

3. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 2. М.: Недра, 1968, с. 389—398.
4. Гинзбург А. И. Атлас петрографических типов горючих сланцев. Л.: Недра, 1991, 115 с.
5. Григорян С. М., Габриелян И. Г. Неостратотип дилижанской свиты — Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, № 1—2, с. 3—6.
6. Йен Т. Ф., Чилингарян Дж. В. Общая характеристика состояния исследований горючих сланцев. — В кн.: Горючие сланцы (под ред. Т. Ф. Йена, Дж. В. Чилингаряна). Л.: Недра, 1980, с. 4—19.
7. Зеленин Н. И., Озеров И. М. Справочник по горючим сланцам. Л.: Недра, 1983, 248 с.
8. Мандалян Р. А., Саркисян О. А. Об одном типе кислых граувакк из Дилижанской сланценосной формации. — Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, №3, с. 57—60.
9. Саркисян О. А. О литостратиграфическом расчленении угленосных отложений Дилижанского района Армянской ССР. — Изв. АН АрмССР, серия геол. и географ. наук, 1958, № 2, с. 17—32.
10. Сатян М. А. Зоны полициклического рифтогенеза в сейсмостектонической зональности Армении. ДАН Армении, 1995, т. 95, № 2, с. 108—111.

Известия НАН РА, Науки о Земле, 1997, Л. №1—2, 34—40

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД ТУХМАНУКСКОГО ЗОЛОТО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 1997 г. Ш. О. Амирян, М. С. Азизбемян, А. З. Алтунян,
А. С. Фарамазян

*Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 5.11.96.*

В статье рассматриваются минералого-геохимические и генетические особенности руд Тухманукского золото-полиметаллического месторождения. В составе руд установлены пирит-халькопиритовая, золото-халькопирит-сфалерит-галенитовая, золото-арсенопиритовая, антимонит-буланжеритовая ассоциации минералов, соответствующих определенным стадиям минерализации. По содержанию и промышленной ценности важными элементами руд являются медь, свинец, цинк, золото, серебро, висмут, кадмий, сурьма и мышьяк. По составу и генетическим особенностям месторождение относится к золото-полиметаллической формации, образованной в средних-малых глубинах, при средних-низких температурах.

Тухманукское месторождение золото-сульфидных (полиметаллических) руд находится в Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоне, которая характеризуется железорудным, медным, молибденовым, полиметаллическим, золото-сульфидным, реальгар-аурипигментовым, антимонит-сульфоантимонитовым и редкометальным оруденением [2, 4, 5]. Отмеченные генетические и формационные типы месторождений связаны с различными циклами и формациями магматизма. Оруденение четко и интенсивно проявлено в северо-западной и юго-восточной частях указанной зоны, приуроченных к наиболее приподнятым участкам одноименного мегантиклинория. Формационные типы руд составляют генетические ряды и взаимосвязаны друг с другом однотипными минеральными парагенезисами и геохимическими ассоциациями элементов, которые в разных формационных типах руд имеют различное количественно-качественное проявление. Кроме того, формационные типы руд (месторождения) имеют близко-сходное пространственное расположение и возраст оруденения.

На Тухманукском месторождении выступают измененные основные вулканиты, вулканогенно-осадочные и терригенно-осадочные отложения Апаранской серии юрского возраста [1]. В рудном районе и поле гидротермальное железорудное, медно-молибденовое, полиметаллическое, золото-сульфидное и редкометальное оруденение связано с олигоцен-нижнемиоценовым магматизмом (гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры, граносиенит-порфиры), прорывающим верхнеэоценовые вулканогенные и вулканогенно-осадочные отложения.

Рудовмещающие породы (базальты, андезитобазальты, спессартиты, кварцевые порфиры и дайки гранодиорит-порфиров) гидротермально изменены — кремнены, эпидотизированы, карбонатизированы, хлоритизированы, каолинизированы и пиритизированы. Кварц-сульфидные жилы и прожилки приурочены к зонам изменения пород, главным образом северо-восточного простирания. Мощность зон доходит до 150—200 м, а жил и прожилков — до 0,8—1,5 м (в раздувах). По простиранию отдельные зоны изменения пород с рудной минерализацией прослеживаются на несколько километров (4—5 км) — от Миракского участка [6] до Тухманукского. Рудные же жилы прослеживаются на сотни метров (до 1 км). Сравнение минерального состава и характера оруденения отдельных участков показывает на их сходство в генетическом отношении.

Работами предварительной разведки в центральной части месторождения установлены 16 жил мощностью от нескольких сантиметров до 0,8—1,5 м, которые прослежены на несколько сот метров, отдельные жилы — до 1 км (жила № 1). Жилы сложного строения — полосчатые и плитчатые, вследствие неоднократных подвижек и раскрытий вдоль их простирания. Нередко в результате наложения различных парагенезисов (стадий) образовались текстуры пересечения, брекчирования и цементации. В таких случаях в сульфидах широкое развитие получают структуры замещения, окаймления, наложения, пересечения, мегаколлоидные и другие.

Взаимоотношение минеральных агрегатов различного состава указывает на многостадийность рудообразовательных процессов. Существуют жилы и прожилки безрудного кварца, кварц-пирит-халькопиритового, кварц-карбонат-полиметаллического, кварц-арсенопиритового, карбонат-кварц-антимонит-буланжеритового и пострудного кварц-карбонатного составов. Из перечисленных стадий широко развита полиметаллическая, за ней следует арсенопиритовая. По микроскопическим наблюдениям, самородное золото установлено в отмеченных рудах. Однако, по пробирным и другим видам анализов штучных проб, золото и серебро установлены также в пирит-халькопиритовых и антимонит-буланжеритовых рудах.

Пирит-халькопиритовая ассоциация минералов с преобладанием пирита (до 95—98%) развивается главным образом по измененным породам, где массивные скопления сульфидов содержат многочисленные обломки вмещающей породы и кварца. Они нередко развиваются по породообразующим минералам. В пирит-халькопиритовых рудах атомно-адсорбционным анализом определено золото от 9,0 до 16,0 г/т, серебро — от 2,8 до 68,8 г/т.

Следует отметить, что повышенные концентрации благородных металлов в пирит-халькопиритовых рудах нередко связаны с наложением золото-полиметаллических и золото-арсенопиритовых руд.

В золото-полиметаллических рудах по распространенности минералы составляют такой убывающий ряд: пирит, сфалерит, галенит, халькопирит, блеклые руды, самородное золото. Последовательность

отложения минералов такова: пирит, сфалерит, халькопирит, блеклые руды, галенит, самородное золото. Здесь пирит двух генераций—первичный и метаколлоидный, последний следует за образованием сфалерита. В полиметаллических рудах сфалерит обычно с пойкилитовыми включениями халькопирита, которые развиваются по линиям спайности, краям зерен и инородных включений (кварца, пород). Полиметаллическая ассоциация обычно развивается по контактам кварцевых жил, создавая полосчатое строение. Нередко они брекчированы и цементированы арсенопиритовыми и антимонит-буланжеритовыми рудами.

В арсенопиритовых рудах преобладающим минералом является низкотемпературный, игольчатый арсенопирит, за ним следуют незначительные выделения пирита, сфалерита, галенита, халькопирита и теннантита. Последние минералы составляют 2—3% сульфидной части прожилок, при этом от ранних генераций они отличаются размерами выделений, количеством, чистотой и другими признаками. Здесь сфалерит без пойкилитовых включений халькопирита. Последовательность отложения минералов следующая: пирит, сфалерит, арсенопирит, халькопирит, теннантит, галенит, самородное золото.

Антимонит-буланжеритовая минерализация имеет самое слабое проявление—образует тонкие, волосовидные прожилки и нарастания на другие типы. В этих рудах главными минералами являются буланжерит, антимонит, второстепенное значение имеют бурнонит, халькопирит, галенит, тетраэдрит и самородное золото. Среди этих минералов бурнонит, по-видимому, является реакционным образованием за счет галенита и халькопирита под воздействием сурьмасодержащих растворов—он обычно наблюдается на контактах галенита и халькопирита.

В составе кварц-сульфидных и кварц-карбонат-сульфидных жил и прожилок широко распространенными и преобладающими минералами являются пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, теннантит, тетраэдрит, арсенопирит, антимонит, буланжерит, самородное золото, краткое описание которых приводится ниже. Кроме них второстепенное значение имеют ковеллин, бурнонит, пирротин, марказит и другие минералы.

Пирит является самым распространенным минералом руд. Он участвует почти во всех ассоциациях минералов и нередко в виде рассеянной вкрапленности проявляется в рудовмещающих породах. Размер агрегатов пирита нередко составляет несколько сантиметров, особенно в пирит-халькопиритовых рудах. Различные его генерации отличаются друг от друга формами выделений, структурно-текстурными рисунками, взаимоотношением с другими минералами и примесями. Кроме пирита, образованного из истинных растворов, в отдельных ассоциациях наблюдается метаколлоидный пирит. Среди сульфидов пирит является самым ранним минералом. В ранних генерациях пирита наблюдаются многочисленные включения пород, кварца и породообразующих минералов. Нередко он метасоматически развивается по минералам пород.

Под микроскопом в полях и трещинах пирита, а также на их поверхности наблюдаются выделения самородного золота. Следовательно, он является золотосодержащим и при обогащении значительная его часть переходит в пиритовые концентраты, которые могут иметь большую роль по содержанию благородных металлов.

Арсенопирит является главным минералом арсенопиритовых прожилок. Он представлен низкотемпературной, игольчатой разновидностью.

Агрегаты арсенопирита представлены звездчатыми, крестообразными, тонкопризматическими, копьевидными выделениями. В основном образует тонкие прожилки. Нарастает на пирит, сфалерит, галенит, халькопирит и другие минералы полиметаллических руд. В арсенопиритовых рудах он следует за пиритом и сфалеритом, а по его трещинам развиваются редкие выделения галенита, халькопирита, теннантита и самородного золота.

Халькопирит—один из распространенных сульфидов. Первая генерация халькопирита ассоциирует с пиритом и проявляется как в жилах и прожилках, так и в рудовмещающих породах. Основная масса халькопирита наблюдается в полиметаллических рудах, где он тесно срастается с сфалеритом, галенитом, блеклыми рудами. В незначительном количестве он находится и в арсенопиритовых и антимонит-буланжеритовых рудах. В полиметаллических рудах халькопирит в виде пойкилитовых включений находится в сфалерите, где он располагается вдоль линий спайности и вокруг инородных включений. В полях халькопирита также наблюдаются многочисленные включения самородного золота, что следует иметь в виду при обогащении руд и извлечении из них ценных компонентов.

Сфалерит—следующий за пиритом распространенный минерал в сульфидных жилах. Больше всего он встречается в полиметаллических рудах. Здесь сфалерит темного цвета и с включениями халькопирита, являющегося результатом распада твердых растворов. Он тесно срастается с халькопиритом и галенитом. Размер агрегатов достигает до 1,5—2 см. В других типах руд встречается редко и при этом не содержит пойкилитовых включений халькопирита. Кроме того, он здесь более светлого цвета. В полиметаллических рудах сфалерит наравне с пиритом раздроблен и по трещинам сцементирован кварцем, карбонатом, галенитом, халькопиритом и другими поздними минералами. Сфалерит также является золотосодержащим, многие его выделения под микроскопом характеризуются многочисленными включениями самородного золота и нередко включения сфалерита наблюдаются в полях золота.

Галенит—обычный минерал золото-полиметаллических жил. Однако, в более меньшем количестве встречается и в других минеральных типах руд. Ранние генерации галенита также несут следы механической деформации, что подтверждается брекчированностью и нередко искривлением линий спайности. Раздробленные частицы сдвинуты и по трещинам их развивается карбонат и нередко самородное золото. Как и другие главные сульфиды, галенит в равной степени золотосодержащий. В других ассоциациях встречается значительно реже и небольшими выделениями. По галениту нередко развиваются буланжерит и бурнонит. Агрегаты галенита в полиметаллических рудах составляют до 0,3—0,5 см. Содержание галенита в сульфидных жилах достигает 5—10% сульфидного выполнения.

Теннантит и тетраэдрит являются постоянными примесями полиметаллических, арсенопиритовых и антимонитовых руд. при этом смешанные блеклые руды встречаются в полиметаллических рудах, теннантит—в арсенопиритовых, а тетраэдрит—в антимонитовых. Наибольшие выделения размером 0,5—1 мм. Они имеют неравномерное распределение—одни участки жил и отдельные жилы обогащены ими, другие лишены. Блеклые руды образуют тесные сростки с халькопиритом и галенитом, выделяясь из растворов после халькопирита и до галенита, буланжерита, бурнонита, антимонита и самородного золота. Блеклые руды являются золотосодержащими.

Антимонит является второстепенным минералом, но главным минералом антимонит-буланжеритовых руд. Совместно с кварцем, карбонатом и буланжеритом образует тонкие прожилки и самостоятельные агрегаты и призматические включения в кварце и карбонате. Размеры агрегатов небольшие. В ассоциации с антимонитом и буланжеритом самородное золото не наблюдается, однако руды с наложенной антимонит-буланжеритовой ассоциацией минералов характеризуются повышенной концентрацией золота и серебра, что свидетельствует о возможном нахождении в них золота в виде субмикроскопических частиц.

Буланжерит имеет второстепенное значение в рудах месторождения. Проявляется в редких антимонит-буланжеритовых прожилках в виде спутанно-волокистых агрегатов и удлиненно-призматических зерен в кварце и карбонате. Нарастает на другие сульфиды в местах наложения на другие ассоциации минералов антимонитовой стадии минерализации.

Бурнонит обычно встречается в тех участках сульфидных жил, где антимонитовые руды наложены на полиметаллические. В таких случаях бурнонит развивается по галениту и халькопириту, что, по-видимому, является результатом реакции сурьмасодержащих растворов с галенитом и халькопиритом.

Самородное золото является одним из главных и ценных компонентов руд. Выделения самородного золота размером до 0,5—1 мм установлены в полиметаллических и арсенопиритовых рудах. Самородное золото наложено на все сульфиды, поэтому встречается в их полях, на их контактах, трещинах, микропорах, друзовых полостях и других микроструктурах, чем и обусловлены самые различные формы его зерен и агрегатов. Нередко в крупных выделениях самородного золота наблюдаются включения кварца, карбоната, пирита, сфалерита, халькопирита, галенита и блеклых руд. В полированных шлифах размером $1,5 \times 2$ —3 см нередко наблюдаются более 10—15 зерен золота размером 0,01—0,05—0,5 мм, что свидетельствует об обогащенности руд золотом. Эти данные несколько противоречат низким результатам пробирных анализов проб, взятых при разведочных работах из верхних и приповерхностных участков рудных тел. По ассоциации минералов, образованных в средне- и низкотемпературных условиях, цвету, отражательной способности, а также пониженной концентрации серебра в рудах и сульфидах видно, что самородное золото отличается повышенной пробностью (800—850).

Руды Тухманукского месторождения имеют сложную геохимическую характеристику. По пробирным, ядерно-активационным, химическим и спектральным анализам в них установлен ряд цветных, благородных, редких и редкоземельных элементов. Среди них характерными и ценными в промышленном отношении являются медь, золото, свинец, цинк, серебро, сурьма, висмут, мышьяк, кадмий и другие. Основная масса отмеченных элементов представлена собственными минералами, а другая часть—в качестве изоморфной примеси в сульфидах и сульфосолях. Содержание этих элементов в штучных образцах, по химическим анализам, составляет (в %) *): Cu—0,25, Pb—0,36, Zn—1,2, As—0,094, Sb—0,028, Bi—0,0012, Cd—0,014; Au—37,7 г/т, Ag—82,2 г/т. Как видно, золото-серебряное отношение составляет ~1:2. Оно несколько различно в разных минеральных типах руд, в связи с

*) Пробирные анализы выполнены в центральной лаборатории Упр. геологии Совмина РА, химические и спектральные анализы—в соответствующих лабораториях ИГиЛ ИАН РА.

формой их нахождения. По данным геолого-поисковых и геологоразведочных работ (гл. образом по поверхностным выработкам), содержание золота колеблется от следов до 13,4 г/т, серебра—от 1,0 до 30,6 г/т. В жиле №1 по шт. №2 содержание золота в среднем составляет 2,3 г/т, Ag—8,3 г/т. Как видно, результаты поверхностных работ, по сравнению с результатами подземных, несколько снижены, что, по-видимому, объясняется выносом рудных элементов из верхних и поверхностных участков рудных тел. Это обстоятельство подтверждается также микроскопическими наблюдениями, о чем говорилось выше.

Кроме отмеченных элементов в рудах определены (в %):—Mg—2,2, Fe—4,78, Mn—0,14, Ni—0,004, Co—0,0044, Mo—0,001, Ti—0,2, V—0,004, Cr—0,02, Ge—0,00022, Ga—0,0008, It—0,0015, Ib—0,0002, La—0,0016, Be—0,00022, Sc—0,0013, Rb—0,0012. Основная масса указанных элементов связана с жильными и породообразующими минералами и гидротермальными меласоматитами, другая часть—в виде изоморфной примеси находится в сульфидах и сульфосолях.

Генетические особенности Тухманукского месторождения обусловлены нахождением его в приподнятой части Памбак-Зангезурского мегантиклинория, где выступают многочисленные интрузии различного состава, с которыми связаны месторождения и проявления различных генетических и формационных типов—железорудных, медных, молибденовых, полиметаллических, золото-сульфидных и редкометалльных. Основная часть гидротермальных месторождений связана с пост-эоценовым (олигоцен-нижнемиоценовым) магматизмом—гранит-порфиры, граносиенит-порфиры, гранодиорит-порфиры с абсолютным возрастом—27—34,5 млн лет [3]. Они образовались на средних-малых глубинах, при средних—низких температурах. О средних и малых глубинах говорят небольшая мощность надрудной крыши пород времени рудообразования и фации глубинности пород, с которыми ассоциирует оруденение, а также формы рудных тел и возраст оруденения. О среднетемпературных условиях отложения минералов свидетельствуют ассоциации минералов—пирит-халькопиритовая, полиметаллическая, низкотемпературно-арсенопиритовая, антимонит-буланжеритовая, пробность золота, структуры распада халькопирита в сфалерите, наличие карбонатов в жильных минералах и другие признаки.

Таким образом, по минеральному составу руд и условиям их образования, а также структурно-текстурным и геохимическим особенностям Тухманукское месторождение принадлежит к золото-полиметаллической формации. По этим признакам оно очень сходно с Тейским месторождением [2].

Перспективы рудного поля и Памбакского рудного района в целом по золоторудной минерализации значительны. Здесь существуют многочисленные прямые признаки золотого оруденения, что дает основание предложить проведение детальных поисково-оценочных работ на территории, лежащей между реками Мармарик и Памбак на юге и севере и реками Раздан и Касах—на востоке и западе рудного района.

Работа выполнена в рамках темы 96—108, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ԹՈՒԽՄԱՆՈՒԿ ՈՍԿԻ-ՍՈՒԼՅԵԴԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ
ՄԻՆԵՐԱԼԱ-ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵՎ ԳԵՆԵՏԻԿ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Շ. Հ. Ամիրյան, Մ. Ս. Ազիզբեկյան, Ա. Չ. Ալթունյան, Ա. Ս. Ֆարամազյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հանքավայրի հրկրաբանական կառուցվածքի, հանքամարմինների առաջ-
աջման և տեղադրման, ինչպես նաև հանքանյութերի միներալային կազմի
և հրկրաքիմիական առանձահատկությունների ուսումնասիրությունները թույլ
են տալիս նրանց մեջ առանձնացնել պիրիտ-խալկոպիրիտային, ոսկի-խալ-
կոպիրիտ-սֆալերիտ-գալենիտային, ոսկի-արսենոպիրիտային, ոսկի-անտի-
մոնիտ-բուլանժերիտային միներալային ասոցիացիաները, որոնցից լայն տա-
րածում ունեն ոսկի-խալկոպիրիտ-գալենիտ-սֆալերիտային և ոսկի-արսենոպի-
րիտային սյարագենեզիսները: Ըստ քանակի և տարածման հանքանյութերում
կարևոր մետաղներ են հանդիսանում պղինձը, ցինկը, կապարը, ոսկին, ար-
ծաթը, վիսմուտը, ծարիրը, մկնդեղը և կադմիումը:

Գենետիկ տեսակետից հանքավայրը վերագրվում է ոսկի-բազմամետաղ
ֆորմացիոն տիպին, որն առաջացել է չափավոր խորություններում, միջին և
ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում:

MINERALOGICAL-AND-GEOCHEMICAL AND GENETIC SPECIFIC
FEATURES OF THE TOUKHMANOUK COLD-COMPLEX
DEPOSIT'S ORES

Sh. H. Amiryan, M. S. Azizbekyan, A. Z. Altounyan, A. S. Faramazyan

A b s t r a c t

The paper considers the mineralogical-and-geochemical and genetic
specific features of ores from the Toukhmanouk gold-complex deposit.
Pyrite-chalkopyrite, gold-chalkopyrite-sphalerite-galenite, gold-arsenopy-
rite and antimonite-boulangerite mineral associations, corresponding to
particular stages of mineralization, were found in the ore composition.
According to content and commercial value the important components of
the ore are: copper, lead, zinc, gold, silver, bismuth, cadmium, antimony
and arsenic. According to composition and genetic specific features the
deposit is attributed to gold-complex formations, which were formed at
medium-to-shallow depths and at medium-to-low temperatures.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Агамалян В. А. Мезозойский аккреционный комплекс (апаранская серия) Цах-
куняцкого хребта Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987,
т. XL, № 2, с. 13—24.
2. Амирян Ш. О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР,
1984. 304 с.
3. Багдасарян Г. П. и др. Итоги абсолютного датирования ряда рудных формаций
Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, сер. геолого-географ. наук, 1968, № 5.
4. Карапетян А. И. Эндогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлогени-
ческой зоны Малого Кавказа. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1982, 347 с.
5. Магакьян И. Г. Металлогения. М.: Изд. Недра, 1974. 304 с.
6. Фарамазян А. С., Чибухчян З. О. О золоторудной минерализации в Миракском
интрузивном массиве (Армянская ССР).—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле,
1985, т. 38, № 6, с. 7—15.