

Расцветова Р. К., Чуканов Н. В., Пеков И. В. Кристаллическая структура нового минерала — титанового аналога ромбического ненадквечита // Докл. РАН. 1997. Т. 357. № 3. С. 364—367.

Расцветова Р. К., Чуканов Н. В., Пеков И. В. и др. Структуры двух высококальциевых лабунцовитов в свете кристаллохимии минералов семейства лабунцовита—ненадквечита // Кристаллография. 1998. Т. 43. № 5. С. 874—881.

Расцветова Р. К., Органова Н. И., Рождественская И. В. и др. Кристаллическая структура оксониевого минерала группы ненадквечита—лабунцовита из Хибинского массива // Докл. РАН. 2000. Т. 371. № 3. С. 336—340.

Семенов Е. И. Изоморфный ряд лабунцовит—ненадквечит // Труды ИМГРЭ. 1959. Вып. 2. С. 102—109.

Семенов Е. И. Минералогия Ловозерского щелочного массива. М., 1972. 305 с.

Субботин В. В., Волошин А. В., Пахомовский Я. А. и др. Вуориярвит  $(K,Na)_2(Nb,Ti)_2Si_4O_{12}(O,OH)_2 \cdot 4H_2O$  — новый минерал из карбонатитов массива Вуориярви (Кольский полуостров) // Докл. РАН. 1998. Т. 358. № 4. С. 517—519.

Хомяков А. П., Нечелюстов Г. Н., Расцветова Р. К., Дорохова Г. И. Леммлейнит  $NaK_2(Ti,Nb)_2Si_4O_{12} \cdot 2H_2O$  — новый минерал семейства лабунцовита—ненадквечита // ЗВМО. 1999. № 5. С. 54—63.

Чуканов Н. В., Пеков И. В., Головина Н. И., Задов А. Е., Неделько В. В. Кузьменкоит  $K_2(Mn,Fe)(Ti,Nb)_4[Si_4O_{12}]_2(OH)_4 \cdot 5H_2O$  — новый минерал // ЗВМО. 1999. № 4. С. 42—50.

Шлюкова З. В., Соколова М. Н., Яковлевская Т. А. и др. О лабунцовите из Хибинских тундр // ЗВМО. 1965. Вып. 4. С. 430—436.

Chukanov N. V., Pekov I. V., Rastsvetova R. K., Nekrasov A. N. Labuntsovite: solid solutions and features of the crystal structure // Canad. Miner. 1999. Vol. 37. N 4. P. 901—910.

Perrault G., Boucher C., Vicat J. e. a. Structure cristalline du Nenadkevichite  $(Na,K)_{2-x}(Nb,Ti)(O,OH)(Si_2O_6) \cdot 2H_2O$  // Acta cryst. 1973. Vol. 29. N 7. P. 1432—1438.

Rastsvetova R. K., Tamazyan R. A., Pushcharovsky D. Yu., Nadezhina T. N. Crystal structure and microtwinning of K-rich nenadkevichite // Eur. J. Miner. 1994. Vol. 6. P. 503—509.

Поступила в редакцию  
5 февраля 2001 г.

УДК 549.6

ЗВМО, № 3, 2001 г.  
Proc. RMS, N 3, 2001

© Почетный член А. П. ХОМЯКОВ,\* д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ,\*\*  
д. чл. Г. Н. НЕЧЕЛЮСТОВ,\*\*\* ЖУ ХУЮН\*\*\*\*

## БУССЕНИТ $Na_2Ba_2Fe^{2+}TiSi_2O_7(CO_3)(OH)_3F$ — НОВЫЙ СЛЮДОПОДОБНЫЙ ТИТАНОСИЛИКАТ ИЗ ХИБИНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)<sup>1</sup>

A. P. KHOMYAKOV, YU. P. MEN'SHIKOV, G. N. NECHELYUSTOV, ZHOU HUYUN. BUSSENITE  
 $Na_2Ba_2Fe^{2+}TiSi_2O_7(CO_3)(OH)_3F$ , A NEW MICA-LIKE TITANOSILICATE FROM THE Khibiny  
ALKALINE MASSIF (KOLA PENINSULA)

\*Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов,  
121357, Москва, ул. Вересаева, 15

\*\*Геологический институт Кольского научного центра РАН, 184200, Апатиты, ул. Ферсмана, 14

\*\*\*Всероссийский институт минерального сырья, 109017, Москва, Старомонетный пер., 29

\*\*\*\*Диагностический центр Китайского университета наук о Земле, 430074, Ухань, КНР

Bussenite, a new mica-like titanosilicate, has been found on Mt. Kukisvumchorr, Khibiny alkaline massif, Kola Peninsula, Russia. It occurs in a sodalite-natrolite-calcite veinlet crosscutting urtite. The mineral consists of an aggregate of curved plates 2—5 cm wide and 0.5 mm thick. Visually and under microscope, it resembles lamprophyllite. Colour yellow-brown, transparent or translucent. Streak white. Lustre vitreous. Cleavage (001) perfect, (110) and (1 $\bar{1}$ 0) medium. Brittle. Fracture step-wise. Mohs' hardness 4.  $D_{meas} = 3.63(2)$ ,  $D_{calc} = 3.65$  g/cm<sup>3</sup>. Optically biaxial, positive:  $n_p = 1.671(2)$ ,  $n_m = 1.694(2)$ ,  $n_g = 1.734(3)$ ,  $2V = 71(1)^\circ$ . Chemical composition (electron probe; H<sub>2</sub>O was determined by the Penfield method, CO<sub>2</sub> by calculation), wt %: Na<sub>2</sub>O 8.98, K<sub>2</sub>O 0.65, CaO 1.56, SrO 6.78, BaO 28.79, FeO 6.77, MnO 4.68, SiO<sub>2</sub> 18.01, TiO<sub>2</sub> 11.57, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.04, F 2.79, CO<sub>2</sub> 5.76, H<sub>2</sub>O 3.90, -O = F<sub>2</sub> 1.17. Total 100.11. Empirical formula:  $(Na_{1.94}K_{0.09})_{\Sigma 2.03}(Ba_{1.25}Sr_{0.44}Ca_{0.19})_{\Sigma 1.88}(Fe_{0.63}Mn_{0.44})_{\Sigma 1.07}(Ti_{0.97}Nb_{0.05})_{\Sigma 1.02}Si_{2.00}$

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 2 октября 2000 г. В более ранних публикациях (Ferraris a. o., 1997; Khomyakov, 1995; Zhou Huyun, 1997) буссенит условно обозначался как потенциально новый минерал M74.

$\text{O}_{7.27}(\text{CO}_3)_{0.87}(\text{OH})_{2.89}\text{F}_{0.98}$ . Simplified formula:  $\text{Na}_2\text{Ba}_2\text{Fe}^{2+}\text{TiSi}_2\text{O}_7(\text{CO}_3)(\text{OH})_3\text{F}$  ( $Z = 2$ ). Triclinic, space group  $P1$ ,  $a = 5.419(2)$ ,  $b = 7.042(2)$ ,  $c = 16.334(5)$  Å,  $\alpha = 102.45(1)$ ,  $\beta = 93.20(5)$ ,  $\gamma = 90.00(1)^\circ$ ,  $V = 607.7(6)$  Å<sup>3</sup>. The strongest XRD lines [ $d$ , Å( $h$ )]: 3.910(44), 3.186(100), 3.055 (38), 2.738(62), 2.695(32), 2.613(32). The mineral has a bafertisite-like crystal structure that could be compared with those of lomonosovite or inelinite and some other hetero-phyllotitanosilicates, except the interlayer  $\text{BaNaCO}_3\text{F}$ . The name «bussenite» is in honour of Irina V. Bussen (b. 1915), prominent Russian specialist in the petrology and mineralogy of the Khibina-Lovozero alkaline complex.

Новый титаносиликат состава  $\text{Na}_2\text{Ba}_2\text{Fe}^{2+}\text{TiSi}_2\text{O}_7(\text{CO}_3)(\text{OH})_3\text{F}$  установлен авторами (Ю. П. М. и А. П. Х.) на горе Кукисвумчорр Хибинского массива и назван буссенитом (bussenite) в честь Ирины Владиславовны Буссен (р. 1915), известного кольского геолога, специалиста в области петрологии и минералогии Хибино-Ловозерского щелочного комплекса (Буссен, Дудкин, 1962; Буссен, Сахаров, 1972, и др.).

Минерал встречается в отвале апатитового рудника, в содалито-натролитово-кальциевом прожилке, секущем уртит вблизи контакта уррита с апатитолитом. Представлен дендритовидными агрегатами пластинчатых и пльочатых кристаллов шириной 2—5 см и толщиной 0.5 мм, приуроченными к осевой зоне прожилка. Кроме перечисленных минералов прожилок содержит эгирин, биотит, тетранатролит, виноградовит, татанит, эвдиалит, баритокальцит, фторапатит, флюорит, джерфишерит и молибденит.

Внешне и под микроскопом буссенит напоминает лампрофиллит. Цвет минерала желто-коричневый. Блеск стеклянный. Просвечивает, в тонких сколах прозрачный. Хрупкий. Излом ступенчатый. Спайность совершенная на пластинчатости (001), средняя по (110) и (1 $\bar{1}$ 0). Твердость 4 по шкале Мооса. Плотность, определенная объеметрическим методом, 3.63(2) г/см<sup>3</sup>, вычисленная для эмпирической формулы 3.65 г/см<sup>3</sup>. В ультрафиолетовых лучах минерал не люминесцирует. В кислотах (1:1 HCl и HNO<sub>3</sub>) при комнатной температуре разлагается с трудом.

Кристаллооптическое исследование выполнено с использованием федоровского и иммерсионного методов. Минерал оптически двусный, положительный,  $n_p = 1.671(2)$ ,  $n_m = 1.694(2)$ ,  $n_g = 1.734(3)$ ,  $2V = 71(1)^\circ$ . Сильная дисперсия  $r > v$ . Взаимоотношения кристаллографических и оптических элементов характеризуют буссенит как псевдомоноклинный: плоскость оптических осей  $\perp$  (001),  $a \approx Nm$ ,  $c \wedge Np \approx 5^\circ$  в тупом углу  $\alpha$ . Резко плеохроирует по схеме  $Np < Nm > Ng$ :  $Np$  и  $Ng$  бледно-желтый,  $Nm$  — коричневато-оранжевый.

ИК-спектр буссенита (рис. 1) содержит следующие полосы поглощения: 410, 460, 525, 542, 593, 630, 703, 820, 875, 915, 1060, 1410, 1445, 1660, 1770, 3340 и 3535 см<sup>-1</sup>. По набору полос в основной области он напоминает ИК-спектр баритолампрофиллита, от которого отличается присутствием двух весьма интенсивных дополнительных полос 1410 и 1445 см<sup>-1</sup>, обусловленных колебаниями карбонатных групп. В спектре выделяется также серия слабых полос в области 1660—1770 и 3600 см<sup>-1</sup>, связанных с колебаниями групп OH. Декарбонатизация и дегидроксидация буссенита при прокаливании до 900 °C сопровождается потерей 9.66 % его массы, что примерно отвечает сумме массовых долей CO<sub>2</sub> (6.09 %) и H<sub>2</sub>O (3.74 %) в минерале с идеализированной формулой  $\text{Na}_2\text{Ba}_2\text{Fe}^{2+}\text{TiSi}_2\text{O}_7(\text{CO}_3)(\text{OH})_3\text{F}$ , подтвержденной результатами рентгеноструктурного анализа (см. ниже). Судя по термогравиметри-

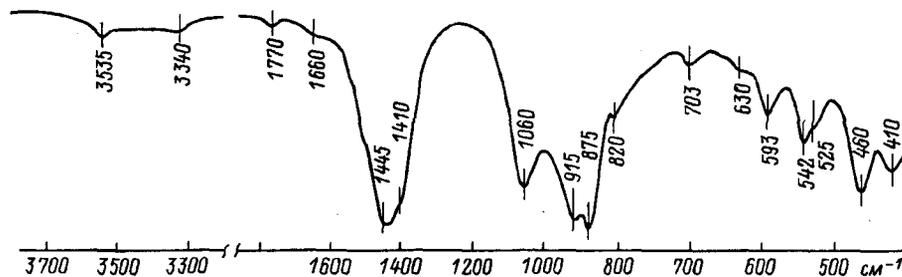


Рис. 1. Инфракрасный спектр буссенита.

Fig. 1. Infrared spectrum of busenite.

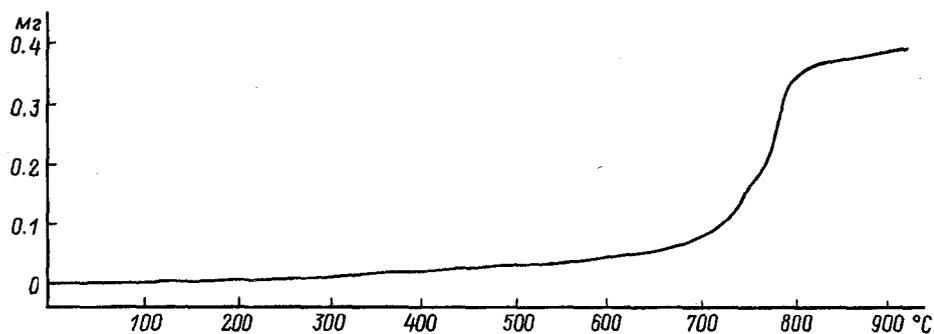


Рис. 2. Термогравиметрическая кривая буссенита (навеска 4.142 мг, потеря массы 0.40 мг, ~ 9.66 %).

Fig. 2. Thermogravimetric curve of bussenite.

ческой кривой (рис. 2), диссоциация минерала имеет высокотемпературный характер и протекает в основном в интервале 700—900 °С.

Химический состав минерала (табл. 1) изучен Г. Н. Нечелюстовым на рентгеновском микроанализаторе Superprobe-733 и дополнен определением содержания воды методом Пенфильда (аналитик С. П. Пурусова). Анализировался состав пяти зерен с использованием следующих стандартов: альбит (Na),  $K_2ZrSi_2O_7$  (K), диопсид (Ca, Si),  $SrTiO_3$  (Sr, Ti), барит (Ba), алмадин (Fe), родонит (Mn),  $LiNbO_3$  (Nb) и фторфлогопит (F). Усредненный состав проанализированных зерен пересчитывается при  $\Sigma \text{кат.} = 8$  ( $Z = 2$ ) на эмпирическую формулу  $(Na_{1.94}K_{0.09})_{\Sigma 2.03}(Ba_{1.25}Sr_{0.44}Ca_{0.19})_{\Sigma 1.88}(Fe_{0.63}^{2+}Mn_{0.44})_{\Sigma 1.07}(Ti_{0.97}Nb_{0.05})_{\Sigma 1.02}Si_{2.00}O_{7.27}(CO_3)_{0.87}(OH)_{2.89}F_{0.98} \approx (Na, K)_2(Ba, Sr, Ca)_2(Fe, Mn)(Ti, Nb)Si_2O_7(CO_3)(OH)_3F$ . Идеализированная формула  $Na_2Ba_2Fe^{2+}TiSi_2O_7(CO_3)(OH)_3F$ .

Таблица 1

Химический состав (мас. %) буссенита  
Chemical composition (wt %) of bussenite

Компонент	Содержание в пяти зернах		Σкат. = 8
	пределы вариаций	среднее	
Na <sub>2</sub> O	8.66—9.32	8.98	1.94
K <sub>2</sub> O	0.61—0.72	0.65	0.09
CaO	1.44—1.72	1.56	0.19
SrO	6.33—7.09	6.78	0.44
BaO	28.26—29.13	28.79	1.25
FeO	6.68—7.12	6.77	0.63
MnO	4.37—4.82	4.68	0.44
SiO <sub>2</sub>	17.58—18.37	18.01	2.00
TiO <sub>2</sub>	11.42—12.03	11.57	0.97
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.94—1.10	1.04	0.05
F	2.67—2.90	2.79	0.98
CO <sub>2</sub> *		5.76	0.87
H <sub>2</sub> O*		3.90	2.89
—O=F <sub>2</sub>		1.17	
Сумма		100.11	

Примечание. Микрозонд. Аналитик Г. Н. Нечелюстов. Звездочкой отмечены компоненты, определенные методом Пенфильда (H<sub>2</sub>O) и найденные по разности между величиной потери при прокаливании и содержанием воды (CO<sub>2</sub>). По аналогии с бафертиситом и другими слюдоподобными титаносиликатами валентное состояние железа условно принято как Fe<sup>2+</sup>.

Результаты расчета рентгенограммы порошка буссенита  
X-ray powder diffraction data for bussenite

<i>I</i>	<i>d</i> <sub>эксп</sub>	<i>d</i> <sub>выч</sub>	<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d</i> <sub>эксп</sub>	<i>d</i> <sub>выч</sub>	<i>hkl</i>
10	16.00	15.92	001			2.796	12 $\bar{3}$
26	7.97	7.96	002	62	2.738	2.739	1 $\bar{2}$ 3
14	6.88	6.88	010			2.739	121
		6.88	01 $\bar{1}$	32	2.695	2.705	200
25	5.308	5.308	003			2.693	20 $\bar{1}$
8	4.224	4.226	110	29	2.677	2.678	105
		4.226	1 $\bar{1}$ 1			2.678	015
25	4.042	4.042	1 $\bar{1}$ $\bar{1}$			2.678	1 $\bar{1}$ 6
		4.042	11 $\bar{2}$	26	2.653	2.654	006
44	3.910	3.916	1 $\bar{1}$ 2	32	2.613	2.614	1 $\bar{2}$ $\bar{2}$
		3.916	111			2.614	12 $\bar{4}$
		3.902	10 $\bar{3}$	8	2.516	2.518	202
9	3.821	3.821	013	8	2.438	2.438	10 $\bar{6}$
		3.821	01 $\bar{4}$	28	2.312	2.314	016
9	3.690	3.685	103			2.314	01 $\bar{7}$
18	3.635	3.636	1 $\bar{1}$ 2	12	2.275	2.275	007
		3.636	11 $\bar{3}$	8	2.260	2.260	21 $\bar{3}$
25	3.520	3.521	02 $\bar{1}$			2.260	21 $\bar{4}$
19	3.440	3.438	020	12	2.175	2.180	204
		3.438	02 $\bar{2}$	22	2.144	2.145	2 $\bar{2}$ 1
15	3.220	3.220	021			2.145	22 $\bar{1}$
		3.220	02 $\bar{3}$	20ш	2.106	2.109	21 $\bar{5}$
100	3.186	3.194	11 $\bar{3}$			2.109	21 $\bar{4}$
		3.194	11 $\bar{4}$			2.101	1 $\bar{3}$ 3
		3.185	005			2.101	130
38	3.055	3.053	1 $\bar{1}$ 4	12	2.083	2.086	03 $\bar{5}$
		3.053	113			2.086	032
26	2.935	2.934	011	13	2.023	2.021	22 $\bar{4}$
		2.934	02 $\bar{4}$			2.021	2 $\bar{2}$ $\bar{2}$
18	2.885	2.886	120	10	2.004	2.005	12 $\bar{7}$
		2.886	1 $\bar{2}$ 2			2.005	1 $\bar{2}$ $\bar{5}$
14	2.817	2.816	10 $\bar{5}$	18	1.762	1.760	04 $\bar{2}$
29	2.797	2.796	1 $\bar{2}$ 1				

Примечание. Условия съемки: дифрактометр,  $\text{Cu K}\alpha$ -излучение, графитовый монохроматор; ш — широкая линия. Значения  $d_{\text{выч}}$  соответствуют параметрам элементарной ячейки, уточненным по рентгенограмме порошка:  $a = 5.419(2)$ ,  $b = 7.042(2)$ ,  $c = 16.334(5)$  Å,  $\alpha = 102.45(1)^\circ$ ,  $\beta = 93.20(5)^\circ$ ,  $\gamma = 90.00(1)^\circ$ .

Рентгенограмма порошка минерала индивидуальна (табл. 2).

Рентгеноструктурное исследование буссенита являлось одной из задач диссертационной работы Жу Хуюн (Zhou Huiyun, 1997). С помощью 4-кружного монокристаллического автодифрактометра AFC5R для минерала установлена принадлежность к триклинной сингонии: пространственная группа  $P1$ ,  $a = 5.399(3)$ ,  $b = 7.016(9)$ ,  $c = 16.254(14)$  Å,  $\alpha = 102.44(8)^\circ$ ,  $\beta = 93.18(6)^\circ$ ,  $\gamma = 90.10(7)^\circ$ ,  $V = 600.3(10)$  Å<sup>3</sup>,  $Z = 2$ . Параметры элементарной ячейки, уточненные по рентгенограмме порошка, имеют следующие значения:  $a = 5.419(2)$ ,  $b = 7.042(2)$ ,  $c = 16.334(5)$  Å,  $\alpha = 102.45(1)^\circ$ ,  $\beta = 93.20(5)^\circ$ ,  $\gamma = 90.00(1)^\circ$ ,  $V = 607.7(6)$  Å<sup>3</sup>. Идеализированная кристаллохимическая формула может быть представлена в виде  $(\text{NaBaCO}_3\text{F})\{(\text{Ba,Sr})(\text{Na,Fe}^{2+},\text{Mn})_2[\text{TiSi}_2\text{O}_7](\text{OH})_3\}$ , аналогичном формулам титаносиликатных слюдов (Егоров-Тисменко, Соко-

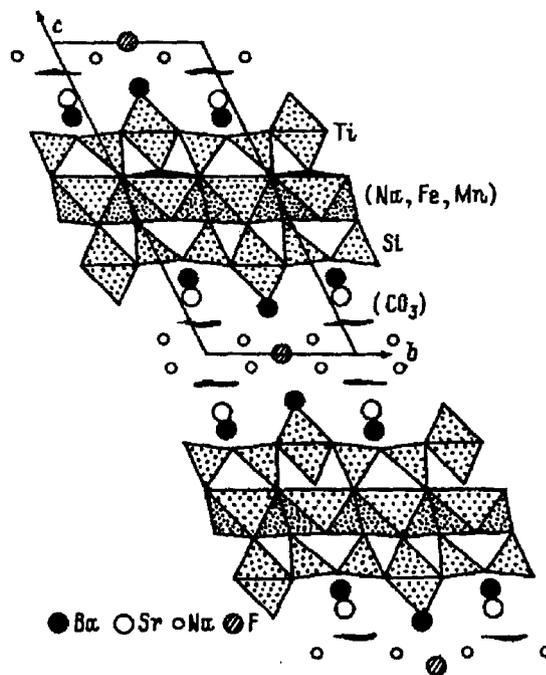


Рис. 3. Кристаллическая структура буссенита в проекции на (100).

Fig. 3. (100) projection of the bussenite crystal structure.

лова, 1990), что отвечает структурной модели минерала, предсказанной для него на основе принципов модулярной кристаллографии (Ferraris e. a., 1997).

Согласно полученным результатам, буссенит имеет слоистую бафергиситоподобную структуру (рис. 3) и может быть сопоставлен с гетерофиллотитаносиликатами типа ломоносовита  $(\text{Na}_3\text{PO}_4)_2\{\text{Na}_4\text{Ti}_2[\text{TiSi}_2\text{O}_7]_2\text{O}_4\}$  ( $a = 5.40$ ,  $b = 7.03$ ,  $c = 14.65$  Å,  $\alpha = 100$ ,  $\beta = 96$ ,  $\gamma = 89^\circ$ ,  $Z = 1$ , пр. гр.  $P1$ ) или иннэлита  $(\text{BaSO}_4)_2\{(\text{Ba},\text{K})_2(\text{Na},\text{Ca})_3\text{Ti}[\text{TiSi}_2\text{O}_7]_2\text{O}_4\}$  ( $a = 5.38$ ,  $b = 7.14$ ,  $c = 14.8$  Å,  $\alpha = 99^\circ$ ,  $\beta = 95^\circ$ ,  $\gamma = 90^\circ$ ,  $Z = 1$ , пр. гр.  $P1$ ), за исключением состава межпакетного слоя  $(\text{NaBaCO}_3\text{F})$ , специфическим компонентом которого является группа  $(\text{CO}_3)^{2-}$ , новая для слюдоподобных титаносиликатов. Специфические компоненты межпакетных слоев ломоносовита и иннэлита представлены группами  $(\text{PO}_4)^{2-}$  и  $(\text{SO}_4)^{2-}$  соответственно. Указанные титаносиликаты, как и буссенит, построены на основе базовой модели бафергисита  $\text{Ba}_2(\text{Fe}^{2+},\text{Mn})_4[\text{TiSi}_2\text{O}_7]_2\text{O}_2(\text{OH})_4$  ( $a = 5.36$ ,  $b = 6.80$ ,  $c = 10.98$  Å,  $\beta = 94^\circ$ ,  $Z = 1$ , пр. гр.  $P2_1/m$ ), что определяет сходство всех этих фаз по величине параметров  $a$  и  $b$  при индивидуальной для каждого минерала величине параметра  $c$ , задаваемой толщиной межпакетного слоя.

Буссенит — пегматитово-гидротермальный минерал, образующийся на конечных стадиях кристаллизации дифференциатов агапитовых магм из пересыщенных щелочными, летучими и редкими элементами силикатно-солевых жидкостей. Можно предположить, что он является не слишком редким в Хибинском массиве, но до сих пор пропускался из-за сходства со значительно более распространенным лампрофиллитом.

Эталонные образцы буссенита переданы в минералогические музеи им. А. Е. Ферсмана РАН, Москва (регистрационный номер 2621/1) и Геологического института Кольского научного центра РАН, Апатиты.

В заключение авторы выражают благодарность Г. К. Кривоконевой, С. П. Пурусовой и Р. К. Расцветаевой за консультации и помощь в получении некоторых важных характеристик изученного минерала.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

## Список литературы

- Буссен И. В., Дудкин О. Б. Новые данные об энigmatите Хибинского и Lovozerskogo массивов // Материалы по минералогии Кольского полуострова. Апатиты, 1962. Вып. 2. С. 96—106.
- Буссен И. В., Сахаров А. С. Петрология Lovozerskogo щелочного массива. Л.: Наука, 1972. 296 с.
- Егоров-Тисменко Ю. К., Соколова Е. В. Структурная минералогия гомологического ряда сейдозерит—накафит // Минер. журн. 1990. Т. 12. № 4. С. 40—49.
- Ferraris G., Khomyakov A. P., Belluso E., Soboleva S. V. Polysomatic relationships in some titanosilicates occurring in the hyperagpaitic alkaline rocks of the Kola Peninsula, Russia // Proc. 30th Int. Geol. Congr. 1997. Vol. 16. P. 17—27.
- Khomyakov A. P. Mineralogy of hyperagpaitic alkaline rocks. Oxford: Clarendon Press, 1995. 224 p.
- Zhou Huiyun. The crystal chemistry and crystal structure of titanoheterophyllosilicate series and the TEM research. Ph. D. thesis. Beijing, 1997. 78 p. (кит., рез. англ.).

Поступила в редакцию  
24 января 2001 г.

УДК 549.657(470.21)

ЗВМО, № 3, 2001 г.  
Proc. RMS, N 3, 2001

© Д. чл. И. В. ПЕКОВ,\* И. А. ЕКИМЕНКОВА,\* Н. В. ЧУКАНОВ,\*\* Р. К. РАСЦВЕТАЕВА,\*\*\*  
Н. Н. КОНОНKOBA,\*\*\*\* Н. А. ПЕКОВА,\*\*\*\*\* А. Е. ЗАДОВ\*\*\*\*\*

### ФЕКЛИЧЕВИТ $\text{Na}_{11}\text{Ca}_9(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})_2\text{Zr}_3\text{Nb}[\text{Si}_{25}\text{O}_{73}](\text{OH}, \text{H}_2\text{O}, \text{Cl}, \text{O})_5$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ГРУППЫ ЭВДИАЛИТА ИЗ КОВДОРСКОГО МАССИВА, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ<sup>1</sup>

I. V. PEKOV, I. A. EKIMENKOVA, N. V. CHUKANOV, R. K. RASTSVETAeva, N. N. KONONKOVA, N. A. PEKOVA, A. E. ZADOV. FEKLICHEVITE  $\text{Na}_{11}\text{Ca}_9(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})_2\text{Zr}_3\text{Nb}[\text{Si}_{25}\text{O}_{73}](\text{OH}, \text{H}_2\text{O}, \text{Cl}, \text{O})_5$ ,  
A NEW MINERAL OF THE EUDIALYTE GROUP FROM KOVDOR MASSIF, KOLA PENINSULA

\*Московский университет, Геологический факультет, 119899, Москва, Воробьевы горы  
\*\*Институт Проблем химической физики РАН, 142432, Московская обл., п. Черноголовка  
\*\*\*Институт кристаллографии РАН, 117333, Москва, Ленинский пр., 59  
\*\*\*\*Институт геохимии и аналитической химии РАН, 117975, Москва, ул. Косыгина, 19  
\*\*\*\*\*Минералогический музей РАН, 117901, Москва, Ленинский пр., 18, корп. 2  
\*\*\*\*\*НПО «Регенератор», 127018, Москва, ул. Складочная, 6, к. 302

Feklichevite, a new mineral of the eudialyte group has been found in pegmatoid cancrinite syenite vien at Kovdor Phlogopite Mine, Kovdor alkaline—ultrabasic massif, Kola peninsula, Russia. F. associates with potassic feldspar, cancrinite, aegirine—diopside, pectolite, titanite, hematite, pyrrhotite. Content of f. in this rock — up to 5—10 %. F. occurs as isometrical to thick—tabular crystals (forms: {0001}, {1120}, {1010}, {1011}, {1014}, {0112}, {0221}, {2687} and grains up to 2—2.5 cm. Dark—brown, translucent. Streak brownish. Lustre vitreous. Cleavage (001) perfect. Brittle. Mohs' hardness 5.5.  $D_{\text{meas}} = 2.87$ ,  $D_{\text{calc}} = 2.869 \text{ g/cm}^3$ . Optically uniaxial, negative,  $\omega = 1.616(1)$ ,  $\varepsilon = 1.620(1)$ . Chemical composition (wt %): Na<sub>2</sub>O 11.45, CaO 15.55, SrO 0.28, MnO 0.49, FeO 2.08, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.20, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.11, Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.16, SiO<sub>2</sub> 50.35, ZrO<sub>2</sub> 11.65, HfO<sub>2</sub> 0.62, TiO<sub>2</sub> 0.12, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.41, H<sub>2</sub>O\* 1.72, F 0.12, Cl 0.61, —O = (F, Cl)<sub>2</sub> 0.19, total 100.73. Empirical formula calculated on [(Zr + Hf + Ti)(Si + Nb + Mn)]<sub>29</sub> is: Na<sub>10.80</sub>(Ca<sub>2.35</sub>Na<sub>0.33</sub>Sr<sub>0.08</sub>Ce<sub>0.03</sub>La<sub>0.02</sub>)<sub>Σ2.81</sub>Ca<sub>6</sub>(Fe<sub>1.21</sub><sup>3+</sup>Fe<sub>0.87</sub><sup>2+</sup>)<sub>Σ2.08</sub>(Zr<sub>2.85</sub>Hf<sub>0.09</sub>Ti<sub>0.05</sub>)<sub>Σ2.99</sub>Nb<sub>0.55</sub>(Si<sub>25.25</sub>Mn<sub>0.21</sub>)<sub>Σ25.46</sub>O<sub>73</sub>[(OH)<sub>1.12</sub>O<sub>0.26</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>1.67</sub>]<sub>Σ3.05</sub>[(OH)<sub>1.29</sub>Cl<sub>0.52</sub>F<sub>0.19</sub>]<sub>Σ2</sub>. Idealized formula (Z = 3): Na<sub>11</sub>Ca<sub>9</sub>(Fe<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>)<sub>2</sub>Zr<sub>3</sub>Nb[Si<sub>25</sub>O<sub>73</sub>](OH, H<sub>2</sub>O, Cl, O)<sub>5</sub>. Trigonal, R3m, unit cell parameters: a = 14.255(1), c = 30.170(2) Å, V = 5309.3(7) Å<sup>3</sup>. Crystal structure is studied, R = 0.057. F. is distinguished from eudialyte by: high content and ordered distribution of Ca localized in M(1) and Na(4) sites; prevailing of Fe<sup>3+</sup> over Fe<sup>2+</sup>; prevailing of Nb in M(3) site in center of Si<sub>9</sub>O<sub>27</sub> ring. Strongest reflexes of the X-ray powder pattern (d, Å—/ [hkl]: 4.31—55[205]; 3.218—56[208]; 3.036—43[119, 11—9, 042]; 2.977—81[13—5, 135]; 2.854—100[404]; 2.602—44[039, 309]. IR spectrum is given. F. is named for V. G. Feklichev (1933—1999), Russian mineralogist and crystallographer. Type specimen is deposited in Fersman Mineralogical Museum of Russian Academy of Sciences, Moscow.

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано Комиссией по новым минералам и названиям минералов ВМО 12 марта 2000 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов ММА 5 июля 2000 г.