

МИНЕРАЛОГИЯ

Г. О. Пиджян

Германиевые минералы и германиеносные сульфиды
одного медно-молибденового месторождения

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 13. I 1960)

При проведении полевых геологических работ с целью изучения минералогии и геохимии руд одного медно-молибденового месторождения нами были обнаружены сильно измененные окварцованные брекчированные породы с халцедоноподобным кварцем, содержащие вкрапленники, прожилочки и гнездообразные включения блеклой руды, халькопирита и борнита.

На отдельных участках в зоне окисления указанные породы сильно заохрены, лимонитизированы и содержат примазки и налеты малахита и азурита.

В результате проведенных детальных микроскопических исследований было установлено, что блеклая руда представлена мышьяковистой разновидностью — теннантитом, в полях которого и в сростаниях с ним были обнаружены в виде примесей минералы германия — рениерит и германит. Кроме отмеченных минералов в полях теннантита развиты зерна и выделения энаргита, халькопирита, халькозина, ковеллина, висмутина и редко золота. В виде отдельных зерен встречаются: борнит, пирит и молибденит.

Имея в виду то обстоятельство, что наибольший интерес представляют минералы германия, ниже приведем их описание.

Рениерит — $[(\text{Cu}, \text{Fe})_3 (\text{Fe}, \text{Ge}, \text{Zn}, \text{Sn}) (\text{S}, \text{As})_4]$ — является наиболее часто встречающимся германиевым минералом. Он обычно тесно ассоциирует с теннантитом, развивается в его полях и нередко образует с ним зернистые сростания. Рениерит, большей частью, представлен в виде мельчайших выделений, размеры которых колеблются от 0,01 — 0,02 до 0,05 — 0,08 мм, однако встречаются и более крупные зерна с размерами 0,1 — 0,3 мм. В отраженном свете рениерит характеризуется светло-оранжевым цветом иногда с коричневатым оттенком. По своей отражательной способности близок к теннантиту и обладает очень сильной анизотропностью с хорошо заметным цветным эффектом от светло-оранжево-коричневатого до голубовато-се-

рого тонов. Реннерит полируется хорошо, твердость средняя (по нашим наблюдениям рельеф реннерита немного выше рельефа теннантита). Изредка встречаются сростания реннерита и германита, в этом случае реннерит замещает германит и развивается по нему. По времени образования реннерит и теннантит являются почти одновременными, однако в отдельных случаях отмечаются явления замещения теннантита реннеритом, что говорит о несколько более позднем образовании реннерита.

При сравнении наших полированных шлифов с полированным шлифом, изготовленным из руд крупного месторождения Цумеб (юго-западная Африка), устанавливается сходство реннерита и парагенетической ассоциации минералов: теннантит — халькопирит — энаргит — реннерит — германит — халькозин.

Германит — $[Cu_2 (Fe, Ge, Zn, Ga) (S, As)_4]$ встречается большей частью в виде отдельных мельчайших выделений и редко в ассоциации с теннантитом и энаргитом в их полях в виде тонких полосок и отдельных зерен с размерами от 0,01—0,05 до 0,1 мм. В отраженном свете характеризуется оранжево-розовым цветом иногда со слабым фиолетовым оттенком. По цвету иногда напоминает борнит, но лишен коричневатого оттенка. Германиевые минералы не окисляются, поэтому германит можно четко отличить от борнита в окисленных полированных шлифах по своей свежести. Отражательная способность германита очень близка к отражательной способности борнита. В скрещенных николях германит изотропен, внутренних рефлексов не имеет. Полируется хорошо, твердость низкая — средняя, рельеф немного выше рельефа борнита, но отчетливо ниже рельефа теннантита.

Окварцованные породы с медно-мышьяковой минерализацией (штуфные пробы) были подвергнуты полуколичественному спектральному анализу Г. М. Мкртчяном и М. Я. Мартиросяном. В табл. 1 приводятся результаты спектральных анализов в процентах.

Таблица 1

Элементы	Номер пробы и краткая характеристика					
	9 медн.-мыш. руда	510 обогащ. тен- нантитом	124 медн.-мыш. руда	124 а обогащ. тенинантитом	409 обогащ. тенинантитом	409 а обогащ. тенинан- титом
Cu	~ 10.0	> 10.0	> 1.0	> 10.0	~ 10.0	> 10.0
Mo	0.1	0.1	0.01	0.1	0.1	0.03
Pb	> 0.001	0.01	0.01	0.01	0.003	0.01
Ag	0.01	0.03	0.003	0.01	> 0.03	> 0.03
Sb	—	0.03	0.01	0.03	0.03	0.1
Bi	0.03	0.1	0.03	~ 0.1	0.03	0.1
As	1.0	> 3.0	> 1.0	> 3.0	> 3.0	~ 10.0
Zn	0.03	1.0	0.1	~ 1.0	0.3	~ 1.0
Te	—	—	—	0.01	0.01	0.03
Ge	0.003	0.1	0.01	0.1	0.03	0.1
Au	0.003	0.01	0.003	0.01	0.003	0.01
Sn	—	0.001	—	0.001	—	—

Контрольные спектральные анализы проб 9 и 124 производились в лаборатории ИМГРЭ (Москва) под руководством Н. В. Лизунова и подтвердили данные лаборатории Института геологических наук АН Армянской ССР.

Химические анализы этих же образцов руд на германий производились в химической лаборатории редких элементов аналитиком С. А. Дехтрикян и показали следующие результаты:

проба 9—Ge—0,001 ‰	проба 124—Ge—0,0042 ‰
проба 510—Ge—0,043 ‰	проба 124а—Ge—0,085 ‰
проба 409—Ge—0,023 ‰	проба 409а—Ge—0,036 ‰

Спектральный анализ чисто отобранного под бинокляром теннантита, в полях которого под микроскопом отмечаются выделения рениерита, германита, висмутина и золота, показал следующие результаты в процентах:

Проба 124б—Ni—0,03; Co—0,03; Mo—0,1; Cu—10,0; Pb—0,03; Ag—0,03; Sb—0,1; Bi—0,3; As—10,0; Zn—1,0; Cd—0,003; Te—0,03; Sn—~0,003; Ge—0,3; Au—0,03.

Химический анализ этой пробы показал высокое содержание германия—0,15 ‰.

Спектральными и химическими анализами германий установлен также в чисто отобранных под бинокляром сульфидных минералах, в полях которых под микроскопом не были встречены германиевые минералы. В табл. 2 приводятся результаты этих анализов.

Таблица 2

Номера пробы	Наименование пробы	Содержание германия ‰		Примечание
		Спектральн. анализ	Химический анализ	
127	Халькопирит с теннантитом	0,005—0,01	0,0055	Спектральные анализы выполнены Г. М. Мкртчяном и М. Я. Мартиросяном. Химические анализы С. А. Дехтрикян
79	Халькопирит	0,001—0,003	0,001	
149	Халькопирит	0,001	0,001	
29	Галенит	—	0,00034	
128	Пирит	—	0,0002	

На основании вышеприведенных данных можно сделать вывод, что германий образует в медно-мышьяковых рудах как самостоятельные минералы, так и присутствует в виде изоморфной примеси в отдельных сульфидных минералах.

Следует отметить, что в чисто отобранных молибденитах только в отдельных пробах химическим анализом был установлен германий, и то в незначительном количестве—0,0001 ‰.

Медно-мышьяково-германиевое оруденение в общей схеме гидротермальной минерализации занимает свое особое место. Оно пространственно и по времени образования обособляется от медно-молибденового оруденения.

Медно-мышьяково-германиевое оруденение образовалось после кварц-молибденитовых, кварц-халькопирит-пиритовых и полиметаллических руд в более позднюю — медно-мышьяковую стадию минерализации, где главным рудным минералом является теннантит, а жильным минералом халцедоноподобный кварц от серовато-белого до темно-серого, черного цвета.

По парагенетической ассоциации минералов описанная нами медно-мышьяково-германиевая минерализация сходна с рудами месторождения Цумеб (2). Основное отличие заключается в том, что в рудах Цумеба кроме теннантита ведущую роль играют также галенит и сфалерит.

В заключении, пользуясь случаем, выражаю свою глубокую признательность академику АН Армянской ССР И. Г. Магакьяну за ценные советы и консультации при микроскопическом изучении медно-мышьяковой минерализации и, в частности, при определении германиевых минералов.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Գ. Զ. ՊԻՋՅԱՆ

Մի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի գերմանիումի միներալները և գերմանիում պարունակող սուլֆիդները

Դաշտային երկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ հեղինակին հաջողվեց մի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրում հայտնաբերել շատ խիստ փոփոխված, կվարցացած, բրեկչիացած ապարներ խալցեդոնանման կվարցով, որոնք պարունակում են տենանտիտի, խալկոպիրիտի և բոռնիտի ներփակումներ և երակիկներ:

Այդ հանքանյութերի մանրազնին մանրադիտակային ուսումնասիրությունները տվեցին նոր տվյալներ. տենանտիտի դաշտերում և նրա հետ սերտ կապակցված հեղինակը հայտնաբերեց գերմանիումի հազվագյուտ միներալներ՝ ռենիերիտ և գերմանիտ: Բացի նշված միներալներից տենանտիտի հետ միասին և առանձին հատիկներով հաճախ հանդիպում են էնարգիտ, խալկոպիրիտ, խալկոզին, բոռնիտ, կովելին, բիսմութին և հազվագեղասկի. սլիքիտ և մոլիբդենիտ: Նկատի ունենալով այն հանգամանքը, որ գերմանիումի միներալները մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում, ստորև բերվում է համառոտակի նրանց նկարագրությունը:

ՌԵՆԻԵՐԻՏԸ հանդիսանում է համեմատաբար հաճախ հանդիպող գերմանիումի միներալ: Նա սերտ կապված է տենանտիտի հետ և մեծ մասամբ տարածված է նրա դաշտերում: Անդրադարձված լույսի տակ ռենիերիտը բնորոշվում է բաց օրանժ գույնով երբեմն շագանակագույն երանգով, ըստ լույսի անդրադարձման հատկության մոտ է տենանտիտին և շատ ուժեղ անիզոտրոպ է գույների երանգների փոփոխումով: Առանձին դեպքերում ռենիերիտը դարգանում է ըստ գերմանիտի, և տեղակայում է նրան:

ԳԵՐՄԱՆԻՏԸ մեծ մասամբ հանդիպում է առանձին մանր հատիկներով, իսկ երբեմն էլ տենանտիտի և էնարգիտի հետ կապակցված նրանց դաշտերում: Անդրադարձված լույսի տակ գերմանիտը բնորոշվում է օրանժ-վարդագույն գույնով, երբեմն նկատելի թույլ մանիշակագույն երանգով: Նա ըստ գույնի հիշեցնում է բոռնիտին, բայց գուրի է շագանակագույն երանգից: Գերմանիումի միներալները չեն օքսիդանում այդ պատճառով գերմանիտը բավականին հեշտ որոշվում է օքսիդացած հանքանյութերում: Գերմանիտն ըստ լույսի անդրադարձման հատկության շատ մոտ է բոռնիտին: Խաչածև նիկոլներում իզո-

որոպէս և և զուրկ է ներքին ռեֆլեքսներից: Գերմանիտի կարծրութիւնը՝ ցածրից միջին է, հղկվում է լավ և ըստ ուլյեֆի մի փոքր բարձր է բռնիտից, բայց նկատելի ցածր է տենանտիտից:

Կվարցացած ապարների առանձին նմուշներ պղինձ-մկնդեղային հանքայնացումով և հարստացված տենանտիտով ենթարկվեցին կիսաքանակական սպեկտրալ անալիզների և ցույց տվեցին գերմանիումի, արծաթի, բիսմութի, ոսկու և տելուրի բարձր պարունակութիւններ (աղյուսակ 1): Պղինձ-մկնդեղային հանքանյութերի առանձին նմուշներում, որտեղ դերակշռում է տենանտիտը քիմիական անալիզների միջոցով գտնված է գերմանիումի բարձր պարունակութիւններ՝ 0,023—0,085 %:

Բինոկուլյարի տակ մաքուր ջուլված տենանտիտի մեջ (մանրադիտակի տակ տենանտիտի դաշտերում հայտնաբերվել են ռենիերիտ և գերմանիտ) քիմիական անալիզով որոշվել է 0,15 % գերմանիում:

Սպեկտրալ և քիմիական անալիզների միջոցով գերմանիում հայտնաբերվել է նաև բինոկուլյարի տակ մաքուր ջուլված խալկոպիրիտի, գալենիտի և պիրիտի մեջ (աղյուսակ 2): Պետք է նշել, որ վերոհիշյալ սուլֆիդներում մանրադիտակի տակ գերմանիումի միներալներ չեն գտնված:

Վերոհիշյալ տվյալների հիման վրա կարելի է եզրակացնել, որ գերմանիումը հանդես է գալիս ինչպես ինքնուրույն միներալների ձևով, այնպես էլ որպես իզոմորֆ խառնուրդ առանձին սուլֆիդներում:

Պղինձ-մկնդեղա-գերմանիումային հանքայնացումը հիդրոթերմալ միներալիզացիայի ընդհանուր սխեմայում գրավում է իր հատուկ տեղը: Նա ըստ տարածման և ժամանակի առանձնացված է պղինձ-մոլիբդենային հանքայնացումից և առաջացել է ուշ միներալիզացիայի ստադիայում, որտեղ զլխավոր երակային միներալը հանդիսանում է խալցեդոնանման կվարցը, իսկ հանքային միներալը՝ տենանտիտը:

Նկարագրված պղինձ-մկնդեղա-գերմանիումային միներալիզացիան ըստ միներալների պարագենետիկ ասոցիացիաների նման է հարավ-արևմտյան Աֆրիկայի Յումեբ խոշոր հանքավայրի միներալիզացիային, սակայն այն տարբերությամբ, որ Յումեբում բացի տենանտիտից զլխավոր հանքային միներալներ են հանդիսանում նաև սֆալերիտը և գալենիտը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Ramdohr Paul, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin (1955).
² К. Б. Склер и Б. Г. Лееп, The paragenetic relationships of germanite and renierit from Tsumeb South West Afrika, Economic Geology, Vol. 52, № 6 (1957).