он установлен во всех сульфидах и представлен как в виде самостоятельных минералов (висмутин, виттихенит, эмплектит, козалит, айкинит, теллуrowисмутит, галеновисмутит, тетрадимит), так и в виде изоморфной примеси.

В молибденитах содержания Bi обычно низкие и варьируют в пределах 30–60 г/т. Однако на Дастакертском месторождении в молибденитах брекчиевидных руд отмечается содержание Bi 275–570 г/т. Такие высокие содержания Bi, очевидно, связаны с наличием собственных минералов висмута в чешуйчатых агрегатах

молибденита из брекчиевых медно-молибденовых руд.

В халькопиритах содержание висмута значительно выше, чем в молибденитах. Наивысшие содержания Bi отмечаются в халькопиритах наиболее ранней полевошпат-кварц-халькопиритовой стадии Дастакертского месторождения, где в отдельных пробах содержания достигают одного килограмма на тонну и более. Такое весьма высокое содержание Bi в халькопиритах обусловлено наличием собственных минералов Bi (висмутин, козалит, виттихенит, эмплектит).

Для Дастакертского месторождения отмечается постепенное уменьшение содержания Bi в халькопиритах по мере развития гидротермального процесса.

В пиритах содержания висмута также низкие, однако в ряде проб отмечается его повышенное содержание (до 200 г/т). При таких содержаниях обычно отмечается наличие медно-висмутовых минералов в полях пирита.

В офалеритах содержания Bi очень низкие и варьируют в пределах 0,001-0,004%.

В галенитах содержания Bi самые высокие и в отдельных пробах достигают одного или двух килограмм на тонну. Такие высокие содержания Bi в галенитах связаны с присутствием в большом количестве минералов Bi, в частности галеновисмутита, виттихенита, тетрадимита, висмутина, теллуrowисмутита.

Платина и палладий. Сведения о геохимии платины и палладия в рудах медно-молибденовых месторождений позаимствованы исключительно из работ А.С.Фарамазяна, С.К.Калинина и Л.С.Терехович (1970₁, 1970₂).

Основные положения этих работ сводятся к следующему:

1. Наиболее высокие содержания платины и палладия характерны для молибденитов и молибденовых концентратов.

2. Содержания платины и палладия для халькопиритов и медных концентратов значительно ниже. Так как халькопирита в рудах медно-молибденовых месторождений намного больше молибденита (в 10 раз), то, естественно, основная масса этих элементов содержится в медных концентратах.

3. В молибденитовых концентратах преобладают соединения платины, между тем как в медных рудах и концентратах преобладают соединения палладия.

Такое поведение этих элементов в медно-молибденовых рудах, по мнению А.С.Фарамазяна (1974), обусловлено различными темпе-

ратурами концентрации их в рудообразующих минералах. В наиболее раннюю молибденитовую стадию минерализации платина превалирует над палладием. С падением температуры в стадию формирования медной минерализации концентрация палладия превалирует над платиной.

Золото и серебро установлены во всех главных сульфидных минералах медно-молибденовых и золото-сульфидных месторождений – молибденит, халькопирит, пирит, борнит, сфалерит, галенит, бл. руда.

Золото и серебро присутствуют в минералах в виде механической примеси самородного золота и серебра, либо серебросодержащих минералов (гессит-петцит). Серебро присутствует и в виде изоморфной примеси.

Максимальное содержание Au и Ag в рудных минералах характерно для наиболее поздней кварц-сфалерит-галенитовой минеральной ассоциации. Основным носителем товарного золота для медно-молибденовых месторождений является халькопирит.

Содержание золота в молибденитах в целом довольно низкое и варьирует от сл. до 1,65 г/т. Содержание серебра довольно высокое. Наиболее высокие содержания достигают 230 г/т. В халькопирите содержание золота и серебра намного выше, чем в молибденитах, и варьирует для Au – от сл. до 6,6 г/т, а для Ag – 3,0 – 138,8 г/т.

В пиритах содержание золота в целом очень низкое. Наибольшее его содержание установлено в пирите Анкасарского месторождения, где содержание Au достигает 3,4 г/т. Наиболее высокие содержания Ag в пирите отмечаются на Агаракском месторождении – 25 г/т.

В сфалерите содержание Au и Ag варьирует в большом диапазоне и наиболее высокие содержания установлены для Тей-Личкваского месторождения, где они достигают: $Au = \frac{39,6}{8}$;
 $Ag = - \frac{240,0}{8}$.

В галенитах содержание Au и Ag значительно выше, чем в остальных минералах, хотя оно и варьирует в большом диапазоне не только для различных месторождений, но и в пределах одной минеральной ассоциации или даже агрегата.

Наиболее высокие содержания золота в галенитах установлены для Тей-Личкваского месторождения. Здесь, по данным Амиряна и Туняна, оно достигает $\frac{62}{8}$ г/т. Содержания Ag также очень высокие для Тейского месторождения, где оно достигает 1149 г/т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение минеральных ассоциаций, а в пределах этих ассоциаций отдельных парагенезисов в рудных месторождениях Зангезурского рудного района, позволило сделать следующие основные выводы:

1. Месторождения всех рудных формаций Зангезурского рудного района характеризуются многостадийностью проявления эндогенной минерализации.

2. Среди многочисленных минеральных ассоциаций, проявленных на месторождениях известных рудных формаций, выделяются основные минеральные ассоциации, которые характерны для всех месторождений данной формации, т.е. являются типоморфными, и второстепенные минеральные ассоциации, проявленные не на всех месторождениях данной формации.

3. По характеру минерализации среди большого разнообразия минеральных ассоциаций выделяются простые и сложные минеральные ассоциации.

Простые минеральные ассоциации представлены одной парагенетической ассоциацией, сложные минеральные ассоциации представлены двумя или тремя парагенетическими ассоциациями, последовательно сменяющими друг друга во времени.

4. Последовательность формирования минеральных ассоциаций в пределах единого ряда рудных формаций гидротермальных месторождений в целом отражает последовательность выноса элементов из рудоносного очага в сферу рудоотложения.

Наиболее обычным для большинства месторождений является следующий порядок поступления элементов в зону рудоотложения: Fe (окисн.) — Mo — (Mo — Cu) — Cu — Fe (сульф.) (Zn, Pb, Au, Ag) (As, Cu, Ag).

На некоторых месторождениях (Дастакерт—Джандара) порядок поступления элементов в сферу отложения иной: Fe (окисн.) — Cu — (Cu — Mo) — Fe (сульф.) — (Zn — Pb — Au — Ag).

На некоторых месторождениях вышеприведенная схема привноса

элементов в сферу рудоотложения осложняется проявлением эндогенной марганцевой минерализации (Дастакерт, Агарах), которая завершает процесс привноса рудных элементов.

5. Изучение минерального состава руд выделенных ассоциаций позволяет сделать вывод о преемственности минерального состава каждой последующей стадии минерализации. Такие основные рудные минералы, как молибденит, халькопирит, пирит, борнит, магнетит, висмутин, медно-висмутовые минералы, теннантит, энаргит, проявляются во многих минеральных ассоциациях.

Таким образом, намечается растянутый процесс эндогенной минерализации для указанных месторождений.

В связи с вышеотмеченным для гидротермальных месторождений могут быть выделены месторождения с растянутым режимом минерализации.

6. Изучение минерального состава руд позволило установить несколько генераций таких основных минералов, как молибденит, халькопирит, пирит, сфалерит, галенит, в пределах одной минеральной ассоциации.

В объеме минеральных ассоциаций намечается следующий порядок кристаллизации классов минералов: окислы, сульфиды, сульфосоли, теллуриды, самородные элементы.

7. В ходе развития гидротермального процесса намечается осложнение минерального и элементного состава минеральных ассоциаций. Наиболее сложные минеральные ассоциации проявились в конце рудного процесса.

Исследование особенностей проявления минеральных ассоциаций в рудных полях, особенностей формирования парагенезисов минералов в пределах этих ассоциаций, а также поведения редких, рассеянных и благородных элементов Re, Se, Te, Bi, Au, Ag в различных рудных минералах показало, что процесс минералообразования на этих месторождениях проявился довольно разнообразно. Все это, безусловно, является результатом разнообразия состава и свойств минералообразующих растворов. Последнее обусловлено тем, что различные месторождения формировались из различных очагов, которые характеризовались различным соотношением между основными рудными и сопутствующими редкими, рассеянными и благородными элементами.

ЛИТЕРАТУРА

- Авакян А.А. Морфология кристаллов пирита сульфидных руд Армянской ССР в связи с условиями их образования. Тр. П Всесоюзного совещания по минералогической кристаллографии. Свердловск, 1969.
- Акмаева С.С., Карамян К.А. К методике определения редких и рассеянных элементов в медно-молибденовых рудах Армянской ССР. АН Арм.ССР, том I, № 3.
- Акопян Е.А. Минералогия зоны окисления главных медно-молибденовых месторождений Армении. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1960.
- Амирян Ш.О. Некоторые новые данные по минералогии и геохимии руд Личквасского золоторудного месторождения. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, т.ХІХ, № 6, 1966.
- Амирян Ш.О., Тунян Г.А. Минералого-геохимическая характеристика руд Тейского золоторудного месторождения. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 5, 1971.
- Арапов Ю.А. Особенности генезиса и минералогии скарнов некоторых районов Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР, Естественные науки, № 2, 1946.
- Асланян А.Т. Региональная геология Армении. Изд. Айпетрат, Ереван, 1966.
- Асланян А.Т., Вегуни А.Т., Милай Т.А.,
Основные черты тектоники Армянской ССР в свете новых геолого-геофизических данных. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 6, с.35-51, 1975.
- Арутюнян М.А., Мхитарян Р.Г., Таян Р.Н. Об установлении галлуазита на участке Джркап в Мегринском плутоне. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 3, с.84-86, 1979.
- Горохова В.Н. Рений. - В кн.: "Геохимия, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов", т.І, "Геохимия редких элементов". Изд. "Наука", М., 1964.

- Гулян Э.Х. Некоторые минералого-геохимические особенности и условия образования эндогенного оруденения северного склона Баргушатского хребта. Изв. АН Арм.ССР, Сер. геол. и геогр. наук, № 5, 1965.
- Звягин Б.Б., Соболева В.Т. К полиптиии молибденита. Кристаллография, т.ХП, вып. I, 1967.
- Знаменский В.С., Лебедев Л.М., Сидоренко Г.А. О молибдените из среднечетвертичных вулканических пород с.Итуруп (Курильские острова). ДАН СССР, 193, № 4, 1970.
- Иванов В.В., Поплавко Е.М., Горохова В.Н. Геохимия рения. Изд. "Наука", М., 1969.
- Исаенко М.П. К вопросу о генезисе гипса в медно-молибденовых рудах Закавказья. Труды Московского геологоразведочного института, т.29, М., 1956.
- Исаенко М.П. Явления карбонатизации в медно-молибденовых и молибденовых месторождениях Закавказья, Малого Кавказа. Изв. вузов, Геология и разведка, № 9, с.55-76, 1959.
- Исаенко М.П. Энэргит в медно-молибденовых и медно-колчеданных рудах Армении. Изв. вузов, Геология и разведка, № 2, 1960.
- Исаенко М.П. Некоторые типичные минеральные ассоциации медно-мышьяковых руд Армянской ССР. Геология рудных месторождений, № 2, с.92-96, 1964.
- Исаенко М.П. Минералы молибдена в рудах медно-молибденовых месторождений Малого Кавказа. Изв. вузов, Геология и разведка, № 2, с.38-62, 1966.
- Казарян А.Г. Об ассоциации гипогенного гипса с сульфидами на примере Джиндаринского месторождения. Изв. АН Арм.ССР, сер. геол. и геогр. наук, т.ХI, № I, 1958.
- Казарян А.Г. О некоторых закономерностях образования гидротермально измененных пород медно-молибденовых месторождений Армении: Джиндара, Каджаран, Мисхана. - В кн.: Тр. Первой Закавказской конференции молодых научных сотрудников геол. ин-тов. АН Труд. Азерб. и Арм.ССР. Изд. АН Арм.ССР, с.145-149, Ереван, 1959.
- Казарян А.Г. Об околорудноизмененных породах Каджаранского месторождения. Изв. АН Арм.ССР, сер. геол. и геогр. наук, т.ХI, № 6, 1958.
- Карамян К.А. Алабандин из Дастакертского медно-молибденового месторождения. Изв. АН Арм.ССР, сер. геол. и геогр. наук, т.Х, № 4, 1957.

- Карамян К.А. Особенности минерализации Дастакертского медно-молибденового месторождения. Изв. АН Арм.ССР, сер. геол. и геогр. наук, т.ХІ, № 3, 1958.
- Карамян К.А. Гидротермально измененные породы Дастакертского медно-молибденового месторождения. Изв. АН Арм.ССР, сер. геол. и геогр. наук, т.ХІІ, № 5, 1959.
- Карамян К.А., Фарамазян А.С. К вопросу об ассоциации гипогенного ангидрита и гипса с сульфидами на примере месторождений Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т.ХІІ, № 6, 1959.
- Карамян К.А., Фарамазян А.С. О стадиях минерализации Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т.ХІІІ, № 3-4, 1960.
- Карамян К.А. Германиеносные сульфиды Дастакертского медно-молибденового месторождения. ДАН Арм.ССР, т.ХХУІІ, № 4, 1958.
- Карамян К.А. Германит и реньерит в рудах Дастакертского медно-молибденового месторождения. Зап. Арм. отд. Всес. минералог. общества, вып.І, 1959.
- Карамян К.А. Некоторые особенности развития тектоники и минерализации Личской группы месторождений. Зап. Арм.отд. Всес. минералог. общества, вып.І, 1959.
- Карамян К.А. О корреляции рения, селена и теллура в молибденидах Каджаранского медно-молибденового месторождения. Геохимия, № 2, 1962.
- Карамян К.А., Аревшатян Т.А., Авакян А.М. Пегматитовые образования Каджаранского рудного поля. Зап. Арм. отд.ВМО, вып.ІІ, 1962.
- Карамян К.А. Контактново-метаморфические и метасоматические процессы Каджаранского рудного поля. Изв. АН Арм.ССР, сер. геол. и геогр. наук, т.І6, № 3, 1963.
- Карамян К.А. Стеллерит из Тейского золото-полиметаллического месторождения. ДАН Арм.ССР, т.45, № І, с.39-42, 1967.
- Карамян К.А., Джангирян Э.А., Маданян О.Г. Особенности строения и состава руд и характерные черты минерализации Агакского медно-молибденового месторождения. Зап.Арм. отд. ВМО, вып.4, с.101, 1970.
- Карамян К.А. Текстуры и структуры руд эндогенных месторождений Зангезура. Изд.АН Арм.ССР, Ереван, 1972.
- Карамян К.А. Особенности структуры и минерализации Айгедзорского молибденового месторождения. - В кн.: Вопросы гео-

- логия Кавказа. Изд. АН Арм.ССР, 1964.
- Карамян К.А., Маданян О.Г. Температурные условия формирования медно-молибденовых месторождений Зангезурского рудного района. — В кн.: Рудообразующая среда по включениям в минералах. Изд. "Наука", 1972.
- Луценко В.И., Акмаева С.С. О балансе распределения металлов в продуктах обогащения. ДАН Арм.ССР, т.ХХХ, 2, 1960.
- Магакян И.Г. Основные черты металлогении Армении. Советская геология, № 6, 1959.
- Магакян И.Г., Пиджян Г.О., Фармазян А.С. Рений в медно-молибденовых месторождениях Армянской ССР. ДАН Арм.ССР, 37, 2, 1963.
- Магакян И.Г., Пиджян Г.О., Фармазян А.С. Особенности поведения рения в молибденитах месторождений медно-молибденового пояса Армянской ССР. Тр. П Всес. совещ. по рению.—Сб.: Рений. Изд. "Наука", М., 1964.
- Магакян И.Г. Рудоносные магматические комплексы и рудные формации территории Армянской ССР. ДАН Арм. ССР, 43, 4, 1966.
- Магакян И.Г., Пиджян Г.О., Хачатрян Э.А. Редкие и рассеянные металлы в рудах Армянской ССР. — В кн.: Геология Армянской ССР, том УІ. Металлические полезные ископаемые. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1967.
- Межлумян Г.Б. О находке шпинели в титано-магнетитовых рудах Сваранцского месторождения. Изв. АН Арм. ССР, сер.геол.-геогр.наук, № 3-4, 1960.
- Межлумян Г.Б. Об обнаружении апатитоносных амфиболитов на Камакарском железорудном месторождении. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, т.ХХІІІ, № 5, 1970.
- Межлумян Г.Б. Сравнительная характеристика титано-магнетитовых руд Камакарского и Сваранцского месторождений. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1973.
- Межлумян Г.Б. Сваранцское железорудное месторождение. Изд.АН Арм. ССР, Ереван, 1974.
- Меликсетян Б.М., Хуршудян Э.Х., Фармазян А.С. Теллуrowисмутит и некоторые другие теллуриды из Калерского месторождения молибденита. ДАН Арм. ССР, т.ХХХ, 4, 1960.
- Мкртчян С.С. Калерское месторождение молибденита. Зап.Арм. отд. Всес. минералог. общества, вып.І, 1959.
- Мкртчян С.С., Карамян К.А., Аревшатын Т.А. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Изд.АН Арм.ССР, Ереван, 1969.

- Мовсесян С.А. Пирлоуданское медно-молибденовое месторождение. Изд. Арм. ФАНА, Ереван, 1941. ✓
- Мовсесян С.А., Исаенко М.П. Комплексные медно-молибденовые месторождения. "Недра", М., 1974.
- Могаровский В.Г. О связи рения и селена в молибденитах Каджаранского месторождения Армянской ССР. Геохимия, № 6, 1963.
- Пиджян Г.О. О псевдоморфозах халькопирита по пириту. Зап. ВМО, вып. 4, 1950.
- Пиджян Г.О. К геохимии руд Дастакертского медно-молибденового месторождения. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. XI, 4, 1958.
- Пиджян Г.О. К минералогии руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. XIII, № 2, 1960.
- Пиджян Г.О. О закономерностях распределения селена и теллура в рудах медно-молибденовых месторождений Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XX, 5-6, 1967.
- Пиджян Г.О. Теллуриды в рудах Агаракского, Дастакертского и Джиндаринского месторождений. Зап. Арм. ВМО, вып. 4, 1969.
- Пиджян Г.О. Медно-молибденовая формация руд Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1975.
- Фарамазян А.С. К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. XI, № 6, 1958.
- Фарамазян А.С. Закономерности распределения рения в рудах Каджаранского месторождения. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. XIV, № I, 1961.
- Фарамазян А.С., Акопян А.Г. Рений в некоторых рудопроявлениях Айопцзорского рудного района. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. XVI, 1963.
- Фарамазян А.С., Хуршудян Э.Х. Энаргит и лопонит из Каджаранского медно-молибденового месторождения. Зап. Арм. отд. ВМО, 2, 1963.
- Фарамазян А.С., Хуршудян Э.Х. К вопросу о изоморфизме между молибденом и рением в молибденитах. ДАН Арм. ССР, т. 37, № 4, 1963.
- Фарамазян А.С., Зарьян Р.Н. Особенности геохимии селена и теллурида в рудах Каджаранского рудного поля. Геохимия, № II, 1964.

- Фарамазян А.С., Калинин С.К., Терехович С.Л. Особенности геохимии элементов группы платины в рудах медно-молибденовых месторождений Армянской ССР. ДАН СССР, т.190, № 6, 1970.
- Фарамазян А.С., Калинин С.К., Терехович С.Л. К геохимии платиновой группы в медно-молибденовых месторождениях Армянской ССР. Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 6, 1970.
- Хрущов Н.А., Круглова В.Г., Панкова В.Е., Пенсионерова В.М., Розовская Т.В. Распределение рения и селена и теллура в молибденитовых месторождениях Советского Союза. Минеральное сырье, вып.1, 1960.
- Хуршудян Э.Х. К вопросу об условиях образования ромбоэдрической модификации молибденита. ДАН СССР, 171, 1, 1966.
- Хуршудян Э.Х., Арутюнян Л.А., Меликсетян Б.М. О генезисе поли-типов молибденита. Геохимия, № 10, 1969.
- Чухров Ф.В., Звягин Б.Б., Ермилова Л.П., Соболева С.В., Хитров В.Г. Политипы молибденита и их нахождение в рудах. Геология рудных месторождений, № 2, 1968.
- Яшвили Л.П., Карамян К.А., Джангилян Э.А., Мкртчян Г.А. Марганцевая минерализация Агаракского рудного поля. - В кн.: Магматизм и рудообразование Армянской ССР. Сб.: Записки Арм. отд. ВМО, вып.9, 1978.

О Г Л А В Л Е Н И Е

В В Е Д Е Н И Е.....	стр. 5
І. КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО И ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА.....	7
ІІ. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МАГМА- ТИЗМА ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА.....	ІІ
Генетические типы месторождений. Рудные формации и условия их проявлений.....	ІІ
ІІІ. МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ В РУДНЫХ ФОРМАЦИЯХ.....	І8
ІV. М И Н Е Р А Л Ы.....	32
І. Первичные минералы рудных тел.....	32
А. Рудные минералы.....	32
І. Самородные элементы.....	32
2. Сульфиды и теллуриды.....	37
3. Сульфосоли.....	93
4. Окислы.....	ІІ4
5. Вольфраматы.....	І25
Б. Жильные минералы.....	І26
2. Гипергенные минералы.....	І58
А. Минералы зоны вторичного сульфидного обога- щения.....	І58
Б. Минералы зоны окисления.....	І59
І. Самородные элементы.....	І60
2. Окислы.....	І6І
3. Карбонаты.....	І68
4. Сульфаты.....	І73
5. Водные арсенаты.....	І78
6. Силикаты.....	І78
7. Молибдаты.....	І8І
3. Минералы гидротермально измененных пород...	І84
V. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ОСНОВНЫМ АССОЦИАЦИЯМ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕ- СЕЙ.....	205
З А К Л Ю Ч Е Н И Е.....	220
Л И Т Е Р А Т У Р А.....	222

Карамян Константин Андраникович

МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ И МИНЕРАЛЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАНГЕЗУРСКОГО
РУДНОГО РАЙОНА

Редактор издательства Ж.В. Налчаджян

Худ. редактор Г.Н. Горпакальян

Тех. редактор Р.Х. Геворкян

Корректор А.М. Степанян

ИБ № 803

Сдано в производство 9.09.1983 г. Подписано к печати 30.08.1983 г.
ВФ 04495 Формат 60х90 1/16 Бумага № 1.

Офсетная печать. Печ.л. 14,25 Учетно-изд.л. 13,9

Тираж 500 Зак. № 766 Изд. № 5911. Цена 2 р. 10 к.

Издательство АН Арм.ССР, 375019, Ереван, пр.Маршала Баграмяна 24
Типография издательства АН Арм. ССР, 378310, г.Эчмиадзин.

4094