

- Hogarth D. D., Lapointe P. Amphibole and pyroxene in fenite from Cantley, Quebec // *Canad. Miner.* 1984. Vol. 22. P. 281—295.
- Pearson J. M., Taylor W. R. Mineralogy and geochemistry of fenitized alkaline ultrabasic sills of the Gifford Creek complex, Gascoine province, Western Australia // *Canad. Miner.* 1996. Vol. 34. P. 201—219.
- Petersen E. U., Essene E. I., Peacor D. R. Fluorine end-member micas and amphiboles // *Amer. Miner.* 1973. Vol. 9—10. P. 869—872.

Поступила в редакцию  
11 февраля 2000 г.

УДК 549.6

ЗВМО, № 6, 2000 г.  
Proc. RMS, N 6, 2000

© Почетный член А. П. ХОМЯКОВ,\* д. чл. Г. Н. НЕЧЕЛЮСТОВ,\*\* д. чл. Е. В. СОКОЛОВА,\*\*\*  
Ф. К. ХОТОРН\*\*\*\*

**НОВЫЕ БОРОСИЛИКАТЫ МАЛИНКОИТ  $\text{NaBSiO}_4$   
И ЛИСИЦЫНИТ  $\text{KBSi}_2\text{O}_6$   
ИЗ ЩЕЛОЧНЫХ ПЕГМАТИТОВ ХИБИНО-ЛОВОЗЕРСКОГО КОМПЛЕКСА  
(КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)<sup>1</sup>**

A. P. KHOMYAKOV, G. N. NECHELYUSTOV, E. V. SOKOLOVA, F. C. HAWTHORNE.  
NEW BOROSILICATES: MALINKOITE,  $\text{NaBSiO}_4$ , AND LISITSYNITE,  $\text{KBSi}_2\text{O}_6$ ,  
FROM ALKALINE PEGMATITES OF THE Khibiny-LOVOZERO COMPLEX, KOLA PENINSULA

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

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

\*\*\* Московский университет, 119899, Москва, Воробьевы горы

\*\*\*\* Университет Манитобы, Виннипег, R3T2N2

Malinkoite  $\text{NaBSiO}_4$  and lisitsynite  $\text{KBSi}_2\text{O}_6$  were found in hyperagpaitic pegmatites in, respectively, the Lovozero and Khibiny alkaline massifs, Kola Peninsula. Malinkoite occurs as rosette-like intergrowths of wedge-shaped crystals and spherulites up to 3 mm across. Colorless, pale pink or greenish-blue. Transparent or turbid. Hardness 7. Optically biaxial, negative,  $n_p = 1.582$ ,  $n_g = 1.591$ . Hexagonal, space group  $P6_3$ ,  $a = 13.8964$ ,  $c = 7.7001$  Å,  $Z = 18$ . Its crystal structure is based on a framework consisting of six-membered rings of Si and B tetrahedra, whose cavities are occupied by Na atoms. The name is in honour of Svetlana V. Malinko (b. 1927), well-known Russian mineralogist, discoverer of a record number of boron minerals. Lisitsynite occurs as irregularly shaped grains and subhedral tabular crystals 0.2 to 0.5 mm across. Density 2.74 g/cm<sup>3</sup>. Optically biaxial, negative,  $n_p = 1.561$ ,  $n_m = 1.563$ ,  $n_g = 1.564$ ,  $2V = 51^\circ$ . Orthorhombic, space group  $P2_12_12_1$ ,  $a = 9.9630$ ,  $b = 10.4348$ ,  $c = 4.7044$  Å,  $Z = 4$ . Its crystal structure is based on a framework composed of four-, six-, and eight-membered rings of Si and B tetrahedra, whose cavities are occupied by K atoms. The name is in honour of Apollon E. Lisitsyn (1928—1999), well-known Russian specialist in the mineral resources, geology, and mineralogy of boron deposits. Type specimens of malinkoite and lisitsynite are deposited in the Fersman Mineralogical Museum, Moscow.

Минералы бора являются характерными аксессуориями ультраагпайтовых пегматитов и гидротермалитов Хибино-Ловозерского комплекса, в котором ранее были обнаружены лейкофенит  $\text{Na}_4\text{BaTi}_2\text{B}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{30}$ , сирлезит  $\text{NaBSi}_2\text{O}_5(\text{OH})_2$ , ридмерджнерит  $\text{NaBSi}_3\text{O}_8$  и кальборсит  $\text{K}_6\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}[\text{B}(\text{OH})_4]\text{Cl}$  (Мерьков и др., 1975; Хомяков и др., 1980; Хомяков, Рогачев, 1991; Хомяков, 1990; Пеков, Чуканов, 1996; Khomyakov, 1995). Настоящая работа содержит описание двух новых борных минералов малинкоита (malinkoite)  $\text{NaBSiO}_4$  и лисицынита (lisitsynite)  $\text{KBSi}_2\text{O}_6$ , обнаруженных одним из авторов (А. П. Х.) соответственно в Ловозерском и Хибинском массивах. Новые минеральные виды названы в честь супружеской четы российских ученых —

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества РАН 24 февраля 2000 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 3 мая 2000 г.

Таблица 1

Основные характеристики малинкоита и лисицынита  
Main characteristics of malinkoite and lisitsynite

Характеристика	Малинкоит	Лисицынит
Формула	NaBSiO <sub>4</sub>	KBSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>
Сингония	Гексагональная	Ромбическая
Пр. группа	<i>P6<sub>3</sub></i>	<i>P2<sub>1</sub>2<sub>1</sub>2<sub>1</sub></i>
<i>a</i> , Å	13.8964(4)	9.9630(4)
<i>b</i> , Å		10.4348(4)
<i>c</i> , Å	7.7001(2)	4.7044(2)
<i>V</i> , Å <sup>3</sup>	1287.8(1)	489.08(5)
<i>Z</i>	18	4
Интенсивные линии рентгенограммы <i>I</i> , <i>d</i> , <i>hkl</i>	6, 3.86, 002 6, 3.61, 012 10, 2.780, 032 7, 2.320, 330 9, 2.216, 331 5, 1.928, 250 7, 1.721, 333	5, 3.944, 111 8, 3.495, 021 10, 3.282, 121 + 130 4, 3.149, 310 4, 2.704, 301 + 131 4, 2.293, 012 + 102
<i>D</i> , г/см <sup>3</sup>	2.90(2)	2.74(2)
Твердость	7	6
Оптический характер	Одноосный, отрицательный	Двуосный, отрицательный
<i>n<sub>p</sub></i>	1.582(2)	1.561(1)
<i>n<sub>m</sub></i>		1.563(1)
<i>n<sub>g</sub></i>	1.591(2)	1.564(1)
2 <i>V</i> , град	0	51(2)
Ориентировка	<i>c = Ne</i>	<i>a = Np, b = Nm, c = Ng</i>
Цвет	Бесцветный, бледно-розовый, зеленовато-голубой	Бесцветный

Таблица 2

Химический состав малинкоита и лисицынита (мас. %)  
Chemical composition of malinkoite and lisitsynite (wt %)

Компонент	Малинкоит			Лисицынит		
	содержание в семи зернах		<i>O</i> = 4	содержание в пяти зернах		<i>O</i> = 16
	пределы вариаций	среднее		пределы вариаций	среднее	
Na <sub>2</sub> O	24.16—24.71	24.36	1.00	0.00—0.00	0.00	—
K <sub>2</sub> O	0.00—0.00	0.00	—	23.32—23.64	23.50	1.01
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.67—27.12	26.88	0.98	16.82—17.45	17.17	1.00
SiO <sub>2</sub>	47.61—48.15	47.83	1.01	58.39—60.44	58.94	1.99
Сумма		99.07			99.61	

Примечание. Микронзонд Superprobe-733. Аналитик Г. Н. Нечелюстов. Прочие элементы с атомным номером выше 8 не обнаружены. В качестве эталонов использовались чкаловит (Na, Si), данбурит (B) и микроклин (K). Na, K и Si определялись при ускоряющем напряжении 15 кВ и токе зонда 10—15 нА. Анализ на B проводился по *K<sub>α</sub>* линии при ускоряющем напряжении 5 кВ и токе зонда 100 нА с использованием кристалла-анализатора ODPD (2*d* = 99.98 Å) и применением дифференциальной дискриминации. Для уменьшения термодиффузии атомов в процессе анализа съемка производилась расфокусированным пучком (до 30 мкм) при непрерывном перемещении препарата. С целью минимизации влияния химической связи на результаты анализа *K*-отношение (*K* = *S*<sub>обр</sub>/*S*<sub>ст</sub>) определялось по интегральным интенсивностям.

Таблица 3

## Результаты расчета рентгенограммы порошка малинкюнта и лисицынита

## X-ray powder diffraction data for malinkoite and lisitsynite

Малинкюнт				Лисицынит			
<i>I</i>	<i>d</i> <sub>эсп</sub> (Å)	<i>d</i> <sub>выч</sub> (Å)	<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d</i> <sub>эсп</sub> (Å)	<i>d</i> <sub>выч</sub> (Å)	<i>hkl</i>
1	6.94	6.95	110	2	7.12	7.20	110
1	5.11	5.16	111	3	5.24	5.22	020
4	4.74	4.74	021	3	4.980	4.966	200
4	4.00	4.01	030	3	4.634	4.620	120
		3.92	121	1	4.230	4.248	101
6	3.86	3.85	002	5	3.944	3.934	111
6	3.61	3.67	012	1	3.586	3.598	220
		3.56	031	8	3.495	3.492	021
2	3.17	3.17	221	10	3.282	3.294	121
3	3.05	3.06	131			3.284	130
10	2.780	2.779	032	4	3.149	3.156	310
4	2.623	2.626	140	2	2.861	2.857	221
1	2.539	2.580	222	3	2.800	2.796	320
		2.522	132	4	2.704	2.707	301
7	2.320	2.317	330			2.692	131
9	2.216	2.218	331	3	2.625	2.620	311
4	2.161	2.162	033	3	2.520	2.524	140
		2.162	150	2	2.425	2.436	231
3	2.065	2.065	223			2.416	410
3	2.010	2.006	060	1	2.350	2.350	002
2	1.980	1.985	332	4	2.293	2.292	012
		1.979	340			2.286	102
5	1.928	1.928	250	3ш	2.249—2.203	2.242	420
1	1.839	1.836	143			2.223	141
3	1.780	1.779	062			2.195	401
7	1.721	1.720	333	1	2.142	2.148	411
1	1.583	1.584	442			2.136	331
		1.581	063	3	2.081	2.081	212
1	1.562	1.561	171			2.073	241
		1.553	144	1	2.023	2.024	421
4	1.486	1.488	361			2.021	430
1	1.439	1.439	443	1	1.962	1.967	222
3	1.411	1.411	362	1	1.910	1.911	132
2	1.391	1.389	064	1	1.886	1.885	312
3	1.337	1.338	090	1	1.858	1.860	431
2	1.309	1.313	280	1	1.810	1.813	232
		1.306	363			1.802	511
				2	1.720	1.720	142
				1	1.681	1.680	441
						1.678	332
				1	1.631	1.631	061
				1	1.601	1.598	450
				<1	1.543	1.544	611
						1.542	152
				1	1.492	1.495	630
						1.489	252

Примечание. Условия съемки: камера Гандольфи,  $D = 114.6$  мм,  $\text{CuK}\alpha$ -излучение, ш — широкая линия; параметры элементарной ячейки, уточненные по рентгенограммам порошка:  $a = 13.90(1)$ ,  $c = 7.70(1)$  Å (малинкюнт) и  $a = 9.9326(1)$ ,  $b = 10.4374(1)$ ,  $c = 4.6991(2)$  Å (лисицынит); аналитики Е. В. Соколова и Ю. А. Уварова.

Светланы Вячеславовны Малинко (р. 1927), известного минералога, первооткрывателя рекордного числа минералов бора (Малинко и др., 1991), и Аполлона Ефимовича Лисицына (1928—1999), известного специалиста в области сырьевой базы, геологии и минералогии месторождений бора (Лисицын, 1974).

Основные характеристики изученных минералов сведены в табл. 1—3. Приводимые в табл. 1 данные о физических и оптических свойствах получены первым автором с применением объеметрического ( $D$ ), иммерсионного ( $n$ ) и федоровского ( $2V$ ) методов. Химический состав минералов (табл. 2) изучен Г. Н. Нечелюстовым на рентгеновском микроанализаторе Superprobe-733. Для каждого из них Е. В. Соколовой и Ф. К. Хоторном расшифрованы кристаллические структуры и определены приведенные в табл. 1 параметры элементарных ячеек. С этой целью использовались массивы отражений, полученные на монокристалльном автодифрактометре CCD. Структуры малинкоита и лисицынита уточнены соответственно до  $R = 3.77\%$  (2506 независимых отражений) и  $R = 1.94\%$  (1383 отражений).

**Малинкоит**<sup>2</sup> установлен в двух точках Ловозерского массива: на горах Карнасурт и Аллуайв, но детально исследована только его находка из первого района, рассматриваемая как голотип данного боросиликата. Здесь он обнаружен в существенно уссингитовом линзовидном пегматите № 60, залегающем в фойяитах дифференцированного комплекса близ контакта с содалитовыми сиенитами. По наблюдениям Е. И. Семенова (1972), краевая зона пегматитового тела сложена микроклином, содалитом, эвдиалитом, мурманитом и лоренценитом, агрегаты которых сцементированы сферолитовым эгирином. Эвдиалит частично замещен ловозеритом, лоренценит — виноградовитом, а содалит и микроклин уссингитизированы. В центре тела находится зона почти мономинерального уссингита, содержащего вкрапления струпина, чкаловита, нордита, шизолита, герасимовскита и нептунита. Эта же зона содержит многочисленные каверны, образовавшиеся, согласно нашим данным (Хомяков, 1990), в результате выщелачивания водорастворимых минералов: натросилита, натрита, олимпита и натрофосфата. Малинкоит обнаружен в одной из каверн уссингитового ядра в виде единственного диаметром около 3 мм розетковидного сростка клиновидных кристаллов, расходящихся из единого центра. На некоторых кристаллах, достигающих в самой широкой части толщины 0.3—0.5 мм, довольно четко выражены грани гексагональной призмы  $\{h00\}$  и пинакоида  $\{001\}$ . Подтвержденный рентгенографически и оптически малинкоит из второго района (Аллуайв) обнаружен в отвале подземной выработки, в одном из штуфов альбитизированной пегматоидной породы, содержащей включения кавернозного «натроопала» и тонкоигольчатого лейфита. Обособления боросиликата представлены здесь плотными сферолитами диаметром около 0.5 мм, редко до 1—2 мм, нарастающими на стенки пустот в «натроопале».

Голотипный малинкоит Карнасурта белый со слабым кремовато-розовым оттенком, в сферолитах Аллуайва он бледно-розовый или зеленовато-голубой. Кристаллы малинкоита мутные из-за обилия газовой-жидких включений. В тонких сколах минерал прозрачный, со стеклянным блеском, в сферолитах матово-прозрачный, с перламутровым или шелковистым блеском. Хрупкий. Излом ступенчатый или занозистый. Спайность средняя по  $\{h00\}$  и  $\{001\}$ . Плотность измеренная 2.90(2) г/см<sup>3</sup>, вычисленная 2.93 г/см<sup>3</sup>. В кислотах (HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) при комнатной температуре не разлагается. При температуре 500 °С минерал сплавляется в голубоватое прозрачное стекло, сохраняя до момента плавления оптические свойства исходного малинкоита. ИК-спектр минерала характеризуется наличием следующих полос поглощения: 1140, 980, 880, 805, 647, 598, 542, 517, 487 и 475 см<sup>-1</sup>. Результатам микронзондового анализа (табл. 2), пересчитанным на  $O = 4$  ( $Z = 18$ ), отвечает эмпирическая формула  $Na_{1.00}B_{0.98}Si_{1.01}O_{4.00}$ , практически совпадающая с идеализированной  $NaBSiO_4$ .

<sup>2</sup> В более ранних публикациях малинкоит условно обозначался как «природный Na-боросиликат» (Соколова, Хомяков, 1991) и M65 (Khomyakov, 1995).

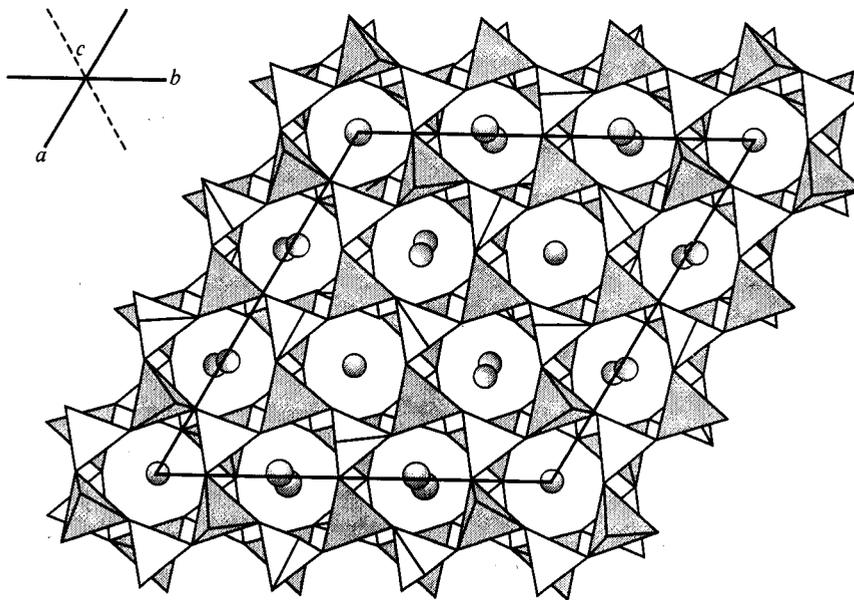


Рис. 1. Кристаллическая структура малинкоита в проекции на (001).

Серым и белым цветом показаны соответственно Si- и B-тетраэдры, шары — атомы Na.

Fig. 1. (001) projection of the malinkoite structure. Si tetrahedra are gray, B tetrahedra are white, Na atoms are shown as spheres.

Результаты детальной структурной расшифровки малинкоита (как и описываемого ниже лисицынита) будут опубликованы отдельно. Согласно полученным данным, изученный минерал представляет собой тектосиликат, не имеющий полных аналогов среди известных природных или искусственных соединений.<sup>3</sup> Основу его строения составляет каркас из 6-членных колец Si- и B-тетраэдров, полости которого заселены пятью сортами атомов Na с координационными числами 6 и 9 (рис. 1). Некоторые черты строения малинкоита сближают его с такими минералами, как бериллонит  $\text{NaBePO}_4$  и кальсилит  $\text{KAlSiO}_4$ . Синтетические алюмосиликаты  $\text{NaAlSiO}_4$  и  $\text{KAlSiO}_4$ , изотипные малинкоиту по химической формуле, существенно отличаются от малинкоита топологией каркаса.

Лисицынит установлен в районе горы Коашва (Хибины), в одном из наиболее крупных пегматитовых тел ультраагпаитового типа, вскрытых глубоким карьером в ийолит-уртитях на контакте последних с апатито-нефелиновыми рудами. Субвертикально падающее четковидное тело пегматита прослежено по южному борту карьера на протяжении более 60 м при мощности до 5 м. В раздувах тела выделяются интенсивно минерализованное солевое ядро, сложенное водорастворимыми фторидами (виллиомит), карбонатами (натрит, термонатрит) и фосфатами (натрофосфат), и окаймляющая его силикатная зона из очень крупных диаметром до 1—1.5 м сферолитов эгирина. Прочие минералы, концентрирующиеся преимущественно в центральной зоне тела и на ее контакте с эгириновой зоной, в основном представлены пектолитом, микроклином, содалитом, ломоносовитом, реже чкаловитом, ви-

<sup>3</sup> На раннем этапе исследований (Соколова, Хомяков, 1991) авторы располагали недостаточно полным рентгendifракционным спектром малинкоита, на основе которого была получена средняя модель структуры минерала, решенная в псевдоячейке с параметрами  $a = 8.035$  (3),  $c = 7.703$  (2) Å, пр. группа  $P6_3$ . По этим параметрам ловозерский минерал соответствовал идентичному по составу минералу UK53A из щелочного комплекса Сент-Илер:  $a = 8.036$  (3),  $c = 7.709$  (3) Å, пр. группа  $P6/m$ ,  $P6$  или  $P-6$  (Chao e. a., 1990). Поскольку истинная ячейка малинкоита, установленная при повторном исследовании того же самого монокристалла, что и в работе 1991 г., отличается от ранее полученной, вопрос об идентичности ловозерского и сентилерского боросиликатов остается открытым.

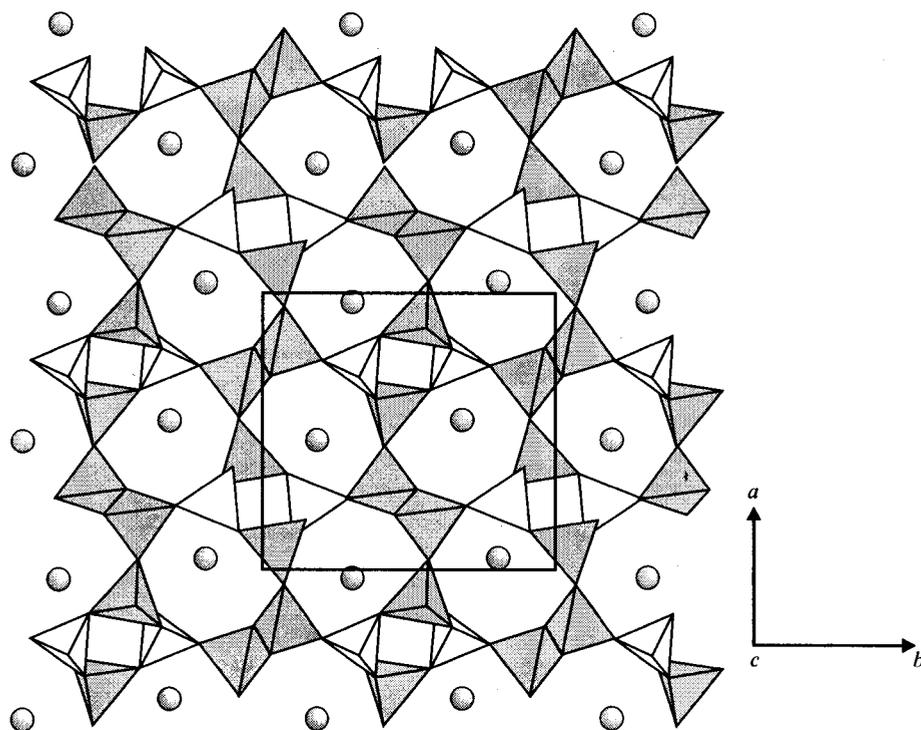


Рис. 2. Кристаллическая структура лисицынита в проекции на (001).

Серым и белым цветом показаны соответственно Si- и B-тетраэдры, шары — атомы К.

Fig. 2. (001) projection of the lisitsynite structure. Si tetrahedra are gray, B tetrahedra are white, K atoms are shown as spheres.

туситом и REESr-фтороapatитом. Значительно реже отмечаются канкринит, натролит, щелочной амфибол, лампрофиллит, умбит, беловит, фторкафит, накафит, нефедовит, бонштедтит, сфалерит, галенит и молибденит. Весьма характерным для данного и других подобных пегматитовых тел района горы Коашва является наличие в их осевой зоне обильных скоплений твердых битумов.

Внешне неотличимый от пектолита лисицынит установлен пока лишь в одной единственной точке центральной зоны пегматита, сложенной агрегатом микроклина, пектолита, чкаловита, ломоносовита, термонатрита, эгирина и щелочного амфибола. Описываемый боросиликат представлен сростком, состоящим из нескольких корродированных неправильной формы зерен минерала и полуограниченных таблитчатых кристаллов размером от 0.2 до 0.5 мм в поперечнике с хорошо различимыми гранями пинакоида {010} и ромбической призмы {110}. Минерал бесцветный, прозрачный, со стеклянным блеском, ступенчатым изломом и хорошо выраженной спайностью по (010). Хрупкий. Плотность измеренная 2.74 (2) г/см<sup>3</sup>, вычисленная 2.75 г/см<sup>3</sup>. В дополнение к оптическим свойствам, приведенным в табл. 1, отметим наличие у лисицынита сильной дисперсии  $r > v$ . Минерал, прогретый до 500° С, сохраняет прозрачность и показатели преломления исходного вещества. При комнатной температуре в кислотах (HNO<sub>3</sub>, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) не разлагается. Результаты микрондового анализа минерала (табл. 2) пересчитываются при  $O = 6$  ( $Z = 4$ ) на эмпирическую формулу  $K_{1.01}B_{1.00}Si_{1.99}O_{6.00}$ , отвечающую идеализированной  $KBSi_2O_6$ . Лисицынит является вторым после кальборсита, известного пока только в Хибинах, собственно калиевым представителем природных боро- и боратосиликатов. Это подчеркивает высококалиевую специфику геохимии Хибинского массива и существенное отличие последнего от

соседнего Ловозерского массива, где в сходных пегматитовых образованиях встречаются только высоконатриевые боросиликаты.

Согласно результатам рентгеноструктурного анализа, основу кристаллической структуры лисицынита  $K[BSi_2O_6]$  составляет трехмерный каркас из 4-, 6- и 8-членных колец, образованных Si- и В-тетраэдрами, в цеолитоподобных полостях которого размещаются атомы К (рис. 2). Наиболее близкое к лисицыниту строение имеет синтетический цеолит  $Li-A(BW) Li[AlSiO_4] \cdot H_2O$  [ $a = 10.313(1)$ ,  $b = 8.194(1)$ ,  $c = 4.993(1)$  Å, пр. группа  $Pna2_1$ ,  $Z = 4$ ; Kerr, 1974], топология структуры которого, однако, существенно иная. Сопоставление же лисицынита с его искусственным формульным аналогом «боролейцитом»  $KBSi_2O_6 = K[(Si_2B)O_6]$  [ $a = 12.618(4)$  Å, пр. группа  $I43d$ ,  $Z = 16$ ; Mikloš e. a., 1992] показывает, что природный минерал является полиморфной модификацией «боролейцита», отличающейся от последнего более высокой степенью Si/B упорядочения и соответственно более низкой симметрией.

Охарактеризованные выше находки двух новых боросиликатов существенно дополняют список минералов-концентраторов бора в породах Хибино-Ловозерского комплекса. Как и другие минералы бора, упомянутые в начале статьи, малинкоит и лисицынит кристаллизовались на заключительной стадии формирования ультраагпаитовых пегматитов из остаточных силикатно-солевых жидкостей, резко обогащенных щелочными, летучими и редкими элементами (Хомяков, 1990; Khomyakov, 1995). Аналогичное происхождение имеют проявления боросиликатов в щелочных комплексах Канады (Сент-Илер) и Гренландии (Илимауссак), где наряду с лейкосфенитом, сирлезитом и ридмерджеритом обнаружены стиллуэллит-(Ce)  $CeBSiO_5$ , таджикит-(Y)  $Ca_3(Y, REE)_2(Ti, Al, Fe)B_4Si_4O_{22}$  и пудреттит  $KNa_2B_3Si_{12}O_{30}$  (Horváth, Gault, 1990; Petersen, Secher, 1993). Столь ярко выраженное разнообразие боросиликатов, представленных в ультраагпаитовых пегматитах и гидротермалитах, указывает на чрезвычайную перспективность дальнейшего изучения последних с целью выявления еще не открытых минералов бора и расширения представлений о формах концентрации этого дефицитного элемента щелочных магм в массивах нефелиновых сиенитов и земной коре в целом.

Эталонные образцы минералов переданы на хранение в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана Российской академии наук, Москва. Регистрационные номера 2611/1 (лисицынит) и 2613/1 (малинкоит).

В заключение авторы выражают благодарность С. С. Глубокому, Ф. В. Залевскому, А. П. Николаеву, Ю. А. Уваровой и Д. К. Щербачеву за помощь в сборе образцов и получении некоторых важных характеристик изученных минералов.

#### Список литературы

- Лисицын А. Е. Геологические основы поисков эндогенных месторождений бора. М.: Недра, 1974. 157 с.  
Малинко С. В., Халтурина И. И., Озол А. А., Бочаров В. М. Минералы бора. Справочник. М.: Недра, 1991. 230 с.  
Мерьяков А. Н., Недорезова А. П., Буссен И. В. и др. Лейкосфенит — первый минерал бора из Ловозерского массива // ЗВМО. 1975. Вып. 3. С. 343—346.  
Пеков И. В., Чуканов Н. В. Новые данные о кальборсите // ЗВМО. 1996. № 4. С. 55—59.  
Семенов Е. И. Минералогия Ловозерского щелочного массива. М.: Наука, 1972. 307 с.  
Соколова Е. В., Хомяков А. П. Кристаллическая структура нового природного Na-боросиликата с каркасом типа тридимита // Докл. АН СССР. 1991. Т. 319. № 4. С. 879—883.  
Хомяков А. П. Минералогия ультраагпаитовых щелочных пород. М.: Наука, 1990. 196 с.  
Хомяков А. П., Рогачев Д. Л. Сирлезит и ридмерджерит из Ловозерского щелочного массива // Изв. АН СССР. Сер. Геол. 1991. № 11. С. 149—152.  
Хомяков А. П., Сандомирская С. М., Малиновский Ю. А. Кальборсит  $K_6BaAl_4Si_6O_{20}(OH)_4Cl$  — новый минерал // Докл. АН СССР. 1980. Т. 252. № 6. С. 1465—1468.  
Chao G. Y., Conlon R. P., Van Velthuizen J. Mont Saint-Hilaire unknowns // Miner. Rec. 1990. Vol. 21. N 4. P. 363—368.  
Horváth L., Gault R. The mineralogy of Mont Saint-Hilaire, Quebec // Miner. Rec. 1990. Vol. 21. N 4. P. 283—362.  
Kerr I. S. Crystal structure of a synthetic lithium zeolite // Z. Kristallogr. 1974. Vol. 139. P. 186—195.  
Khomyakov A. P. Mineralogy of hyperagpaite alkaline rocks. Oxford: Clarendon Press, 1995. 224 p.

Mikloš D., Smrčok L., Ďurovič S. e. a. Refinement of the structure of boroleucite,  $K(BSi_2O_6)$  // Acta Crystallogr. 1992. Vol. C48. P. 1831—1832.  
Petersen O. V., Secher K. The Minerals of Greenland // Miner. Rec. 1993. Vol. 24. N 2. P. 1—65.

Поступила в редакцию  
1 июля 2000 г.

УДК 549

ЗВМО, № 6, 2000 г.  
Proc. RMS, N 6, 2000

© Д. чл. Л. А. ПАУТОВ,\* д. чл. П. В. ХВОРОВ,\*\* Е. В. СОКОЛОВА,\*\*\* Дж. ФЕРРАРИС,\*\*\*\*  
Г. ИВАЛЬДИ,\*\*\*\* Л. Ф. БАЖЕНОВА\*\*

### КАПИЦАИТ-(Y) $(Ba, K)_4(Y, Ca)_2Si_8(B, Si)_4O_{28}F$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ<sup>1</sup>

L. A. PAUTOV, P. V. KHVOROV, E. V. SOKOLOVA, G. FERRARIS, G. IVALDI, L. F. BAZHENOVA.  
KAPITSAITE-(Y)  $(Ba, K)_4(Y, Ca)_2Si_8(B, Si)_4O_{28}F$  — A NEW MINERAL

\* Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана, 117901, Москва, Ленинский пр., 18, корп. 2  
\*\* Институт минералогии УрО РАН, 456301, Миасс Челябинской обл.  
\*\*\* Московский университет, кафедра кристаллографии и кристаллохимии,  
119899, Москва, Воробьевы горы  
\*\*\*\* Туринский университет, Турин, Италия  
(Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche, Università di Torino, Torino, Italy)

Kapitsaite-(Y) — yttrium analog of hyalotekite — was found on the Dara-i-Pioz glacier moraine (Tadzhikistan, Garm region) in association with quartz, reedmerdnerite, leucosphenite, polyolithionite, pectolite, pyrochlore, aegirine. Kapitsaite-(Y) occurs as sheaf-like aggregate (1 × 3 cm) of pale-pink granules. Semitransparent to transparent. Glass-like lustre. Streak is white. Hardness 5. Conchoidal fracture. Cleavage is absent. Pale-pink luminescence in short-UV-light. Density (meas.) 3.74 (3) g/cm<sup>3</sup>, (calc.) 3.79 g/cm<sup>3</sup>. Biaxial, optically (+). 2V (meas.) 69 (4)°, 2V (calc.) 67.7°.  $n_g = 1.637$  (2),  $n_m = 1.628$  (2),  $n_p = 1.624$  (3),  $r < v$ . IR spectrum absorption stripes are: 420, 461, 501, 531, 573, 673, 725, 759, 783, 856, 907, 944, 987, 1026, 1088, 1151 cm<sup>-1</sup>. Chemical composition (microprobe analysis, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TR — wet chemistry): SiO<sub>2</sub> 34.98, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.04, FeO 0.01 MnO 0.05, CaO 3.12, K<sub>2</sub>O 0.87, Na<sub>2</sub>O 0.46, PbO 1.95, BaO 38.18, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7.93, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.01, Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.09, Pr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.03, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.32, Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.36, Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.64, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.70, Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.14, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.36, Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.20, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8.68, F 1.40, Cl 0.01; total 100.53, —O = F<sub>2</sub> 0.59, total 99.94. Empirical formula:  $(Ba_{3.54}K_{0.26}Pb_{0.12}Na_{0.07})_4(Y_{1.00}Ca_{0.78}Na_{0.15}Gd_{0.05}Dy_{0.05}Nd_{0.03}Sm_{0.03}Er_{0.03}Ce_{0.01}Ho_{0.01}Yb_{0.01})_{2.16}(Si_{7.99}Al_{0.01})_8(O_{27.98}F_{1.05})$ . Simplified formula  $(Ba, K)_4(Y, Ca)_2Si_8(B, Si)_4O_{28}F$ . The crystal structure has been solved. Triclinic, sp. gr.  $\bar{1}$ ,  $z = 2$ ,  $a = 11.181$  (4) Å,  $b = 10.850$  (7) Å,  $c = 10.252$  (4) Å,  $\alpha = 90.64$  (6)°,  $\beta = 90.05$  (4)°,  $\gamma = 89.97$  (7)°,  $V = 1243.6$  (9) Å<sup>3</sup>. Strongest X-ray diffraction lines are: 7.80 (70), 3.77 (100), 3.73 (70), 3.71 (50), 3.49 (60), 3.41 (50), 3.24 (75), 3.09 (60), 2.96 (60), 2.93 (80), 2.90 (90), 2.74 (65), 2.59 (50), 2.122 (60). The name is after famous physicist P. L. Kapitsa (1894—1984).

При полевых работах в 1992 г. на морене ледника Дара-и-Пиоз (Таджикистан, Гармский район) был обнаружен минерал, близкий к гиалотекиту. Последующее его изучение показало, что он является высокобариевым иттриевым аналогом гиалотекита состава  $(Ba, K)_4(Y, Ca)_2Si_8(B, Si)_4O_{28}F$  [пр. гр.  $\bar{1}$ ,  $z = 2$ ,  $a = 11.181$  (4),  $b = 10.850$  (7),  $c = 10.252$  (4),  $\alpha = 90.64$  (6)°,  $\beta = 90.05$  (4)°,  $\gamma = 89.97$  (7)°,  $V = 1243.6$  (9) Å<sup>3</sup>]. Новый минерал назван капицаитом-(Y) [kapitsaite-(Y)] в честь великого физика-экспериментатора, выдающегося инженера, конструктора, автора фундаментальных работ в области низких температур, очень яркого и смелого организатора науки, ученика А. Ф. Иоффе и сотрудника Э. Резерфорда, основателя и первого директора Института физических проблем Петра Леонидовича Капицы (1894—1984).

<sup>1</sup> Утвержден Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 5 января 1999 г.