

А. Д. ГЕНКИН, Т. Л. ЕВСТИГНЕЕВА, И. П. ЛАПУТИНА, Ю. Э. УГАСТЕ

ПЕРВАЯ НАХОДКА ФРУДИТА (PdBi_2) В СССР

(Представлено академиком Ф. В. Чухровым 18 III 1971)

Минерал фрудит был обнаружен впервые в 1958 г. в платиновом концентрате медно-никелевых руд рудника Фруд в канадском месторождении Садбери (1). Об условиях его нахождения в рудах данные в литературе отсутствуют. До настоящего времени он не отмечен ни в одном другом месторождении.

Нами фрудит был найден в жильных пентландит-пирротин-халькопиритовых рудах Октябрьского месторождения (Норильский район) в тесной ассоциации со сперритом и галенитом. В изученных нами шлифах он большей частью образует каймы мощностью до 0,1 мм и длиной до

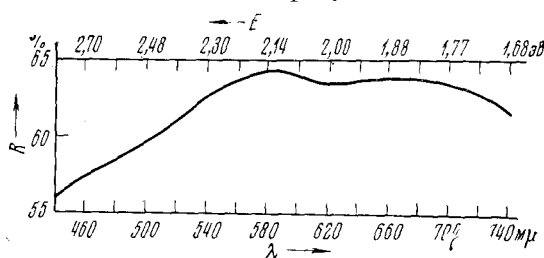


Рис. 1. Спектр отражения фрудита. Октябрьское месторождение. Обр. № КЗ-850

1 мм по границе порфиroidных выделений пентландита и пирротина. Наблюдаются четкие признаки возникновения фрудита путем замещения пентландита, о чем свидетельствует изрезанная бахромчатая граница минералов и пластинчатые реликты пентландита в фрудите.

Из платиновых минералов в сростании с фрудитом находится сперрит, представленный своеобразными пластинчатыми скелетными кристаллами, и еще недостаточно изученный минерал $\text{Pd}_2(\text{Sn}, \text{Sb})$ (Pd 63,0, Sn 33,0, Sb 5,0 вес. %; MS = 46, «Самеса»).

В отраженном свете фрудит выглядит серовато-белым с заметным зеленовато-желтоватым оттенком. Двухотражение не наблюдается. В скрещенных николях слабоанизотропный. Цветные эффекты анизотропии отсутствуют. Значения отражательной способности фрудита определены Л. Н. Вьяльсовым на спектрофотометре его конструкции:

λ , мμ	440	460	480	500	520	540	560	580
R, %	56	57,3	58,4	59,8	61,0	62,8	63,7	64,3
λ , мμ	600	620	640	660	680	700	720	740
R, %	64,0	63,6	63,8	63,9	63,9	63,6	63,0	61,8

Спектр отражения минерала показан на рис. 1. Характерной особенностью спектра отражения PdBi_2 является наличие двух широких максимумов при 580 и 680 мμ.

Состав минерала определялся на электронном рентгеновском микроанализаторе MS-46 (фирмы «Самеса»). Качественный анализ показал, что основными компонентами соединения являются палладий и висмут; обнаружена незначительная примесь теллура.

Таблица 1

Элементы	Содержание		
	вес. %	вес. % в пересч. на 100%	ат. колич.
Pd	49,30	29,07	0,179
Bi	81,50	80,55	0,386
Te	0,39	0,38	0,003

Сумма 101,9

Формула $\text{Pd}_{0,92}(\text{Te}_{0,02}, \text{Bi}_{1,98})_2$

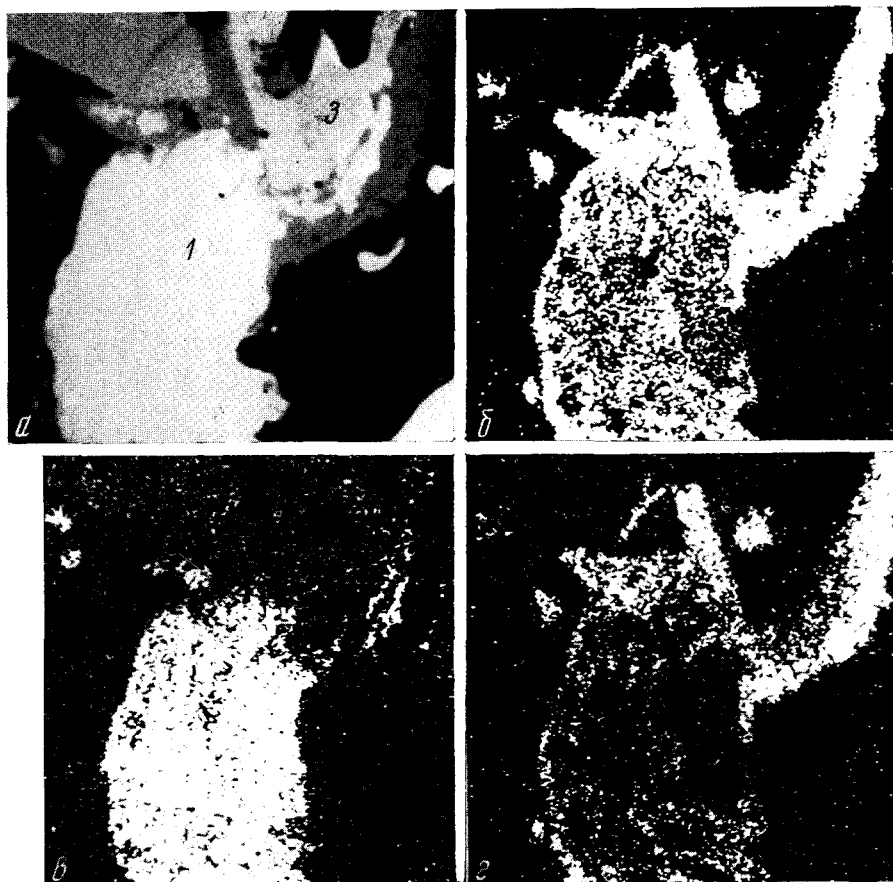


Рис. 2. Срастание PdBi_2 (1), $\text{Pd}_2(\text{Sn}, \text{Sb})$ (2) и сперрилита (3). Изображение получено при сканировании участка $200 \times 200 \mu$. а — в поглощенных электронах (черное — пентландит, пирротин), б — PdL_{α_1} , в — BiL_{α_1} , г — SnL_{α_1} .

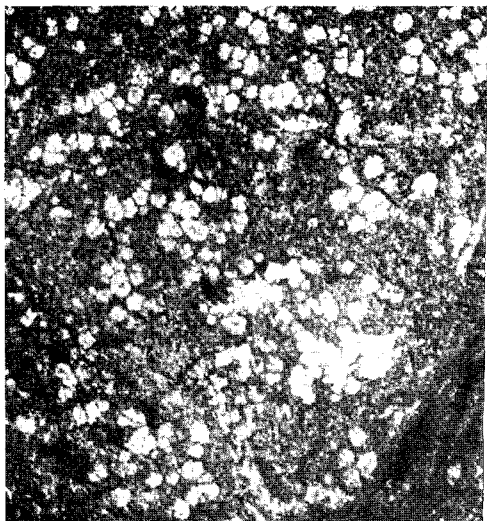


Рис. 1

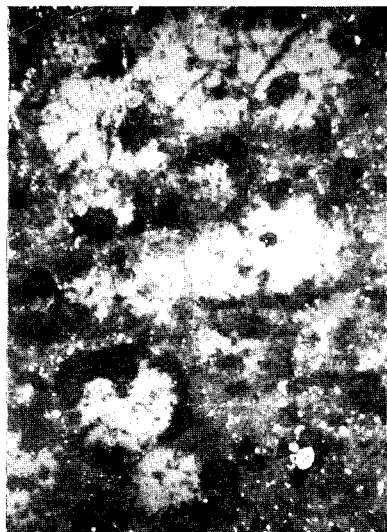


Рис. 2

Рис. 1. Скопления ванадиевых гранатов в углисто-кремнистом сланце. 16×

Рис. 2. Кристаллы ванадиевых гранатов в обогащенном тонкодисперсным пиритом углисто-кремнистом сланце. Отраженный свет. 120×

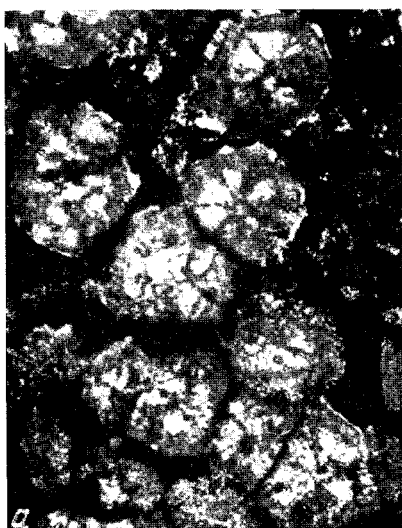


Рис. 3. Кристаллы ванадиевых гранатов в проходящем свете без анализатора. Видно секторальное строение зерен и концентрическая зональность. а — 120 ×, б — 420 ×

Таблица 2

№№ п.п.	Фрудит. Октябрь- ское месторожде- ние		Фрудит, Садберн (*)		
	I	d_{α} , Å	I	d_{α} , Å	hkl
1	—	—	2	6,24	200
2	1	3,14	1	3,14	111, 400
3	10	2,97	7	2,97	310
4	5	2,81	2	2,81	311
5	9	2,76	10	2,77	002, 202
6	3	2,49	7	2,48	401, 311
7	3	2,35	4	2,35	402, 112, 202
8	9	2,21	7	2,21	312, 112
9	5	2,14	5	2,14	510, 511, 020
10	3	2,09	5	2,09	601
11	1	2,00	—	—	—
12	1	1,912	1	1,881	511, 203, 312, 512
13	3	1,687	4	1,689	022, 222, 313
14	1	1,638	6	1,637	710, 113
15	—	—	2	1,590	801, 222, 422
16	3	1,552	8	1,536	603, 712, 512, 800
17	1	1,501	4	1,497	621, 711, 620,
18	1	1,449	1	1,453	313, 403
19	1	1,414	1	1,419	130, 801, 223
20	1	1,279	2	1,281	—
21	1	1,256	1	1,261	—
22	1	1,234	1	1,244	—
23	3	1,176	4	1,185	—
24	1	1,112	3	1,118	—
25	—	—	3	1,075	—
26	—	—	0,5	1,052	—
27	—	—	1	1,034	—
28	—	—	0,5	1,015	—
29	—	—	2	0,980	—
30	—	—	0,5	0,964	—
31	—	—	0,5	0,952	—
32	—	—	0,5	0,942	—
33	—	—	1	0,934	—
34	—	—	1	0,915	—
35	—	—	1	0,907	—
36	—	—	1	0,900	—

Примечание. Образец фрудита из Октябрьского месторождения снят Г. В. Басовой в РКД-57 на УРС-55, λFe .

Количественный анализ проводился сравнением интенсивностей линий $\text{Pd } L_{\alpha_1}$, $\text{Bi } L_{\alpha_1}$ и $\text{Te } L_{\alpha_1}$ образца и эталонов (синтетический Pd Bi и металлические Pd , Bi и Te). Относительные интенсивности пересчитывались в весовые концентрации по формулам Филлибера и Кастена (^{2, 3}). Эмпирические коэффициенты взяты из работы Шпрингера (⁴), коэффициенты поглощения — Хейнриха (⁵), поправка на атомный номер вводилась по Данкамбу и Риду (⁶).

Распределение элементов в фрудите и минерале $\text{Pd}_2(\text{Sn}, \text{Sb})$ хорошо видно на снимках в рентгеновских лучах Bi , Pd и Sn (рис. 2б, в, г). Результаты анализа фрудита (табл. 1) подтверждают состав PdBi_2 .

С образца методом «резинового шарика» была снята дебаграмма минерала. Из-за недостаточного количества вещества в области углов θ , близких к 90° , линии оказались слабыми не могли быть промерены. Межплоскостные расстояния фрудита Октябрьского месторождения, как видно из табл. 2, хорошо совпадают с результатами Хоули и Берри (⁴). Незначительная примесь Te в нашем образце не изменила дифракционной картины $\alpha\text{-PdBi}_2$. Сохраняются и параметры моноклинной ячейки (пространственная группа $C_{2h}^3 - C(\frac{2}{m})$: $a = 12,75$, $b = 4,29$, $c = 5,67$ Å, $\beta =$

$\approx 102^{\circ}53'$ *. Это подтвердилось расчетом параметров по нескольким отражениям (510; 022, 603).

Таким образом, проведенные исследования позволили установить фрудит в медно-никелевых рудах Октябрьского месторождения и показать, что фрудит и ассоциирующие с ним другие минералы платиновой группы и галенит возникли в поздние моменты образования руд после кристаллизации главных рудообразующих минералов: пирротина, халькопирита и пентландита.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
9 III 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ J. E. Hawley, L. G. Berry, *Canad. Mineral.*, **10**, № 9 (1958). ² J. Philibert, *Nat. Bur. Stand., Spec. Publ.*, № 298, 133 (1968). ³ R. Castaing, *Adv. in Electronics and Electron Physics*, **13**, 317 (1968). ⁴ G. Springer, *Forsch. Mineral.*, **45**, **1**, 103 (1967). ⁵ K. F. J. Heinrich, In: *X-Ray Optics and Microanalysis*, IV Intern. Congress, Orsény, 1965. ⁶ P. Duncumb, S. J. B. Reed, *Nat. Bur. Stand., Spec. Publ.*, № 298, 133 (1968). ⁷ S. V. Burr, M. A. Peacock, *Toronto Univ. Studies*, **47**, 19 (1942).

* Данные Бара и Пиккока (7) для синтетического α -PdBi₂, подтвержденные Хоули и Берри для фрудита из Садбери (1).