

МИНЕРАЛОГИЯ

Б. М. Меликсетян, А. С. Фарамазян и Э. Х. Хуршудян

Теллуровисмутит и некоторые другие теллуриды из
 Калерского месторождения молибденита

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 26. XI 1959)

В процессе исследования пегматитовых образований района с. Калер (Мегринский район, Армянской ССР) в некоторых жилах наше внимание привлек минерал с сильным металлическим блеском, внешне напоминающий молибденит. В отличие от соседних молибденовых месторождений молибденит здесь образует крупные идиоморфные кристаллы, достигающие иногда 5—6 см в поперечнике.

Проверка неизвестного минерала микрохимическим методом на висмут и теллур дала положительные результаты. Дальнейшими детальными химико-минералогическими исследованиями удалось установить редкий теллурид висмута — теллуровисмутит. В тесной парагенетической ассоциации с теллуровисмутитом были установлены также селванит, гессит, алтант, минерал группы креннерит-калаверита и висмутин (?).

Теллуровисмутит в месторождениях СССР является редкой находкой. Насколько нам известно из опубликованной литературы, теллуровисмутит (сурьмянистая разновидность) достоверно установлен лишь на Зодском (Армянская ССР) золоторудном месторождении И. Г. Магакьяном ⁽¹⁾. Теллуровисмутит в ассоциации с самородным В и Те предположительно отмечен на Северном Кавказе С. П. Соловьевым, Н. А. Голубевым и Б. Розиной ⁽²⁾. Ф. В. Чухровым ⁽³⁾ на золоторудном месторождении Манка (Ю. Алтай) был установлен теллурид висмута, дебаеграмма которого оказалась наиболее сходной с теллуровисмутитом. Следует однако отметить, что в указанной заметке Ф. В. Чухров не приводит межплоскостные расстояния описываемого теллурида. В связи с этим полагаем, что приводимый в настоящей статье материал представляет определенный интерес.

Калерское месторождение молибденита, открытое и описанное С. С. Мкртчяном ⁽²⁾, расположено на западном склоне Мегри-Гюнейского хребта в полкилометрах от с. Калер.

В строении месторождения принимают участие монцониты, габбро-диориты, которые внедрились в первую фазу формирования полифазного Мегринского плутона.

Наиболее интересными на месторождении являются две пегматитовые жилы мощностью 15—25 см, падающие на СЗ 330° под углом 30—35°. На поверхности указанные жилы прослеживаются на несколько метров, а затем перекрываются делювиальными отложениями.

Пегматитовые жилы воздействием гидротермальных растворов на отдельных участках превращены в кварцево-карбонатную массу. Местами проявляется первичное строение пегматитовых жил, состоящих из розового блокового микроклина, реже молочно-белого кварца и биотита. В виде второстепенных минералов здесь присутствуют крупные кристаллы бледно-зеленого апатита, а также циркон, монацит, сфен и др.

Из рудных минералов отмечаются крупные пластинчатые агрегаты молибденита, а также идиоморфные кристаллы халькопирита и пирита.

Изучение минералогического состава гидротермальных образований и их текстурно-структурных взаимоотношений указывает на наличие по крайней мере двух стадий минерализации.

1. Более высокотемпературной—представленной двумя различными минеральными ассоциациями: а) сульфидов (молибденит, халькопирит, пирит) и б) несколько поздней—теллуридов (теллуровисмутит, сиванит, гессит, алтаит). К последней приурочено также незначительное количество сульфидов (пирит, галенит, халькопирит, висмутин и медновисмутовые минералы). Сопутствующий жильный минерал представлен мелкими зернами прозрачного кварца, реже, сплошными массами дымчатого кварца.

2. Сравнительно низкотемпературной (безрудной)—представленной сплошной массой халцедона и доломита, цементирующих образования предыдущей стадии.

Под воздействием гипергенных процессов, гипогенные рудные минералы замещаются лимонитом, малахитом, повеллитом, базобисмутитом, церусситом и монтанитом (?).

Теллуровисмутит в описываемой жиле пегматита является довольно редким минералом, однако встречается в виде крупных пластинчатых агрегатов размером 8—10 мм в поперечнике. Минерал отличается оловянно-белым цветом, на плоскостях спайности наблюдается побежалость желтого и индигово-синего цвета. Черта серая. Спайность весьма совершенная по {0001}. Твердость 1,5—2 (марает бумагу). Пластинки упругие, но не эластичные.

В полированных шлифах обладает белым цветом с кремовым оттенком. Отражательная способность высокая и при сравнении с алтаитом, пиритом и сиванитом оценивается $\approx 50-55\%$. Двухотражение слабое, заметно лишь при наблюдениях с иммерсией. Эффект анизотропии в воздухе слабый, в сечениях разноориентированных индиви-

дов заметный, в иммерсии отчетливый. Вследствие очень низкой твердости полируется плохо: на поверхности шлифа, даже при очень тонкой доводке, остаются многочисленные штрихи, которые вызывают ложный эффект анизотропии, затрудняя наблюдению истинной анизотропии минерала. Рельеф низкий: заметно ниже гессита, почти как у сильванита. Спайность в шлифах отчетливая и по своему характеру напоминает спайность молибденита. В скрещенных николях в полях теллуrowисмутита обнаруживаются удлиненные (таблитчатые) формы отдельных кристаллических индивидов, которые иногда напоминают изогнутые таблитчатые кристаллы молибденита.

При травлении HNO_3 поверхность минерала быстро бурет, ирризирует, FeCl_3 — ирризирует, KCl , KCN , KOH — не действуют.

По трещинкам спайности часто наблюдаются удлиненные выделения гессита, иногда имеющие причудливые края, с тонкими язычками, проникающими в поле теллуrowисмутита и очень редко алтанта.

По краям пластинчатых агрегатов теллуrowисмутита тонкой реакционной каемкой развивается сильванит, в полях которого, при сильных увеличениях, заметны тонкие включения пирита, халькопирита, галенита, а также ангедральные выделения гессита и висмутина (фиг. 1).



Фиг. 1.

Ангедральные выделения гессита (*Hs*) в полях сильванита (*Sv*) и теллуrowисмутита (*Te*). Вверху в срастании с гесситом небольшое выделение алтанта (*Al*). Черное кварц (*q*). Полированный шлиф. Ув. 720 х.

Таблица 1

Пересчет химического анализа теллуrowисмутита

Элементы	Содержание в вес. %		Атомные количества	Коэффициенты
	данные анализа	исключая механические примеси		
Bi	51,27	52,49	0,251	2
Te	46,40	47,51	0,372	3
Pb	0,58	—	—	—
S	0,54	—	—	—
n/o	0,88	—	—	—
Сумма	99,67	100,00		

Судя по структурным взаимоотношениям, наблюдаемым в шлифах, теллуrowисмутит выделился одним из первых в числе присутствующих здесь теллуридов. Наблюдаемая реакционная каемка этих тел-

Таблица 2

Межплоскостные расстояния и относительные интенсивности исследуемого образца и теллуrowисмутита*

Исследуемый образец				Теллуrowисмутит	
<i>l</i>	d_a/n	d_b/n	$hKil$	<i>l</i>	d_a/n
4	5.11		0006	2	5.05
	—			1	3.77
4	3.57	3.21	1015		—
10	3.21		1015	10	3.21
	—			1	2.69
3	2.62	2.37	000·13		—
10	2.37		000·13 101·10	8	2.37
5	2.24	2.02			—
	—			2	2.23
5	2.19		1120	5	2.19
9	2.03		000·15, 1126	5	2.03
	—			1	1.996
1	1.883	1.1700			—
3	1.809		1129	4	1.809
4	1.696		112·12	2	1.696
2	1.643	1.483			—
4	1.608		302·10, 101·17	4	1.608
1	1.564	1.412			—
	—			1	1.568
9	1.485		202·13	5	1.486
2	1.451		202·16	1	1.450
8	1.412		2134	3	1.410
4	1.393		2135	3	1.393
3	1.340		2138	2	1.339
4	1.294		213·10	3	1.297
1	1.262		213·11	2	1.297
1	1.249		3033	2	1.247
4	1.210		21·314	2	1.207
4	1.185		213·16	2	1.186
5	1.158		303·11	4	1.157
3	1.118		213·17	2	1.118
	—			1	1.092
3	1.070		2246, 303·15	3	1.072
6	1.043		2249	4	1.045
	—			1	1.038
2	1.025		3147	1	1.025
1	1.012		224·12,	1	1.016
5	0.994		314·10	3	0.995
2	0.962		224·15	1	0.964
2	0.952		314·14, 224·16	1	0.951
2	0.927		4047	1	0.928
5	0.920		314·16	3	0.920
3	0.906		404·10		
2	0.872		404·14		
2	0.863		3255		
6	0.848		3258		
2	0.836		3258		
5	0.826		4150		
5	0.813		325·14		
4	0.803		4159		
4	0.796		415·10		
4	0.792		415·11		

* Теллуrowисмутит по данным В. И. Михеева (В. И. Михеев, Рентгенометрический определитель минералов, Госгеолыздат, 1957). Анализ исследуемого образца выполнен в рентгеновской лаборатории ИГН АН Армянской ССР.

луридов и незначительного количества сульфидов является более поздней, образовавшейся в результате воздействия новых порций растворов.

Химический анализ тщательно отобранного мономинерального теллуровисмутита, произведенного Л. Е. Новороссовой (ИМГРЭ АН СССР), показал следующие результаты: $\text{Te } 46,40\%$, $\text{Bi } 51,27\%$, $\text{Pb } 0,58\%$, $\text{S } 0,54$, нерастворимый остаток $0,88\%$.

Результаты спектрального анализа* той же пробы следующие: Bi и Te более десяти процентов (основа), Pb и $\text{Si} - 0,3 - 1\%$, Ag более $0,3\%$, Fe , Mo , Cu , Sb , Zn , Au , Al , Mg , Ca сотые и тысячные доли процента.

Результаты химического и спектрального анализов хорошо согласуются с данными микроскопических исследований в отраженном свете. По-видимому повышенное содержание Pb , Fe , Cu и S обусловлено незначительной механической примесью мелких включений сульфидов, Ag и Au — включениями сивьянита и гессита, Si , Al , Mg и Ca — нерастворимого остатка. Поэтому, для правильного пересчета химического состава исследуемой пробы, необходимо Pb , S и нерастворимый остаток исключить из данных химического анализа.

Пересчет химического анализа показывает, что состав исследуемого минерала точно соответствует теллуровисмутиту с стехиометрической формулой Bi_2Te_3 .

Исследуемый минерал был подвергнут рентгенометрическому исследованию методом порошка. Излучение $K_{\alpha,\beta} - \text{Cu}$, камера PKD ($2R = 57,3 \text{ мм}$). Поправки вводились по особому снимку смеси с NaCl .

Для исследования была отобрана проба очень высокой чистоты. Полуколичественным спектральным анализом в указанной пробе обнаружены следующие элементы: Bi , $\text{Te} > 10\%$, $\text{Ag} \geq 0,3$, Pb , Sb , Fe , Al , $\text{Si} - 0,1 - 0,03\%$, Mo , Cu , Zn , Au , Mg , $\text{Ca} - 0,03 - 0,001\%$.

Сопоставление межплоскостных расстояний исследуемого образца с теллуровисмутитом (эталон) показало их полную идентичность. После индицирования рентгенограммы были рассчитаны параметры элементарной ячейки: $a_0 = 4,368 \pm 0,005 \text{ \AA}$, $c_0 = 30,49 \text{ \AA}$, $a_{rh} = 10,44$, $\alpha = 24^\circ 5'$.

В литературе для теллуровисмутита приводятся параметры несколько отличные друг от друга (табл. 3).

Таблица 3

Местонахождение	Параметры (Å)		А в т о р
	a_0	c_0	
Искусственный	4,37	30,42	Ланге (1)
Руд. Уайтгорн (Колорадо)	4,38	30,60	Фрондель (2)
Брадшау Крик, Брит. Колумбия	4,37	30,39	Харкорт (3), Томсон (4)
Зодское м-е, Армянская ССР	4,32	30,00	И. Г. Магакьян (1)
Калерское м-е, Армянская ССР	4,68	30,49	Авторы

Из приводимых в табл. 3 параметров элементарной ячейки следует, что теллуровисмутит Калерского месторождения близок к образцу из рудника Уайтгорн (Колорадо).

* Спектральные анализы произведены в спектроскопической лаборатории ИГН АН Армянской ССР аналитиками Г. Н. Мкртчяном и М. Я. Мартиросяном.

В заключение необходимо отметить, что наличие теллуридов в рудоносных жилах Калерского месторождения хотя не представляет промышленного интереса, однако, учитывая широкое развитие в районе, прилегающем к Калерскому месторождению, зон гидротермально-измененных пород, не исключена возможность распространения в ассоциации с сульфидами также теллуридов редких элементов.

Институт геологических наук
Академии наук АрмССР

Բ. Մ. ՄԵԼԻՔՍԵՅԱՆ, Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱԶՅԱՆ և Է. Խ. ԽՈՒՐՇՈՒԴՅԱՆ

ՏԵԼԼՈՒՐՈՐԻՍՄՈՒՄԻՆ և ՈՐՈՇ ՏԵԼԼՈՒՐԻԴՆԵՐ ԿԱԼԵՐԻ ՄՈՒԻՐԳԵՆԻՏԱՅԻՆ ԽԱՆՐԱՎԱՅՐԻԳ

Կալեր գյուղի շրջանում տարածված պեգմատիտային երակներում որոշված են տելլուրոորիսմոտիտ, սիլվանիտ, հեսիտ միներալները, որոնք ասոցացվում են սուլֆիդների հետ: Նշված պեգմատիտային երակների վրա վերադրվում է հիդրոթերմալ հանքայնացում, որը ներկայացված է հիմնականում երկու ստադիայով:

1. Բարձր ջերմաստիճանային միներալային ասոցիացիայով, որը ներկայացված է մուիրգենիտով, խալկոպիրիտով, պիրիտով, դալմնիտով և տելլուրիդներով:

2. Համեմատաբար ավելի ցածր ջերմաստիճանային միներալային ասոցիացիայով, որը ներկայացված է կվարց-կարբոնատային դանգվածով (կվարց, խալցեդոն, դոլոմիտ):

Հոգվածում նկարագրվում են բիսմուտի հաղվադեպ հանդիպող տելլուրիդի՝ տելլուրոորիսմոտիտի մանրադիտակային քիմիական, սպեկտրալ և ռենտգենոմետրիկ ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Ուսումնասիրվող միներալի քիմիական կազմը՝ $\text{Te } 52,49\%$, $\text{Bi } 47,51\%$ լրիվ համապատասխանում է տելլուրոորիսմոտիտի տեսական բանաձևին Bi_2Te_3 : Ռենտգենոմետրիկ հաշվումների հիման վրա ստացված են տարրական բջի պարամետրերը $a_0 = 4.381 \pm 0.013$, $c_0 = 30,73 \text{ \AA}$, որոնք համապատասխանում են էտալոնային տելլուրոորիսմոտիտի պարամետրերին:

Տելլուրոորիսմոտիտը, սիլվանիտը, հեսիտը և ալտաիտը կալերի հանքաքեր երակներում արդյունաբերական նշանակություն չունեն, սակայն հաշվի առնելով հանքավայրի շրջանում լայն տարածված հիդրոթերմալ փոփոխված ասպրնների ներկայությունը և նրանց հետ կապված սուլֆիդային հանքայնացումը, կարելի է ենթադրել, որ այստեղ բիսմուտի, արծաթի և ոսկու տելլուրիդների առկայությունը սուլֆիդների հետ մեկտեղ նույնպես հնարավոր է:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ И. Г. Магакьян, ЗВМО, 86, вып. 3, 1957. ² С. С. Мкртчян, Зап. Арм. отд. ВМО, вып. 1, 1959. ³ С. П. Соловьев, Н. А. Голубев, Б. Б. Розина, Изв. АН СССР, сер. геол., 5, 1937. ⁴ Ф. В. Чухров, ЗВМО, 76, вып. 2, 1947. ⁵ Фрондель, Am. Journ. of Science, 238 pp. 880—888, 1940. ⁶ Харкорт, Am. Min. 27p. 100, 1942. ⁷ Ланге, Die Naturwiss. 27, 133, 1939. ⁸ Томсон, Am. Min. 34 pp. 342—382.