

УДК 553.3/4 (479.25)

И. Г. МАГАКЬЯН, Г. О. ПИДЖЯН, Ш. О. АМИРЯН, Р. Н. ЗАРЬЯН,
А. И. КАРАПЕТЯН, А. С. ФАРАМАЗЯН

РОЛЬ МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАСШИРЕНИИ РУДНОЙ БАЗЫ АРМЯНСКОЙ ССР

Территория Армянской ССР богата рудами цветных и редких металлов; в ее недрах установлены промышленные концентрации меди, молибдена, золота, свинца и цинка, железа.

За последние десятилетия, благодаря детальным геологическим и, особенно, минералого-геохимическим исследованиям, в рудах Армянской ССР выявлены интересные парагенетические ассоциации минералов, которые легли в основу выделения ряда новых типов и формаций руд: золото-полиметаллической, золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидно-сульфоантимонитовой, свинцово-цинковой, магнетит-апатитовой, магнетит-титаномагнетитовой.

Результаты минералого-геохимических исследований дали возможность выявить характерные ассоциации минералов, их типоморфные признаки, текстуры минеральных агрегатов, комплекс элементов-примесей для различных стадий минерализации и типов руд.

Детальные минералогические исследования с применением новейших методов диагностики, проведенные авторами в различных формациях руд, привели к обнаружению многочисленных минералов редких и благородных элементов: теллура—алтаит, теллуровисмутит, тетрадимит, самородный теллур, мелонит, нагиагит, эмпрессит; германия—реньерит, германит; висмута—висмутин, галеновисмутит, самородный висмут и др.; золота и серебра—самородное золото и серебро, калаверит, креннерит, сильванит, гессит, петцит, аргентит, штромейерит, пираргирит и другие.

Самородные элементы проявляются в рудах золоторудной, колчеданной, медно-молибденовой и полиметаллической формаций. Они являются наиболее поздними образованиями по сравнению с ассоциирующими минералами и образуют выделения неправильной формы размером до 0,5 см. Среди самородных элементов наиболее широким распространением пользуется золото; кроме золоторудных формаций оно проявляется также почти во всех других типах руд.

Широко развиты в рудах Армении сульфосоли меди, висмута, свинца, сурьмы, мышьяка, серебра и теллуриды висмута, золота и серебра. Группа теллуридов хорошо представлена на месторождениях золото-сульфидно-теллуровой формации (Зод), где она является продуктом самостоятельной стадии минерализации. Теллуридами богаты некоторые переходные полиметаллические, золото-сульфидные, медно-

мышьяковые руды, где они в виде субстадий наложены на полиметаллические и медно-мышьяковые стадии минерализации.

Сульфосоли висмута, серебра, свинца, сурьмы, меди и мышьяка широко распространены в рудах полиметаллической, золото-полиметаллической, золото-сульфидно-сульфоантимонитовой, золото-сульфидно-теллуровой и медно-молибденовой формаций, придавая им комплексное значение.

Минералы германия установлены в медно-мышьяковых и полиметаллических рудах в ассоциации с борнитом, энаргитом, сфалеритом и теннантитом.

Установление собственных минералов редких и благородных элементов расширяет перспективы отдельных формаций и типов руд с точки зрения извлечения из них наряду с главными компонентами—медью, молибденом, золотом, свинцом и цинком—также весьма ценных примесей—теллура, селена, висмута, серебра, германия, индия и кадмия.

Минералого-геохимическими исследованиями установлено, что каждая формация руд характеризуется определенным комплексом редких элементов. Медно-молибденовая—примесями рения, селена, теллура, золота, серебра, на отдельных месторождениях также кадмия и германия; медноколчеданная—примесями селена, теллура, висмута, золота, серебра, на отдельных месторождениях (полиметаллических)—индия, галлия, кадмия и германия; золоторудные—теллуром, висмутом, серебром, селеном и кадмием; железорудная—примесями титана и ванадия.

Распределение редких элементов внутри формации руд неравномерное как по отдельным месторождениям, так и по различным стадиям минерализации и типам руд. Обычно наиболее высокие содержания редких элементов приурочены к главным рудообразующим минералам средних стадий минерализации, которые, как правило, представляют промышленный интерес. В этом отношении некоторое исключение составляет поведение теллура, наиболее высокие содержания которого приурочены к более поздним рудным стадиям минерализации. Руды ранних стадий минерализации обычно бедны, а в отдельных случаях вовсе лишены примесей редких и благородных элементов.

Большой интерес представляет изучение поведения рения, селена, теллура и висмута в рудах месторождений медно-молибденовой, медноколчеданной и полиметаллической формаций. Установлено, что рений в медно-молибденовых рудах почти полностью, в виде изоморфной примеси, связан с молибденитом; его наиболее высокие содержания приурочены к молибденитам средних стадий минерализации. Изучение ренийности молибденитов различных месторождений показало, что самые высокие содержания рения несут молибдениты, образованные при сравнительно низких температурах и давлениях. Молибдениты Айюцзорского рудного района (Варденис, Элли и др.), относящиеся к близповерхностным и сравнительно низкотемпературным образованиям, содержат рения от десятых долей до целых процентов,

а молибдениты Зангезурского рудного района (Каджаран, Агарак и др.) обычно содержат рения 0,02—0,04%.

Распределение селена в сульфидных месторождениях различных формаций показало, что его наиболее высокие содержания приурочены к средним стадиям минерализации; при этом селен в виде изоморфной примеси замещает серу и теллур в сульфидах, сульфосолях и теллуридах.

В отличие от селена, повышенные содержания теллура устанавливаются в поздних и сравнительно низкотемпературных полиметаллических и медно-мышьяковых стадиях минерализации, где обычно обнаруживаются также микровключения его самостоятельных минералов—теллуридов. С рудами этих стадий минерализации отмечаются также высокие содержания висмута, золота и серебра. От ранних к поздним стадиям минерализации химический состав теллуридов изменяется—уменьшается роль теллуридов висмута и возрастает количество теллуридов золота, серебра и ртути. Видовой состав теллуридов и их количество весьма различны в разных типах руд в зависимости от их формационной принадлежности. В медно-молибденовых и медноколчеданных месторождениях эти минералы имеют подчиненное значение. Однако этот тип минерализации имеет важное промышленное значение в золоторудных месторождениях (Зод, Личквас—Тей и др.).

Изучение главнейших рудообразующих минералов позволило выявить характерные их черты, типоморфные особенности и специфические элементы—примеси. Рентгеноструктурными исследованиями¹ в рудах медно-молибденской формации установлены и изучены ромбоэдрический и гексагональный политипы молибденитов. Показано, что ромбоэдрический политип имеет довольно широкое развитие и по сравнению с гексагональным образуется при сравнительно низких температурах и более близповерхностных условиях. Установлено, что в медно-молибденовых рудах присутствуют обогащенные рением и селеном молибдениты. Наиболее повышенными содержаниями рения и селена характеризуются молибдениты кварц-халькопирит-молибденитовой стадии минерализации (Каджаран, Агарак). В молибденитах Каджарана отмечается положительная корреляционная зависимость между содержанием рения и селена ($r_{Re, Se} = +0,84$). В сульфидах и сульфосолях сера изоморфно замещается селеном, а молибден—рением, в связи с чем селен и рений самостоятельных минералов не образуют. В молибденитах и халькопиритах медно-молибденской формации отмечаются также примеси золота, серебра, теллура и висмута.

Накопленный большой фактический материал по промышленным месторождениям медноколчеданной формации (Кафан, Шамлуг) показывает, что халькопириты этих месторождений характеризуются повышенными содержаниями селена, теллура и висмута. Наиболее высо-

¹ Рентгеноструктурные анализы и изучение условий образования политипов молибденитов проведены в ИГи АН Арм. ССР Хуршудян Э. Х.

кие концентрации указанных металлов отмечаются в халькопиритах Кафана.

В сульфидах полиметаллических месторождений, наряду с золотом и серебром, установлены повышенные содержания селена, теллура, висмута, кадмия, индия и галлия. Основным концентратом кадмия, индия и галлия является сфалерит. Результаты статистической обработки химических анализов сфалеритов показывают корреляционную зависимость между отмеченными элементами.

В сульфидах, сульфосолях и теллуридах золоторудных месторождений обнаружены повышенные содержания золота, серебра, висмута, селена и теллура. Среди многочисленных ассоциаций минералов золотоносными обычно являются две-три. Пробность золота и золото-серебряное отношение изменяются в широких пределах в различных минералах, типах руд и месторождениях. Высокой пробностью золота и золото-серебряным отношением характеризуются золото-сульфидно-теллуровые и золото-сульфидные месторождения. Самородное золото полиметаллической стадии минерализации характеризуется наиболее высокой пробностью (93,3). Самые высокие содержания золота, серебра, висмута и селена установлены в теллуридах (алтант, мелонит, теллуровисмутит). Высокие содержания золота и серебра отмечаются в арсенопирите и пирите. Очень высокие концентрации кадмия и повышенные содержания индия и галлия характерны только для сфалеритов.

Результаты многолетних минералого-геохимических исследований руд различных формаций республики имели важное значение в промышленном освоении ряда месторождений как в отношении основных металлов (медь, молибден, золото, свинец, цинк, железо), так и попутных—редких и благородных. Особенно большую ценность представляли эти исследования при разработке рациональных и эффективных схем переработки руд с извлечением из них полезных компонентов. Обычно разработку схем обогащения руд технологи-обогатители проводили в непосредственной связи и на основании минералого-геохимических исследований. Последние способствовали составлению минеральных и пометальных балансов на всех этапах обогащения и переработки руд. В настоящее время разработаны достаточно эффективные схемы обогащения различных типов руд с получением селективных и коллективных концентратов, значительно повышающих извлечение редких и благородных элементов. Эти технологические схемы предусматривают извлечение из руд золоторудных месторождений, кроме золота, также теллура, висмута, селена, а из отдельных месторождений—индия, кадмия, меди, свинца, цинка, сурьмы и мышьяка.

Медные и молибденовые концентраты, полученные в горнорудных комбинатах республики (Кафан, Каджаран, Агарак и др.), являются комплексным сырьем и из них извлекаются, наряду с медью и молибденом, также селен, теллур и рений, за что предприятия получают дополнительную прибыль.

Минералого-геохимические исследования являются важнейшей со-

ставной частью комплекса исследований по выявлению закономерностей распределения оруденения в пределах отдельных месторождений и рудных полей. Эти исследования способствуют определению генетической принадлежности рудных месторождений, их условий образования и разработке поисковых критериев и основ научного прогнозирования эндогенного оруденения.

Установление закономерностей распределения оруденения в месторождениях Каджаран, Зод, Кафан, Шаумян, Тей, Азатек и др. привело к значительному увеличению запасов руд благодаря правильному направлению геологоразведочных работ.

Металлогенические и минералого-геохимические исследования способствовали открытию новых месторождений и рудопроявлений меди, молибдена, свинца, цинка, сурьмы и железа.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 10.XI.1976.

Հ. Փ. ՄԱՂԱՔՅԱՆ, Պ. Հ. ՓԻՋՅԱՆ, Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ, Ռ. Ն. ԶԱՐՅԱՆ,
Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

ՄԻՆԵՐԱԼԱ-ԳԵՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳԵՐԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՀՈՒՄՔԻ ԲԱԶԱՅԻ ԸՆԴԱՅՆՄԱՆ ԳՈՐԾՈՒՄ

• Ա մ փ ո փ ու մ

Միներալա-գեոքիմիական հետազոտությունները հնարավորություն են տվել ՀՍՍՀ տարածքում առանձնացնել արդյունաբերական տեսակետից հետաքրքրություն ներկայացնող մի շարք հանքային ֆորմացիաներ ու միներալների պարագենետիկ ասոցիացիաներ, ինչպես նաև պարզաբանել նրանց տիպոմորֆ առանձնահատկություններն ու բնորոշ խառնուրդ-տարրերը:

Գիտական հետազոտությունների շնորհիվ Հայաստանի հանքանյութերում հայտնաբերվել են հազվագյուտ և ազնիվ տարրերի՝ տելուրի, բիսմութի, գերմանիումի, ոսկու և արծաթի նախկինում անհայտ բազմաթիվ միներալներ: Հանքանյութերի տարբեր տիպերում հազվագյուտ և ազնիվ տարրերի (Re, Se, Te, Ge, Bi, Au, Ag) վարքի ուսումնասիրությունը հնարավորություն է տվել պարզելու նրանց բաշխման օրինաչափություններն ու արդյունաբերական նշանակությունը:

Միներալա-գեոքիմիական ուսումնասիրությունները որոշակի դեր են խաղացել մի շարք հանքատեսակների ինչպես հիմնական օգտակար բաղադրամասերի, այնպես էլ նրանց ուղեկից հազվագյուտ ու ազնիվ մետաղների կորզման գործում:

Մետաղաձնային ու միներալա-գեոքիմիական հետազոտությունները նրպաստել են հանքային հումքի արժեքի բարձրացմանը, պաշարների ընդլայնմանը և նրա նոր աղբյուրների հայտնաբերմանը: