

Ш.О.Амтрян

ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ МИНЕРАЛОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР.

Парагенетические соотношения минералов имеют важное значение в решении теоретических вопросов эндогенного рудообразования и выполнении практических задач. Эти соотношения определяются физико-химическими параметрами гидротермальных минералообразующих растворов (состав, характер, температура, концентрация, давление) и поведением химических элементов в них.

Анализ парагенетических соотношений минералов является важнейшим условием выяснения генезиса руд и закономерностей их распределения во времени и в пространстве. Кроме того, парагенезис минералов служит основой систематики рудных месторождений, так как определенные рудные формации характеризуются типичными парагенезисами минералов, отличающимися сходной последовательностью выделения из рудообразующих растворов.

Решение проблемы парагенезиса минералов имеет не только научное, но и практическое значение для прогноза оруденения, определения направления поисково-разведочных работ и разработки технологических схем переработки руд и извлечения из них всех ценных компонентов.

Основы учения о парагенезисах минералов были заложены А.Брейтгауптом, а в дальнейшем более детально они разработаны А.Г.Бетехтиным (1949, 1951), Д.С.Коринковым (1940, 1957), Н.В.Петровской (1955, 1967) и другими. Сначала под термином "парагенезис" подразумевалось совместное нахождение минералов на данном месторождении вообще (В.И.Севергин, В.И.Вернадский и др.). В настоящее время, в результате накопления огромного фактического материала и развития методов изучения и анализа руд, под термином "парагенезис минералов" понимается такое совместное нахождение минералов, которое обусловлено общностью их

происхождения (А.Г.Бетактин, Г.Шнейдеркен, Н.В.Петровская и др.). По мнению ряда исследователей (А.Д.Генкин и др., 1982), применительно к гидротермальным рудам понятие парагенезиса — это совокупность минералов, возникших одновременно или последовательно в диапазоне физико-химических условий, определяющих возможность их образования без резко выраженных признаков неравновесности. Как нам кажется, это определение, которое является более приемлемым, страдает некоторыми недостатками. Во-первых, одновременность выделения минералов в природных объектах наблюдается редко, во-вторых, равновесность в изменчивых физико-химических системах, какими являются минералообразующие растворы, вряд ли может существовать. Изменение равновесности гидротермальной системы (концентрации, состава, температуры, давления, окислительно-восстановительного потенциала, кислотности и щелочности растворов) как раз и приводит к последовательному отложению минералов. Следовательно, по нашему мнению, парагенезис — это ассоциация минералов, образованная в результате последовательного отложения минералов из одной порции гидротермальных растворов. В результате последовательного отложения минералов нередко ранее выделенные минералы, особенно пирит, арсенопирит и сфалерит, подвергаются катаклазу, замещению и цементации последующими минералами. Однако всецелое дробление и брекчирование агрегатов данного парагенезиса не происходит. Очевидно, такие микрокатакластические явления на отдельных минералах не могут служить основанием выделения парагенезисов минералов.

При многостадийном процессе рудообразования после каждой стадии минерализации происходят новые тектонические подвижки, в результате чего продукты предыдущих стадий подвергаются дроблению. По-видимому, одновременно происходит изменение в характере развития рудогенерирующего источника, поэтому новое трещинообразование сопровождается выделением новых порций растворов несколько иного состава и характера, послуживших причиной отложения новых парагенезисов. Отложение минералов происходит или по новым трещинам, или же вдоль прежних. В последнем случае создаются олошные структурно-текстурные рисунки, анализ которых позволяет выделить различные парагенезисы и восстановить ход процессов минералообразования.

В изучении парагенетических соотношений минералов значительные успехи достигнуты при исследовании руд золоторудных месторождений Армянской ССР (Амкрян Ш.О., 1960-1972). Результаты этих исследований позволили золоторудные месторождения подразделить на ряд формаций, выявить закономерности проявления и локализации определенных формаций и минеральных типов руд, наметить наиболее перспективные участки золоторудной минерализации, выработать минералого-геохимические критерии их оценки. Эти исследования послужили основой разработки соответствующих технологических схем переработки руд.

Среди золоторудных месторождений Армянской ССР выделяются следующие формации руд: кварц-золото-сульфидно-теллуридовая, кварц-золото-сульфидная (золото-полисульфидная, золото-полиметаллическая), кварц-золото-молибденит-шешитовая, кварц-золото-антимонит-сульфоантимонитовая, золото-кварцевая, золотоносные вторичные кварциты (эндогенные формации); золотоносная железная шляпа сульфидов (колчеданных и полиметаллических) месторождений и золотоносные россыпи (аллювиальные, элювиальные, делювиальные и пролювиальные; экзогенные формации).

Характерные парагенезисы минералов золоторудных формаций приведены в таблице I.

Для золотоносной железной шляпы характерными парагенезисами минералов являются самородное золото, окислы, гидроксиды, карбонаты и сульфаты железа, меди, свинца, цинка, сурьмы, мышьяка и других элементов, а золотоносных россыпей - самородное золото, магнетит, ортит, ильменит, сфен, нередко галенит, шешит, хромит, теллуриды, пирит, сфалерит, апатит и другие.

Отмеченные парагенезисы минералов на каждом конкретном месторождении являются результатом проявления самостоятельных стадий рудного процесса: или сложены жилы, прожилки, гнезда. Нередко они проявляются совместно, образуя зоны прожилково-вкрапленной минерализации, сложные жилы и жильные зоны.

В одноименных парагенезисах различных формаций последовательность выделения минералов обычно имеет идентичный характер. В начале стадии минерализации выделяется кварц, а затем последовательно следуют пирит, арсенопирит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда, галенит, сульфосоли, теллуриды, самородное золото, самородное серебро и карбонаты.

Таблица I

Эндегенные золоторудные формации и парагенетические ассоциации минералов

Формации руд	Парагенетические ассоциации минералов	Месторождения
Кварц-золото-сульфидно-теллуридовая	Кварцевый, кварц-карбонатный, кварц-золото-пирит-арсенопирит-сфалеритовый, кварц-карбонат-пиритовый, кварц-карбонат-золото-пирит-халькопиритовый, кварц-карбонат-сфалерит-галенит-золото-теннантит-тетраэдритовый, кварц-золото-антимонит-сульфоантимонитовый, кварц-карбонат-золото-теллуридовый, кварц-карбонат-реальгар-аурипигментовый	Зод, Мег-радзор
Кварц-золото-сульфидная (полуметаллическая)	Кварцевый, карбонатный, кварц-пиритовый, кварц-карбонат-золото-пирит-халькопиритовый, кварц-золото-арсенопиритовый, кварц-карбонат-золото-халькопирит-сфалерит-галенитовый, гипс-карбонат-цеолитовый	Тей-Дичквас, Шаумян, Арменияс, Лали-гги
Кварц-золото-молибденит-цеолитовая	Кварцевый, карбонатный, кварц-пиритовый, кварц-золото-цеолитовый, кварц-молибденитовый, кварц-карбонат-золото-арсенопирит-халькопирит-сфалерит-галенитовый (с теллуридами)	Гамзачиман
Кварц-золото-антимонит-сульфоантимонитовая	Кварцевый, карбонатный, кварц-пиритовый, кварц-карбонат-золото-пирит-халькопиритовый, кварц-карбонат-золото-сфалерит-галенитовый, кварц-золото-сульфоантимонитовый, кварц-карбонат-золото-антимонитовый, гипс-саритовый	Азатек, Софи-бана
Золото-кварцевая	Кварцевый, кварц-карбонатный, кварц-золото-пирит-халькопирит-галенит-сфалеритовый (малосульфидный)	Капутсар, Вангидзор, Зер
Золотоносных вторичных кварцитов	Кварц-алунит-диаспор-диккат-пиррофиллитовый, кварц-золото-пирит-халькопирит-энартит-галенит-сфалеритовый (малосульфидный)	Каварт, Кавачий бугор, Нивади

Обычно последовательное отложение минералов в парагенезисах сопровождается понижением температуры и обычно завершается отложением карбонатов, гипса, цеолитов, ангидрита. К началу следующей стадии минерализации, т.е. до отложения нового парагенезиса происходит изменение состава парагенезиса от карбонатных, гипсовых, цеолитовых к кварцевым. По-видимому, в течение отложения парагенезиса минералов меняется состав и характер растворов, что отражается в составе минералов и околорудных метасоматитах.

Выше указана общая схема последовательности выделения минералов; появление в ней новых минералов или отсутствие других не нарушают общий порядок их выделения. Детальные схемы стадийности рудообразования и последовательности отложения минералов приведены и в других работах автора (Амхриян Ш.О., 1960-1980).

Следует отметить, что нередко в одних и тех же парагенезисах наблюдаются несколько генераций одного и того же минерала (кварц, карбонат, шпирит, халькопирит, сфалерит, золото и другие), которые отличаются оптическими и физическими свойствами, формой, примесями и взаимоотношениями с другими минералами парагенезиса. В таких случаях последовательность выделения минералов несколько нарушается и приходится говорить о существовании нескольких парагенезисов в продуктах одной и той же стадии минерализации.

Последовательность выделения минералов в парагенезисах является выражением более общих закономерностей, характерных для генезиса рудных месторождений и их парагенезисов. Так, в ряду рудных формаций, во времени, наблюдается переход от кварцевых и железорудных месторождений к словорудным, вольфрамовым, молибденовым, медно-молибденовым, медным, медно-цинковыми, полиметаллическим, золото-полиметаллическим, антимонитовым, золото-теллуридовым и т.д. В последовательности выделения парагенезисов эта закономерность проявляется в следующем виде (в общих чертах): сначала образуются кварцевые или аллюмосиликатовые парагенезисы, а затем кварц-шпиритовые, дальше - шпалитовые, молибденитовые, молибденит-халькопиритовые, кварц-шпирит-арсенопиритовые, халькопиритовые, халькопирит-сфалеритовые, полиметаллические, золото-полиметаллические, галенитовые, антимонит-сульфоантимонитовые, золото-теллуридовые и другие.

Последовательность образования парагенезисов различна для различных формаций руд. Она несколько нарушается появлением новых парагенезисов, но для различных месторождений одной и той же формации она имеет идентичный характер. В таких случаях различия наблюдаются в количественном проявлении отдельных минералов, их парагенезисов и в минералах-примесях.

Различные парагенезисы отличаются друг от друга не только отношением к отдельным структурам и минеральным составом, но и структурно-текстурными, геохимическими и физико-химическими критериями. Например, не все установленные на золоторудных месторождениях парагенезисы золотоносны. Обычно золотоносными являются один — два и редко три — четыре парагенезиса. Золотоносные парагенезисы в основном относятся к средним и поздним стадиям рудного процесса. А в отдельных парагенезисах, в последовательном ряду выделения минералов, самородное золото занимает одно из последних мест. Оно заполняет трещины и поры сульфидов, арсенидов, сульфосолей, окислов, теллуридов, карбонатов и других минералов, нарастает на их зерна и агрегаты, проникает в межзерновые пространства, промежутки листоватых, пластинчатых минералов. В отдельных случаях наблюдаются более ранние генерации золота, в виде округлых, каплевидных, изометрических выделений в сульфидах и арсенидах.

Самородное золото из различных парагенезисов отличается не только формой выделений и агрегатов, но и пробностью. Так, например, золото из кварц-золото-арсенопиритового парагенезиса, на Зодском месторождении, характеризуется пробой 930, из кварц-карбонат-золото-теллуридового парагенезиса — 841, а из гипергенного парагенезиса — 953 пробой. В этих парагенезисах различно и золото-серебряное отношение. В кварц-золото-арсенопиритовом парагенезисе оно составляет 1:1,3, в полисульфидном — 1:2,9. Аналогичным образом эти параметры меняются для других парагенезисов из различных золоторудных формаций. Кроме того, различные генерации золота отличаются также элементами-примесями. Это равным образом относится и к другим генерациям одних и тех же минералов. Эти отличия четко отличаются для сфалеритов, арсенопиритов, халькопиритов и галенитов.

На Зодском месторождении арсенопирит из кварц-золото-арсенопиритового парагенезиса характеризуется толстопризматичес-

кими выделениями и крупнозернистыми агрегатами. В этой генерации арсенопирита отмечены низкие содержания никеля, кобальта, свинца, висмута, селена, теллура, серебра, сурьмы. Макротвердость этого арсенопирита составляет от 700 до 1400 кг/мм². Для низкотемпературного арсенопирита из кварц-карбонат-золото-антимонит-сульфоантимонитового парагенезиса характерны тонкие игольчатые призматические выделения, которые образуют радиально-лучистые агрегаты, крестообразные двойники, звездчатые тройники и иные формы. Макротвердость низкотемпературного арсенопирита составляет от 600 до 1200 кг/мм². Эта генерация арсенопирита характеризуется повышенным содержанием золота, серебра, висмута, теллура, никеля, кобальта, сурьмы.

Сфалерит из ранних парагенезисов характеризуется черным, темно-бурым цветом и редкими пойкилитовыми включениями халькопирита. Эта генерация сфалерита содержит повышенные концентрации железа, магния, марганца, свинца, мышьяка и других элементов. В последующих парагенезисах сфалерит светло-бурого, светло-коричневого цвета с многочисленными включениями халькопирита, нередко станнина, являющимися продуктами распада твердых растворов. Эти генерации сфалерита характеризуются повышенным содержанием меди, олова, индия, кадмия, теллура, сурьмы. Такая же картина наблюдается и для других минералов, их генераций из различных формаций руд (Ш.О.Амирян, 1974, 1982).

Температура образования отдельных парагенезисов, выявленная гомогенизацией и декрепитизацией газовой-жидких включений, различна. Так, на Тейском золото-сульфидном (золото-полиметаллическом) месторождении температура образования кварц-пирит-халькопиритового парагенезиса составляет 180-390°, кварц-карбонат-золото-халькопирит-сфалерит-галенитового парагенезиса - 180-420°, кварц-золото-арсенопиритового - 180-380°. На Зодском месторождении, по данным газовой-жидких включений в кварцах и карбонатах, кварц-золото-арсенопиритовый парагенезис образовался при температуре 330-350°, кварц-карбонат-золото-полисульфидный парагенезис - 290-320°, кварц-карбонат-золото-антимонит-сульфоантимонитовый - 220-240°, кварц-карбонат-золото-теллуридовый при температуре 290-320°, кварц-карбонат-реальгаровый - 190-210°, кварц-кальцитовый - 150-180°, а дорудный кварцевый - при температуре 360-380°C (Г.А.Каварян, С.С.Григорян и др., 1982).

Следует отметить, что С.С. Григорьев (1982) опраделени такие солевые составы растворов выщелачиваний из каждого парагенезиса. Солевые и газовые компоненты отмеченных выщелачиваний характеризуются различными концентрациями и составом. Аналогичные данные получены и для Меградарского и Тейского месторождений. Приведенные выше данные наряду с минералого-геохимическими исследованиями показывают правильность стадийного развития процесса формирования золоторудных месторождений АрмССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш.О. О вещественном составе руд одного из золоторудных месторождений. Изв. АН АрмССР, серия геол. и геогр. наук, XII, № 3-4, 1960.
2. Амирян Ш.О. К минералогии золоторудных месторождений. АН АрмССР, т. XXXI, № I, 1960.
3. Амирян Ш.О., Акопян А.Г. О золоторудной минерализации на одном сурьмяно-полеметаллическом месторождении Айцзорского рудного района. Науч.-тех. сб.-к. Геол. и гор. дело, № 3-4, 1963.
4. Амирян Ш.О., Карапетян А.И. Минералого-геохимическая характеристика руд Меградарского золоторудного месторождения. Изв. АН АрмССР, серия геол. и геогр. наук, т. XV, № 2, 1964.
5. Амирян Ш.О. К минералогии и золоторудной минерализации Гамзачманского месторождения. Записки Арм. отд. ВМО, вып. 3, 1966.
6. Амирян Ш.О. Некоторые черты металлогении золота и золотоносные ассоциации минералов в АрмССР. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, т. XXI, № 4, 1968.
7. Амирян Ш.О., Тунян Г.А. Минералого-геохимическая характеристика руд Тейского золоторудного месторождения. Изв. АН АрмССР. Науки о Земле. № 5, 1971.
8. Амирян Ш.О. Место золоторудного оруденения в ряду рудных формаций АрмССР. Записки Арм. отд. ВМО, вып. 6, 1972.
9. Амирян Ш.О., Карапетян А.И. Парагенезис золота в месторождениях различных рудных формаций АрмССР. В кн.: "Минералогия самородных элементов", Владивосток, 1980.
10. Амирян Ш.О. Золоторудные формации АрмССР. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1984.

