

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ СТАДИЙНОСТЬЮ РУДООБРАЗОВАНИЯ И ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИМИ АССОЦИАЦИЯМИ МИНЕРАЛОВ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗОТОПНО-КИСЛОРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЕНИИ)*)

© 1997 г. М. С. Акопян, Р. Л. Мелконян

Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республики Армения
Поступила в редакцию 16.06.97.

Разработана новая схема стадийности минералообразования Техутского и Каджаранского медно-молибденовых месторождений. На Техутском месторождении выделяются 2 стадии. Первая стадия охватывает период кристаллизации интрузива и характеризуется отложением медно-молибденовых руд. Анализ модели формирования месторождения свидетельствует, что для этой стадии невозможно выделение четкой последовательности минералообразования. Вторая стадия охватывает период после раскристаллизации интрузива и характеризуется отложением сфалерита, карбоната, гипса. Минералообразование обеих стадий происходило из конвективно-циркуляционной гидротермальной системы.

На Каджаранском месторождении выделяются 4 стадии. I—кварц-магнетитовая парагенетическая ассоциация минералов (ПАМ), II—кварц-полевошпатовая и кварц-молибденовая, III—кварц-халькопирит-молибденитовая и кварц-халькопиритовая, IV—кварц-пиритовая, кварц-сфалерит-галенитовая, карбонатная, халцедоновая и ангидритовая. Отложение ПАМ трех первых стадий происходило из гидротермальной системы направленно движущихся растворов в период кристаллизации интрузива, а отложение ПАМ четвертой стадии из конвективно-циркуляционной системы после раскристаллизации интрузива.

При исследовании гидротермальных рудных месторождений пересечения жил и прожилков, дробление и цементация разновозрастных минеральных агрегатов, различия составов и пространственная разобщенность минеральных ассоциаций традиционно рассматриваются как прямые свидетельства стадийности минералообразования (С. С. Смирнов, А. Г. Бетехтин, Т. Н. Шадлун, М. Г. Добровольская и др.). При этом ПАМ служат основой для суждения о процессах рудообразования, расшифровка которых при таком подходе носит характер лишь более или менее удачных предположений. Одновременно существуют представления, отрицающие стадийность и подчеркивающие эволюционную сущность процесса минералообразования (В. Эммонс, Д. С. Коржинский, Ч. Парк и др.).

Новые возможности для решения проблемы открывают изотопные исследования, которые позволяют получить независимые и весьма важные сведения о процессах рудогенеза и, в частности, оценить стадийность процесса минералообразования и соотношение с ней различных ПАМ.

В настоящем сообщении обсуждение рассматриваемой проблемы проведено, главным образом, на основании результатов изотопно-кислородных исследований ПАМ Техутского и Каджаранского медно-молибденовых месторождений, являющихся типовыми для месторож-

*) Доклад на Международном Симпозиуме «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях», посвященном 100-летию со дня рождения академика А. Г. Бетехтина (Москва, 8—10 апреля 1997г.)

дений, сформированных соответственно в доколлизиионном этапе развития региона, в островодужной обстановке и в постколлизиионном этапе, в сложной геодинамической обстановке.

Стадии минералообразования Техутского месторождения

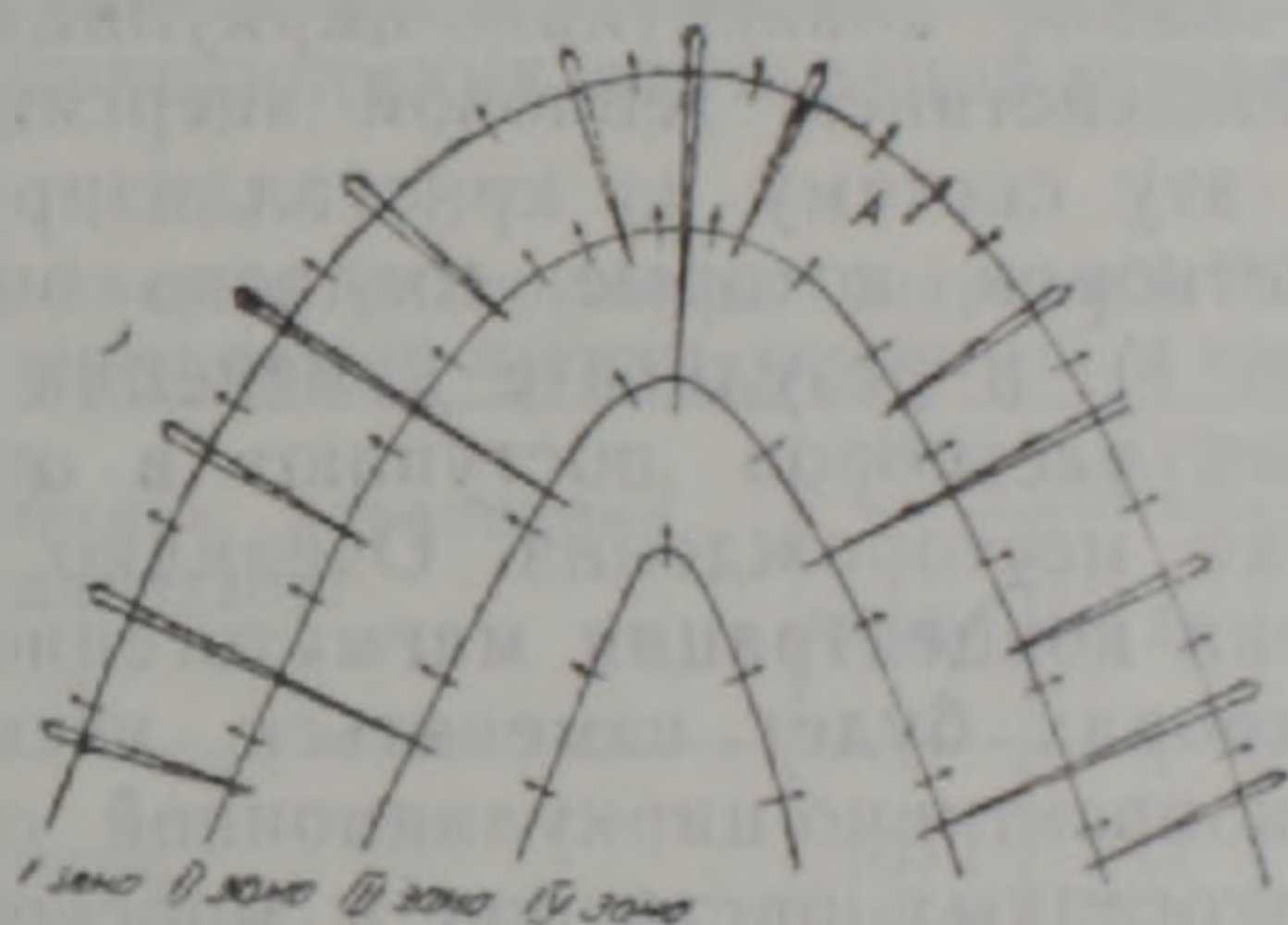
Техутское месторождение расположено в Северной Армении, в пределах Алавердского рудного района, в западной эндоконтактовой полосе Кохб-Шнохского тоналитового полифазного интрузива. Становление интрузива связано с верхнеюрско-нижнемеловой стадией развития Понтийско-Закавказской мезозойской энсалической островной дуги. Кохб-Шнохский интрузив вместе с ассоциирующим с ним Техутским медно-молибденовым месторождением, а также многочисленными железорудными проявлениями слагают единую рудно-магматическую систему (РМС) [2]. Важную роль в локализации медно-молибденового оруденения играли разрывные нарушения и зоны дробления преимущественно северо-восточного простирания [3]. На основании минерального состава, текстурно-структурных особенностей руд, возрастных взаимоотношений различных парагенетических ассоциаций минералов Техутского месторождения выделено восемь стадий минерализации: кварцевая, кварц-пиритовая (с молибденитом), кварц-молибденитовая, кварц-ангидритовая, кварц-ангидрит-пирит-халькопирит-молибденитовая, кварц-кальцит-пирит-халькопирит-сфалеритовая, кварц-карбонатная, гипсовая [3]. Позже, теми же авторами, были внесены определенные изменения в составы отдельных стадий: кварцевая, кварц-молибденитовая, кварц-пиритовая, кварц-ангидрит-пирит-халькопирит-молибденитовая, кварц-ангидрит-пирит-халькопиритовая, кварц-карбонат-пирит-халькопирит-сфалеритовая, кварц-карбонатная, гипсовая [1]. Одновременно было отмечено, что «вопросы стадийного развития рудообразовательных процессов сложные и часто спорные, поэтому при дальнейших исследованиях возможны некоторые изменения» [1].

Как показали результаты наших комплексных, в первую очередь изотопных, исследований медно-молибденовых месторождений Армении, для правильного решения вопросов стадийности процессов рудообразования важное значение имеет выявление источника рудоносных растворов, механизма их транспортировки и отложения. Рудообразующие растворы Техутского месторождения ($\delta^{18}\text{O} = 2,8 \div 5,0\text{‰}$, $\delta\text{D} = -20 \div -44\text{‰}$) представлены смесью магматогенных растворов ($\delta^{18}\text{O} \sim -6,1\text{‰}$) и морской воды. С магматогенными растворами поступали и рудные элементы, в то время как источником серы являлась морская вода, причем сульфаты месторождения по изотопному составу серы ($\delta^{34}\text{S} = 16,6\text{‰}$) соответствуют сере юрско-мелового моря [2]. На разнотипных месторождениях рудно-магматической системы наблюдается прямая зависимость содержания сульфидов от степени развития разрывных структур. Так, на железорудных проявлениях контакто-метасоматического типа (Кохб, Мисхана) содержание сульфидов составляет всего $\sim 3\%$, жильного типа (Бовери-гаш) — до 9% , а на Техутском месторождении, где разрывные структуры пользуются широким развитием, содержание сульфидов доходит до 90% . Более того, здесь широким развитием пользуются и сульфаты. Вышеприведенные данные указывают на внешний источник серы, которым в данной ситуации и при отмеченных изотопных характеристиках может быть только морская вода. Формирование сульфидов при исходной сульфатной форме серы возможно лишь при восстановлении последней. Обогащенность рудообразующих растворов железом ($\sim 90\%$ руд-

ных минералов на месторождении представлено пиритом) и температуры отложения сульфидов ($315\text{--}365^\circ\text{C}$) соответствуют условиям abiогенного восстановления сульфатной серы [5]. Этот механизм предполагает температурный контроль минералообразования—отложение сульфидов при 300°C и выше, а при более низких температурах только сульфатов. Приуроченность сульфидов к более высокотемпературным относительно внутренним эндоконтактовым частям Кохб-Шнохского интрузива, а сульфатов—к более низкотемпературным внешним эндоконтактовым зонам свидетельствует об отчетливом проявлении указанного контроля. Интенсивное отложение сульфидных минералов отмечается и на участках развития синрудных малых интрузивов диорит-, кварцевый диорит-порфириров, тоналитовых порфиров, внедрение которых приводило к локальному повышению температуры.

Исследование железорудных месторождений Кохб-Шнохской РМС свидетельствует, что рудоносные растворы выходят из интрузива отдельными потоками и движутся под давлением, слагая гидротермальную систему направленно движущихся растворов [2]. Формирование и особенности такой системы схематически представлены на рис. 1. Интрузив концентрическими линиями условно разделен на ряд зон с целью оценки эволюции гидротермальной системы в процессе постепенной раскристаллизации расплава от внешних частей интрузива к

Рис. 1



внутренним. Предположим, что в первой зоне одновременно сосуществуют расплав, кристаллическая и флюидная фазы. Флюид в точке А, как и расплав, испытывает литостатическое давление, и возможное направление его движения—это миграция вверх, обусловленная разницей в плотностях флюида и расплава. Иначе говоря, в рассматриваемом случае флюид может перемещаться лишь в пределах расплава. После раскристаллизации расплава I зоны флюид окажется в системе трещин, сообщающихся с системой трещин вмещающих пород. Причиной направленного движения растворов является разница в давлениях флюида—литостатическое и заполнения трещин—атмосферное или гидростатическое. Таким образом, флюидная фаза будет находиться под давлением, превышающим давление в трещинах вмещающих пород от нескольких до нескольких сотен раз. Направление движения флюида будет соответствовать наиболее интенсивному понижению давления, каковым является направление нормали к контактам интрузива. Действие гидротермальной системы начинается с раскристаллизации приконтактовой зоны интрузива и заканчивается завершением кристаллизации расплава. Отщепление флюидов из I зоны будет происходить по всей поверхности интрузива в виде многочисленных, но маломощных потоков. Флюиды последующих зон будут

выходить все более мощными, но малочисленными потоками, поскольку, проходя через ранее раскристаллизованные и более трещиноватые породы предыдущих зон, они имеют возможность дренироваться в более мощные каналы.

Очевидно, что рудоносные растворы такого источника генерируются монотонно, а их состав не претерпевает существенных изменений. Нередко отмечаемая на различных месторождениях прерывистость рудоотложения, послужившая основанием для развития представлений о пульсационном характере поступления гидротермальных растворов, предложенным механизмом объясняется неоднократной сменой каналов перемещения растворов, обусловленной, с одной стороны, механизмом формирования гидротермальной системы, а с другой—изменением степени и плана трещиноватости рудовмещающих пород.

В рудообразующих растворах Техутского месторождения, как показывают расчеты, доля магматогенных растворов колеблется в основном в пределах 45—65%. Широкомасштабное смешение магматогенных растворов с морской водой обуславливает понижение давления магматогенных растворов, при поступлении в зону разломов, до гидростатического значения, что указывает на рудоотложение из конвективно-циркуляционной гидротермальной системы.

В схематическом виде модель становления месторождения представляется в следующем виде. Заполнение зоны разломов морской водой и формирование конвективно-циркуляционной гидротермальной системы под воздействием тепловой энергии интрузивного расплава. Поступление в эту систему из кристаллизирующегося интрузива магматогенных растворов, которые, согласно вышерассмотренному механизму (см. рис. 1), в результате изменения каналов передвижения гидротермальных растворов, поступают в отдельные, меняющиеся во времени, участки месторождения. Очевидно, что как в пространстве, так и во времени концентрация магматогенного компонента в рудообразующих растворах будет изменяться, несмотря на гомогенизирующее действие конвективно-циркуляционной системы. Изменение соотношения магматогенных растворов и морской воды означает изменение соотношений между окислителем и восстановителем, а также металлами и серой. Иначе говоря, изменяется как окислительно-восстановительное состояние растворов, так и материальный баланс, что, разумеется, должно приводить к изменению минерального состава парагенетических ассоциаций. Поскольку эти изменения возникают при перемещении одного и того же потока магматогенных растворов из одного участка на другой, то очевидно, что на этих участках возникают противоположные эффекты, что исключает возможность выделения четкой последовательности в отложении ПАМ.

Таким образом, в этот период тип гидротермальной системы качественно не изменяется, а сам процесс контролируется одними и теми же факторами—температурой и соотношением магматогенных растворов и морской воды.

Качественное изменение в процессе рудоотложения происходит в результате завершения кристаллизации интрузива, что ведет к прекращению поступления в гидротермальную систему магматогенных растворов и, следовательно, прекращению поступления в систему металлов, т.е. началу завершения процесса рудообразования. Это приводит к гомогенизации гидротермальной системы, к прекращению контролирующей роли соотношения магматогенных растворов и морской воды и к появлению нового рудоконтролирующего фактора—самого процесса рудоотложения. Последнее определяется действием закона масс, т.е. отложением вначале ПАМ элементов, содержащихся

в гидротермальном растворе в относительно больших концентрациях. Дальнейшее развитие рудоотложения приводит к истощению растворов рудными элементами и к прекращению отложения рудных ассоциаций.

Стадии минералообразования Каджаранского месторождения

Каджаранское месторождение расположено в юго-восточной части Армении, в Зангезурском рудном районе. Формирование месторождения происходило в постколлизийном этапе развития региона, в континентальных условиях в сложной геодинамической обстановке (сочетание сжимающих и растягивающих напряжений). В становлении месторождения активную роль играли интрузивы Мегринского плутона. Месторождение генетически связывается с Вохчинским интрузивом гранитов-гранодиоритов ($22 \div 24 \text{ Ma}$), однако рудовмещающими являются интрузивы более раннего—монцониювого комплекса ($37 \div 38 \text{ Ma}$).

Контакт между указанными комплексами проходит вдоль регионального Таштунского (Дебаклинского) разлома.

На месторождении выделяются 10 стадий минерализации: кварц-магнетитовая, кварц-полевошпатовая, кварц-молибденитовая, кварц-халькопирит-молибденитовая, кварц-халькопиритовая, кварц-пиритовая, кварц-сфалерит-галенитовая, карбонатная, халцедоновая, ангидрит-гипсовая [4]. Результаты изотопно-кислородных исследований кварца из отмеченных парагенетических ассоциаций приведены в табл. 1.

Таблица 1

Изотопные составы кислорода кварца, рассчитанные значения $\delta^{18}\text{O}$ воды и пород, температуры гомогенизации газовой-жидких включений в кварце

№ п/п	№ № обр	Парагенетические ассоциации минералов	$\delta^{18}\text{O}$, ‰ (SMOW)			T°, C	Группы пород
			кварц	вода	порода		
1.	4/85	кварц-магнетитовая	10.2	8.1	8.9	520	I
2.	2/85	кварц-полевошпатовая	10.0	7.1	8.3	460	
3.	24/70	кварц-молибденитовая	10.1	6.7	8.6	430	
4.	1/75	кварц-молибденитовая	9.7	6.1	8.1	420	
5.	14/70	кварц-молибденитовая	9.6	6.0	8.0	420	II
6.	32/70	кварц-молибденитовая	9.8	5.7	8.1	400	
7.	25/70	кварц-молибденитовая	9.7	5.6	8.0	400	
8.	33/70	кварц-молибденит-халькопиритовая	9.6	5.0	7.9	375	
9.	244	кварц-молибденитовая	9.8	5.11	8.0	370	
10.	23/70	кварц-халькопиритовая	9.9	5.1	8.0	370	
11.	30/70	кварц-молибденитовая	9.9	4.6	8.0	350	
12.	74/к	кварц-молибденит-халькопиритовая	10.1	4.2	8.0	330	
13.	77/к	кварц-халькопиритовая	10.2	3.9	8.1	315	
14.	17/63	кварц-сфалерит-галенитовая	7.3	0	4.9	290	III
15.	13/65	кварц-пиритовая	8.1	-0.4	5.5	260	
16.	39/70	кварц-пиритовая	7.5	-0.6	5.3	260	
17.	3/70	кварц-сфалерит-галенитовая	6.7	-2.3	4.0	250	
18.	4/70	кварц-пиритовая	7.0	-2.7	4.7	235	

Формирование месторождения начинается с отложения кварц-магнетитовой ПАМ. По изотопному составу кислорода рудовмещающие монцониты ($\delta^{18}\text{O}=6.5\text{‰}$) значительно отличаются от рудоносных гранитов и гранодиоритов ($\delta^{18}\text{O}=9.0\text{‰}$), поэтому взаимодействие растворов с монцонитами должно сопровождаться заметными изотопны-

ми эффектами. Между тем изотопный состав кислорода воды рудоносных растворов 8,1‰ (по данным исследования источника растворов) и изотопный состав воды рудообразующих растворов кварц-магнетитовой ПАМ аналогичны (см. табл. 1). В этой связи естественно предположить, что причиной отложения магнетита мог быть только кратковременно действующий фактор, каковым, по всей вероятности, являлся атмосферный кислород, неизбежно присутствующий в зоне разлома и трещинах в монцонитах. Ожидаемый изотопный эффект—облегчение $\delta^{18}\text{O}$ воды растворов, фиксируется при отложении последующих кварц-полевошпатовой и более существенно—кварц-молибденитовой ПАМ. Однако, аналогичный эффект может быть также результатом понижения температуры процесса и смешения с магматогенными растворами метеорной воды. Для однозначного решения вопроса нами использованы рассчитанные по уравнению плагиоклаз-вода значения $\delta^{18}\text{O}$ пород. В случае установления в системе равновесия они характеризуют приблизительный изотопный состав породы, в противном же случае они не имеют геологического смысла. Однако, являясь трансформированными значениями $\delta^{18}\text{O}$ воды растворов, они несут информацию о ее источнике. По характеру расчетных значений $\delta^{18}\text{O}$ пород, исследованные образцы разделены на 3 группы (см. табл. 1). Образцы первой группы указывают на стремление системы к равновесию, изменение же тенденции понижения $\delta^{18}\text{O}$ пород свидетельствует о достижении равновесия между растворами и монцонитами (обр. 1/75). Кварц-молибденитовая ПАМ последовательно сменяется кварц-молибденит-халькопиритовой, кварц-халькопиритовой и т.д. Однако этот порядок в табл. 1 несколько нарушен, поскольку за основу систематизации образцов, отобранных из разных участков, приняты температуры их отложения. Анализ гидротермальной системы направлено движущихся растворов показывает, что как в пространстве (по мере удаления от источника), так и во времени последующие отложения являются более низкотемпературными, чем предыдущие. Нарушение этого порядка недопустимо, т.к. температура на всех участках контролируется одним и тем же фактором. Состав же ПАМ контролируется факторами, которые на разных участках месторождения могут проявляться в разное время, и поэтому при сопоставлении образцов из разных участков такие расхождения возможны и принципиального значения не имеют.

После установления равновесия в системе (обр. 1/75) смена состава отлагающихся минералов невозможна без участия в процессе новых факторов. В результате понижения температуры ожидаемые изотопные эффекты—облегчение $\delta^{18}\text{O}$ воды растворов и утяжеление $\delta^{18}\text{O}$ пород. В действительности же во второй группе образцов значения $\delta^{18}\text{O}$ пород не меняются, а в третьей—понижаются, причем даже ниже величин, известных для магматических образований. Значения $\delta^{18}\text{O}$ воды понижаются и приобретают минусовые значения. Все это свидетельствует о поступлении в систему и участии в процессах рудообразования метеорной воды, а, следовательно, и атмосферного кислорода. Смешение становится возможным, и количество метеорной воды в рудообразующих растворах, в результате понижения давления магматогенных растворов, увеличивается. Из приведенных в таблице 1 данных видно, что химический эффект смешения, по сравнению с изотопным, проявляется с некоторым запаздыванием, что объясняется особенностями их оценки. Изотопные эффекты выявляются непосредственно, в то время как смена ПАМ считается состоявшейся лишь при существенном превалировании новообразованного минерала,

характеризующего новую парагенетическую ассоциацию. Иначе говоря, смена ПАМ происходит тогда, когда эффект от смещения достигает определенного значения.

Переход от образцов второй группы к третьей отличается аномальным изотопным сдвигом ($\sim 4\text{‰}$), обусловленным завершением кристаллизации гранит-гранодиоритового интрузивного комплекса, прекращением генерации магматогенных растворов и, как следствие, резким возрастанием роли метеорной воды в рудообразующих растворах. Завершение кристаллизации интрузива отражается и в геологическом строении Каджаранского месторождения. В соответствии с функционированием механизма направленно движущихся растворов наименее распространенными на месторождении должны быть наиболее высокотемпературные ПАМ, а наиболее распространенными—самые низкотемпературные. Однако, эта закономерность выдерживается лишь для кварц-магнетитовой, кварц-полевошпатовой, кварц-молибденитовой, кварц-молибденит-халькопиритовой и кварц-халькопиритовой ПАМ, которые отлагались до вышеуказанного аномального изотопного сдвига. Последующие ПАМ, имеющие небольшое развитие на месторождении, отлагались из конвективно-циркуляционной гидротермальной системы, в которую новые порции рудных элементов не поступали. Смена ПАМ в этом случае определяется истощением системы соответствующими элементами в процессе рудоотложения.

Заключение

Анализ процессов минералообразования на Техутском и Каджаранском медно-молибденовых месторождениях позволяет утверждать о реальной стадийности рудоотложения, под которой следует понимать качественные изменения процесса минералообразования и в первую очередь смену рудоконтролирующих факторов и типа гидротермальной системы.

Минералообразование на Техутском месторождении происходило в течение двух стадий из конвективно-циркуляционной гидротермальной системы. Первая, или главная стадия охватывает период кристаллизации интрузива и характеризуется отложением, в частности, медно-молибденовых руд. Модель становления месторождения свидетельствует о том, что для этой стадии нельзя ожидать четкой последовательности в отложении ПАМ, поскольку рудоконтролирующие факторы на различных участках месторождения проявляются по-разному. Более того, перемещение магматогенных растворов из одного участка на другой обуславливает проявление противоположных эффектов. Вторая стадия минералообразования охватывает период после раскристаллизации интрузива и характеризуется отложением сфалерита, карбоната и гипса.

На Каджаранском месторождении выделяются 4 стадии минералообразования. В первую стадию происходит отложение кварц-магнетитовой ПАМ, во вторую—кварц-полевошпатовой и кварц-молибденитовой, в третью—кварц-халькопирит-молибденитовой и кварц-халькопиритовой, в четвертую—кварц-пиритовой, кварц-сфалерит-галениитовой, карбонатной, халцедоновой и ангидритовой. Отложение ПАМ первых трех стадий происходило из гидротермальной системы направленно движущихся растворов, а отложение ПАМ четвертой стадии—из конвективно-циркуляционной гидротермальной системы.

Работа выполнена в рамках темы 96—127, финансируемой из государственного бюджета Республики Армения.

ՀԱՆՔԱԳՈՅԱՑՄԱՆ ՓՈԻԼԱՅՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՄԻՆԵՐԱԼՆԵՐԻ
ՊԱՐԱԳԵՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ԱՍՈՑԻԱՑԻԱՆԵՐԻ ՓՈԽՀԱՐԱՔԵՐՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՊՂԻՆԶ-ՄՈԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐՈՒՄ
(ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԻԶՈՏՈՊԱ-ԹՔՎԱԾՆԱՅԻՆ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐՈՎ)

Մ. Ս. Հակոբյան, Ռ. Լ. Մելիֆոնյան

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Թվովածնա-իզոտրոպային հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա մշակվել են Թեղուտի և Քաջարանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրերի փուլայնության նոր սխեմաներ: Ընդգծվում է հանքայնացման վերստուգիչ գործունեության և հիդրոթերմալ համակարգերի տիպի որոշիչ դերը միներալառաջացման փուլայնության ձևավորման մեջ:

Թեղուտի հանքավայրում առանձնացված են 2 փուլեր: Առաջինը ընդգրկում է ինտրուզիվի բյուրեղացման ժամանակահատվածը և բնորոշվում է պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութերի նստեցումով: Հանքավայրի առաջացման մոդելի վերլուծությունը վկայում է այդ փուլի միներալառաջացման հստակ հաջորդականության անհնարինությունը: Երկրորդ փուլը ընդգրկում է ինտրուզիվի բյուրեղացումից հետո ընկած ժամանակահատվածը և բնորոշվում է սֆալերիտի, կարբոնատների, գիպսի նստեցումով: Նշված փուլերի միներալառաջացումը կատարվում է կոնվեկտիվ ցիրկուլյացիոն հիդրոթերմալ համակարգից:

Քաջարանի հանքավայրում առանձնացվում են 4 փուլեր: Առաջին փուլում նստում են քվարց-մագնետիտային պարագենետիկական ասոցիացիայի միներալները, երկրորդում՝ քվարց-դաշտային սպաթային և քվարց-մոլիբդենիտայինը, երրորդում՝ քվարց-խալկոպիրիտ-մոլիբդենիտայինը և քվարց-խալկոպիրիտայինը, չորրորդում՝ քվարց-պիրիտայինը, քվարց-սֆալերիտ-դալենիտայինը, կարբոնատայինը, քաղկեդոնայինը և անհիդրիդայինը: Առաջին երեք փուլերի միներալների նստեցումը կատարվել է ուղղված տեղաշարժող լուծույթների հիդրոթերմալ համակարգից, ինտրուզիվի բյուրեղացման ընթացքում, իսկ չորրորդ փուլի միներալների նստեցումը՝ կոնվեկտիվ-ցիրկուլյացիոն համակարգից, ինտրուզիվի բյուրեղացման ավարտից հետո:

RELATION BETWEEN ORE FORMATION STAGE REGULARITY
AND MINERALS' PARAGENETIC ASSOCIATIONS OF COPPER-
MOLYBDENUM DEPOSITS (ACCORDING TO THE RESULTS
OF OXYGEN-ISOTOPE STUDIES OF ARMENIA'S DEPOSITS)

M. S. Hakobyan, R. L. Melkonyan

Abstract

A new scheme for a stage regularity of mineral formation in the Teghout and Kajaran copper-molybdenum deposits is developed. Two stages are distinguished for the Teghout deposit. The first stage covers intrusive crystallization period and is characterized by deposition of copper-molybdenum ores. The analysis of a deposit formation model evidences that a distinct sequence of mineral formation at this stage is impossible. The second stage covers the period after intrusive decrystallization and is characterized by deposition of sfalerite, carbonate and gypsum. Minerals were formed from a convective-circulating hydrothermal system at the two stages.

Four stages are distinguished at the Kajaran deposit. The first stage is quartz-magnetite paragenetic mineral association (PMA); the second one—quartz-feldspar and quartz-molybdenite; the third one—quartz-chalkopyrite-molybdenite and quartz-chalkopyrite; and the fourth one—quartz-pyrite, quartz-sfalerite-galenite, carbonate, chalcedony and anhydrite. At the first three stages PMA was deposited from a hydrothermal system of oriented-moving solutions during the intrusive crystallization period, and at the fourth one PMA was deposited from a convective-circulating system after the intrusive decrystallization.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш. О., Пиджян Г. О., Фарамазян А. С. Стадии минерализации и минералы руд Техутского месторождения.—Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1987, №4, с. 31—44.
2. Асланян А. Т., Акопян М. С., Мелконян Р. Л., Пароникян В. О. Кохб-Шнохская рудно-магматическая система и модель ее формирования.—Геохимия, 1990, №1, с. 91—105.
3. Асланян А. Т., Гулян Э. Х., Пиджян Г. О., Амирян Ш. О., Фарамазян А. С., Овсепян Э. Ш., Арутюнян С. Г., Галстян Х. Г. Техутское медно-молибденовое месторождение.—Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1980, №5, с. 3—24.
4. Карамян К. А., Фарамазян А. С. Стадии минерализации Каджаранского медно-молибденового месторождения.—Изв. АН АрмССР, геол. и геогр. науки, 1960, №3—4, с. 65—88.
5. Омото Х., Рай Р. О. Изотопы серы и углерода. Геохимия гидротермальных рудных месторождений. М.: Мир, 1982, с. 405—450.