Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 1, 31—42, 1974

УДК 553.462

С. А. МОВСЕСЯН, М. П. ИСАЕНКО

К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ ШТОКВЕРКОВЫХ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Общие данные. Комплексные медно-молибденовые месторождения, образующие рудную формацию с отчетливо выраженными особенностями геологии и вещественного состава, представлены, как правило, крупными штокверками прожилково-вкрапленных руд с низким содержанием металлов. В литературе они часто называются «порфировыми», «медно-порфировыми» или «штокверковыми».

С каждым годом возрастают их роль и значение в добыче меди, молибдена, рения, а также золота и серебра, селена, теллура, висмута и некоторых других металлов. По данным Силлитоу [12], около половины мировой добычи меди приходится на долю медно-молибденовых штокверковых месторождений.

В Армении, обладающей мощной сырьевой базой и занимающей в СССР видное место в производстве меди и молибдена, на долю комплексных медно-молибденовых месторождений приходится большая часть общих балансовых запасов меди и молибдена промышленных категорий.

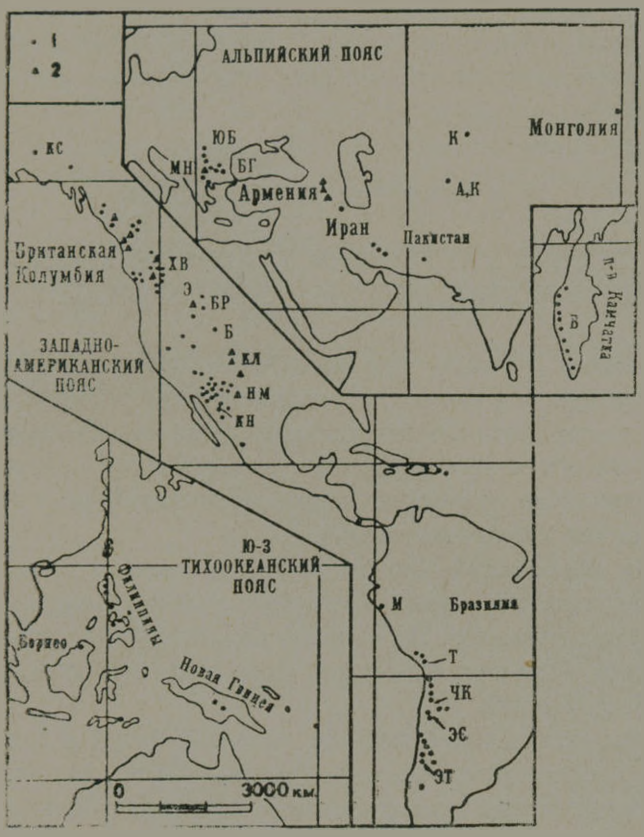
Штокверковые медно-молибденовые месторождения промышленного значения имеют широкое распространение. Они известны в Канаде (Касино, Хайленд Вэлли, Эндако, Бренда и др.), США (Бингем, Клаймакс, Квеста и др.), Мексике (Кананеа и др.), Перу (Мичикилья, Токепала и др.), Чили (Чукикамата, Эль-Сальвадор, Эль-Теньенте и др.), Югославии (Майданпек), Болгарии (Медет, Елаците и др.), Румынии (Южный Банат), Иране (Сар-Чешмех и др.), СССР (Каджаран, Коунрад, Алмалык, Кальмакыр, Воровское и др.), Монголии (Цаган-Субарга). Медно-молибденовые месторождения описываемого типа известны также на Японских и Филиппинских островах, в Индонезии, Пакистане и др. странах.

В территориальном расположении комплексных медно-молибденовых месторождений отчетливо определяются три пояса—Западно-Американский, Альпийский (Средиземноморский) и Тихоокеанский (фиг. 1).

Авторы выделяют следующие главнейшие медно-молибденовые провинции:

1. Среднеазиатская провинция в СССР (каледонская и герцинская металлогенические эпохи); месторождения Кальмакыр, Коунрад, Бощекуль, Алмалык и др.

2. Провинция Хакасии в СССР (герцинская металлогеническая эпоха); месторождения Сорское, Ингульское и др.



Фиг. 1. Распространение штокверковых медно-молибденовых, медных и молибденовых месторождений в Западно-Американском, Юго-Западном Тихоокеанском и Альпийском поясах (по Силлитоу, 1972, с дополнениями авторов). КС—Касино; ХВ—Хайленд Вэлли; Э—Эндако; БР—Бренда, Канада; Б—Бингем; КЛ—Клаймакс; НМ—Квеста, США; КН—Кананеа, Мексика; М—Мичикильяй; Т—Токепала, Перу; ЧК—Чукикамата; ЭС—Эль-Сальвадор; ЭТ—Эль-Теньенте, Чили; К—Коунрад; А. К.—Кальмакыр; В—Воровское; КД—Каджаран, СССР; Цаган-Субарга, Монголия; ЮБ—Южный Банат, Румыния; МН—Майданпек, Югославия; БГ—Меден, Елаците, Болгария; Сар-Чешмех, Иран. 1—медные и медно-молибденовые месторождения. 2—молибденовые месторождения.

3. Провинция Армении в СССР (альпийская металлогеническая эпоха); месторождения Каджаран, Агарак, Анкаван, Анкасар, Дастакерт и др.

4. Провинция Канады (альпийская и киммерийская металлогенические эпохи); месторождения Бетлехем, Бренда, Эндако, Айленд-Копер и др.

5. Провинция Запада США (альпийская и киммерийская металлогенические эпохи); месторождения Клаймакс, Бингем, Моренси, Квеста, Кананеа и др.

6. Провинция Перу (альпийская металлогеническая эпоха); месторождения Токепала, Куахоне и др.

7. Провинция Чили (альпийская металлогеническая эпоха); месторождения Чукикамата, Эль-Теньенте, Портерильос, Эль-Сальвадор и др.

Наряду с отмеченными выше главнейшими можно выделить провинции Балкан, Ирана-Пакистана, Филиппин-Индонезийских островов.

По запасам металлов в комплексных медно-молибденовых месторождениях штокверкового типа первое место занимает Северо-Американская провинция, второе—Чилийская. За ними следуют провинции Армении и Канады.

По времени формирования, количеству и запасам руды резко преобладают месторождения альпийской и киммерийской металлогенических эпох США, Чили, СССР, Канады, Перу и др.

К герцинской эпохе относятся месторождения Центрального Казахстана, Средней Азии и Хакасии. Месторождение Бощекуль (Казахстан) принадлежит каледонской металлогенической эпохе. Небольшие по размерам медно молибденовые месторождения докембрийского возраста известны на Балтийском щите (Норвегия, Швеция, Финляндия).

Малочисленность штокверковых медно-молибденовых месторождений в домезозойских орогенических поясах и сравнительное изобилие обнаженных месторождений этого типа верхнемелового-палеогенового возраста в постпалеозойских орогенах (складчатых областях) рядом ученых объясняется фактором эрозии.

Месторождения медно-молибденовой формации отличаются идентичностью структурно-геологического строения, минерального состава, текстур и структур руд и вмещающих пород, большими запасами, комплексным характером и высокой обогатимостью руд при низком содержании металлов, благоприятной формой рудных тел (штокверки крупных размеров), позволяющей эксплуатацию месторождений дешевым открытым способом.

По морфологии оруденения рудные тела медно-молибденовых штокверково-вкрапленных месторождений представляют собой типичные штокверки, среди которых выделяются изометричные, столбо-, воронко-, конусообразные тела, а также уплощенные зоны. Внутреннее строение штокверков бывает непрерывным или прерывистым (концентрическое или линейное). Штокверки, формировавшиеся в раздробленных зонах, в узлах пересечения разноориентированных нарушений, обычно имеют в плане форму, близкую к изометричной или удлиненную по вертикали в виде столба. Штокверки, приуроченные к линейным тектоническим зонам (или дайкам дорудного возраста), имеют, как правило, удлиненную форму.

Штокверковое медно-молибденовое оруденение часто характеризуется неравномерным распределением рудообразующих минералов и металлов в руде. Границы промышленных руд внутри штокверка устанавливаются по данным химического и минералогического опробования.

Среднее содержание меди в промышленных медно-молибденовых рудах колеблется от 0,3 до 1,7%, а молибдена—от 0,005 до 0,1%. Размеры штокверков в плане бывают очень крупными—протяженность и

ширина измеряются сотнями метров, а нередко и километрами. Площади промышленного оруденения некоторых месторождений достигают 4—6 *кв. км*. Оруденение прослеживается на глубину в интервале от сотен до 1000 метров.

Запасы руд крупных штокверковых медно-молибденовых месторождений достигают от сотен миллионов до миллиардов тонн.

Комплексные медно-молибденовые месторождения часто подвергнуты процессам окисления и, наряду с сульфидными, здесь встречаются руды полуокисленные, или смешанные, и окисленные.

В геологической литературе вопросы генезиса месторождений медно-молибденовой формации обсуждались довольно часто. А. Бетман, В. Линдгрен штокверковые месторождения медно-молибденовых руд США, Чили, Перу и других стран относят к гидротермальным, образовавшимся в процессе замещения в трещиноватых порфировых интрузивах и в кристаллических сланцах.

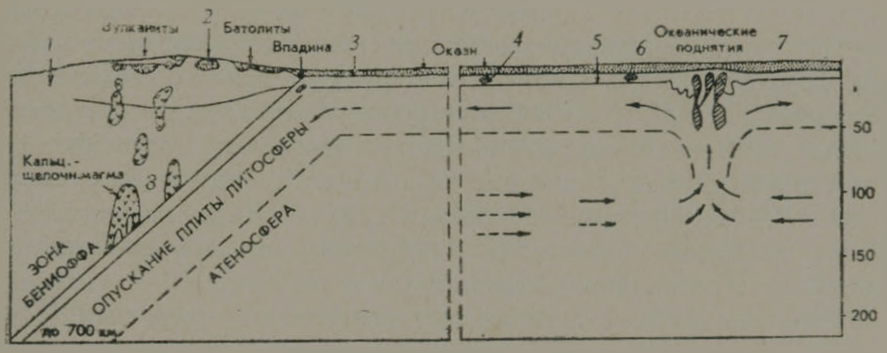
По классификации Г. Шнейдерхена, медно-молибденовые месторождения представляют собой мезотермальные пирит-халькопиритовые импрегнации в силикатных породах (рассеянные медные руды). По И. Г. Магакьяну [4], медно-молибденовые прожилково-вкрапленные и вкрапленные, реже жильные и брекчиевые руды относятся к среднетемпературному гидротермальному классу и парагенетически связаны с умеренно кислыми гипабиссальными гранитоидами средних этапов развития геосинклинальных складчатых зон. Согласно Н. А. Хрущову [10] и В. Т. Покалову [7], генетический тип медно-молибденовых месторождений гидротермальный, среднетемпературный.

Р. Силлитоу [12] объясняет генезис штокверковых медных и молибденовых месторождений, используя новейшие идеи тектоники плит—месторождения этого типа обычно группируются, образуя вытянутые пояса (Западно-Американский, юго-западный Тихоокеанский, Альпийский), приуроченные к областям сжатия, к бортам континентальных плит, под которые при сжатии поддвигаются океанические плиты (фиг. 2). В сейсмических зонах Беньофа происходит расплавление вещества океанической коры, содержащего металлы (особенно медь), и образование магм, обогащенных кремнеземом, кальцием, щелочами и металлами.

Области сжатия и поддвигания океанических плит под континентальные характеризуются специфическим вулканизмом, для которого имеет место закономерное увеличение с глубиной отношения K_2O к SiO_2. В. Гамильтон объединяет гранитоидные батолиты, малые порфировые интрузии, с которыми парагенетически связано медно-молибденовое оруденение, и вулканогенные толщи аналогичного состава, обогащенные кальцием и щелочами, в единую вулканогенно-плутоническую формацию.

Для генетической характеристики штокверковых медно-молибденовых месторождений необходимо осветить ряд геологических факторов—магматических, структурных, литологических и минералогических, рассмотреть возможные источники металлов.

Магматический контроль оруденения. Штокверковые медно-молибденовые месторождения во всех соответствующих рудных провинциях большей частью залегают в эндоконтакте многофазных гранитоидных массивов и телах малых порфировых интрузий, нередко в экзоконтакте—вулканических породах кровли, реже среди кристаллических сланцев и гнейсов, контактовых роговиков и скарнов, наконец, очень редко в ультраосновных породах и известняках.



Фиг. 2. Схема, объясняющая образование штокверковых медно-молибденовых месторождений с позиций тектоники плит (по Силлитоу, 1972). 1—старая континентальная кора; 2—медно-порфировые месторождения; 3—океанические осадки (слой 1 с обогащенным металлами горизонтом в их основании); 4—концентрации меди в океанической коре; 5—базальты и габбро (слои 1 и 2); 6—металлоносные эксгаляции; 7—базальтовая магма; 8—частичное расплавление слоев 1, 2 и 3 и содержащихся в них металлов.

Материнские интрузивы обычно пересыщены кремнеземом, и состав их варьирует в пределах гранодиорит-кварцевый монцонит-гранит.

Многофазные гранитоидные плутоны внедрялись в присводовую часть антиклинориев или в краевые зоны срединных массивов; их длительное формирование происходило в поздние стадии развития геосинклиналей.

Малые интрузии гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров, монцонит-порфиров и близких к ним по составу порфировых пород слагают небольшие штоки, дайковые поля, реже жилы и некки. Многие признают, что медно-молибденовая минерализация по времени образования близко следует за малыми интрузиями порфировых пород, прорывающими как интрузивные массивы, так и породы кровли.

Из жильных пород интрузивных массивов медно-молибденовое оруденение, как правило, содержат дайки первого этапа—аплиты, пегматиты и ранние лампрофиры, тогда как в дайках второго этапа—плотных гранодиорит-порфирах и гранит-порфирах оруденение часто отсутствует (Каджаран и др.).

Отмеченные выше обстоятельства дают основание сделать вывод о парагенетической связи медно-молибденового оруденения с гранитоидами и, в частности, с малыми интрузиями сложных плутонов.

В Армении, например, в пользу такой связи говорят тесная пространственная связь и единый структурный контроль интрузивных тел и оруденения, близкая по времени связь малых интрузий, дайковых пород гранитоидного состава и оруденения, а также сходные минералого-геохимические особенности интрузивных пород наиболее молодой фазы Зангезурского плутона—порфировидных гранодиоритов и малых порфировых интрузий.

Структурный контроль оруденения. В главных рудных провинциях мира ярко выражен структурный фактор оруденения. Как правило, малые интрузии и медно-молибденовая минерализация контролируются глубинными, формировавшимися длительное время разломами, с оперяющими их системами более мелких разрывных нарушений. Месторождения приурочены чаще всего к участкам сильно трещиноватых и брекчированных горных пород (Дебаклинский разлом в Армении, Западно-Алмалыкский разлом в Узбекистане, сброс Москито в США и др.). Вдоль таких региональных разрывных нарушений образуются металлогенические зоны большой протяженностью (десятки и сотни километров).

Локальные системы трещиноватости, оперяющие трещины I, II и более высоких порядков и многочисленные трещины отдельности, являются контролирующими и рудовмещающими.

Многофазное внедрение интрузивов, малых интрузий и даек не могло не вызвать повышенную трещиноватость вмещающих толщ и более древних членов интрузивных комплексов. Формирование штокверковой трещиноватости обусловлено факторами локального (интрузивная сила внедрения) и регионального характера (тектоническая трещиноватость, оперяющая крупные разломы). Определенное значение имели также контракционные трещины.

В Армянской медно-молибденовой провинции контролирующее значение имеют также тектонические зоны в экзоконтакте более молодых порфировидных гранодиоритов—гранитов, локализующихся в массивах более раннего возраста—монцонитов, банатитов и граносиенитов. Подходящим местом для рудоотложения оказались зоны дробления в периферических частях интрузивных массивов и зоны трещиноватости вдоль даек порфиров и ранних кварцевых жил. Подходящими для формирования месторождений являются и места пересечения и сочленения региональных разломов глубокого заложения, а также участки пересечения контактов интрузивных пород крупными тектоническими нарушениями.

Важное значение в локализации медно-молибденового оруденения имеют также вулканические сооружения—жерла древних вулканов, вулканические аппараты и др., в которых нередко располагаются малые интрузии. Благоприятными рудоконтролирующими структурами являются и трубообразные тела взрывных брекчий.

Своеобразные структуры типа трубок брекчий наблюдаются в месторождениях Чили, Перу, Мексики, США, Канады и СССР (Жерикен). Исследователи высказываются о нескольких наиболее вероятных способах образования трубообразных брекчиевых тел—взрывных, тектони-

ческих, под воздействием интрузивной силы, путем выщелачивания и замещения горных пород растворами.

Гидротермальное изменение вмещающих пород. Общим для штокверковых медно-молибденовых месторождений мира является изменение, с различной интенсивностью, вмещающих пород под воздействием гидротермальных процессов. В ходе гидротермального изменения и формирования оруденения, естественно, важную роль играют минеральный состав и структурно-текстурные особенности вмещающих пород.

Рудовмещающими породами медно-молибденовых месторождений Армении и большинства месторождений из других рудных провинций и металлогенических эпох являются, как было отмечено выше, интенсивно раздробленные кварцевые диориты, монцониты, гранодиориты, баниты, граносиениты. Оруденение установлено также в жильных породах—аплитах, пегматитах, лампрофирах, в то время как в дайках плотных гранодиорит-порфиров, гранит-порфиров оно не всегда проявляется. В экзоконтакте медно-молибденовая минерализация приурочена к брекчированным вулканогенным породам, роговикам и, реже, к скарнам.

Гидротермально измененные породы распространяются далеко за пределы рудных тел, а метасоматиты имеют характерный состав и закономерное распределение. Наиболее часто наблюдаются процессы калишпатизации, биотитизации, окварцевания, серицитизации, аргиллизации, пропилитизации. Слабее проявляются процессы турмалинизации, карбонатизации и огипсования.

В умеренно-кислых гранитоидах минеральное метасоматическое замещение рудообразующими минералами наблюдалось для плагиоклазов, биотита, роговой обманки, магнетита и титаномагнетита.

Первичный кварц и калинатровый полевой шпат подвергаются гидротермальному изменению в последнюю очередь. Решающее значение для формирования оруденения имели трещиноватые, прожилковые и пористые текстуры гидротермально измененных вмещающих пород.

Гидротермальные растворы проникали в породы по системам тектонических трещин, которые приоткрывались многократно, а также по микротрещинам и порам выщелачивания. Исходя из этого, в рудных полях метасоматиты имеют линейное и площадное распространение.

Гидротермальный метаморфизм в основной массе предшествует отложению продуктивных минеральных ассоциаций. Большинство исследователей в качестве важной закономерности отмечает приуроченность медно-молибденового оруденения к интенсивно гидротермально-измененным породам, хотя известно также немало случаев содержания промышленной минерализации в слабо измененных горных породах с хорошо развитой трещиноватостью.

Минеральный состав, структура и текстура руд. В сульфидных рудах медно-молибденовых месторождений установлено более 70 рудообразующих минералов. Главными из них являются пирит, халькопирит, молибденит, магнетит, гематит, энаргит, халькозин, борнит, блеклые руды, сфалерит и галенит. Из них халькопирит и молибденит, реже энаргит,

борнит и халькозин (промышленные минералы) представлены несколькими генерациями.

Из нерудных минералов наиболее развиты ортоклаз, кварц, серицит, хлорит, каолинит, биотит, карбонаты, гипс, ангидрит.

Для сульфидных медно-молибденовых руд характерны следующие типоморфные первичные текстуры—прожилковые, вкрапленные, коррозионные, полосчатые, пересечения и брекчиевые. В агрегатах рудообразующих минералов развиты средне- и реже тонкозернистые и метазернистые первичные структуры.

Результаты исследования строения первичных медно-молибденовых руд позволяют сделать заключение о том, что формирование штокверковых месторождений происходило, главным образом, при метасоматическом замещении темноцветных минералов, плагиоклаза, магнетита и титаномагнетита во вмещающих породах, а также жильного кварца и пирита, а при многократном заполнении тектонических трещин и пустот выщелачивания рудообразующими минералами, отложившимися в несколько стадий минерализации.

Комплексные медно-молибденовые месторождения относятся к среднетемпературному классу гидротермальных месторождений. В некоторых рудных провинциях известны скарновые месторождения с молибденитом, шеелитом, пиритом и халькопиритом. Полиминеральный состав обусловлен, скорее всего, наложением нескольких стадий минерализации. Известны также пегматиты и аплиты с крупночешуйчатым молибденитом и халькопиритом, а также высокотемпературные кварцевые жилы с крупно-, среднезернистым молибденитом и халькопиритом.

Для большинства месторождений констатируется выдержанная последовательность отложения металлов в порядке Fe—Mo—(Cu, Bi, Fe, As, Au)—(Zn, Pb, Au, Ag), что отражает последовательную смену и главных рудных минералов—пирит, молибденит, халькопирит, медно-висмутовые минералы, энаргит, теннантит, сфалерит, галенит.

Для всех штокверковых медно-молибденовых месторождений мира характерна многостадийность гипогенного и гипергенного минералообразования [2]. На многих месторождениях различными авторами выделяются пять-десять и более стадий постмагматической минерализации, с типоморфными минеральными ассоциациями.

Наиболее распространенной формой минерализации являются прожилки и вкрапленность.

В процессе выветривания медно-молибденовых месторождений развивается вторичная зональность, с хорошо выраженными зонами окисления и вторичного сульфидного обогащения. В зоне окисления главными минералами меди являются малахит, азурит, хризоколла, антлерит, (Чукикамата), а из вторичных минералов молибдена развиты сульфаты молибдена, ильземанит (Клаймакс), ферримолибдит, повеллит и молибденсодержащий гетит.

В рудах зоны вторичного сульфидного обогащения среднее содержание меди достигает 0,8—1,0%. Существенный вынос и обогащение для

молибдена не наблюдаются. Из вторичных сульфидов меди широко распространен халькозин, гораздо слабее развиты ковеллин, джарлеит, дигенит, борнит.

Зональность оруденения. В описываемых месторождениях часто наблюдаются отчетливо выраженная вертикальная и горизонтальная пульсационная зональность и зональность отложения. Она проявляется в распределении главных металлов (Fe—Mo—Cu—Au—Zn—Pb), а также, соответственно, главных рудных минералов и парагенетических минеральных ассоциаций. В большинстве случаев наблюдается повышенное содержание молибдена на глубоких горизонтах, меди—на относительно высоких горизонтах, а на флангах рудных полей—заметное проявление получает свинцово-цинковое и золото-полиметаллическое оруденение. Эту закономерность следует объяснить тем, что разрастание рудоносных разрывных структур, вызванное блоковыми движениями древнего основания, происходило последовательно как вверх по восстанию, так и в направлении флангов от главных разрывных нарушений. Трещины по мере раскрывания последовательно заполнялись все новыми и новыми порциями растворов разного состава, что и является причиной появления на глубоких горизонтах ранних минеральных ассоциаций, сменяющихся вверх по восстанию и на флангах более поздними и более близповерхностными парагенезисами.

Прослеживаемая на рудных полях многих штокверковых месторождений (Каджаран, Кальмакыр, Ингем, Кананеа, Эль-Теньенте и др.) зональность отложения обусловлена последовательным выделением рудообразующих минералов в зависимости от температуры, давления и состава растворов.

Текстуры и структуры руд и измененных вмещающих пород свидетельствуют о двух способах отложения рудообразующих минералов—при метасоматическом замещении породообразующих минералов и более ранних минералов, кристаллизовавшихся из гидротермальных растворов, и в процессе заполнения трещин и полостей в зонах дробления, которые многократно приоткрывались во время интрарудных деформаций и вновь заполнялись новыми минеральными агрегатами. Структурно-текстурный и парагенетический анализы показывают, что при формировании медно-молибденового оруденения процессы замещения и выполнения трещин чередовались. Наряду с этим, трещиноватые, брекчиевые текстуры и катакластические и кристаллобластические вторичные структуры руд говорят о широком проявлении интрарудных и пострудных подвижек. Большинство исследователей, в том числе и авторы, считают преобладающим метасоматическое рудоотложение.

Температурный режим при процессах рудообразования варьирует от 450° до 100°, основная масса рудных минералов выделилась при средних температурах. К такому заключению приходят многие исследователи, исходя из характера изменения вмещающих пород, минерального состава руд, а также по данным гомогенизации и декрипитации газово-жидких включений в минералах.

Характер оруденения, пространственная и парагенетическая связь его с малыми интрузиями и дайками полевошпатовых порфиров, структуры этих пород, как и руд, дают основание полагать, что глубина образования штокверковых медно-молибденовых месторождений колебалась в пределах от 0,5—1 до 2 *км* от поверхности. Вертикальный размах оруденения достигает 1—2 *км*.

Более сложными и дискуссионными являются вопросы об источниках рудообразующих элементов и физико-химических условиях среды. Большинство исследователей, включая авторов, считает, что основным источником металлов при формировании штокверковых медно-молибденовых месторождений являются гидротермальные растворы, поступающие в верхние части земной коры из глубинного магматического очага.

Наряду с этим существует мнение [1], что источником вещества для рудообразования служили рассеянные во вмещающих породах рудные элементы, которые могли создавать концентрации в результате гидротермального изменения гранитоидов. Предполагается, что поступление металлов в материнские магмы происходило в результате ассимиляции пород кровли и явлений гибридизма. Так, например, некоторые ученые рассматривают вулканические породы, содержащие повышенные количества меди и молибдена, и медные месторождения типа «манто», как возможный источник металлов медно-молибденовых месторождений Южной Америки.

Как было отмечено выше, Р. Силлитоу [12] предлагает рассматривать источник рудного вещества с позиций тектоники плит.

Исходя из положения о глубинном магматическом очаге, как основном источнике металлов, оказывается более вероятным, что в постмагматический этап минерализации гидротермальными растворами, которые прерывисто, поэтапно проникали в трещиноватые и пористые породы, привносилась большая группа металлов—Cu, Mo, S, W, Re, Bi, Au, Ag, Pb, Zn, Cd, In, Se, Te, As, Sb, Ge, а также SiO_2, H_2O, CO_2, H_2S.

Гидротермальное изменение вмещающих пород обусловлено длительным воздействием растворов, насыщенных H_2S и CO_2. В процессе метасоматического изменения происходило перераспределение материала измененных пород—выщелачивание и замещение вновь образованными минералами. Основным источником Fe, Ti, Ca, Mg, Na, K при формировании рудообразующих минералов явились рудовмещающие породы. В процессах изменения широкое участие, особенно во внешних зонах, принимали вадозные воды.

Установлен цикличный характер режима серы, кислотности-щелочности и температуры процесса стадийного минералообразования.

Сравнение условных потенциалов ионизации последовательно отлагавшихся минеральных ассоциаций свидетельствует об уменьшении кислотности растворов к концу каждой стадии и к концу процесса минералообразования.

Молибден мог привноситься в виде сульфоаниона MoS_4^{2-} в сульфидной среде, возможно, в виде растворимой соли K_2MoS_4 [11], в кремн-

некислой среде молибден мог переноситься в форме гетерополикремневых кислот типа $SiO_2 \cdot 12MoO_3 \cdot nNa_2O \cdot H_2O$ [8, 9]. Что касается переноса Cu, Pb, Zn, то он, по-видимому, осуществлялся в виде сложных сульфидных комплексов.

При формировании теннантито-энаргитовой ассоциации гидротермальными растворами привносился в большом количестве мышьяк. В ранних сульфидных ассоциациях растворы вызывали мобилизацию Cu и S, производили метасоматическое замещение, реже переотложение, с развитием медно-мышьяковых, реже медно-сурьмяных минералов.

Заключение. Приведенные выше данные и, в особенности, пространственная и парагенетическая связь медно-молибденового оруденения с интрузиями гранитоидов, ясно выраженная приуроченность рудопроявлений к крупным тектоническим разломам и зонам интенсивного дробления пород, характер изменения вмещающих пород, минеральный состав, текстура и структура руд, первичная зональность оруденения позволяют сделать вывод о гидротермальном происхождении штокверковых медно-молибденовых месторождений. Основные этапы минерализации происходили в условиях средних температур.

Наиболее вероятным источником металлов следует считать глубинные магматические очаги.

Кавказская лаборатория региональных геолого-экономических исследований ВИЭМС-а, МГРИ

Поступила 6.XII.1973.

Ս. Հ. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ, Մ. Գ. ԽՈԱՆՆԱ

ՊՂԻՆՁ-ՄՈԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ՇՏՈԿՎԵՐԿԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԾԱԳՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ամփոփում

Պղինձ-մոլիբդենային կոմպլեքսային հանքավայրերը, որոնք իրենց երկրաբանական կառուցվածքի և նյութական կազմի պարզորոշ արտահայտված առանձնահատկություններով կազմում են որոշակի հանքային ֆորմացիա, որպես կանոն, ներկայացված են մետաղների ցածր պարունակություն ունեցող երկակիկա-ցանավոր հանքանյութերի խոշոր շտոկվերկներով։ Գրականության մեջ նրանք հայտնի են «պորֆիրային», «պղինձպորֆիրային» և «շտոկվերկային» անվանումներով։

Հայաստանում, որն ունի հանքահումքային հզոր բազա և Սովետական Միության մեջ նշանակալի տեղ է գրավում պղնձի և մոլիբդենի արտադրության գործում, պղինձ-մոլիբդենային կոմպլեքսային հանքավայրերին բաժին է ընկնում պղնձի և մոլիբդենի արդյունաբերական կատեգորիաների ընդհանուր բալանսային պաշարների մեծ մասը։

Շտոկվերկային տիպի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի տարածական տեղաբաշխման մեջ որոշակիորեն առանձնացվում են երեք գոտիներ՝ Արևմտա-Ամերիկյան, Ալպիական (Միջերկրածովային) և Խաղաղօվկիանոսյան։ Հեղինակներն անջատում են յոթ հիմնական պղինձ-մոլիբդենային պրովինցիաներ։

Ըստ առաջացման ժամանակի և հանքանյութի պաշարների գերակշռում են ԱՄՆ-ի, Չիլիի, ՍՍՀՄ-ի, Կանադայի, Պերուի և այլ երկրների ալպիական և կիմերյան մետաղածնական ժամանակաշրջաններին պատկանող հանքավայրերը։

Պղինձ-մոլիբդենային հանքայնացման տարածական ու պարագենետիկ կապը գրանիտոիդների ինտրուզիաների հետ, հանքաերևակումների պարզորոշ արտահայտված առնչվածություններ խոշոր տեկտոնական բեկվածքներին և ապարների ինտենսիվ բեկորոտման գոնաներին, ներփակող ապարների փոփոխվածության բնույթը, հանքանյութերի միներալային կազմը, տեքստուրան ու ստրուկտուրան, ինչպես նաև հանքայնացման առաջնային գոնալականությունը, թույլ են տալիս հանգելու շտոկվերկային տիպի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի հիդրոթերմալ ծագման հետևությանը։ Միներալ առաջացման հիմնական էտապներն ընթացել են միջին ջերմաստիճանային պայմաններում։

Մետաղների առավել հնարավոր աղբյուր կարելի է համարել խորքային մագմատիկ օջախները։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бадалов С. Т., Баситова С. М., Годунова Л. М., Шодиев Ф. К.* К геохимии рения и молибдена в эндогенных сульфидных месторождениях Средней Азии. Геохимия, № 1, 1966.
2. *Исаенко М. П.* Минералы молибдена в рудах медно-молибденовых месторождений Малого Кавказа. Известия ВУЗов, Геология и разведка, № 2, 1966.
3. *Магакьян И. Г., Мкртчян С. С., Мовсесян С. А., Карамян К. А.* Молибден. В кн.: «Геология Армянской ССР», т. VI, Металлические полезные ископаемые. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1967.
5. *Меликсетян Б. М.* Петрографические и геохимические особенности специализированных молибденоносных интрузивных комплексов Мегринского плутона (Армянская ССР). В кн.: «Металлогеническая специализация магматических комплексов». «Недра», 1964.
6. *Мовсесян С. А.* Промышленные типы медно-молибденовых и золоторудных месторождений Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1969.
7. *Покалов В. Т.* Генетические типы и поисковые критерии эндогенных месторождений молибдена. «Недра», 1972.
8. *Рехарский В. И.* Геохимия молибдена в эндогенных процессах. «Недра», 1973.
9. *Хитаров Н. И., Иванов Л. А.* О взаимосвязи молибдена с кремневой кислотой. ДАН СССР, т. XXVII, № 7, 1940.
10. *Хрущов Н. А.* Классификация месторождений молибдена. Геология рудных месторождений, № 6, 1959.
11. *Щербина В. В.* Способы выяснения форм переноса химических элементов в геохимических процессах. Геохимия, № 11, 1962.
12. *Sillitoe R. H.* A plate tectonic model for the origin of porphyry copper deposits. „Econ. Geol.", vol. 67, № 2, 1972.