

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

УДК 549.32/33

Д. члены Н. С. РУДАШЕВСКИЙ, А. М. КАРПЕНКОВ, Г. С. ШИПОВА,  
Н. Н. ШИШКИН, В. А. РЯБИКИН

ТАЛФЕНИСИТ — ТАЛЛИЕВЫЙ АНАЛОГ ДЖЕРФИШЕРИТА<sup>1</sup>

Недавно в медно-никелевых рудах Талнахского месторождения открыт новый минерал таллия — талкусит  $Cu_{3-x}Tl_2Fe_{1+x}S_4$  (Коваленкер и др., 1976). Нами в рудах Октябрьского месторождения Талнахского рудного узла обнаружен второй новый таллиевый минерал  $Tl_6(Fe, Ni, Cu)_{25}S_{26}Cl$  — структурный аналог джерфишерита  $K_6(Fe, Ni, Cu)_{25}S_{26}Cl$ . По химическому составу (фонетически по первым латинским буквам главных мине-

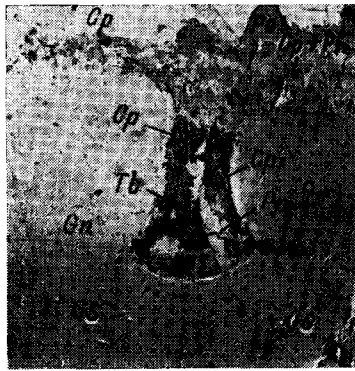


Рис. 1. Выделение талфенисита (Tl) на границе сульфидов Fe, Ni и Cu (Cp — халькопирит, Po — пирротин, Pn — пентландит) и галенита (Gn). В галените — мелкие включения гессита (Gs). Полированный шлиф, увел. 100.

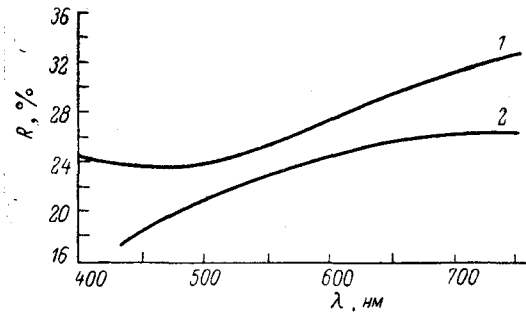


Рис. 2. Дисперсия отражения талфенисита (1) и джерфишерита (2).

2 — по данным А. Д. Генкина и др. (1969).

ралообразующих элементов) минерал получил название талфенисит (thalfenisit).

Талфенисит установлен в массивных пентландито-галенито-халькопиритовых рудах, обогащенных минералами благородных металлов. Эти руды локализуются в зальбандах халькопиритовых жил. Сульфидные залежи были описаны ранее в ряде работ (Ваулин, Суханова, 1970; Дистлер и др., 1975, и др.). Галенит (в отдельных участках до 40% объема) в исследуемых рудах образует субграфические сростания с халькопиритом, подобные описанным ранее при характеристике другого нового минерала урванцевита (Рудашевский и др., 1976). Минеральный состав участка

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов (КНМ) Всесоюзного минералогического общества 12 июня 1978 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 15 мая 1979 г.

Таблица 1

## Дисперсия отражения и твердость талфенисита и джерфшерита

Минерал	R (%) для различных $\lambda$ (нм)										$H_{ср}$ , кгс/мм <sup>2</sup>
	400	440	480	520	560	600	640	680	720	750	
Талфенисит	24.2	23.6	23.6	24.3	25.6	27.3	28.7	30.3	31.6	32.5	147 ± 17
Джерфшерит (Генкин и др., 1969)	—	17.8	19.7	21.5	23.0	24.0	25.0	25.8	26.0	26.0	172

Примечание. Для талфенисита отражение измерено на приборе МФП-1, увел. 21, эталон Si; твердость определена на ПМТ-3, нагрузка 10 гс, 4 измерения, доверительный интервал рассчитан для вероятности 95%. Твердость джерфшерита измерена при нагрузке 20 гс. Определение отражения талфенисита выполнено Н. И. Шумской.

руды, содержащей новый таллиевый минерал (объемн. %): халькопирит 60—65, галенит 25, пентландит 5—7, пирротин 2—3, нерудные 3—5, а также магнетит, аргентопентландит, электрум, самородное серебро, гессит, алтаит, паоловит, когульскит, мончеит и некоторые др.

Талфенисит образует скопления зерен неправильной формы размером 0.1—0.3 мм, величина отдельных зерен 5—100 мкм, содержание его в изученных образцах не превышает 0.1%. Новый минерал локализуется на контакте халькопирита и галенита в участках, обогащенных пентландитом, обычно включен в пентландите; зерна нашего минерала пересекаются многочисленными прожилками пентландита, галенита и нерудных минералов (рис. 1).

Талфенисит в полированных шлифах в отраженном свете коричневый, изотропный, в масле темно-коричневый. По цвету похож на аргентопентландит, но заметно темнее этого минерала.

Талфенисит интенсивно травится  $HNO_{3\text{конц}}$ ;  $FeCl_3$ ,  $HCl$  и  $HNO_3$  (1 : 1) на него не действуют.

Таблица 2

## Химический состав талфенисита

Элемент	Анализы	
	1	2
Tl	33.4 ± 0.5	26.1
Fe	29.4 ± 0.2	31.1
Ni	10.3 ± 0.1	10.0
Cu	1.74 ± 0.12	2.11
K	0.03 ± 0.02	1.51
S	24.8 ± 0.2	26.1
Cl	0.84 ± 0.04	1.01
Сумма	100.51	98.03

Ан. 1 —  $(Tl_{5.58}K_{0.03})_{5.61}(Fe_{17.96}Ni_{5.99}Cu_{0.93})_{24.88}S_{26.39}Cl_{0.81}$ .

Ан. 2 —  $(Tl_{4.15}K_{1.52})_{5.67}(Fe_{18.01}Ni_{5.51}Cl_{1.07})_{24.59}S_{26.33}Cl_{0.92}$ .

Примечание. Ан. 1 — среднее арифметическое составов 15 зерен двух образцов; доверительные интервалы рассчитаны для вероятности 95%. Ан. 2 — красная зона одного из зональных зерен талфенисита.

Анализы выполнены на микрозонде MS-46 «Камека»; 20 кв, 20 на (для определения Ni, Cu, Fe и S) и 40 на (для Tl, K и Cl), диаметр зонда 1—2 мкм, аналитические линии для всех элементов, кроме Tl, —  $K_{\alpha}$ , для Tl —  $L_{\alpha}$ . Эталоны — чистые металлы (Fe, Ni, Cu), а также  $FeS_2$ ,  $Tl_2O_3$ , ортоклаз и хлорapatит с известным химическим составом. Пересчет относительных интенсивностей на концентрации выполнен методом последовательных приближений по оригинальной программе типа ZAF с массовыми коэффициентами К. Ф. Хейнриха.

Твердость и отражение талфенисита очень близки к значениям, определенным для джерфшерита (табл. 1). Минерал хрупкий, у отпечатков алмазной пирамидки при измерении твердости всегда наблюдаются тре-

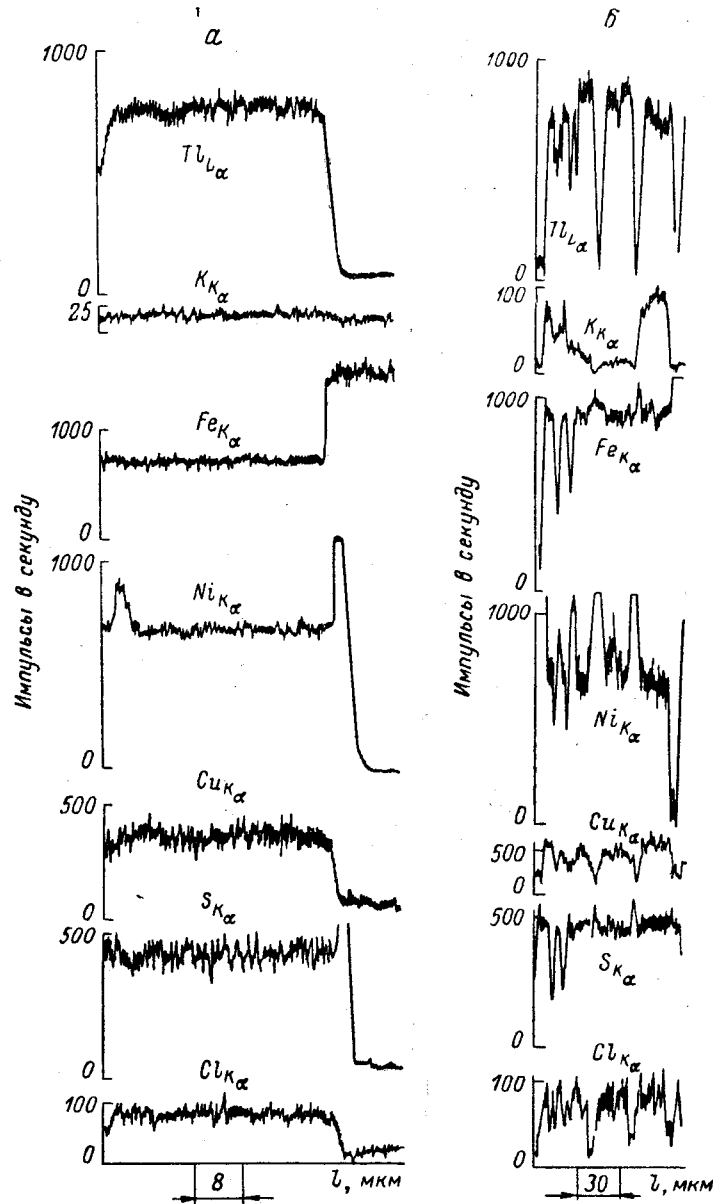


Рис. 3. Концентрационные кривые минералообразующих элементов по профилю через зерна талфенисита.

а — однородное зерно, б — зональное по химическому составу зерно; максимумы никеля — пентландит в прожилках, пересекающих талфенисит.

цинки хрупкого отрыва. Как и у джерфшерита, кривая дисперсии  $R$  нового минерала имеет аномальный характер, но значения коэффициентов отражения по всему спектру несколько выше, чем у джерфшерита, существенные различия характера кривых сравниваемых минералов наблюдаются лишь в коротковолновой области спектра (рис. 2).

Химический состав талфенисита изучен на микрозонде. Зерна нового минерала, как правило, однородны (рис. 3 и 4) и имеют относительно постоянный химический состав (табл. 2, ан. 1). Изредка встречаются зо-

нальные зерна, краевые части которых обогащены калием (рис. 3, б и табл. 2, ан. 2). Краевые зоны этих зерен представляют калиевую разновидность нового минерала и указывают на существование изоморфного ряда талфенисит—джерфишерит. Химический состав нового минерала удовлетворительно рассчитывается на кристаллохимическую формулу,

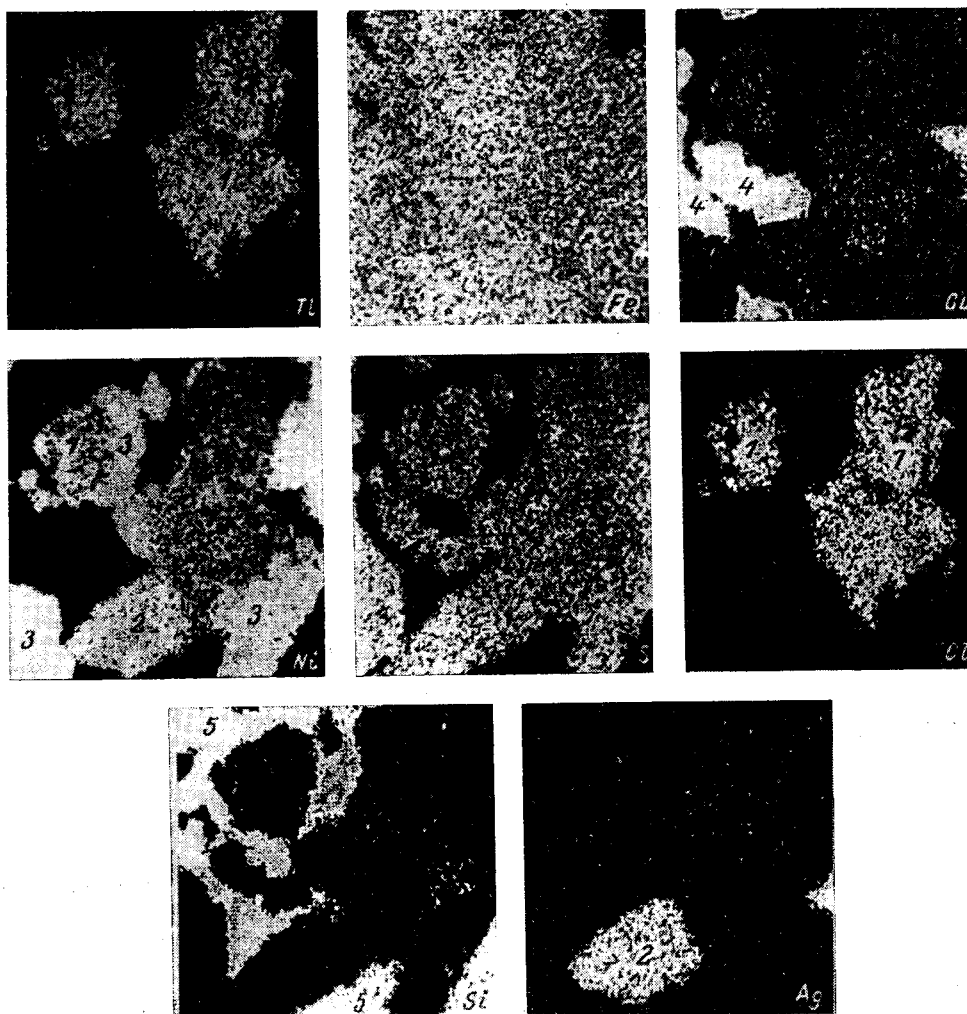


Рис. 4. Картины сканирования по площади ( $150 \times 150$  мкм) полированного шлифа, содержащей талфенисит (»), аргентопентландит (2), пентландит (3), халькопирит (4) и нерудный минерал? (5).

характерную для джерфишерита (Дмитриева, Илюхин, 1975; Дмитриева, 1976), и формула нового минерала имеет вид  $Tl_6(Fe, Ni, Cu)_{25}S_{26}Cl$ .

Дебаеграмма талфенисита по набору отражений и их интенсивностей в целом аналогична порошкограмме джерфишерита (табл. 3). Имеют место, однако, некоторые различия дебаеграмм сравниваемых минералов. Несколько линий джерфишерита (10.3, 5, 100; 7.3, 3, 110 и 6.0, 7, 111) не зарегистрированы на рентгенограмме нового минерала, ряд отражений главным образом малой интенсивности (4.6, 2, 210; 4.2, 5, 211; 1.48, 1, 440; 1.43, 1, 640 и др.) установлены только у талфенисита. Отмеченные различия дифракционных картин, проявляющиеся главным образом в области малых  $\theta$ , могут быть вызваны различными условиями поглощения из-за специфики приготовления образца нового минерала (малое коли-

Таблица 3

## Результаты расчета дебаеграмм талфенисита и джерфшерита

Талфенисит						Джерфшерит				
обр. 1		обр. 2				Fuchs, 1966		наши данные		
I	d <sub>изм</sub>	I	d <sub>изм</sub>	d <sub>расч</sub>	hkl	I	d	I	d	hkl
						5	10.34	8	10.2	100
						3	7.31	3	7.42	110
						5	5.97	7	6.06	111
2	4.62	—	—	4.60	210					
5	4.16	2	4.18	4.20	211					
9	3.42	9	3.43	3.43	300	1	3.45	1	3.47	300, 221
7	3.24	8	3.25	3.25	310	4	3.269	7	3.30	310
2	3.09	1	3.08	3.10	311	5	3.118	8	3.16	311
10	2.96	10	2.98	2.97	222	7	2.985	9	3.00	222
2	2.83	1	2.83	2.85	320	1	2.868	1/2	2.89	320
						1	2.764	1	2.76	321
2	2.48	3	2.47	2.49	410, 322	2	2.508	2	2.52	410, 322
1	2.42	1	2.42	2.42	411, 330	1	2.437	1/2	2.46	411, 330
6	2.35	7	2.35	2.36	331	6	2.372	7	2.39	331
						1	2.312	1/2	2.34	420
1	2.24	1	2.25	2.25	421	—	—	1/2	2.27	421
1	2.19	—	—	2.19	332	1	2.204	1/2	2.20	332
3	2.09	2	2.10	2.10	422					
						1	2.028	—	2.08	500, 430
4	1.965	3	1.979	1.980	511, 333	2	1.990	3	2.00	510, 431
2	1.863	2	1.875	1.879	521	—	—	2	1.94	511, 333
7	1.810	5	1.823	1.819	440	10	1.828	10	1.843	521
2	1.783	3	1.783	1.791	522, 441					
2	1.753	—	—	1.765	530, 430	1	1.773	1/2	1.793	530, 433
						1	1.748	1/2	1.737	531
2	1.711	1	1.708	1.715	600, 442					
1	1.592	—	—	1.588	541					
2	1.543	2	1.548	1.551	622	1	1.559	1	1.571	622
2	1.525	2	1.536	1.534	630, 542					
1	1.479	—	—	1.485	444			1	1.457	711, 551
1	1.433	1	1.434	1.427	640					
2	1.396	1	1.392	1.400	721, 633, 552			1/2	1.360	730
2	1.342	—	—	1.340	731, 553	1	1.346	1	1.353	731, 553
2	1.325	—	—	1.317	650, 643					
2	1.250	1	1.251	1.248	820, 644	1	1.293	1	1.303	800
2	1.208	1	1.210	1.204	830, 661	—	—	1	1.276	820, 644
1	1.178	1	1.179	1.180	662			1/2	1.203	830, 661
1	1.141	—	—	1.143	900, 841					
1	1.125	—	—	1.123	842			1/2	1.142	900, 841
1	1.109	—	—	1.109	921, 761, 655					
1	1.079	—	—	1.079	931	—	—	1/2	1.076	931
2	1.062	1	1.062	1.061	932, 763			5	1.062	932, 763
2	1.045	1	1.046	1.045	940, 665			1/2	1.048	940, 665
2	1.030	1	1.029	1.029	10.00, 860			1/2	1.037	10.00, 860
1	1.019	—	—	1.019	10.11, 772			1/2	1.016	10.11, 772
1	1.003	—	—	1.004	10.21, 854			1/2	1.006	10.21, 854

Параметр элементарной ячейки, Å

10.29±0.02

10.29±0.02

10.34±0.01

10.42±0.02

Примечание. Условия съемки: РКД 57.3 мм, резиновый шарик  $d = 0.2$  мм, асимметричная закладка пленки, FeK $\alpha$ .

чество исследуемого вещества в резиновом шарике). Кроме того, не исключены также различные эффекты поглощения, связанные с разной рассеивающей способностью фаз, обладающих существенно различной плотностью. Тем не менее все рефлексы порошкограммы талфенисита индицируются в предположении примитивной кубической ячейки с периодом 10.29 Å. Уменьшение параметра решетки нового минерала по сравнению

с джерфшеритом обусловлено, видимо, изменением соотношений количеств атомов, находящихся в структуре в тетраэдрической координации (замена никеля и меди на железо), поскольку радиусы  $K^+$  и  $Tl^+$  близки друг к другу. Это предположение подтверждается обнаружением калиевого сульфида, богатого железом (Clarke и др., 1977), у которого  $a = 10.29 \text{ \AA}$ .

Несмотря на наличие линий в «дальних» углах рентгенограммы, для измерения периода была использована линия 940 как наиболее узкая и интенсивная (надежно измеренная). Период элементарной ячейки  $a_{940} = 10.29 \pm 0.01 \text{ \AA}$ ,  $V_0$  талфенисита  $1089.55 \text{ \AA}^3$ , рентгеновская плотность, если принять  $Z=1$  (как у джерфшерита),  $5.26 \text{ г/см}^3$ .

Талфенисит, как и талкусит, тесно ассоциирует с минералами платинотеллуридного парагенезиса, формирование которого происходило в заключительные этапы рудообразования (Генкин, 1968) в результате накапливания в остаточном флюиде наряду с платиноидами, оловом, сурьмой, золотом, серебром, висмутом и теллуrom также и таллия.

Мы глубоко признательны Н. И. Шумской за помощь, оказанную при исследовании талфенисита.

Полированный шлиф, содержащий талфенисит, передан в Горный музей Ленинградского горного института.

#### Литература

- Ваулин Л. Л., Суханова Е. Н. (1970). Октябрьское медно-никелевое месторождение. Разв. и охр. недр, № 4.
- Генкин А. Д. (1968). Минералы платиновых металлов и их ассоциации в медно-никелевых рудах Норильского месторождения. «Наука».
- Генкин А. Д., Тронева Н. В., Журавлев Н. Н. (1969). Первая находка в рудах сульфида калия, железа и меди — джерфшерита. ГРМ, № 5.
- Дистлер В. В., Генкин А. Д., Филимонова А. А., Хитров В. Г., Лапутина И. П. (1975). Зональность медно-никелевых руд Талнахского и Октябрьского месторождений. ГРМ, № 2.
- Дмитриева М. Т. (1976). Кристаллохимические формулы джерфшерита со структурных позиций. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4.
- Дмитриева М. Т., Илюхин В. В. (1975). Кристаллическая структура джерфшерита. ДАН СССР, сер. физ., т. 223, № 2.
- Коваленкер В. А., Лапутина И. П., Евстигнеева Т. Л., Изотко В. М. (1976). Талкусит  $Cu_{3-x}Tl_xFe_{1+x}S_4$  — новый сульфид таллия из медно-никелевых руд Талнахского месторождения. ЗВМО, вып. 2.
- Рудашевский Н. С., Макаров В. Н., Медведева Э. М., Баллах В. В., Пермьяков Ю. И., Митенков Г. А., Карпенков А. И., Будько И. А., Шишкин Н. Н. (1976). Урванцевит  $Pd(Bi, Pb)_2$  — новый минерал в системе Pd—Bi—Pb. ЗВМО, вып. 6.
- Clarke D. V., Pe G. G., Maskau R. M., Gill K. R., O'Hara M. I., Gard I. A. (1977). A new potassium-ironnickel sulphide from a notule in kimberlite. Earth and Planet. Sci. Lett., v. 35, N 3.
- Fuchs L. H. (1966). Djerfisherite. alkali copperiron sulfides: a new mineral from enstatite chondrites. Science, v. 153, N 3.

УДК 549.755.345+553.252.2 (470.56)

Д. чл. О. К. ИВАНОВ

#### ЦИНКСОДЕРЖАЩИЙ АЛЮМОХАЛЬКОСИДЕРИТ — ПЕРВАЯ НАХОДКА В СССР

В 1966 г. геологом Блявинского рудника В. А. Петровым через Б. В. Чеснокова в Уральский геологический музей был передан на определение минерал, оказавшийся алюмохалькоксидеритом. Найден этот минерал в СССР впервые.