

А. И. Белковский, И. Н. Локтина

## ВЫСОКОТИТАНИСТЫЙ ФЕРРИБИОТИТ — ПЕРВАЯ НАХОДКА В ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТАХ УРАЛА

A. I. BELKOVSKY, I. N. LOKTINA  
HIGH-TITANIUM FERRIBIOTITE — THE FIRST DISCOVERY  
IN GRANITIC PEGMATITES OF THE URALS

The data about chemical composition and physical characteristics of the high-titanium ferribiotite from pegmatitic veins of the Mauk eclogite field (east Part of Ufaley metamorphic block, the Middle Urals) are presented. Ferribiotite is found in the various orientate albite veinlets, cross-cutting oligoclase-quartz matrix. The forming of high-titanium low-alumina trioctahedral micas with oxide iron in fourfold coordination is connected with processes of fenitization, superimposed on syncinematic granitic pegmatites.

В жиле гранитного (мусковит-олигоклаз-кварцевого) пегматита, залегающего в симплектит-эклогитах Маукского эклогитового поля (восточная часть Уфалейского метаморфического блока, Средний Урал [1]) обнаружена ярко-красная железо-магнезиальная слюда, которая определена авторами как высокотитанистый феррибиотит (табл. 1—2, образец 1). В пегматитовой жиле минерал приурочен к системам разноориентированных трещин, выполненных мелкозернистым «сахаровидным» альбитом Ab 0—10. Феррибиотит в альбите образует крупные (0,3 x 0,7 мм) псевдогексагональные пластинки необычной ярко-красной окраски. Под микроскопом минерал плеохроирует от темно-красного по Ng до красновато-коричневого по Np. Схема адсорбции прямая: Ng > Np. Показатели преломления, определенные в иммерсионных жидкостях под микроскопом (минлаборатория ПО «Уралгеология»), следующие:  $n_g \approx n_m = 1.650$ .

Таблица 1

Химические анализы, коэффициенты F-f (мол. %) высокотитанистых феррибиотитов

Компо- ненты	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	35.74	36.42	36.15	35.25	37.61	33.96	35.02	37.90
TiO <sub>2</sub>	4.46	5.02	6.57	5.24	4.71	5.40	4.42	5.80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.81	14.38	13.85	11.67	13.13	13.77	13.86	17.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.30	2.05	2.71	4.00	4.27	2.39	9.59	-
FeO	15.00	14.29	13.34	16.57	15.98	18.68	8.99	9.70
MnO	0.20	1.09	0.17	0.36	0.09	0.33	0.36	0.00
MgO	12.72	13.42	13.81	12.04	12.17	11.40	12.86	16.70
CaO	0.46	0.20	0.90	0.26	1.14	1.90	1.10	-
Na <sub>2</sub> O	0.25	1.07	0.96	-	0.40	0.38	0.60	-
K <sub>2</sub> O	9.55	9.10	9.00	8.74	7.84	6.55	9.44	-
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3.64	1.29	2.00	3.00	2.56	-	3.06	-
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.32	-	-	-	-	-	-	-
F	0.34	2.07	0.70	2.50	-	-	0.93	-
Сумма	99.79	100.40	100.16	99.63	99.90	-	100.23	96.80
F <sub>2</sub> =O	0.15	0.98	0.29	1.17	-	-	0.44	-
Сумма	99.64	99.42	99.87	98.46	99.90	-	99.79	96.80
F	45.40	40.20	39.00	42.20	47.70	50.60	43.40	29.70
f	0.20	0.11	0.15	0.18	0.19	0.10	0.49	-

*Примечания.* Высоктитанистые феррибиотиты из: 1 — гранитных пегматитов, Маукское эклогитовое поле, в одном километре на север от Маукского железного рудника, восточная часть Уфалейского метаморфического блока, Средний Урал; 2 — альбитизированных фенитов, Ловозерский массив, Кольский полуостров [3]; 3 — щелочных сиенитов Анюйской складчатой зоны, Дальний Восток [4]; 4 — нефелиновых сиенитов массива Орто-Токой, Тянь-Шань [7]; 5 — биотитизированного гиперстенового диорито-гнейса, тараташский метаморфический комплекс, Южный Урал [9]; 6 — кварцевого диорита, Милисайский массив, Балаталдыкский комплекс, Восточно-Мугоджарское поднятие [10]; 7 — нордмакита, щелочной узел грабена Осло [11]; 8 — эклогитов Хайреда, Западная Норвегия [12].

Анализ 1 выполнен в Центральной химической лаборатории ПО «Уралгеология», аналитик Н. Ф. Колосова.

$F = \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ ;

$f = \text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  (мол. %).

Минерал оптически отрицательный. Угол оптических осей колеблется от 0 до 9—11°. Легко растворяется в серной кислоте, с образованием скелетного кремнезема. На кривой нагревания наблюдается одна эндотермическая остановка в интервале 1070—1090°, связанная с потерей

кристаллизационной воды и разрушением минерала (аналитик М. П. Глазырин, Институт электрохимии УрО РАН).

Политипия минерала обычная — 1М (определение политипии выполнено В. А. Котляровым, Институт минералогии УрО РАН).

Появление в гранитных пегматитах, экзотических по составу железо-магнезиальных слюд, связано с процессами фенитизации, наложенными как на пегматиты, так и на вмещающие их симплектит-эклогиты. В последних радиальнолучистый хлормеланит замещается черносиним рибекитом, бесцветным и светло-желтым эгирином. Принадлежность изученной альбит-ферриботитовой

Таблица 2

Кристаллохимические формулы, коэффициенты  $a_{Si}$ - $a_{YI}$  (ф. е.) высокотитанистых ферриботитов

Элементы	1	2	3	4	5	6	7	8
Si	2.76	2.74	2.71	2.72	2.82	2.66	2.66	2.72
Al <sub>IV</sub>	1.14	1.25	1.22	1.28	1.16	1.27	1.24	1.28
Fe <sup>3+</sup>	0.10	0.01	0.07	0.00	0.02	0.07	0.10	0.00
Al <sub>VI</sub>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.23
Ti	0.26	0.28	0.37	0.35	0.26	0.32	0.25	0.31
Fe <sup>3+</sup>	0.15	0.10	0.08	0.25	0.22	0.07	0.45	-
Fe <sup>2+</sup>	0.97	0.90	0.84	1.01	0.72	1.22	0.57	0.58
Mn	0.01	0.07	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.00
Mg	1.47	1.50	1.54	1.12	1.36	1.33	1.45	1.79
Сумма	2.86	2.87	2.84	2.90	2.57	2.96	2.74	2.92
W <sub>k</sub>	0.14	0.13	0.16	0.10	0.43	0.04	0.26	0.08
K	0.94	0.87	0.86	0.88	0.75	0.65	0.91	0.81
Na	0.04	0.15	0.14	0.00	0.06	0.06	0.09	-
Ca	0.04	0.02	0.07	0.02	0.09	0.15	0.09	-
Сумма	1.02	1.04	1.07	0.90	0.90	0.86	1.09	0.81
O	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
OH	1.87	0.65	1.00	1.58	1.28	-	1.82	-
F	0.08	0.49	0.16	0.62	0.00	-	0.22	-
Сумма	1.95	1.14	1.16	2.20	1.28	-	2.04	-
$a_{Si}$	28.50	31.50	30.50	32.00	29.00	31.70	31.00	32.00
$a_{YI}$	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	7.90

Примечания. Нумерация образцов таблицы 2 соответствует нумерации таблицы 1.

В образце № 8 все железо показано как FeO.  $a_{Si} = Al_{IV}/Si + Al_{IV}$ ;  $a_{YI} = Al_{VI}/Al_{VI} + Ti + Fe^{3+} + Fe^{2+} + Mn + Mg$  (ф. е.). Расчет кристаллохимических формул проведен по Р. Е. Стивенсу [13]. W<sub>k</sub> — величина октаэдрической вакансии.

ассоциации к фенитам легко устанавливается сравнением химического состава изученного образца с составами высокотитанистых «биотитов» из альбитовых фенитов Ловозерского массива на Кольском полуострове [3], щелочных сиенитов Аниойской складчатой зоны на Дальнем Востоке [4], нефелиновых сиенитов Орто-Токойского массива на Тянь-Шане [8], фенитизированных кварцевых диоритов Восточно-Мугоджарского поднятия [10], нордмакитов щелочного узла грабена Осло в Норвегии [11]. Просмотр опубликованных данных по химизму породообразующих биотитов из метаморфических комплексов Урала позволил выявить еще одну точку нахождения этого минерала (табл. 1—2, анализ № 5) — в биотитизированных гиперстеновых диорито-гнейсах тараташского комплекса на Южном Урале [9]. Высокотитанистый феррибиотит в тараташском комплексе пропущен из-за некорректности пересчета химических анализов мономинеральных фракций катионным методом [2]. Таким же образом был «пропущен» высокотитанистый феррианнит в зонах карбонатизации (Курочкин лог) и миаскитовых пегматитах Ильменских (минеральные копи №/№ 2—3, 7, 135) и Вишневых гор на Среднем и Южном Урале [5—6, 9].

По-видимому, в фенитах, связанных с миаскитовым типом магматизма, существует непрерывный ряд высокотитанистых биотитов-высокотитанистых феррибиотитов-высокотитанистых феррианнитов. На это указывает широкое распространение вторичных («secondary») яркоокрашенных (красных) высокотитанистых и глиноземистых биотитов в пегматитах, залегающих в симплектит-эклогитах Хайредланда в Западной Норвегии [12]). Феррибиотит является обычным минералом фенитов умеренной щелочности и должен рассматриваться как новый минеральный вид.

## Литература

1. Белковский А. И. Симплектит-эклогиты Среднего Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. 190 с.
2. Борнеман-Старынкевич И. Д. Руководство по расчету формул минералов. М.: Наука, 1964. 224 с.

3. Буссен И. В., Денисов А. П., Успенская Е. И. Магнезиально-железистые слюды из Ловозерского массива // *Материалы по минералогии Кольского полуострова*. Вып. 9. Апатиты. 1972. С. 25—33.
4. Давыдов А. С. Щелочные породы Анюйской складчатой зоны // *Базиты и ультрабазиты Дальнего Востока*. Владивосток, 1976. С. 119—135.
5. Еськова Е. М., Жабин А. Г., Мухитдинов Г. Минералогия и геохимия редких элементов Вишневых гор. М.: Наука, 1964. 320 с.
6. Еськова Е. М. Щелочные редкометалльные метасоматиты Урала. М.: Наука, 1976. 292 с.
7. Левин В. Я. Кутепова Л. А. Глиноземистость биотитов щелочных пород как показатель условий их образования // *Ежегодник-73/ Ин-тут геологии и геохимии*. Свердловск.: УНЦ АН СССР, 1974. С. 131—135.
8. Каюмов А. К. О феррогастингите из нефелиновых сиенитов гор Кульджуктау (Тозбулакский массив) // *Узб. геол. журнал*, 1971, № 4. С. 64—69.
9. Ленных В. И., Панков Ю. Д., Петров В. И. Петрология и метаморфизм тараташского комплекса // *Петрология и железорудные месторождения тараташского комплекса*. Свердловск, 1978. С. 3—45.
10. Старков В. Д., Знаменский Н. Д. Гранитоидный магматизм Восточно-Мугоджарского поднятия. М.: Наука, 1977. 130 с.
11. Barth T. Studies of the igneous rocks complex on the Oslo region. Systematic petrography of the plutonic rocks // *Norsk. vid. Acad. 1 mat. naturv. kl.*, Oslo. 1944. № 9. P. 1—104.
12. Mysen B. A note on Ti-rich secondary biotite in the Hairedlandet eclogite // *Norsk. Geol. Tidsskr.*, 1972, vol. 52, № 2. P. 201—202.
13. Stevens R. E. A system for calculating analyses of micas and related minerals to end members // *U. S. Geol. Surv. Bull.* 1960. № 950. P. 101—119.