

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И НАЗВАНИЯ МИНЕРАЛОВ

УДК 549.313

Д. чл. Е. Н. ЗАВЬЯЛОВ, В. Д. БЕГИЗОВ

О НОВОМ ВИСМУТОВОМ МИНЕРАЛЕ ИНГОДИТЕ Bi_2TeS ¹

Для выявления сомнительного сульфотеллурида висмута грюнлингита Bi_4TeS_3 исследованы образцы, находящиеся в музеях под этим названием. Впервые этот минерал выделен на месторождении Кэррок-Фелл (Камберленд, Англия) на основании двух химических анализов (Muthmann, Schröder, 1898), однако последующие попытки обнаружить грюнлингит в образцах из этого месторождения оказались безуспешными: рентгеновские данные образцов грюнлингита в Гарвардском минералогическом музее (Fronde!, 1940), в Национальном музее США (Reasock, 1941), в коллекции Д. Мердоха (Harcourt, 1942) показали жозеит-А.² С тех пор существование грюнлингита находится под сомнением (Reasock, 1941; Hey, 1955; Berry, Thompson, 1962; Strunz, 1970), хотя на «однородном листоватом агрегате» ($50 \times 25 \times 5$ мм) из месторождения Рецбанья (Бихор, Румыния) получены три сходных с ним химических анализа (Koch, 1948; Grasselly, 1948), к сожалению, без рентгеновских данных.

В результате проведения данной работы выяснилось, что в настоящее время отсутствуют образцы, содержащие грюнлингит: Британский музей (естественной истории) вообще не имеет минерала под таким названием (сообщение А. М. Кларка), в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана АН СССР вместо грюнлингита (обр. 69524, Мина дель Винагре, Испания) находится графит, в музее МГРИ (обр. 27303, Кэррок-Фелл, Камберленд) — висмутии с включением жозеита-А (табл. 1, обр. 4), даже в оригинальном образце (Рецбанья, Бихор, Румыния) из «коллекции Ш. Коха», полученном нами от Д. Грасселли (Сегедский университет, Венгрия), — не грюнлингит, а жозеит-А (табл. 1, обр. 115).

При изучении «грюнлингита» из месторождения Брэнди-Джилл, Камберленд (обр. 77) в ассоциации с висмутином установлены жозеит-А (табл. 1) и новый сульфотеллурид висмута, имеющий химический состав, отличающийся от составов известных минералов и отвечающий с некоторыми отклонениями от стехиометрии формуле Bi_2TeS (табл. 1). Близкий химический состав имеет сульфотеллурид, установленный также в ассоциации с висмутином и жозеитом-А (табл. 1) в материале из месторождения Ингода (обр. 37), по которому новый минерал получил название «ингодит» (ingodite). Сульфотеллуриды висмута с похожим соотношением элементов, но со значительным содержанием свинца уже описаны в литературе (Годовиков и др., 1971; Дружинин и др., 1975; Онтюев и др., 1975; Онтюев и др., 1978), однако, судя по рентгенограмме, приведенной А. А. Годовиковым, эти соединения значительно отличаются от ингодита по структуре.

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 29 октября 1979 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 27 августа 1980 г.

² Единственная рентгенограмма грюнлингита (образец Парижского национального музея естественной истории; Ронгген-Джилл, Камберленд; Garrido, Feo, 1938) общепризнано не является достоверной, наиболее вероятно, что она получена с неоднородного материала.

Таблица 1

Химический состав изученных сульфотеллуридов висмута

Образец	Название минерала	Содержание элементов, мас. %							Формула
		Bi	Pb	Sb	Te	S	Se	сумма	
37-1/1	Ингодит	73.3	0.6		19.3	6.3	0.1	99.6	$(\text{Bi}_{2.00}\text{Pb}_{0.02})_{2.02}\text{Te}_{0.86}(\text{S}_{1.13}\text{Se}_{0.02})_{1.14}$
37-1/2	»	71.2	0.6		20.7	6.2	0.4	99.1	$(\text{Bi}_{1.94}\text{Pb}_{0.02})_{1.96}\text{Te}_{0.92}(\text{S}_{1.10}\text{Se}_{0.02})_{1.12}$
37a	»	71.9	1.2		21.3	5.5		99.9	$(\text{Bi}_{2.00}\text{Pb}_{0.03})_{2.03}\text{Te}_{0.97}\text{S}_{1.00}$
776	»	69.9			25.2	5.2		100.3	$\text{Bi}_{1.93}\text{Te}_{1.14}\text{S}_{0.94}$
776*	»	68.8		0.15	25.3	5.1		99.35	$(\text{Bi}_{1.92}\text{Sb}_{0.01})_{1.93}\text{Te}_{1.15}\text{S}_{0.93}$
37-2	Жозеит-А	78.3	1.1		13.3	6.2	0.2	99.1	$(\text{Bi}_{3.86}\text{Pb}_{0.06})_{3.92}\text{Te}_{1.07}(\text{S}_{1.99}\text{Se}_{0.03})_{2.02}$
37a-1	»	79.4	1.2		12.5	6.2		99.3	$(\text{Bi}_{3.93}\text{Pb}_{0.06})_{3.99}\text{Te}_{1.01}\text{S}_{2.00}$
77a	»	82.2			11.6	6.6		100.4	$\text{Bi}_{3.99}\text{Te}_{0.92}\text{S}_{2.09}$
4a	»	81.5			12.6	6.2		100.3	$\text{Bi}_{4.05}\text{Te}_{1.02}\text{S}_{2.00}$
4б	»	80.5			12.9	6.1		99.5	$\text{Bi}_{4.05}\text{Te}_{1.06}\text{S}_{2.00}$
115	»	79.4	1.2		12.6	6.1		99.3	$(\text{Bi}_{3.94}\text{Pb}_{0.06})_{4.00}\text{Te}_{1.02}\text{S}_{1.97}$

Примечание. Анализ образца, отмеченного звездочкой, для контроля выполнен на микроанализаторе MS-46 И. П. Лапутиной, ИГЕМ. Условия анализа: рентгеновский микроанализатор МАР-2, ускоряющее напряжение 35 кВ, ток вольта 0.05–0.1 мкА. Аналитические линии для Bi, Pb, Te — L_{α_1} , для S, Se — K_{α} . Эталоны — химически чистый висмут, галенит, синтетические PbTe, PbSe, Bi_2Te_3 . Вводились поправки на поглощение и атомный номер (Springer, 1967). Проанализировано 6 верев, интенсивности рентгеновского излучения на образцах измерялась в 3–4 точках, продолжительность счета импульсов 100 с. Точность анализов для основных минералообразующих компонентов (Bi, Te, S) не хуже 3 отн. %.

Дебаеграммы ингодита в общих чертах наиболее близки к дебаеграмме тетрадимита, однако и существенно отличаются от нее: некоторые средние и слабые линии смещены или отсутствуют, а также появились новые (табл. 2).³ При рентгеновском изучении образцов особое внимание уделено анализу относительного расположения на рентгенограммах рефлексов подструктуры (трехслойная упаковка) и сверхструктуры (мотив заполнения слоев атомами), которое зависит от содержания халькогена в соединении (Стасова, Карпинский, 1967). Закономерность расположения соответствующих этим рефлексам линий на дебаеграммах использована нами для определения характера их индцирования и соответственно параметров гексагональной решетки (Завьялов и др., 1976). Для этого взяты две наиболее интенсивные подструктурные линии, имеющие индексы $(01\bar{1}l_0)$ и $(01\bar{1}2l_0)$: 3.10–3.11, 2.27–2.28 Å, и сверхструктурная линия базального отражения $(000l_s)$: 4.59–4.70 Å (табл. 2). Из рассчитанных значений отношений l_0/l_s , равных 0.795–0.812, следует, что индексы l_0 и l_s равны соответственно 4 и 5, т. е. отвечают, как и параметры решетки, 12-слойной структуре (табл. 2 и 3). Следует указать, что для тетрадимита подобный расчет показал 15-слойную, а для жозеита-А 24-слойную структуры. Окончательные параметры решетки изученных образцов уточнены по всем линиям дебаеграмм (с помощью ЭВМ). При индцировании было установлено, что 7 из 35 линий дебаеграммы ингодита не отвечают полученным параметрам, поэтому параметр c_0 был утроен. Из этого следует, что структура нового минерала 36-слойная. Судя по тому, что большинство линий дебаеграмм ингодита не отвечает условию ромбоэдричности, его пространственная группа, очевидно, одна из трех: $P\bar{3}m1$, $P3m1$, $P321$.

В изученных образцах сульфотеллуриды висмута однородны и слагают листоватые агрегаты.

Обр. 77 — «Грюнлингит» (минералогический музей ЛГИ, № 31a/2, материал получен нами для изучения от В. И. Степанова, ИМГРЭ), Брэнди-

³ Ввиду малого размера препарата, полученного из обр. 37, полнота и надежность данных его дебаеграмм невысокие.

Таблица 2

Результаты расчета дебаеграмм ингодита, тетрадимита и жозента-А

Ингодит						Тетрадимит			Жозент-А			
обр. 37			обр. 77			hkl	обр. 14			обр. 45		
I	d _{изм}	d _{вмч}	I	d _{изм}	d _{вмч}		I	d _{изм}	hkl	I	d _{изм}	hkl
2	4.59	4.63	3	4.70	4.66	0.0.0.15	5	4.91	0006	3	4.41	0009
			2	3.66	3.66	10 $\bar{1}$ 2	1	3.64	$\bar{1}$ 011	1	3.64	10 $\bar{1}$ 2
			1	3.31	3.32	10 $\bar{1}$ 9	1	3.29	0009	2	3.33	10 $\bar{1}$ 5,
10	3.10	3.10	10	3.11	3.11	1.0. $\bar{1}$.12	10	3.13	10 $\bar{1}$ 5	10	3.10	0.0.0.12
<1	2.75	2.73	<1	2.87	2.89	1.0. $\bar{1}$.15,						10 $\bar{1}$ 7
<1	2.68	2.67	1	2.70	2.69	1.0. $\bar{1}$.17	2	2.78	$\bar{1}$ 017	1	2.71	$\bar{1}$.0. $\bar{1}$.10
		2.66	1	2.65	2.67	0.0.0.26	3			1	2.65	0.0.0.15
						1.0. $\bar{1}$.18	3	2.61	10 $\bar{1}$ 8	2	2.59	1.0. $\bar{1}$.11
5	2.27	2.27	6	2.28	2.28	1.0. $\bar{1}$.24	3	2.46	0.0.0.12			
							7	2.31	1.0. $\bar{1}$.10	8	2.25	1.0. $\bar{1}$.14
4	2.13	2.12	5	2.13	2.12	11 $\bar{2}$ 0	3	2.16	1.0. $\bar{1}$.11	2	2.21	0.0.0.18
							4	2.13	11 $\bar{2}$ 0	3	2.13	11 $\bar{2}$ 0
										3	2.06	$\bar{1}$.0. $\bar{1}$.16
							2	1.971	0.0.0.15	3	1.973	1.0. $\bar{1}$.17
3	1.929	1.928	4	1.942	1.942	0.0.0.36	1	1.953	11 $\bar{2}$ 6			
							4	1.932	$\bar{1}$.0. $\bar{1}$.13			
<1	1.818	1.817	1	1.829	1.829	20 $\bar{2}$ 4,	1	1.833	1.0. $\bar{1}$.14	1	1.915	11 $\bar{2}$ 9
						20 $\bar{2}$ 6				3	1.894	0.0.0.21,
<1	1.786	1.787	1	1.788	1.790	1.1. $\bar{2}$.21,	1	1.784	11 $\bar{2}$ 9	2	1.823	0.0. $\bar{1}$.18
		1.790	1	1.790	1.790	20 $\bar{2}$ 9				1	1.787	1.1. $\bar{2}$.12
2	1.756	1.753	3	1.756	1.754	2.0. $\bar{2}$.12	2	1.761	20 $\bar{2}$ 5	3	1.752	20 $\bar{2}$ 7
							1	1.691	20 $\bar{2}$ 7			
5	1.647	1.643	1	1.644	1.645	2.0. $\bar{2}$.19	1	1.648	20 $\bar{2}$ 8	3	1.658	1.1. $\bar{2}$.15,
												0.0.0.24
<1	1.603	1.602	1	1.629	1.627	2.0.2.20,	2	1.642	0.0.0.18	2	1.623	1.0. $\bar{1}$.22
						1.0. $\bar{1}$.39	2	1.608	1.1. $\bar{2}$.12			
			1	1.588	1.589	0.0.0.44				1	1.566	1.0. $\bar{1}$.23
			1	1.577	1.578	1.0. $\bar{1}$.40	2	1.573	1.0. $\bar{1}$.7			
2	1.554	1.552	2	1.554	1.555	2.0. $\bar{2}$.24	2	1.562	2.0. $\bar{2}$.10	3	1.545	2.0.2.14
										2	1.532	1.1. $\bar{2}$.18
							1	1.519	2.0.2.11			
							3	1.446	1.1. $\bar{2}$.15	1	1.461	1.0. $\bar{1}$.25
			3	1.430	1.431	1.0. $\bar{1}$.45,	2	1.431	1.0. $\bar{1}$.19,			
				1.433	1.433	1.1. $\bar{2}$.36			2.0 $\bar{2}$.13	4	1.415	1.1. $\bar{2}$.21,
1	1.419	1.421				2.0. $\bar{2}$.31,						2.0.2.18
		1.417				0.0.0.49						
1	1.386	1.386	1	1.385	1.386	12 $\bar{3}$ 4	1	1.389	2.0.2.14			
1	1.367	1.369	1	1.367	1.368	12 $\bar{3}$ 9	1	1.373	1.0. $\bar{1}$.20			
2	1.353	1.352	3	1.352	1.352	1.2. $\bar{3}$.12	3	1.354	12 $\bar{3}$ 5	3	1.350	12 $\bar{3}$ 7
							1	1.321	12 $\bar{3}$ 7	1	1.328	1.0. $\bar{1}$.28
2	1.302	1.300	3	1.299	1.300	1.2. $\bar{3}$.19	5	1.300	1.1. $\bar{2}$.18	3	1.308	1.1. $\bar{2}$.24
				1.301	1.301	2.0.2.38				1	1.287	1.0. $\bar{1}$.29,
												2.0.2.22
1	1.276	1.277	1	1.269	1.271	0.0.0.55				1	1.261	2.0.2.23
						1.0. $\bar{1}$.51						
3	1.254	1.253	2	1.254	1.255	1.2. $\bar{3}$.24	3	1.260	1.2. $\bar{3}$.10,	2	1.250	1.2. $\bar{3}$.14
				1.254	1.254	1.1. $\bar{2}$.45			1.0. $\bar{1}$.24			
							1	1.243	0.0.0.24			
3	1.224	1.224	2	1.226	1.226	30 $\bar{3}$ 0,	1	1.228	30 $\bar{3}$ 0	1	1.227	30 $\bar{3}$ 0
						30 $\bar{3}$ 4						

Таблица 2 (продолжение)

Ингодит						Тетрадимит			Жозеит-А			
обр. 37			обр. 77			hkil	обр. 14			обр. 45		
I	d _{изм}	d _{выч}	I	d _{изм}	d _{выч}		I	d _{изм}	hkil	I	d _{изм}	hkil
4	1.208	1.208	2	1.209	1.211	30 $\bar{3}$ 9, 30 $\bar{3}$.10	4	1.214	1.1. $\bar{2}$.20, 1.0. $\bar{1}$.23	3	1.213	1.1. $\bar{2}$.27, 1.0. $\bar{1}$.31
			1	1.176	1.1. $\bar{2}$.21	1	1.179	1.0. $\bar{1}$ 3.2, 1.2. $\bar{3}$.18				
									1	1.162	30 $\bar{3}$ 8	1
			1	1.151	2.0. $\bar{2}$.20, 30 $\bar{3}$ 9	2	1.126	3.0. $\bar{3}$.14				
									1	1.112	1.2. $\bar{3}$.16	1
			1	1.097	3.0. $\bar{3}$.12	2	1.101	3.0. $\bar{3}$.16				
									2	1.086	1.0. $\bar{1}$.26, 2.0. $\bar{2}$.22	1
			1	1.063	22 $\bar{4}$ 0	1	1.072	3.0. $\bar{3}$.18				
									2	1.053	2.0. $\bar{2}$.23	1
			2	1.049	1.1. $\bar{2}$.33, 22 $\bar{4}$ 9	2	1.053	2.0. $\bar{2}$.31, 22 $\bar{4}$ 5				
									2	1.036	1.036 1.035	1.2. $\bar{3}$.45, 2.2. $\bar{4}$.15
			3	1.015	1.0. $\bar{1}$.28	3	1.030	1.2. $\bar{3}$.26, 3.0. $\bar{3}$.21				
									2	1.009	1.011 1.009	2.2. $\bar{4}$.21, 1.3. $\bar{4}$.10
			2	1.004	1.004 1.004	3.0. $\bar{3}$.40, 1.0. $\bar{1}$.67	2	1.006				
1	0.983	0.984 0.983							2.0. $\bar{2}$.60, 1.1. $\bar{2}$.63	3	0.983	3.0. $\bar{3}$.18
			1	0.994	1.2. $\bar{3}$.28	1	0.987	3.0. $\bar{3}$.24, 2.2. $\bar{4}$.15				

Примечание. Обр. 14 и 45 взяты нами за эталоны (Завьялов, Бегизов, 1978). Условия съемки: FeK α излучение, камеры РКД-57.3, диаметр препаратов (мм), приготовленных по методу С. Химстры (Niemstra, 1956): обр. 37 — 0.2, обр. 77 — 0.4. При расчете дебаграмм вводились поправки, полученные по эталонным веществам (NaCl и PbS).

Таблица 3

Структурные параметры ингодита тетрадимита и жозеита-А

Обра- зец	Название минерала	a, Å	c, Å	3c, Å	N	V, Å ³	Z	$\rho_{\text{выч}}$, г/см ³
37	Ингодит	4.249	23.14	69.42	36	1085.37	9	7.84
77	»	4.247	23.30	69.90	36	1091.84	9	7.92
14	Тетрадимит	4.252	29.58		15	463.13	3	7.52
45	Жозеит-А	4.250	39.82		21	622.87	3	8.26

Примечание. Тетрадимит и жозеит-А исследованы нами (Завьялов, Бегизов, 1978) в образцах из месторождений Жарновица и Глэзьер-Галч соответственно, где они были установлены впервые. N — число слоев в ячейке.

Джилл, Камберленд. Два гнезда в интерстициях крупных кристаллов кварца: а) остатки (7×7 и 8×2 мм) крупного ксеноморфного выделения жозеита-А, ориентированного плоскостями спайности поперек призмы бошого кристалла кварца; б) ксеноморфное зерно ингодита (шириной до 1.5 мм), вытянутое поперек спайности (до 2.5 мм), заключено между удлиненными шестоватыми выделениями висмутита.

Обр. 37 — «Жозеит и тетрадимит» (минералогический музей ИМГРЭ, из материала изученного и описанного Е. И. Доломановой, ИГЕМ и И. Ф. Григорьевым, МГРИ (Григорьев, Доломанова, 1955), Ингода, Цент-

Таблица 4
Твердость по микровдавливанию изученных сульфотеллуридов висмута

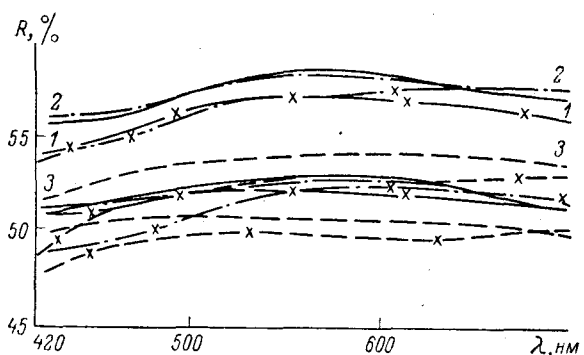
Образец	Название минерала	$H_{\text{ср}} \pm 3 \sigma$, кгс/мм ²	Образец	Название минерала	$H_{\text{ср}} \pm 3 \sigma$, кгс/мм ²
37	Ингодит	64.6 ± 10.2	45-1	Жозеит-А	72.7 ± 9.0
37а	»	60.9 ± 13.5	45-2	»	81.0 ± 6.6
14	Тетрадимит	48.1 ± 6.6	765-1	Жозеит-В	49.0 ± 3.9
14а	»	60.6 ± 8.7	765-2	»	66.5 ± 6.6

Примечание. Обр. 14, 4 и 76 взяты нами за эталоны (Завьялов, Бегизов, 1978). Условия измерения: прибор ПМТ-3 с приспособлением для автоматического нагружения, нагрузка 5 гс, исследовались неориентированные сечения. $H_{\text{NaCl}} = 21$ кгс/мм².

ральное Забайкалье. Отдельные зерна (около 1 мм) из тяжелой фракции.

Макроскопически новый минерал не отличается от известных слоистых халькогенидов висмута, т. е. также имеет серебристо-белый цвет, металлический блеск, весьма совершенную спайность в одном направлении, по плоскостям спайности легко расщепляется на гибкие, но неупругие листочки, немагнитен, хрупкий и мягкий, весьма плохо полируется. По

твердости микровдавливания ингодит весьма трудно отличить от других сульфотеллуридов висмута (табл. 4). В отраженном свете ингодит белый, дву-



Спектры отражения (R'_g и R'_p) ингодита (1), тетрадимита (2) и жозеита-А (3). Звездочкой отмечены спектры, полученные на установке фирмы Leitz.

отражение заметно в воздухе (от кремово-белого до серовато-белого), в скрещенных николях умеренно анизотропный в желтовато-серых тонах. Абсолютные значения коэффициентов отражения для одного образца, полученные на разных приборах, несколько расходятся, поэтому приходится ограничиться относительным сравнением спектров отражения изученных сульфотеллуридов висмута (см. рисунок, табл. 5). Спектры отражения ингодита почти не отличаются от спектров тетрадимита и немного отличаются от спектров жозеита-А большей величиной двуотражения. Следовательно, по физическим свойствам, особенно измеренным на неориентированных сечениях, отличить новый минерал от других сульфотеллуридов висмута весьма сложно.

Таким образом, на основании данных по химическому составу и структурным особенностям сульфотеллуридов висмута в описанных образцах установлен новый минерал — ингодит. Эти сведения без введения названия для описанного нового минерала вошли в публикацию о конституции сульфотеллуридов висмута разных структурных типов (Завьялов, Бегизов, 1978).

В заключение авторам приятно выразить благодарность В. И. Степанову за предоставленные образцы и внимание к работе.

Литература

- Годовиков А. А., Кочеткова К. В., Лаврентьев Ю. Г. (1971). Сульфотеллуриды висмута месторождения Сохондо. ЗВМО, вып. 3.
Григорьев И. Ф., Доломанова Е. И. (1955). Жозеит из грейзено-

вого оловорудного месторождения Центрального Забайкалья. Тр. Минер. музея АН СССР, вып. 7.

Дружинин А. В., Онтоев Д. О., Игнатов А. В., Соколов Е. М., Цепин А. И. (1975). Стадийность и минеральные ассоциации сульфидно-шеелитового месторождения Кти-Теберда (Северный Кавказ). ГРМ, № 5.

Завьялов Е. Н., Бегизов В. Д., Нечелюстов Г. Н. (1976). Новые данные о хедлните. ДАН СССР, т. 230, № 6.

Завьялов Е. Н., Бегизов В. Д. (1978). О новых типах сульфотеллуридов висмута. Изв. вузов. Геол. и разв., № 10.

Онтоев Д. О., Цепин А. И., Вяльсов Л. Н. (1975). Сульфотеллурид висмута из Восточного Забайкалья. В сб.: Минералы и парагенезисы минералов эндогенных месторождений. «Наука».

Онтоев Д. О., Дружинин А. В., Вяльсов Л. Н., Цепин А. И. (1978). Сульфотеллуриды висмута Кти-Тебердинского месторождения (Северный Кавказ). ЗВМО, вып. 2.

Стасова М. М., Карпинский О. Г. (1967). О слоистости в структурах селенидов и теллуридов висмута и теллуридов сурьмы. Журн. структурн. хим., т. 8, № 1.

Berry L. G., Thompson R. M. (1962). X-ray powder data for ore minerals. The Peacock atlas. Mem. Geol. Soc. Amer., v. 85.

Fron del C. (1940). Redefinition of tellurobismuthite and vandiestite. Amer. Jour. Sci., v. 238.

Garrido J., Feo R. (1938). Sur les sulfotellurures de bismuth. Bull. Soc. franc. Min., v. 61.

Grasselly J. (1948). Analyses of some bismuth minerals. Acta mineralogica, petrographica, t. 2.

Harcourt G. A. (1942). Table for the identification of ore minerals by x-ray powder patterns. Amer. Miner., v. 27, N 2.

Hey M. H. (1955). An index of mineral species and varieties arranged chemically

Таблица 5

Дисперсия отражения изученных сульфотеллуридов висмута

Название минерала	Тип прибора	R_g и R_p (%) при разных λ (нм)														
		420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700
Инголит (обр. 77)	А	55.8	55.9	56.4	56.7	57.4	58.0	58.4	58.6	58.5	58.4	58.0	57.7	57.4	57.4	57.0
	Б	51.0	51.4	51.7	52.1	52.4	52.6	52.8	52.8	52.9	52.9	52.9	52.6	52.3	51.8	51.0
Тетрадимит (обр. 14)	А	53.9	54.7	54.9	55.7	56.4	56.7	57.0	57.0	57.0	57.0	56.8	56.6	56.4	56.0	55.7
	Б	50.8	50.9	51.2	51.5	52.0	52.0	52.1	51.9	52.0	51.9	51.9	51.9	51.6	51.2	51.0
Жювиг-4 (обр. 46)	А	56.2	56.2	56.4	56.8	57.4	58.0	58.2	58.3	58.2	58.0	58.0	57.7	57.6	57.5	57.5
	Б	51.3	51.4	51.5	51.8	52.0	52.3	52.4	52.6	52.7	52.6	52.5	52.3	52.0	51.7	51.3
	А	53.6	54.2	54.8	55.5	56.3	56.8	57.0	57.0	57.0	57.4	57.6	57.5	57.4	57.4	57.4
	Б	48.8	49.2	49.6	50.1	50.8	51.4	51.8	52.0	52.2	52.3	52.2	52.0	51.9	51.7	51.6
	А	51.8	52.4	52.8	53.4	53.6	53.8	53.9	54.0	54.1	54.1	54.0	54.0	53.9	53.7	53.5
	Б	49.8	50.3	50.6	50.8	50.8	50.8	50.7	50.6	50.6	50.6	50.5	50.4	50.2	50.0	49.6
		48.2	50.4	51.1	51.6	52.0	52.4	52.8	52.6	52.5	52.6	52.9	52.8	52.6	52.7	52.8
		47.6	48.6	49.2	49.5	49.7	49.9	49.9	49.8	49.7	49.6	49.6	49.6	49.8	50.0	50.0

Примечание. Условия измерения: А — микроспектрофотометр «ОРТОН», эталон WTiC, объектив 40x0.85, размер зонда 5 мкм, усредненные значения по 3 измерениям, определены Л. И. Бочек, ЦНИИГРИ. Б — установка МРУ-2 фирмы Leitz, эталон WTiC, объектив 20x0.40, значения для инголита — усредненные по 5 измерениям, определены Д. К. Щербачевым, ИМГРЭ.

(with an alphabetical index of accepted mineral names and synonyms). 2d rev. ed. L.

Hie m s t r a S. A. (1956). An easy method to obtain x-ray diffraction patterns of small amounts of material. Amer. Miner., v. 41, N 5—6.

K o c h S. (1948). Bismuth minerals in the Carpathian Basin. Acta mineralogica, petrographica, t. 2.

M u t h m a n n W., S c h r ö d e r E. (1898). Über die Zusammensetzung einiger Tellurmineralien. Zeits. Krist., v. 29.

P e a c o c k M. A. (1941). On joesite, grünlingite, orueteite. Univ. Toronto stud., Geol. ser., v. 46.

S p r i n g e r G. (1967). Die Berechnung von Korrekturen für die quantitative Elektronenstrahl-Mikroanalyse. Fortschr. Miner., v. 45, N 1.

S t r u n z H. (1970). Mineralogische Tabellen. Leipzig.

Московский геологоразведочный институт.

УДК 549.0

Д. чл. А. П. ХОМЯКОВ, Ю. А. МАЛИНОВСКИЙ, С. М. САНДОМИРСКАЯ

ФЕРРОТИХИТ $\text{Na}_6\text{Fe}_2(\text{SO}_4)(\text{CO}_3)_4$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

Новый сульфатокarbonат натрия и железа с изоморфной примесью магния и марганца обнаружен А. П. Хомяковым на участке Олений Ручей в юго-восточной части Хибинского щелочного массива (Кольский п-в), в буровом керне скважины 1337 на глубине 539 м от дневной поверхности. Он назван ферротихитом (ferrotychite) в связи с изоструктурностью тихиту — минералу состава $\text{Na}_6\text{Mg}_2(\text{SO}_4)(\text{CO}_3)_4$, описанному в отложениях содовых озер США и Уганды (Penfield, Jamieson, 1905; Fahey, Mrose, 1962; Nixon и др., 1971).

На рассматриваемом участке развиты породы комплексов рихсдорритов и ийолит-уртитов, содержащих тела пегматитов и прослои апатито-нефелиновых руд. Участок примыкает к зоне разлома, в пределах которой породы подверглись расщеплению, брекчированию, щелочно-карбонатному метасоматозу, развитию в цементе брекчий и прожилках анальцима, натролита, канкринита, калиевого полевого шпата, альбита, эггрина, щелочного амфибола, пектолита, кальцита, сидерита, бербанкита, термонатрита, троны, ряда редких, в том числе впервые установленных на территории СССР или в Хибинах высокощелочных карбонатов — шортита, железистого эйтелита, эвальдита, гейлюссита (Хомяков, 1980). Здесь же обнаружен еще один необычный минерал — фосфатокarbonат натрия и железа, изоструктурный сидоренкиту (Хомяков и др., 1979).

Ферротихит, находящийся в тесной ассоциации с шортитом и Fe-сидоренкитом, приурочен к осевой зоне маломощного (1.5—2 см) анальцимового прожилка, рассекающего ийолит-уртит. К этой же зоне прожилка приурочены выделения кальцита с повышенным светопреломлением ($N_0=1.680$). Призальбандовые участки прожилка обогащены темной слюдой. Новый минерал образует разрозненные скопления мелких (0.5—1 мм) зерен неправильной формы, резко выделяющихся на общем светлом фоне своей золотисто-бурой окраской. Эту окраску имеет вторичный продукт, который развивается в виде сплошной пленки по исходному минералу при его изменении в естественных условиях.

В свежем сколе ферротихит бесцветный или слегка желтоватый, прозрачный, со стекляннм блеском, раковистым изломом. Твердость изме-

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 10 апреля 1980 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 18 сентября 1980 г.