Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, XXXIII, № 1, 31—41, 1980.

УДК 549.3(479.25)

Г. О. ПИДЖЯН, Ш. О. АМИРЯН, А. И. КАРАПЕТЯН, А. С. ФАРАМАЗЯН

МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ ТЕЛЛУРИДОВ В ГЛАВНЕЙШИХ РУДНЫХ ФОРМАЦИЯХ АРМЯНСКОЙ ССР

Рассмотрены вопросы минеральных и парагенетических ассоциаций теллуридов в различных рудных формациях Армянской ССР. Выявлены основные закономерности распределения теллуридов и теллурсодержащих минералов в главнейших рудных формациях и месторождениях.

На территории Армянской ССР, характеризующейся геологией и металлогенией, специфичной для Средиземноморского мезо-кайнозойского металлогенического пояса, широко развиты месторождения медно-молибденовой, колчеданной, полиметаллической, золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидной, золото-шеелитовой и золото-свинцово-сурьмяной формаций.

Многолетними детальными минералого-геохимическими исследованиями с применением более совершенных рудных микроскопов и других современных методик диагностики минералов, главным образом, авторами настоящей работы в рудах различных формаций Армении выявлены многочисленные теллуриды, образующие различные минеральные и парагенетические ассоциации в зависимости от формационного типа месторождений, минерального состава руд и условий их образования (табл. 1, 2). К настоящему времени установлены теллуриды висмута (тетрадимит, теллуровисмутит, пильзенит), золота и серебра (креннерит, калаверит, гессит, петцит, сильванит, нагиагит, волынскит, эмпрессит), свинца (алтаит), меди (риккардит, вейссит), никеля (мелонит), ртути (колорадоит).

В таблице 1 приведен список установленных гипогенных минералов теллура и характер их распределения в рудах различных формаций и месторождений. Из таблицы видно, что наиболее многочисленными видами теллуридов характеризуются золоторудные формации, среди которых особое место занимает золото-сульфидно-теллуровая. Исследования показывают, что распространенность теллуридов в различных формациях и минеральных типах руд весьма неравномерное как в качественном, так и в количественном отношениях. Например, теллуриды висмута—тетрадимит и теллуровисмутит, встречаются во всех изученных формациях руд, тогда как теллуриды золота, серебра, меди, ртути и никеля—только в рудах отдельных формаций. Интересно отметить также следующую особенность: теллуриды начинают выделяться из растворов в средние стадии минерализации гидротермального рудообразования, однако их максимальное отложение, как правило, приурочено к поздним, низкотемпературным стадиям минерализации—золото-теллу-

Таблица 1

Распространенность минералов теллура в рудных формациях Армянской ССР

№№ п/п	Наименование минералов	Золото-сульфидно-теллуровая		Золото-сульфидная (полиметаллическая)			Золото-шеелитовая	Золото-свинцово-сурьмяная	Медно-молибденовая				Колчеданная		Полиметаллическая	
		Зод	Меградзор	Тей	Шаумян	Арманис	Гамзачиман	Азатек	Каджаран	Агарак	Анкаван	Дастакерт	Кафан	Шамлуг	Газма	Гюмушхана
1	Тетрадимит	++	–	+	+	+	+	-+	++	+	++	+	+	+	–	–
2	Теллуровисмутит	+++	++	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Алтаит	++	+++	+	+++	+	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+
4	Гессит	++	++	+	+	+	+	+	+	–	+	+	+	–	+	+
5	Петцит	++	++	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+	–	–	–
6	Калаверит	++	++	–	+	–	+	–	+	–	+	–	–	–	–	–
7	Креннерит	++	++	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–
8	Сильванит	++	++	–	+	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–
9	Нагиагит	++	+	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
10	Мелонит	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
11	Пильзенит	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	Волынскит	++	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13	Риккардит	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	Колорадоит	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15	Вейссит	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	Эмпрессит	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
17	Колусит	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	Самород. теллур	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–

Условные обозначения. «+++»—минерал широко распространен; «++»—встречается часто, но в небольших количествах; «+»—встречается редко, «—»—не установлен.

ровой, сфалерит-галенитовой и теннантит-энаргитовой. Минеральные ассоциации, в которых развиты теллуриды, представлены большим разнообразием состава, однако более тесные срастания они образуют с самородным золотом, серебром, висмутом, сульфосолями висмута, мышьяка, свинца и сурьмы, которые развиваются в полях главных рудообразующих минералов—галенита, сфалерита, халькопирита, пирита, иногда висмутина и низкотемпературного арсенопирита.

В медно-молибденовой формации руд теллуриды установлены во всех главнейших месторождениях—Каджаран, Агарак, Дастакерт, Анкаван. Однако они более широко представлены в рудах Анкавана и Каджарана. Выделение теллуридов начинается в средних стадиях минерализации: кварц-халькопирит-молибденитовой, кварц-пиритовой и кварц-халькопиритовой (рис. 1). В рудах указанных стадий минерализации тел-

Рис. 1. Тетрадимит (белое) в ассоциации с халькопиритом (серовато-белое) и кварцем (черное). Анкаван. Полир. шлиф. ×440.

луриды представлены тетрадимитом и теллуровисмутитом в тесной парагенетической ассоциации с висмутином, медно-висмутовыми минералами (виттихенитом, эмплектитом), развивающихся, главным образом, в полях халькопирита, борнита и пирита (табл. 2).

Значительно шире теллуриды представлены в поздних, сравнительно низкотемпературных стадиях минерализации—кварц-карбонат-сфалерит-галенитовой и кварц-халцедон-теннантит-энаргитовой. В полиметаллической стадии минерализации (Каджаран, Анкаван, Дастакерт и др.) наряду с теллуридами висмута—тетрадимитом и теллуровисмутитом, широко развиты гессит, петцит, креннерит-калаверит и алтаит в тесной ассоциации с самородными золотом и теллуром и сульфосолями мышьяка, сурьмы, висмута (рис. 2). Весь указанный комплекс минералов развивается в полях кварца, галенита, халькопирита и редко пирита, образуя различные структуры замещения.

В медно-мышьяковой стадии минерализации, широко представленной только на Анкаванском месторождении, установлены все теллуриды,

Таблица 2

Парагенетические ассоциации теллуридов в главнейших рудных формациях Армянской ССР

Формация руд	Парагенетические ассоциации		Примеры месторождений
	широко развитые	редко встречающиеся	
I Медно-молибденовая	Кварц-пирит-халькопирит-теннантит-виттихенит-эмплектит-висмутин-тетрадимит-теллуровисмутит	Кварц-карбонат-халцедон-пирит-халькопирит-сфалерит-теннантит-энаргит-алтант-гессит-петцит-калаверит-креннерит-тетрадимит-теллуровисмутит-самородные золото, висмут, теллур	Каджаран, Анкаван, Агарак, Дастакерт
II Колчеданная	Кварц-пирит-халькопирит-борнит-энаргит-тетрадимит-теллуровисмутит-гессит-петцит-мелонит-самородные золото, серебро	Карбонат-сфалерит-галенит-алтант-петцит	Кафан, Шамлуг
III Полиметаллическая	Кварц-карбонат-галенит-сфалерит-халькопирит-пирит-теллуровисмутит-алтант-гессит-самородные золото, серебро	—	Газма, Гюмушхана
IV Золото-сульфидно-теллуровая	Кварц-карбонат-пирит-арсенопирит-сфалерит-халькопирит-алтант-гессит-сильванит-самородное золото Кварц-карбонат-теллуровисмутит-алтант-нагиагит-креннерит-калаверит-гессит-петцит-самородное золото	Кварц-карбонат-сильванит-тетрадимит-верлит-мелонит-колорадоит-риккардит-вейссит-колусит-самородные золото, теллур	Зод, Мегradзор
V Золото-сульфидная (полиметаллическая)	Кварц-карбонат-пирит-халькопирит-сфалерит-галенит-блеклая руда-алтант-гессит-петцит-калаверит, самородные золото, серебро	Кварц-карбонат-сфалерит-халькопирит-борнит-висмутин-айкинит-тетрадимит-теллуровисмутит	Тей, Арманис, Шаумян, Лалигюх
VI Золото-свинцово-сурьмяная	Кварц-карбонат-сфалерит-халькопирит-галенит-антимонит-алтант-гессит-самородное золото	Кварц-карбонат-пирит-халькопирит-висмутин-тетрадимит-теллуровисмутит	Азатек
VII Золото-шеелитовая	Кварц-пирит-халькопирит-шеелит-вольфрамит-висмутин-тетрадимит-теллуровисмутит-калаверит-сильванит-алтант-гессит-петцит-самородное золото	—	Гамзачиман

которые выявлены в медно-молибденовой формации руд: тетрадимит, теллуровисмутит, гессит, петцит, алтант, креннерит-калаверит, сильванит и нагиагит в тесной ассоциации с самородным золотом, сульфосолями сурьмы, мышьяка, висмута, а также минералами германия, никеля, кобальта, свинца и серебра. Отмеченная парагенетическая ассоциация минералов развивается в полях кварца, халцедона, теннантита, энаргита, гипогенных борнита, халькозина, образуя весьма интересные структуры распада и замещения.

Приведенные данные показывают, что теллуриды являются характерными минералами поздних стадий минерализации медно-молибденовых месторождений. Ранние образования теллуридов—тетрадимит, теллуровисмутит, тесно ассоциируют с минералами висмута и руды этих стадий минерализации, в особенности кварц-халькопиритовой, характеризуются повышенными содержаниями висмута, теллура и незначительной примесью золота и серебра. Руды поздних стадий минерализации отличаются многообразием минеральных видов теллуридов и повышенными содержаниями золота, серебра, висмута и теллура.

Рис. 2. Выделения креннерита (белое) в полях блеклой руды (Тп). Каджаран. Полир. шлиф, масл. иммерсия, ×100.

В колчеданной формации руд теллуриды установлены в медноколчеданных месторождениях Кафан, Шамлуг, Алаверди, рудопроявлениях Анкадзорской группы и др. Как и в медно-молибденовой формации, здесь тетрадимит и теллуровисмутит развиты в главных рудообразующих, сравнительно ранних, кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой стадиях минерализации, а гессит, петцит, алтант, изредка креннерит-калаверит и мелонит—в кварц-карбонат-сфалерит-галенитовой стадии минерализации, которая имеет слабое развитие и является наиболее низкотемпературной, замыкающей рудный процесс стадией.

Тетрадимит и теллуровисмутит тесно ассоциируют с кварцем, минералами висмута и сульфосолями мышьяка, развиваясь в полях халькопирита, пирита и борнита. Гессит, петцит, алтант тесно ассоциируют с кварцем, самородным золотом и серебром, сульфосолями мышьяка и сурьмы. В этой ассоциации минералов встречаются также креннерит-калаверит и мелонит. Отмеченные парагенетические ассоциации теллуридов обычно развиваются в полях кварца, галенита, сфалерита, халькопирита и пирита, образуя различные структуры срастаний.

На Кафанском месторождении были обнаружены отдельные уникальные скопления алтанта в виде линзообразных и гнездообразных тел,

приуроченных к трещинам разломной зоны. Алтаит тесно ассоциирует с кварцем, карбонатом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом и представлен крупными массивными выделениями, что в природе встречается весьма редко. По всей вероятности, такое проявление алтаита связано с поздней золото-полиметаллической минерализацией, развитой в рудном поле.

Таким образом, теллуриды являются достаточно распространенными минералами руд медноколчеданных месторождений и проявляются они в средних продуктивных и поздней полиметаллической стадиях минерализации. Руды этих стадий минерализации отличаются повышенными содержаниями висмута и теллура, а полиметаллической— также золота и серебра.

В полиметаллической формации руд теллуриды установлены в месторождениях Газма, Гюмушхана, Аткиз и др. Они представлены теллуровисмутитом, алтаитом, гесситом и встречаются в ассоциации с самородными золотом и серебром, сульфосолями свинца, сурьмы мышьяка и минералами серебра. Эта минерально-парагенетическая ассоциация развивается в полях главных жильных и рудных минералов—кварца, карбоната, галенита, сфалерита, халькопирита и пирита. Полиметаллические руды в целом характеризуются повышенным содержанием серебра, висмута, золота и теллура.

Несравненно широкое развитие теллуриды имеют в рудах золоторудных месторождений. Из распространенных в республике восьми золоторудных формаций теллуриды установлены в следующих четырех: кварц-золото-сульфидно-теллуровой, кварц-карбонат-сульфидной, кварц-шеелитовой и кварц-карбонат-свинцово-сурьмяной. Минеральный состав золоторудных месторождений довольно разнообразен и включает большое число самородных элементов, сульфидов, арсенидов, теллуридов, сульфосолей, окислов, карбонатов, сульфатов, вольфраматов и силикатов.

Общим для всех золоторудных месторождений является многостадийность процессов рудообразования. Золото из рудогенерирующих очагов выносится неоднократно—нередко в три-четыре стадии минерализации, и обычно отлагается после основной массы сульфидов, сульфосолей и теллуридов, главным образом, в виде самородного золота.

В минеральном составе золоторудных месторождений особую группу составляют теллуриды золота, серебра, висмута, свинца, никеля, ртути и меди. В золото-сульфидно-теллуровой формации руд теллуриды образуют самостоятельные рудные тела и тип минерализации и наложены на другие типы руд; в других формациях теллуриды проявляются в пирит—халькопиритовых и полиметаллических типах минерализации, образуя наиболее поздние парагенезисы (рис. 3, 4, 5, 6).

В рудах золоторудных месторождений установлены следующие минералы теллура: самородный теллур, тетрадимит, теллуровисмутит, нильзенит (верлит), волынскит, алтаит, мелонит, калаверит, креннерит.

сильванит, петцит, гессит, эмпрессит, нагиагит, колорадоит. риккардит, вейссит, колусит.

Теллуриды более характерны для месторождений золото-сульфидно-теллуровой формации (Зод. Меградзор и др), руды которых отличаются широкой распространенностью и многочисленностью видов теллуридов.

Детальными исследованиями теллуридсодержащих руд золоторудных месторождений, установлены многочисленные парагенетические ас-

Рис. 3.

Рис. 4.

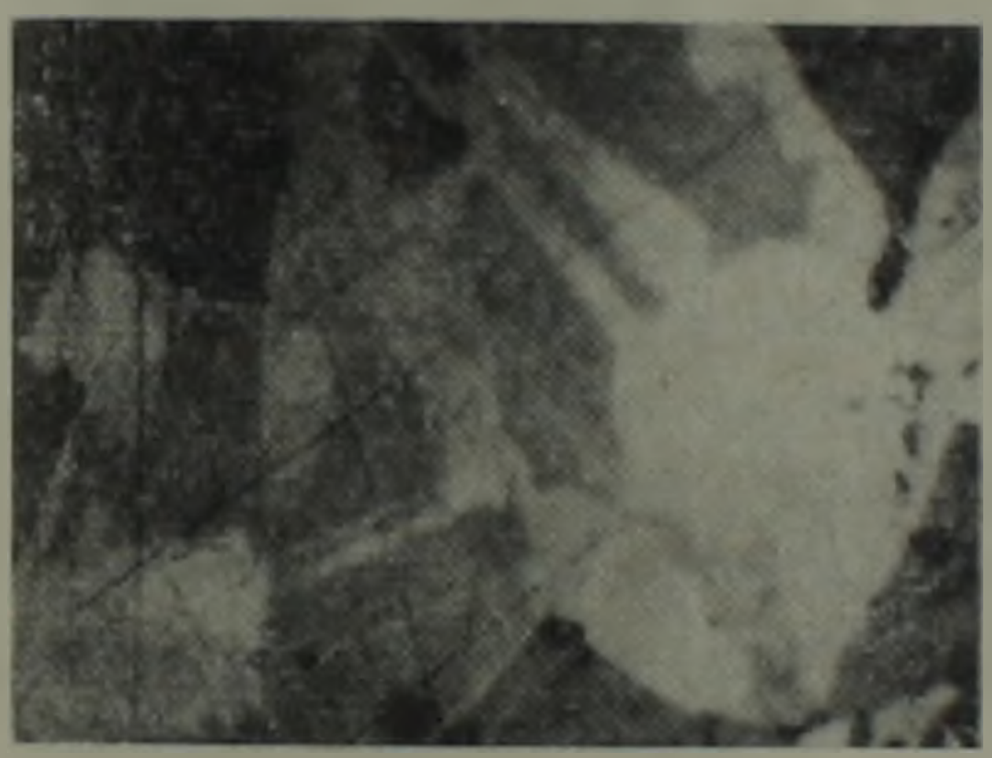

Рис. 5.

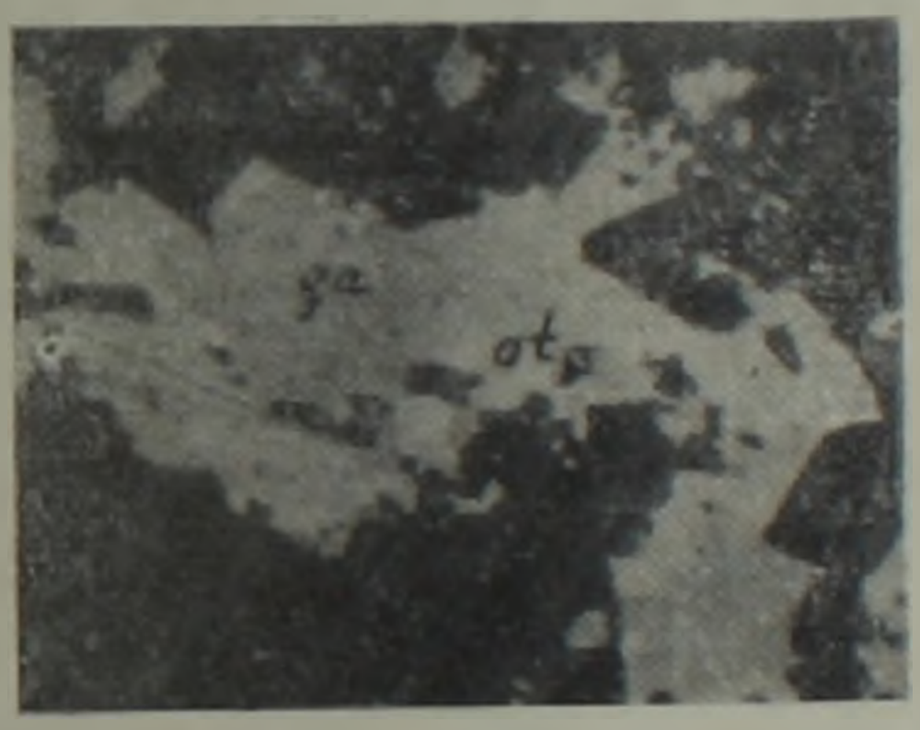

Рис. 6.

Рис. 3. Структура срастания мелонита (серое внутри) и алтанта (светлое). Полидимит (рельефное) замещается мелонитом и алтантом. Зод. Полир. шлиф. ×210.

Рис. 4. Замещение алтанта (светло-серое) золотом (белое). Золото в виде тонких прожилков находится также в поле гессита (серое). Зод. Полир. шлиф, ×100.

Рис. 5. Полисинтетически сдвойникованные выделения сильванита замещаются калаверитом (светлое). Меградзор. Полир. шлиф. ×210.

Рис. 6. Срастания галенита (ga) и алтанта (alt), выполняющие промежутки идиоморфных выделений кальцита (черное). Кафан. Полир. шлиф. ×100. По Р. Н. Зарьяну.

социации теллуридов, которые проявляются в различных сочетаниях с сульфидами и сульфосолями (табл. 2). Например, парагенезис теллуровисмутит-алтант-нагиагит-пильзенит-самородный теллур-самородное золото сочетается с галенитом и сульфосолями свинца и сурьмы; мелонит-теллуровисмутит-алтант и мелонит-теллуровисмутит-алтант-сильванит-гессит-колорадоит-нагиагит-самородное золото—с галенитом, бра-

вонтом, полидимитом,герсдорфитом, ваэситом и зелигманитом; риккардит и вейссит—с халькопиритом, теннантитом и тетраэдритом; теллуровисмутит—с висмутином, сульфосолями висмута и самородным висмутом.

В рудах месторождений золото-сульфидной, золото-шеелитовой и золото-свинцово-сурьмяной формаций теллуриды распространены сравнительно меньше. В этих рудах встречаются тетрадимит, теллуровисмутит, алтант, гессит, реже калаверит и сильванит. Они развиты в пирит-халькопиритовых (Тей, Арманис, Лалигюх) и полиметаллических (Гегарчин, Гамзачиман, Азатек) типах руд. Как и в рудах золото-сульфидно-теллуровой формации, здесь теллуриды образуют поздние наложенные парагенезисы, замещая и цементируя ранние сульфиды и сульфосоли.

В рудах пирит- халькопиритовой стадии минерализации преобладающими теллуридами являются тетрадимит и теллуровисмутит в ассоциации с висмутином, козалитом, айкинитом, эмплектитом и другими сульфосолями висмута. В полиметаллических рудах преобладают алтант и гессит, нередко совместно с теллуридами золота—калаверитом и сильванитом, в ассоциации с галенитом, галеновисмутитом, айкинитом, матильдитом и другими сульфосолями меди, свинца, висмута и серебра. Следует отметить, что эта особенность теллуридов на месторождениях золото-сульфидно-теллуровой формации руд проявляется в более ранних сульфидных стадиях минерализации.

Важной особенностью теллуридов является их распространенность в рудах с повышенными содержаниями золота и серебра. Сходные черты поведения имеют также висмут, свинец, ртуть, сурьма, мышьяк. Особенно четко проявляется сродство между теллуром и висмутом, свинцом, серебром, золотом. Минералогические исследования показывают, что среди теллуридов самыми распространенными являются тетрадимит и теллуровисмутит, затем следуют алтант, гессит, теллуриды золота, ртути, никеля и меди. Учитывая частоту встречаемости и распространенность теллуридов в различных формациях и типах руд, а также последовательность их выделения из гидротермальных растворов, можно наметить следующий ряд сродства катионов с анионом теллура:

$$Fe—Cu—Ni—Hg—Au—Ag—Pb—Bi.$$

Последовательность выделения теллуридов из растворов обусловлена не только сродством катионов с анионом теллура (Te^{2-}), но и другими особенностями металлов. С этой точки зрения последовательность отложения теллуридов является типоморфной особенностью каждого конкретного генетического типа месторождения и формации руд.

По всей вероятности, различные парагенетические ассоциации теллуридов обусловлены разными физико-химическими условиями минералообразования—температурой, концентрацией, давлением. Так, например, руды сравнительно высокотемпературных формаций и стадий минерали-

зации (медно-молибденовая, медноколчеданная) характеризуются тетрадимит-теллуровисмутитовым парагенезисом, средне- и низкотемпературные типы руд (полиметаллическая, свинцово-сурьмяная) характеризуются множеством парагенезисов теллуридов и сложным минеральным составом.

Наличие мелонита в рудах Зодского месторождения является особенностью этого месторождения и обусловлено приуроченностью руд к основным и ультраосновным породам, содержащим повышенные концентрации никеля.

При повышенных содержаниях теллура и одинаковых соотношениях золота и серебра образуется петцит в сростках с калаверитом и сильванитом.

Ассоциация теллуровисмутит-алтаит обычно развивается в сочетании с теллуридами различного состава и главным образом золото-теллуровой или полиметаллической стадий минерализации. Колорадоит характерен для месторождений золото-сульфидно-теллуровой формации руд, где некоторым развитием пользуется минерализация ртути.

Геохимические свойства теллура способствуют его накоплению в поздних стадиях гидротермального процесса, поэтому преобладающая часть месторождений, руды которых содержат теллуриды, образовалась в средне-низкотемпературных условиях на умеренных и малых глубинах.

Богатые теллуридами месторождения в основном имеют молодой верхнетретичный возраст и парагенетически связаны с умеренно кислыми гранитоидами конечных стадий развития структурно-металлогенических зон. С этой точки зрения, повышенные и высокие концентрации теллура и наличие теллуридов в рудах могут служить дополнительным критерием выделения разновозрастных и разнотипных рудных образований.

Теллуридсодержащие руды обычно являются комплексными и поэтому могут служить источником извлечения не только золота и теллура, но и серебра, висмута, селена и других металлов.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 1.XI.1979.

Գ. Հ. ՓԻՉՅԱՆ, Հ. Շ. ԱՄԻՐՅԱՆ, Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ

ՏԵԼՈՒՐԻԴՆԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼԱՅԻՆ ԱՍՈՑԻԱՑԻԱՆԵՐԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԿԱԼԱՎՈՐ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հայկական ՍՍՀ տարածքում, որը հանդիսանում է Միջերկրածովային մեծ տազածնային գոտու մի մասը, լայն տարածում ունեն պղինձ-մոլիբդենային, կոլչեդանային, բազմամետաղային, ոսկու և արկածի ֆորմացիաներին պատկանող հանքավայրերը։ Այդ ֆորմացիաների հանքանյութերում հայտնաբեր-

ված են բիսմուտի, ոսկու, արծաթի, սնդիկի, պղնձի ու նիկելի բազմաթիվ տեսյուրիդներ։ Վերջիններս հանդես են գալիս մի շարք միներալային և պարագենետիկ ասոցիացիաներով։ Միներալային ասոցիացիաների բազմազանությունը պայմանավորված է հանքավայրերի ֆորմացիոն տիպով, հանքանյութերի միներալային կազմով և նրանց առաջացման պայմաններով։

Տելլուրիդները բնորոշվում են մի շարք առանձնահատկություններով, որոնք պայմանավորված են առանձին մեռուդների պարունակություններով, անջատման հաջորդականությամբ, ստրուկտուր-տեքստուրային, բյուրեղաօպտիկական ու ֆիզիկա-քիմիական հատկություններով։ Այդ առանձնահատկությունները հիմք են ծառայում հանքանյութերի դասակարգման, հարստացման և նրանցից բոլոր արժեքավոր տարրերը կորզելու տեխնոլոգիական սխեմաներ մշակելու համար։

Տելլուրիդներն ու նրանց ասոցիացիաներն ամենից շատ բնորոշ են երիտասարդ (մեզո-կայնոզոյան) մեռուդածնային դարաշրջանների համար։ Որպես կանոն, տելլուրիդ պարունակող հանքանյութերն առաջանում են չափավոր և փոքր խորություններում, միջին ու դածր ջերմաստիճանի պայմաններում։ Տելլուրի բարձր պարունակությունները սովորաբար բնորոշ են հանրաոաջացման պրոցեսների ուշ ստադիաների համար։

Տելլուրի կարևոր առանձնահատկություններից են նրա սերտ կապը ոսկու, արծաթի, կապարի, բիսմուտի, սնդիկի, պղնձի և նիկելի հետ։ Այդ պատճառով տելլուրիդ պարունակող հանքանյութերից տելլուրից բացի, կարելի է կորզել նաև այլ արժեքավոր տարրեր (ոսկի, արծաթ, բիսմուտ, սելեն և այլն)։

G. H. PIDJIAN, SH. H. AMIRIAN, A. I. CARAPETIAN, A. S. FARAMASIAN

THE TELLURIDES' MINERAL ASSOCIATIONS IN THE MAIN ORE FORMATIONS OF THE ARMENIAN SSR

Abstract

The problems of tellurides' mineral and paragenetic associations in the Armenian SSR different ore formations are discussed. The general distribution regularities of the tellurides and tellure-containing minerals are revealed in the main ore formations and ore deposits.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Амирян Ш. О.* К минералогии золоторудных месторождений. Докл. АН Арм.ССР, т. XXXI, № 1, 1960.
2. *Амирян Ш. О., Карапетян А. И.* Минералого-геохимическая характеристика руд Меградзорского золоторудного месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XVII, № 2, 1964.
3. *Амирян Ш. О., Фарамизян А. С.* Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1974.
4. *Безсмертная М. С., Соболева Л. Н.* Новый теллурид висмута и серебра, установленный новейшими методами. Тр. ИМГРЭ, вып. 18, 1963.
5. *Зарьян Р. Н.* Теллуриды и теллурит свинца в рудах Кафанского месторождения Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XV, № 2, 1962.

6. *Карапетян А. И.* Теллуриды в рудах Анкаванского месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XIV, № 6, 1961.
7. *Магакьян И. Г.* Стибно-теллуровисмутит Зодского золоторудного месторождения. Докл. АН Арм. ССР, т. XXIII, № 5, 1956.
8. *Магакьян И. Г., Пиджян Г. О., Фарамазян А. С., Амирян Ш. О., Карапетян А. И., Пароникян В. О., Зарьян Р. Н., Меликсетян Б. М. Акопян А. Г.* Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1972.
9. *Меликсетян Б. М., Фарамазян А. С., Хуршудян Э. Х.* Теллуровисмутит из Калерского месторождения молибденита. Докл. АН Арм ССР, т. XXX, № 4, 1960.
10. *Пароникян В. О.* Алтаит из руд Азатекского месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XIV, № 6, 1961.
11. *Пиджян Г. О.* Теллуриды в рудах Агаракского, Дастакертского и Джиндаринского месторождений. Зап. Арм. отд. ВМО, вып. 4, 1969.
12. *Пиджян Г. О.* Медно-молибденовая формация руд Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1975.
13. *Фарамазян А. С.* К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XI, № 6, 1958.
14. *Хачатурян Э. А.* Алтаит и петцит в рудах Кафанского месторождения. Докл. АН Арм. ССР, т. XXVI, № 3, 1958.