

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

УДК549.32 /.33

Д. члены В. А. КОВАЛЕНКЕР, И. П. ЛАПУТИНА, Т. Л. ЕВСТИГНЕЕВА
и В. М. ИЗОИТКО

ТАЛКУСИТ $Cu_{3-x}Tl_2Fe_{1+x}S_4$ — НОВЫЙ СУЛЬФИД ТАЛЛИЯ
ИЗ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД ТАЛНАХСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ¹

Медно-никелевые руды служат сырьем для извлечения более 10 элементов. Помимо никеля, меди, кобальта и серы, они содержат благородные металлы, селен и теллур. Сведения о наличии в этих рудах таллия до настоящего времени отсутствовали. Большой интерес в связи с этим представляет находка в медно-никелевых рудах Талнахского месторождения нового минерала — сульфида таллия, меди и железа $Cu_{3-x}Tl_2Fe_{1+x}S_4$, названного талкуситом (по главным элементам — таллию, меди и сере — thalculusite).

Минерал встречен в пентландито-кубанито-халькопиритовых рудах в ассоциации с минералами благородных металлов, а также с алтаитом, галенитом, сфалеритом и джерфшеритом, которые мы относим к платино-теллуридному парагенезису (Генкин, 1968; Коваленкер, 1973).

Талкусит образует преимущественно пластинчатые, нередко сильно вытянутые, иногда изометричные выделения (рис. 1, 2). В минерале наблюдается спайность, параллельная удлинению. Размеры зерен минерала весьма малы. В подавляющем большинстве случаев они составляют не более 10—15 мкм в поперечнике, и лишь единичные зерна достигают размера 40×150 мкм.

В отраженном свете талкусит слабо двуотражает с изменением окраски от светло-серой с коричневато-лиловым оттенком до серой, темно-серой. Величины коэффициентов отражения ² талкусита приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значение R талкусита и буковита

Минерал	R	R (в %) при различной длине волны (в нм)															Кривизна спектра R (R ₄₈₀ -R ₆₈₀)	
		440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	720		740
Талкусит	Rg'	30.7	31.3	30.1	30.8	30.8	29.9	29.8	30.3	30.3	32.1	33.0	33.7	34.5	35.9	36.4	37.4	-4.4
	Rp'	29.3	30.4	29.6	29.8	29.7	28.4	27.9	27.9	28.4	29.2	29.7	30.6	30.7	31.7	32.0	33.0	-1.1
Буковит	Rg'	35.0	34.1	33.5	32.8	32.0	31.4	30.5	30.2	30.0	30.4	30.6	31.1	31.9	32.5	33.5	34.0	+1.5
	Rp'	29.5	29.6	29.8	29.9	30.0	29.8	29.4	28.8	28.7	28.8	29.6	29.6	30.0	30.7	31.3	32.0	-0.2

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 28 мая 1975 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 23 октября 1975 г.

² Спектры отражения талкусита и буковита измерены Л. Н. Вяльсовым на спектрофотометре «ПИОР» в лаборатории минераграфии ИГЕМа АН СССР. Опорными эталонами служили карборунд и металлический кремний.

Здесь же для сравнения показаны значения Rg' и Rp' буковита $Cu_{3-x}Tl_2FeSe_4$ (Johan, Kvaček, 1971), образцы которого любезно были предоставлены нам В. Е. Бойцовым. Как видно из сопоставления (табл. 1), величины Rg' и Rp' этих минералов достаточно близки и отличаются в основном только в коротковолновой области спектра, о чем также свидетельствуют и различия в значениях параметра F спектров. Кривые спектров отражения талкусита характеризуются пологим минимумом в области 520—600 нм и плавным подъемом в области 600—740 нм, что соответствует розовато-лиловому оттенку минерала в положении максимума отражения.

Талкусит анизотропен. Цвета анизотропии минерала варьируют от светло-желтого до темно-серого, почти черного. В некоторых сечениях минерал слабоанизотропен и изотропен.

Минерал хрупкий, расслаивается на тонкие чешуйки. Твердость талкусита (ПМТ-3, $H_{NaCl} = 21$ кГ/мм² при $P = 5$ Г) 82—92 кГ/мм²; среднее

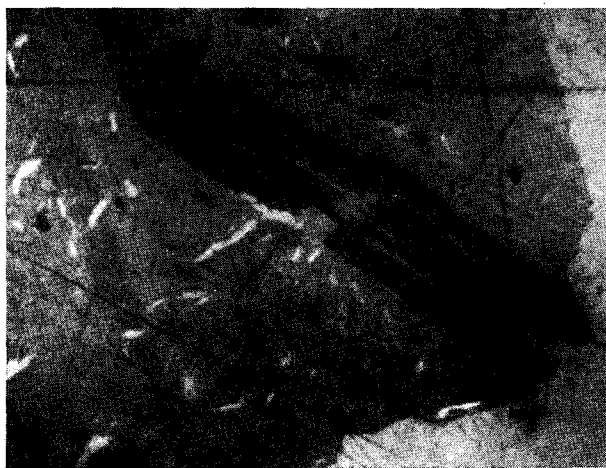


Рис. 1. Пластинчатое зерно талкусита (темно-серое) в халькопирите (серое). Светло-серое — галенит. Масляная иммерсия. Увел. 540.

из 4 измерений 88 кГ/мм² при $P = 10$ Г. Твердость буковита, измеренная нами в тех же условиях, ниже: 37—64 кГ/мм², среднее из 6 измерений 44 кГ/мм².

Изучение химического состава талкусита проведено на микроанализаторе MS-46 фирмы «Камека». Эталоны — металлические медь и железо, природный FeS_2 стехиометрического состава, синтетический аналог талкусита $Cu_3Tl_2FeS_4^3$ и синтетическое соединение $TlSbS_2$. Анализ выполнялся при ускоряющих напряжениях 20 и 15 кВ по K -серии характеристического рентгеновского спектра для железа, меди и серы и по L -серии для таллия. Поправки для определения содержаний элементов рассчитывались на ЭВМ. Проанализированы два зерна талкусита размером более 50 мкм в поперечнике в 18—20 точках в каждом зерне (табл. 2).

Кроме того, изучен химический состав еще 8 зерен минерала, размеры которых не превышали 10×15 мкм, вследствие чего достоверность количественного анализа их недостаточна, хотя полученные данные близки к приводимым в табл. 2. Так, содержание таллия в них колеблется (в вес. %) от 51.9 до 56.4, меди — от 16.6 до 20.1, железа — от 9.3 до 10.6. Как видно из приведенных результатов анализа, химический состав

³ Фаза $Cu_3Tl_2FeS_4$ синтезирована А. Ю. Малевским (ИМГРЭ) путем сплавления из чистых элементов при 400°С.

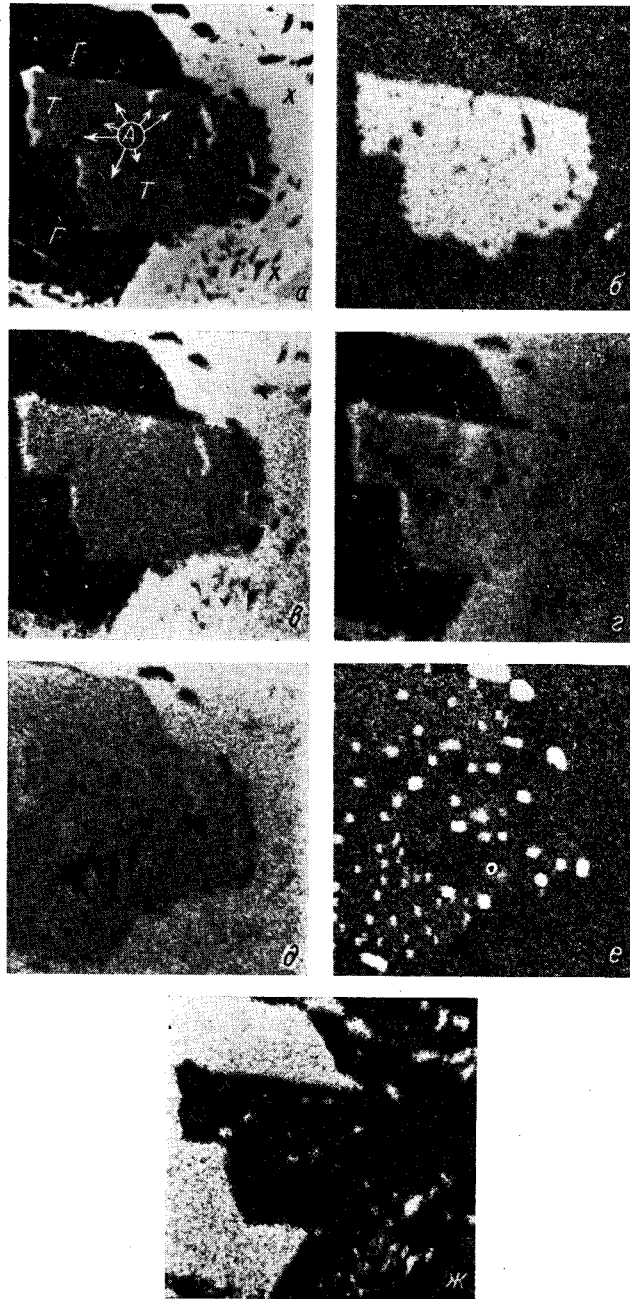


Рис. 2. Фотография участка сканирования зерна талкусита (Т), находящегося в сростании с алтаитом (А), халькопиритом (Х) и галенитом (Г). Размер изображения 200×200 мкм.

а — в поглощенных электронах; б–ж — в характеристическом рентгеновском излучении: б — $Tl_{L\alpha_1}$, в — $Fe_{K\alpha_1}$, г — $Cu_{K\alpha_1}$, д — $S_{K\alpha_1}$, е — $Te_{L\alpha_1}$, ж — $Pb_{L\alpha_1}$.

Таблица 2

Химический состав талкусита (в вес.%)

№ зерна	Tl	Cu	Fe	S	Сумма	Расчетная формула
1	52.2	22.6	9.1	16.3	100.3	$Cu_{2.79}Tl_{2.01}Fe_{1.28}S_4$
2	53.4	20.5	9.9	16.5	100.3	$Cu_{2.51}Tl_{2.03}Fe_{1.37}S_4$

талкусита изменяется в достаточно узких пределах. Во всех 10 исследованных зернах талкусит характеризуется постоянным дефицитом меди и избытком железа по сравнению со стехиометрическими соотношениями элементов. Формула минерала в общем виде в связи с этим может быть представлена как $Cu_{3-x}Tl_2Fe_{1+x}S_4$, где $x=0.2-0.4$.

Таблица 3

Результаты расчета рентгенограмм талкусита и буковита

Талкусит $Cu_{3-x}Tl_2Fe_{1+x}S_4$			Синтетический $Cu_3Tl_2FeS_4$		Буковит $Cu_{3+x}Tl_2FeSe_4$		hkl	Талкусит $Cu_{3-x}Tl_2Fe_{1+x}S_4$			Синтетический $Cu_3Tl_2FeS_4$		Буковит $Cu_{3+x}Tl_2FeSe_4$		hkl	
I	d _{измер.}	d _{вычисл.}	I	d _{измер.}	I	d _{измер.}		I	d _{измер.}	d _{вычисл.}	I	d _{измер.}	I	d _{измер.}		
					1	6.92	002									
8	3.73	3.72	6	3.73	3	3.82	101									
4	3.31	3.31	4	3.31	2	3.43	004	1	1.329	1.372	1	1.370	3	1.406	220	
10	2.91	2.92	10	2.92	10	3.00	103			1.325	1	1.327	3	1.352	0.0.10	
1	2.72	2.75	3	2.75	3	2.80	110			1.243	3ш.	1.250	3	1.273	303	
10	2.53	2.54	9	2.54	8	2.60	112			—	—	—	1	1.257	310	
4	2.18	2.19	4	2.19	5	2.26	105			1.206	2	1.203	2 ш.	1.235	312	
5	1.941	1.942	3	1.943	7	1.982	200			1.192	1	1.191	—	—	1.1.10	
5	1.717	1.721	8	1.722	7	1.778	116			1.150	2ш.	1.150	3 ш.	1.190	1.0.11	
2	1.672	1.674	2	1.674	—	—	204			1.123	3ш.	1.122	2 ш.	1.157	129	
1	1.654	1.656	1	1.656	4	1.719	008			1.069	5ш.	1.069	4 ш.	1.101	307	
3	1.615	1.616	6	1.613	7	1.654	213			1.056	2ш.	1.056	3 ш.	1.086	228	
1	1.452	1.452	2	1.452	3	1.494	215			1.046	2ш.	1.042	3 ш.	1.0714	233	
2	1.416	1.417	1	1.415	2	1.466	118						1 ш.	1.040		
													4 ш.	1.020		

Дебаграмма талкусита получена из небольшого количества порошка минерала, извлеченного с поверхности полированного шлифа и закатанного в шарик из резинового клея (диаметр ~ 0.1 мм). Для сравнения аналогичным образом были сняты рентгенограммы синтезированной фазы $Cu_3Tl_2FeS_4$ и буковита. Съемка всех образцов проводилась в камерах РКД-57.3 на железном излучении. Путем сопоставления полученных результатов (табл. 3) удалось проиндцировать рентгенограмму талкусита в тетрагональной ячейке типа буковитовой с параметрами $a_0=3.882\pm 0.005$ Å и $c_0=13.25\pm 0.02$ Å. Вероятно, сохраняется та же пространственная группа, что и у буковита (одна из пяти: $D_{2d}^9-I\bar{4}m2$, $D_{2d}^7-I\bar{4}2m$, $C_{4v}^9-I\bar{4}mm$, $D_4^9-I\bar{4}22$, $D_{4h}^{17}-I\bar{4}m\bar{m}m$ — (Johan, Kvaček, 1974). Уменьшаются только размеры элементарной ячейки (у буковита $a_0=3.976$ Å, $c_0=13.704$ Å), что объясняется заменой крупных атомов селена на более мелкие атомы серы.

Плотность синтетического аналога талкусита, определенная пикнометрически В. С. Амелиной (ИГЕМ АН СССР), 6.15 г/см³. Рентгенометрическая плотность минерала при $Z=1$ в ячейке 6.54 г/см³. Вероятно, более низкая плотность синтетической фазы объясняется большей его пористостью по сравнению с природным талкуситом.

Таким образом, талкусит по химическому составу и физическим свойствам весьма близок селениду таллия, меди и железа — буковиту. Вероятно, эти минералы изоструктурны.

Весьма интересен сам факт обнаружения этих минералов в различных по условиям образования месторождениях. Селенид встречен в низкотемпературных карбонатно-селенидных жилах, залегающих в метаморфизованных породах докембрия, сульфид — в высокотемпературных, приуроченных к дифференцированному массиву габбро-долеритов ликвидационно-магматических сульфидных медно-никелевых рудах, в которых известны лишь единичные находки селенидов (Коваленкер и др., 1971). Талкусит тесно ассоциирует с минералами платино-теллуридного парагенезиса, формирование которого происходило в заключительные этапы рудообразования (Генкин, 1968), т. е. в остаточном флюиде наряду с платиноидами, селеном и теллуrom накапливался и такой экзотический для основных магм элемент, как таллий. Высокосернистая обстановка и относительно высокотемпературные условия образования платино-теллуридной ассоциации привели к тому, что в медно-никелевых рудах кристаллизовался талкусит, а не изоструктурный ему буковит.

В заключение авторы выражают признательность Л. Н. Вяльсову, А. Ю. Малевскому и В. С. Амелиной за помощь в проведении всестороннего изучения нового минерала, В. Е. Бойцову за образцы буковита из его коллекции, а также благодарны А. Д. Генкину за его ценные советы, деловые замечания и консультации при проведении исследований.

Полированный шлиф с талкуситом хранится в Минералогическом музее АН СССР и лаборатории минераграфии ИГЕМА АН СССР.

Литература

Генкин А. Д. (1968). Минералы платиновых металлов и их ассоциации в медно-никелевых рудах Норильского месторождения. Изд. «Наука».

Коваленкер В. А. (1973). Селен и теллур в медно-никелевых рудах месторождений Талнахского рудного узла. Автореф. канд. дисс., М.

Коваленкер В. А., И. П. Лапутина, Л. Н. Вяльсов. (1971). О первой находке минералов ряда галенит—клаусталит в сульфидных медно-никелевых рудах. Геол. рудн. месторожд., т. 13, № 2.

Johan Z., M. Kvaček. (1971). La bukovite, une nouvelle espèce minéral. Bull. Soc. franc. Minér. Crist., v. 94, № 5—6.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
(ИГЕМ) АН СССР, Москва.

Поступила в редакцию
11 июня 1975 г.

УДК 549

Д. чл. Л. В. РАЗИН, Л. С. ДУБАКИНА и В. Т. ДУБИНЧУК

РОМБИЧЕСКИЙ СТАННИД ПАЛЛАДИЯ, МЕДИ И ПЛАТИНЫ ИЗ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ СУЛЬФИДНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ НОРИЛЬСКОГО ТИПА

В полированных шлифах сплошных и вкрапленных медно-никелевых сульфидных руд Талнахского и Октябрьского месторождений Норильского рудного района и в концентрате благородных металлов, полученном из талнахских руд, обнаружены мелкие зерна минерала палладия, меди, платины и олова. Зерна изометричные или удлиненные, их агрегаты обычно имеют неправильную форму, встречаются единичные зерна с отдельными прямолинейными, иногда ступенчатыми гранями (рис. 1).