

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

H i e 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 Tellurminerale. Zeits. Krist., v. 29.

P e a c o c k M. A. (1941). On joesite, grünlingite, oruetite. 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, Grose, 1962; Nixon и др., 1971).

На рассматриваемом участке развиты породы комплексов рисчорритов и ийолит-уртитов, содержащих тела пегматитов и прослой 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, эгирина, щелочного амфибола, пектолита, кальцита, сидерита, бербанкита, термонарита, 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 ($N_0=1.680$). Призальцандовые 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.

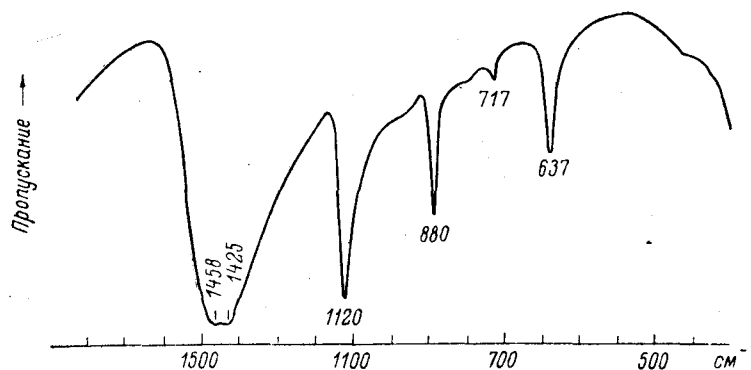
В свежем сколе ферротихит бесцветный или слегка желтоватый, прозрачный, со стеклянным блеском, раковистым изломом. Твердость изме-

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.

рена В. Ф. Недобой на микротвердометре ПМТ-3 в трех зернах минерала при нагрузке 20 гс. $H=213.8-246.6$ кгс/мм², $H_{ср}=228$ кгс/мм² (≈ 4 по шкале Мооса). Плотность, определенная микрометодом, 2.79 г/см³, вычисленная 2.794 г/см³. Минерал сильно электромагнитный. Оптически изотропный, $N=1.550$ (± 0.002).

ИК спектр минерала (см. рисунок) содержит максимумы поглощения, характерные для сульфатов ($637, 1120$ см⁻¹) и карбонатов ($717, 880, 1425-1458$ см⁻¹).

Минерал легко разлагается холодной водой с образованием не поддающегося диагностике рентгеноаморфного тонковолокнистого вещества бурого цвета. Водная вытяжка дает щелочную реакцию с фенолфталеином.



ИК спектр ферротрихита. Спектрофотометр UR-20.

Рентгенографическое исследование нового минерала выполнено Ю. А. Малиновским. Монокристалльными методами (Лауэ, КФОР, рентгенгонометр Вейсенберга, автодифрактометр «Синтекс») установлена принадлежность ферротрихита к кубической системе, пространственная группа $Fd\bar{3}$, $a_0=13.962$ (5) Å. $Z=8$. Расчет рентгенограммы порошка, проиндиферированной на основе указанной ячейки, представлен в табл. 1.

Количественный рентгеноспектральный анализ минерала проведен С. М. Сандомирской на микроанализаторе «Камебакс» фирмы «Камека». Анализ проводился при напряжении 15 кВ, токе 10 нА, диаметре зонда 1–1.5 мкм. Все элементы анализировались по линии K_{α} , эталоны: спескартин (Mn, Fe), хромит (Mg), альбит (Na), $SrSO_4$ (S). Усреднение интенсивности рентгеновского излучения проводилось по 10 точкам с экспозицией 10 с. Так как исследуемый минерал нестабилен под электронным пучком, набор интенсивности рентгеновского излучения за указанное время проводился при сканировании образца по линии вручную при скорости примерно 20–30 мкм/с.

Статистическая обработка результатов измерения и пересчет полученных интенсивностей на концентрации проведен по программе «САМАРА» на ЭВМ «ЕС-1033» (авторы С. М. Сандомирская и др.). Поскольку углерод количественно не определялся, его содержание вычислялось, исходя из формулы $Na_6(Fe, Mg, Mn)_2(SO_4)(CO_3)_4$, и вводилось в программу при расчете концентраций измеряемых элементов. Кислород учитывался по коэффициентам пересчета металлов на окислы (для Fe использовался коэффициент пересчета на FeO). Результаты анализа (табл. 2) пересчитываются при $O=16$ на эмпирическую формулу $Na_{6.01}Fe_{1.23}Mg_{0.40}Mn_{0.35}S_{0.98}C_{4.03}O_{16.0} \approx Na_6(Fe_{1.23}Mg_{0.40}Mn_{0.35})_2(SO_4)(CO_3)_4$. Химическая формула ферротрихита, установленная в результате расшифровки его кристаллической структуры (Малиновский и др., 1979), имеет вид $Na_6(Fe_{1.241}Mg_{0.401}Mn_{0.355})_2(SO_4)(CO_3)_4$.

Т а б л и ц а 1
Результаты расчета рентгенограммы порошка ферротихита и тихита

Ферротихит				Тихит (Keester, 1969)		Ферротихит				Тихит (Keester, 1969)	
I	d _{эксп}	d _{внч}	hkl	I	d _{эксп}	I	d _{эксп}	d _{внч}	hkl	I	d _{эксп}
1	7.02	6.981	200	—	—	1	1.495	1.488	664	—	—
—	—	—	—	7	4.925	2	1.470	1.464	931	—	—
9	4.18	4.209	311	76	4.187	3	1.428	1.425	844	6	1.418
—	—	—	—	24	3.190	1	1.370	1.369	10.2.0	—	—
—	—	—	—	4	2.830	4	1.351	1.350	951, 773	6	1.344
10	2.68	2.687	511, 333	100	2.674	1	1.239	1.234	880	—	—
8	2.47	2.468	440	40	2.459	1	1.200	1.197	10.6.0, 866	4	1.223
4	2.36	2.360	531	20	2.349	1.5	1.185	1.180	10.6.2	—	—
—	—	—	—	3	2.320	2	1.136	1.133	12.2.2, 10.6.4	—	—
2	2.21	2.208	620	6	2.198	1.5	1.106	1.104	12.4.0	4	1.178
2.5	2.10	2.105	622	2	2.096	2	1.069	1.068	13.1.1, 11.7.1, 11.5.5, 993	3	1.127
2	2.016	2.015	444	17	2.006	2	1.046	1.044	13.3.1, 11.7.3, 977	2	1.099
4	1.958	1.955	711, 551	15	1.946	1	1.023	1.021	13.3.3, 995	—	—
1	1.864	1.866	642	4	1.859	2	0.9799	0.9799	13.5.3, 11.9.1	—	—
1	1.819	1.818	731	2	1.810	1	0.9333	0.9329	12.8.4	—	—
2	1.750	1.745	800	17	1.736	1.5	0.8078	0.8075	17.3.4, 15.7.5, 13.11.3	—	—
1	1.708	1.706	733	6	1.698	1	0.7969	0.7969	15.9.4, 17.3.3	—	—
2	1.649	1.645	822, 660	7	1.638	1	0.7905	0.7904	14.10.4	—	—
6	1.614	1.612	751, 555	24	1.605	1	0.7865	0.7867	17.5.4, 15.9.3, 13.11.5	—	—
—	—	—	—	8	1.594	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	2	1.555	—	—	—	—	—	—
1	1.529	1.523	842	2	1.518	—	—	—	—	—	—

П р и м е ч а н и е. Условия съемки образца ферротихита: откалиброванная камера РКУ-114,6 мм, Си излучение, экспозиция 25 ч, интенсивности оценивались визуально.

По составу и свойствам ферротихит существенно отличается от тихита (табл. 1 и 2). Замена основной части магния на железо, т. е. на элемент с заметно более высокими значениями атомного веса и ионного радиуса, привела к увеличению параметра элементарной ячейки, межплоскостных расстояний, плотности и показателя светопреломления минерала. В то же время в связи с легкой окисляемостью двухвалентного железа эта замена

Т а б л и ц а 2
Химический состав и физические свойства ферротихита и тихита

Компоненты, константы	Ферротихит		Тихит, мас. % (Nixon, и др., 1971)
	мас. %	доверительный интервал (при $P=954$), %	
Na ₂ O	32.30	0.12	35.5—35.8
FeO	15.26	0.19	—
MnO	4.35	0.17	—
MgO	2.77	0.11	14.8—15.1
SO ₃	14.00	0.14	15.1—15.7
CO ₂	30.75	—	33.4—33.8
С у м м а	99.43		
Плотность, г/см ³	2.79		2.46—2.60
a_0 , Å	13.962		13.898
N	1.550		1.508—1.510

Примечание. В составе ферротихита лазерным спектральным анализом в минерале установлено еще присутствие Ca и Al (0. п %).

обусловила резкое снижение устойчивости ферротихита по сравнению с тихитом в обычных условиях, благодаря чему изученный минерал мог сохраниться лишь в участках массива, расположенных ниже зоны поверхностного выветривания.

Ферротихит — первый из встреченных в щелочных массивах представитель класса сульфатокарбонатов. Кристаллизация минерала происходила из особого типа пересыщенных щелочами и летучими компонентами гидротермальных растворов на завершающих этапах формирования Хибинского массива.

Эталонные образцы ферротихита переданы в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана АН СССР (Москва) и Геологический музей Кольского филиала АН СССР (Апатиты).

Литература

- Малиновский Ю. А., Батурин С. В., Белов Н. В. (1979). Кристаллическая структура Fe-тихита. ДАН СССР, т. 249, № 6.
- Хомяков А. П. (1980). Новые минералы глубинных зон Ловозерского и Хибинского массивов. В кн.: Междунар. геол. конгр. Париж, 1980. 26 сессия. Докл. сов. геологов. Геохимия. Минералогия. М.
- Хомяков А. П., Семенов Е. И., Казакова М. Е., Шумяцкая Н. Г. (1979). Сидоренкит Na₃MnPO₄CO₃ — новый минерал. ЗВМО, вып. 1.
- Fahey J. J., Mrose E. M. (1962). Saline minerals of the Green River Formation. U. S. Geol. Survey Prof. paper, v. 405.
- Nixon P. H., Morton W. H., Knorring O., von (1971). Tychite and northupite from lake Katwe, Uganda. Bull. Geol. Soc. Finl., v. 43, N 1.
- Keester K. L., Jonson G. G., Vand V. (1969). New data on tychite. Amer. Miner., v. 54, N 1/2.
- Penfield S. L., Jamieson G. S. (1905). On tychite, a new mineral from Borax Lake, California, and on its artificial production and its relations to northupite. Amer. J. Sci., v. 20.

Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов
(ИМГРЭ), Москва