

## Список литературы

- Мейсон Б. Метеориты. М.: Мир, 1965. 305 с.
- Фисенко А. В., Игнатенко К. И., Люль А. Ю., Лаврихина А. К. Ассоциация металлических частиц с САI (кальций-алюминиевыми включениями) в CV хондрите Ефремовка // Метеоритика. 1988. Вып. 47. С. 95—105.
- Чухров Ф. В. (гл. ред.) Минералы. Т. 1. М.: Изд. АН СССР, 1960. 616 с.
- Buchwald V. F. Handbook of Iron meteorites // University of California Press, Berkeley, 1975. Vol. 2.
- Chao E. C. T., Dwornik E. J., Littler J. New data on the nickel-iron spherules from Southeast Asian tektites and their implications // Geochim. Cosmochim. Acta. 1964. Vol. 28. P. 971—980.
- Clarke R. S., Jr., Goldstein J. I. Schreibersite growth and its influence on the metallography of coarse-structured iron meteorites // Smithson. Contrib. Earth Sci. 1978. Vol. 21. P. 1—80.
- Dodd R. T. Meteorites. Cambridge University Press, 1981. 383 p.
- Goldstein J. I., Ogilvie R. E. Electron microanalysis of Metallic Meteorites, Part. 1: Phosphides and Sulfides // Geochim. Cosmochim. Acta. 1963. Vol. 27. P. 623—637.
- Haidinger W. Versammlung, am 16 Juli. Berichte über die Mitteilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, 1847. H. 3. S. 69—71.
- Haidinger W. Über das Meteoreisen von Braunau // Ann. Physik. 1847. S. 580—582.
- Reed S. J. B. Electron probe Microanalysis of Schreibersite and Rhabdite in iron meteorites // Geochim. Cosmochim. Acta. 1965. Vol. 29. P. 513—534.
- Reed S. J. B. The Oktibbeha County Iron Meteorite // Miner. Mag. 1972. Vol. 38. P. 623—626.

Поступила в редакцию  
2 декабря 1998 г.

УДК 549.657(470.21)

ЗВМО, № 3, 1999 г.  
Proc. RMS, N 3, 1999

© Д. чл. И. В. ПЕКОВ, \* Н. В. ЧУКАНОВ, \*\* д. чл. А. П. ХОМЯКОВ, \*\*\*  
Р. К. РАСЦВЕТАЕВА, \*\*\*\* Я. В. КУЧЕРИНЕНКО, \* В. В. НЕДЕЛЬКО \*\*

### КОРОБИЦЫНИТ $\text{Na}_{3-x}(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}, \text{O})_2 \cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ ЛОВОЗЕРСКОГО МАССИВА, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ<sup>1</sup>

I. V. PEKOV, N. V. CHUKANOV, A. P. KHOMYAKOV, R. K. RASTSVETAJEVA, Ya. V. KUCHERINENKO, V. V. NEDEL'KO. KOROBITSYNITE  $\text{Na}_{3-x}(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}, \text{O})_2 \cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$  — A NEW MINERAL FROM LOVOZERO MASSIF, KOLA PENINSULA

\* Московский Университет, 119899, Москва, Воробьевы Горы

\*\* Институт проблем химической физики РАН, 142432, Московская обл., п. Черноголовка

\*\*\* Институт минералогии, геохимии, кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) РАН,  
121357, Москва, ул. Вересаева, 15

\*\*\*\* Институт кристаллографии РАН, 117333, Москва, Ленинский пр., 59

Korobitsynite,  $\text{Na}_{3-x}(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}, \text{O})_2 \cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$ , a new mineral, orthorhombic Ti-dominant analogue of nenadkevichite was found at Alluaiv and Karnasurt Mts., Lovozero alkaline massif, Kola peninsula, Russia. It occurs in high-alkaline hydrothermalites as prismatic crystals up to 2 cm, together with aegirine, albite, elpidite, epididymite, lorezenite, quartz, shortite, sidorenkite, natroxalate, etc. (Alluaiv) and grains up to 1 mm with aegirine, K-feldspar, elpidite, labuntsovite, natrolite, apophyllite, etc. (Karnasurt). Crystal forms: {110}, {001}, {010}, {100}, {021}. Epitaxial growths with elpidite are typical:  $a_{\text{el}} = a_{\text{cor}}$ ,  $b_{\text{el}} = b_{\text{cor}}$ ,  $c_{\text{el}} = a_{\text{cor}}$ . Colorless, transparent, streakwhite, lustre vitreous, cleavage (100) imperfect. Brittle, Mohs' hardness ~5.  $D_{\text{meas}} = 2.72$ ,  $D_{\text{calc}} = 2.69 \text{ g/cm}^3$ . Biaxial, positive,  $2V = 30$  (1). Refractive indexes change in accordance with composition:  $\alpha$  1.646—1.650,  $\beta$  1.654—1.658,  $\gamma$  1.763—1.780. Optical orientation:  $N_p = b$ ,  $N_m = c$ ,  $N_g = a$ . Average chemical composition of holotype, wt %:  $\text{Na}_2\text{O}$  13.87,  $\text{K}_2\text{O}$  0.03,  $\text{BaO}$  0.54,  $\text{ZrO}_2$  0.04,  $\text{TiO}_2$  21.38,  $\text{SiO}_2$  40.91,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  10.14,  $\text{H}_2\text{O}$  12.20, total 99.11. Empirical formula:  $(\text{Na}_{2.62}\text{Ba}_{0.02})_{2.64}(\text{Ti}_{1.57}\text{Nb}_{0.45})_{2.02}[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}_{1.13}\text{O}_{1.03})_{2.16} \cdot 3.4\text{H}_2\text{O}$ ;  $Z = 2$ . Nenadkevichite—korobitsynite isomorphous series is established. The crystal structure is solved,  $R = 0.048$ . Unit cell parameters:  $a = 7.349$  (2),  $b = 14.164$  (2),  $c = 7.130$  (1) Å,  $V = 742.2$  (4) Å<sup>3</sup>, space group *Pbam*. IR spectrum is given. The mineral was named after M. F. Korobitsyn (1928—1996), an amateur mineralogist and collector, who made the significant contribution to the Lovozero massif mineralogy study.

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества РАН. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 6 июля 1998 г.

При изучении обширной коллекции образцов, диагностированных в полевых условиях как «лабунцовит» и «ненадкевичит», обнаружен новый минерал состава  $\text{Na}_{3-x}(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}, \text{O})_2 \cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$  (ромбический) — титановый аналог ненадкевичита  $\text{Na}_{3-x}(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}, \text{O})_2 \cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$ . Он установлен на горах Аллуайв и Карнасурт в Ловозерском щелочном массиве, Кольский п-ов. Новый минерал назван коробицынитом в память о минералог-любителе и коллекционере Михаиле Федоровиче Коробицыне (1928—1996), внесшем заметный вклад в изучение минералогии Ловозерского массива.

Лабунцовит является моноклинным минералом, в то время как ненадкевичит имеет ромбическую симметрию. Кристаллические структуры этих двух минералов, несмотря на многие общие черты, обладают рядом принципиальных различий, которые однозначно опровергают предположение Е. И. Семенова (1959) о существовании изоморфного ряда лабунцовит—ненадкевичит (Булах, Евдокимов, 1973; Органиова и др., 1976, 1981).

**Химический состав** нового минерала определен электронно-зондовым методом на более чем 50 кристаллах; средние составы для 6 образцов, изученных комплексом методов, приведены в табл. 1. На рис. 1 видно, что Ti/Nb-отношение в минералах ряда ненадкевичит—коробицынит широко варьирует. В отличие от моноклинных членов семейства, где в значительных количествах (целые %) присутствуют K, Ba, а зачастую также Sr, Mg, Mn, Fe, Zn, ромбические минералы, по опубликованным (Perrault e. a., 1973; Karup-Moeller, 1986; Horvath e. a., 1998) и нашим данным, содержат в качестве главных составляющих только Na, Ti, Nb, Si,  $\text{H}_2\text{O}$ . Такая сравнительная «чистота» ромбических минералов относительно моноклинных хорошо объясняется различиями в их кристаллической структуре (см. ниже). Содержание воды в голотипном образце коробицынита, определенное по потере массы при нагревании, составляет 12.20 % (табл. 1, ан. 1). Процесс удаления воды полностью завершился при 360 °С. Формула, рассчитанная для этого образца на  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]$ , такова:  $(\text{Na}_{2.62}\text{Ba}_{0.02})_{2.64}(\text{Ti}_{1.57}\text{Nb}_{0.45})_{2.02}[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}_{1.13}\text{O}_{1.03})_{2.16} \cdot 3.4\text{H}_2\text{O}$ ,  $Z = 2$ . Исходя из вариаций значений суммы электронно-зондовых анализов (табл. 1) и из структурных данных, содержание кристаллизационной воды в минерале изменчиво и находится в пределах от 3 до 4 молекул на указанную формулу. Колеблется и содержание натрия — обычно в пределах от 2 до 3 ф. е.

**Кристаллическая структура и кристаллохимические особенности.** Кристаллическая структура коробицынита решена на монокристалле;  $R_{\text{аннizo}} = 0.048$  (Расцветаева и др., 1997). Минерал изоструктурен ненадкевичиту из Сент-Илера (Perrault e. a., 1973). Его пространственная группа *Pbam*. Структура состоит из прямых цепочек вершинносвязанных (Ti, Nb)O-октаэдров, вытянутых вдоль направления *a* и связанных в плоскости *bc* четырехчленными кольцами Si, O-тетраэдров. Мостиковые кислородные вершины в цепочках октаэдров частично замещаются OH-группами, образующими H-связи с атомами кислорода. В каналобразных полостях каркасной постройки располагаются атомы Na и молекулы воды, что сближает коробицынит и ненадкевичит в структурном отношении с цеолитами и объясняет существенные вариации содержаний этих компонентов, делая справедливой запись  $\text{Na}_{3-x}...$  в формуле. В то же время соотношение Si/(Ti + Nb) (составляющие каркаса) строго выдерживается, лишь незначительно отклоняясь от 2.00.

Ромбические члены семейства — ненадкевичит и коробицынит — существенно отличаются по структуре от моноклинных. Понижение симметрий приводит к удвоению у моноклинных минералов одного из параметров элементарной ячейки. Моноклинные минералы характеризуются значительной деформацией структурного мотива: прямые цепочки (Ti, Nb)-октаэдров становятся гофрированными, вследствие чего единая позиция, занятая в структурах ненадкевичита и коробицынита атомами Na, у моноклинных минералов расщепляется на три независимые позиции, одна из которых преимущественно заселяется атомами Na, а две другие, приобретающие больший объем, — крупными катионами: K, Ba, Sr (Органиова и др., 1976; 1981).

Химический состав коробицынита  
Chemical composition of korobitsynite

Компонент	Анализ						
	1	2	3	4	5	6	7
Na <sub>2</sub> O	13.87	11.02	11.64	14.60	12.10	13.17	11.8
K <sub>2</sub> O	0.03	0.04	0.05	0.07	0.05	0.10	0.0
BaO	0.54	0.31	0.01	0.43	0.00	0.00	0.0
ZrO <sub>2</sub>	0.04	0.09	0.02	0.58	0.15	0.17	0.0
TiO <sub>2</sub>	21.38	14.97	15.27	18.35	12.74	14.82	19.4
SiO <sub>2</sub>	40.91	39.28	42.12	39.25	39.40	38.70	41.6
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.14	19.04	22.16	11.12	21.10	16.60	13.8
H <sub>2</sub> O	12.20	Н. о.	13.4				
Сумма	99.11	84.89*	91.43*	84.46*	85.57*	84.68*	100.0

Формульные коэффициенты (при Si<sub>4</sub>Z = 2)

Na	2.62	2.18	2.14	2.88	2.38	2.63	2.2
K	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	—
Ba	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	—
Zr	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	—
Ti	1.57	1.15	1.09	1.41	0.97	1.15	1.4
Nb	0.45	0.87	0.95	0.51	0.965	0.77	0.6
Si	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.0

Примечание. Ан. 1—5 — гора Аллуайв; ан. 6 — гора Карнасурт; 7 — расчетные содержания на формулу Na<sub>2.2</sub>(Ti<sub>1.4</sub>Nb<sub>0.6</sub>)[Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>](OH<sub>1.25</sub>O<sub>0.75</sub>) · 3.7H<sub>2</sub>O, полученную по данным расшифровки кристаллической структуры минерала. Н. о. — содержание H<sub>2</sub>O не определялось; (\*) — в сумму анализа входят также (мас. %): CaO 0.06 (4), 0.68 (6); SrO 0.44 (6); MnO 0.02 (2); ZnO 0.01 (3); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.02 (2), 0.07 (3), 0.03 (5); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.03 (3); Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.05 (3). Аналитики Н. Н. Кононкова (ан. 1, 2), И. М. Куликова (ан. 3), А. Н. Некрасов (ан. 4), Г. Н. Нечелюстов (ан. 5, 6).

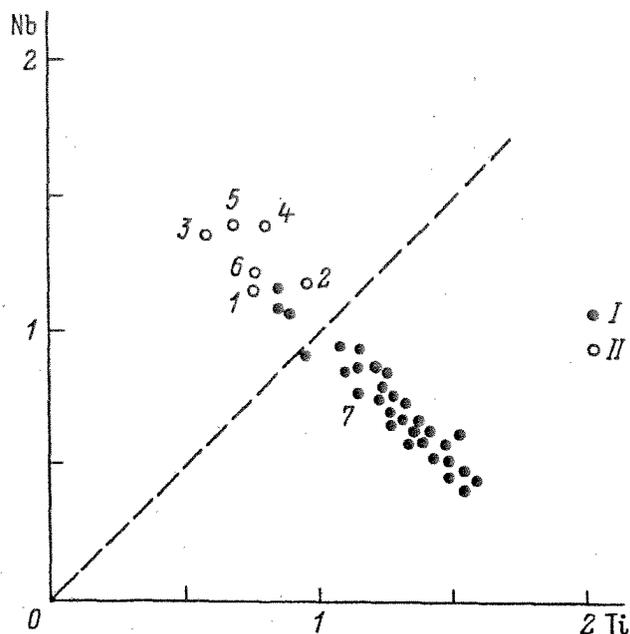


Рис. 1. Соотношение Ti и Nb в минералах изоморфного ряда ненадкевичит—коробицынит (по осям — формульные коэффициенты для Si<sub>4</sub>).

I — данные настоящей работы, II — ранее опубликованные; 1, 2 — ненадкевичит, гора Карнасурт, Ловозеро (Кузьменко, Казакова, 1955); 3 — ненадкевичит, Сент-Илер, Квебек (Perrault, 1973); 4, 5 — Илимаусак, Ю. Гренландия (4 — Семенов, 1969; 5 — Kagur-Moeller, 1986); 6 — ненадкевичит, Сент-Амаль, Квебек (Hogvath e. a., 1998); 7 — коробицынит, гора Карнасурт, Ловозеро; без номеров — коробицынит и ненадкевичит, гора Аллуайв, Ловозеро.

Fig. 1. Ti/Nb formula ratios in nenadkevichite-korobitsynite isomorphous series minerals (formula coefficients on the axes are given for Si<sub>4</sub>).

Результаты расчета рентгенограммы и параметры элементарной ячейки коробитсинита,  
г. Аллуайв

X-ray powder data and unit cell parameters of korobitsynite from Alluaiv Mt.

<i>I</i>	$d_{изм}, \text{Å}$	$d_{выч}, \text{Å}$	<i>hkl</i>	<i>I</i>	$d_{изм}, \text{Å}$	$d_{выч}, \text{Å}$	<i>hkl</i>
72	7.09	{ 7.13 7.08	{ 001 020	12	1.665	1.665	431
85	6.53	6.52	110	4	1.646	1.644	352
34	5.02	5.025	021	32	1.591	{ 1.592 1.592	{ 044 422
4	4.81	4.812	111			1.590	441
16	3.97	3.973	130	8	1.564	1.564	224
3	3.67	3.674	200	4	1.540	{ 1.541 1.539	{ 450 190
5	3.56	{ 3.565 3.557	{ 002 210	2	1.504	1.504	191
100	3.262	{ 3.266 3.262	{ 201 220	14	1.478	1.4779	154
		3.184	022	45	1.457	1.4560	282
52	3.180	{ 3.183 3.171	{ 211 041	2	1.414	{ 1.4149 1.4129	{ 452 192
14	3.129	3.129	112	4	1.346	1.3447	443
7	2.964	2.966	221			{ 1.3244 1.3241	{ 283 390
6	2.901	2.900	230	3	1.324	1.3236	215
3	2.685	2.686	231	40	1.307	{ 1.3066 1.3059	{ 225 532
45	2.649	2.643	150			1.2996	210.1
56	2.553	{ 2.559 2.550	{ 202 240	15	1.298	{ 1.2957 1.2957	{ 1.10.2 1.10.2
42	2.512	2.512	042	35	1.271	1.2709	472
2	2.413	2.414	310	8	1.251	1.2488	1.11.1
		2.253	023	5	1.236	1.2357	293
2	2.252	{ 2.250 2.247	{ 232 160	6	1.219	{ 1.2206 1.2202	{ 065 610
6	2.173	2.174	330	25	1.150	{ 1.1502 1.1501	{ 2.11.2 1.12.1
57	2.075	2.074	242			1.1398	3.11.0
2	2.016	2.015	340	4	1.139	{ 1.1385 1.1385	{ 136 136
25	1.970	1.962	062			1.1218	4.10.0
28	1.836	{ 1.838 1.837	{ 233 400	30	1.122	1.1047	563
4	1.823	1.821	410	7	1.106	1.0957	435
5	1.782	1.782	004	7	1.094	{ 1.0925 1.0925	{ 365 365
14	1.768	1.770	080	4	1.082	1.0820	2.11.3
		1.767	153			1.0722	652
50	1.735	1.735	262	18	1.071	{ 1.0718 1.0701	{ 2.12.2 4.10.2
		1.721	180			1.0609	633
2	1.720	{ 1.720 1.720	{ 271 114	40	1.060	1.0505	166
		1.718	081	4	1.050	{ 1.0501 1.0501	{ 256 256
4	1.675	{ 1.675 1.673	{ 063 181	7	1.045	1.0446	2.13.0
				16	1.034	1.0336	2.13.1

Параметры ромбической ячейки

$$a = 7.349(2) \text{ Å}$$

$$b = 14.164(2) \text{ Å}$$

$$c = 7.130(1) \text{ Å}$$

$$V = 742.2(4) \text{ Å}^3$$

Примечание. Условия съемки: дифрактометр ДРОН-3,  $\text{CuK}_\alpha$ -излучение, Ni-фильтр.

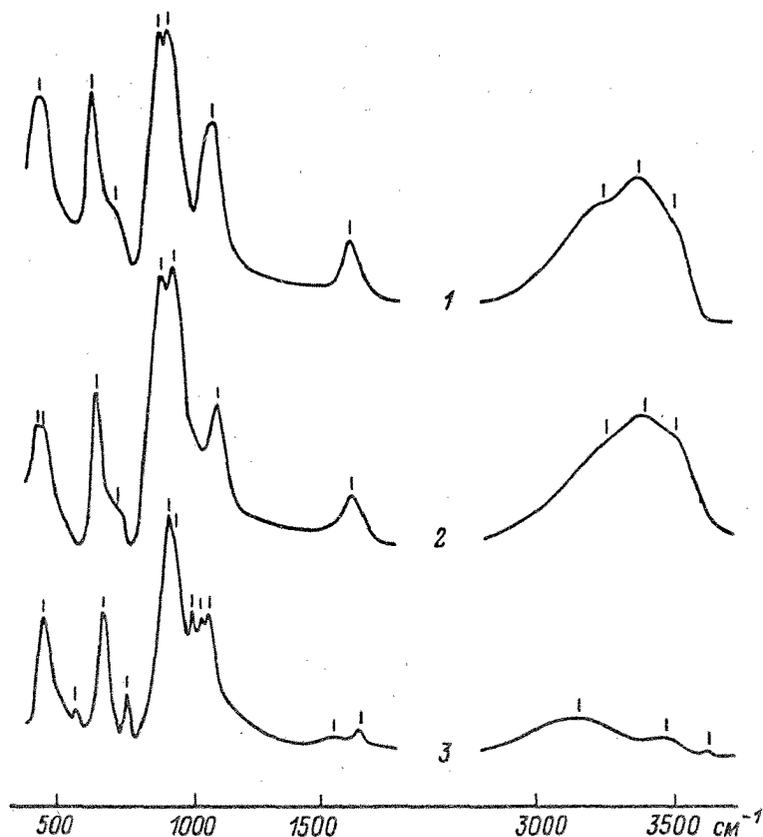


Рис. 2. ИК-спектры коробицынита (1), ненадкевичита (2) и лабунцовита (3), см. также табл. 3.

Fig. 2. IR spectra of korobitsynite (1), nenadkevichite (2) and labuntsovite (3) — see also Table 3.

Рис. 3. Коробицынит.

Таким образом, идеальная формула коробицынита такова:  $\text{Na}_3(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}, \text{O})_2 \cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$  ( $Z = 2$ ). С учетом реальных содержаний Na она принимает вид:  $\text{Na}_{3-x}(\text{Ti}, \text{Nb})_2[\text{Si}_4\text{O}_{12}](\text{OH}, \text{O})_2 \cdot 3-4\text{H}_2\text{O}$ , где  $x < 1.5$ .

Порошковая рентгенограмма коробицынита дана в табл. 2. Параметры элементарной ячейки:  $a = 7.349$  (2),  $b = 14.164$  (2),  $c = 7.130$  (1) Å,  $V = 742.2$  (4) Å<sup>3</sup>.

ИК-спектр коробицынита очень близок к спектру ненадкевичита, но существенно отличается от спектра лабунцовита (рис. 2, табл. 3). Расщепление полосы валентных колебаний Si—O—Si (область 1000—1150 см<sup>-1</sup>) в спектре лабунцовита в отличие от коробицынита и ненадкевичита, видимо, является следствием упорядоченного распределения внекаркасных катионов в моноклинных минералах. Тот факт, что полоса при 1633 см<sup>-1</sup> в спектре коробицынита не расщеплена, говорит об однотипности всех молекул воды по силе водородной связи. Действительно, структурное исследование показывает, что в коробицыните присутствуют только водородные связи H<sub>2</sub>O—H<sub>2</sub>O, тогда как в лабунцовитах установлены и H-связи типа H<sub>2</sub>O—(O, OH). Этим объясняется также отсутствие в ИК-спектрах коробицынита и ненадкевичита полос, соответствующих колебаниям прочносвязанной H<sub>2</sub>O в отличие от спектров лабунцовита, где эти полосы интенсивны. Такие различия влияют и на поведение минералов при нагревании: из коробицынита вода удаляется полностью уже при 360 °С, тогда как из лабунцовита — только при 500 °С.

**Условия нахождения и морфология.** Коробицынит встречен в материале из подземных выработок на горах Аллуайв и Карнасурт в Ловозерском массиве. На горе Аллуайв он найден в гигантском пегматитовом теле, секущем породы дифференцированного комплекса уртитов—фойяитов—луявритов. Краевая зона пегматита состоит из блоков микроклина и гакманита с подчиненными количествами арфведсонита, лоренценита, эгирина и катаплеито-эльпидитовых псевдоморфоз по эвдиа-

Полосы в ИК-спектрах коробицынита (1), ненадкевичита (2)  
и лабунцовита (3)

Bands frequencies ( $\text{cm}^{-1}$ ) in IR spectra of korobitsynite (1),  
nenadkevichite (2) and labuntsovite (3) — see fig. 2

1	2	3	Характеристика
		3625	$\nu_{\text{OH}}$ (свободные $\text{OH}^-$ )
3500	3510	3450	$\nu_{\text{OH}}$ (H-связанные $\text{OH}^-$ , $\text{H}_2\text{O}$ )
3390	3405	3145	
3250	3250		
1633	1628	1650	$\delta_{\text{HON}}$ ( $\text{H}_2\text{O}$ )
		1545	
1118	1124	1076	$\nu_{\text{Si-O-Si}}$
		1051	
		1021	
959	964	945	$\nu_{\text{Si-O}}$
919	917	930	
750	750	765	«Кольцевая полоса»
667	668	679	$\nu_{(\text{Ti}, \text{Nb})-\text{O}}$
		571	
454	468	453	$\delta_{\text{Si-O-Si}}$
	449		

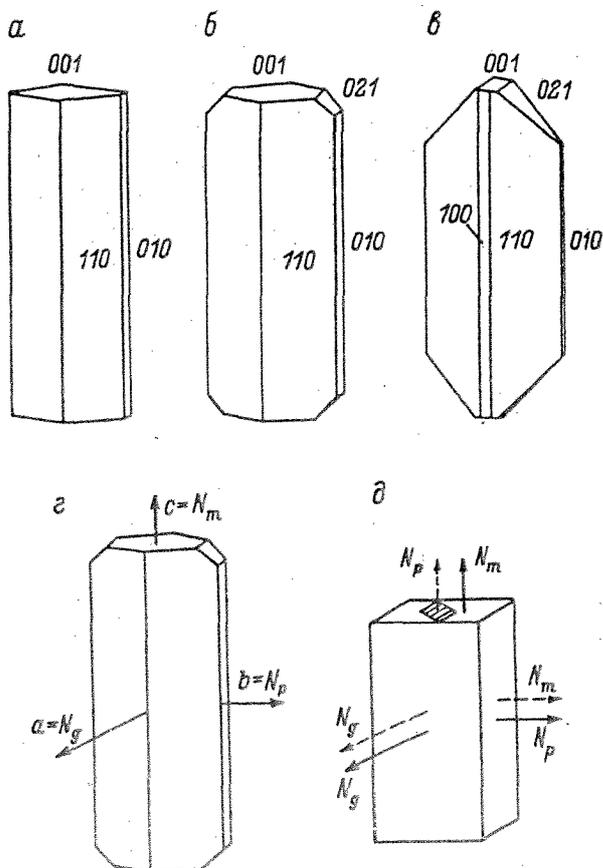
Примечание.  $\nu$  — полосы, отвечающие валентным колебаниям,  $\delta$  — деформационным. Частоты ( $\text{cm}^{-1}$ ) соответствуют рис. 2.

литу, а ядро преимущественно сложено зеленым игольчатым эгирином и альбитом. Пегматит весьма необычен для Ловозера: наряду с минералами ультраагпаитовых парагенезисов он содержит гнезда кварца до 0.5 м. В ядре находится мощная линза содовых минералов, вмещающая скопления шомиокита-(Y).

Коробицынит — гидротермальный минерал, встреченный только в полостях, в составе трех ассоциаций: 1) в небольших линзовидных гнездах у контакта с луавритом, где его спутниками являются альбит, эгирин, шортит, Fe-родохрозит, эпидидимит, лейфит, тайниолит, пирротин, термонарит, нахпойт и аморфный битум; 2) в кавернах ядра пегматита с альбитом, эгирином, эльпидитом, лоренценитом, сфалеритом, галенитом, шомиокитом-(Y), тронной, натроном и натроксалатом; 3) в полостях альбитовых гнезд с эльпидитом, кварцем, эгирином, сидоренкитом, эпидидимитом, сфалеритом, леллингитом, пирротинитом и беловитом-(Ce). Наряду с коробицынитом в данном пегматите встречается и макроскопически неотличимый от него ненадкевичит ( $\text{Nb} > \text{Ti}$ ) — рис. 1. Кристаллы коробицынита призматические до игольчатых, иногда досковидные, нередко расщеплены и собраны в пучки. Крупные (до 2 см в длину) индивиды более грубые, со штриховкой вдоль удлинения, мелкие кристаллы имеют четкую огранку. В двух последних ассоциациях кристаллы коробицынита практически всегда находятся в эпитаксических сростаниях с эльпидитом (рис. 3).

На горе Карнасурт коробицынит найден в гнездах темно-бурого скрытокристаллического NaFe-гидросиликата в полевошпато-эгириновой зоне пегматита вместе с натролитом, апофиллитом, флюоритом, сфалеритом, галенитом и молибденитом. Он образует призматические зерна до 1 мм, тесно сростающиеся с эльпидитом (эпитаксия) и лабунцовитом (незакономерные сростки).

Кристаллы с горы Аллуайв были измерены с помощью двукружного гониометра ГД-1 и вычерчены (рис. 3) в установке  $b > a > c$ , принятой при изучении структуры минерала. Наиболее обычны грани форм {110}, {001} и {010}, иногда обнаруживаются также грани {100} и {021} (рис. 3). Сферические координаты граней призм следу-



*a—e* — кристаллы с горы Аллуайв; *г* — оптическая ориентировка; *д* — эпитаксиальное нарастание на игольчатый кристалл эльпидита (заштрихован).

Fig. 3. Korobitsynite.

*a—e* — crystal drawings; *г* — optical orientation; *д* — epitaxial overgrowth on elpidite needle-shaped crystal (ruled).

ющие (в скобках даны вычисленные значения) —  $\{110\}$ :  $\rho = 90^\circ$ ,  $\varphi = 62.5^\circ$  ( $62^\circ 34'$ );  $\{021\}$ :  $\rho = 46.5^\circ$  ( $45^\circ 12'$ ),  $\varphi = 0^\circ$ . Геометрические константы кристаллов коробицынита, вычисленные по результатам гониометрических измерений  $a:b:c = 0.519:1:0.527$ , а рассчитанные из рентгеновских данных —  $0.5189:1:0.5034$ .

**Физические свойства.** Коробицынит бесцветный, прозрачный, с сильным стекляннм блеском и белой чертой, хрупкий. Наблюдается несовершенная спайность по (100), излом неровный. Твердость по Моосу  $\sim 5$ , средняя твердость микровдавливания, измеренная Д. К. Щербачевым, составляет  $620 \pm 50$  кг/мм<sup>2</sup> при нагрузке 25 г. Плотность, определенная микрообъемометрическим методом, равна 2.72, рентгеновская — 2.69, вычисленная по соотношению Гладстона—Дейла — 2.68 г/см<sup>3</sup>.

Минерал оптически двуосный, положительный. Оптическая ориентировка:  $N_p = b$ ,  $N_m = c$ ,  $N_g = a$  (рис. 3). Показатели преломления и значения угла  $2V$  для образцов с различным составом следующие:

	$N_p$	$N_m$	$N_g$	$2V_{\text{изм}}$	$2V_{\text{выч}}$
1. Аллуайв, одиночный кристалл	1.646 (2)	1.654 (2)	1.763 (5)	30 (1)°	32°
2. Аллуайв, сросток с эльпидитом	1.650 (2)	1.658 (2)	1.775 (5)	30 (1)°	30°
3. Карнасурт	1.648 (2)	1.656 (2)	1.780 (5)	30 (1)°	30°

**Срастания с другими минералами.** Как на горе Аллуайв, так и на горе Карнасурт найдены ориентированные срастания коробицынита с эльпидитом. Причиной такой устойчивой эпитаксии, вероятно, является очень близкое сходство размеров и конфигурации ромбических ячеек: для эльпидита  $a = 7.31$ ,  $b = 14.68$ ,  $c = 7.13$  Å (Сапожников, Кашаев, 1980), для коробицынита  $a = 7.35$ ,  $b = 14.16$ ,  $c = 7.13$  Å. Оптическое

изучение сростков показало, что индивиды этих минералов ориентированы так:  $N_{рэл} = N_{ткор}$ ,  $N_{мэл} = N_{ркор}$ ,  $N_{гэл} = N_{гкор}$  (рис. 3), что соответствует следующей ориентировке кристаллов:  $a_{эл} = c_{кор}$ ,  $b_{эл} = b_{кор}$ ,  $c_{эл} = a_{кор}$ . Возможно, свою роль играет и то, что при такой взаимной ориентировке направление цепочек (Ti, Nb)-октаэдров в структуре коробицынита вдоль  $a$  совпадает с направлением лент Si, O-тетраэдров в структуре эльпидита, вытянутых вдоль  $c$ . Недавно были описаны сходные сростки из пегматитов Нарсарсука, Ю. Гренландия: здесь таблички псевдоромбического (микросдвойникового) «К-доминантного ненадкевичита» (вуориярвита?) эпитактически нарастают на призмы эльпидита. Авторы данной работы фиксируют два типа ориентировки кристаллов (Petersen *et al.*, 1996), причем оба отличаются от установленного нами. Если привести установку «К-доминантного ненадкевичита» из Нарсарсука к нашей установке коробицынита, получим для него: 1)  $a_{эл} = b_{нсп}$ ,  $b_{эл} = a_{нсп}$ ,  $c_{эл} = c_{нсп}$ ; 2)  $a_{эл} = a_{нсп}$ ,  $b_{эл} = b_{нсп}$ ,  $c_{эл} = c_{нсп}$ . Параллельные сростки лабунцовита (?) с эльпидитом отмечались Е. И. Семеновым (1972) в пегматите горы Куфтньюн, Ловозеро. Таким образом, эльпидит и минералы семейства лабунцовита—ненадкевичита могут образовывать эпитактические сростания как минимум трех типов. Интересно, что на горе Карнасурт установлены сростки одновременно трех минералов — коробицынита, эльпидита и лабунцовита, и если с эльпидитом коробицынит сростается эпитактически, то с лабунцовитом оба этих минерала дают незакономерные сростания, что еще раз подчеркивает серьезные структурные различия между ромбическими и моноклинными членами семейства лабунцовита—ненадкевичита.

Эталонные образцы коробицынита переданы в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН в Москве.

Авторы благодарят В. Г. Шлыкова и Д. К. Щербачева за помощь. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 97-05-65127. Проведение микронзондовых исследований на кафедре минералогии МГУ стало возможным благодаря контракту с Министерством природных ресурсов РФ.

#### Список литературы

- Булах А. Г., Евдокимов М. Д. Особенности кристаллохимии лабунцовита и ненадкевичита // Вестн. ЛГУ. 1973. В. 24. С. 15—22.
- Кузьменко М. В., Казакова М. Е. Ненадкевичит — новый минерал // Докл. АН СССР. 1955. Т. 100. № 6. С. 1159—1160.
- Органова Н. И., Архипенко Д. К., Диков Ю. П. и др. Структурные особенности новой калийсодержащей разновидности лабунцовита и ее место в семействе лабунцовит—ненадкевичит // Минер. журн. 1981. Т. 3. № 2. С. 49—63.
- Органова Н. И., Шлюкова З. В., Забавникова Н. И. и др. О кристаллохимии лабунцовита и ненадкевичита // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 2. С. 98—116.
- Расцветаева Р. К., Чуканов Н. В., Пеков И. В. Кристаллическая структура нового минерала — титанового аналога ромбического ненадкевичита // Докл. РАН. 1997. Т. 357. № 3. С. 364—367.
- Сапожников А. Н., Кашаев А. А. Кристаллическая структура прокаленного Са-содержащего эльпидита // Кристаллография. 1980. Т. 25. № 3. С. 620—623.
- Семенов Е. И. Изоморфный ряд лабунцовит—ненадкевичит // Тр. ИМГРЭ. 1959. В. 2. С. 102—109.
- Семенов Е. И. Минералогия Ловозерского щелочного массива. М., 1972. 305 с.
- Семенов Е. И. Минералогия щелочного массива Илимаусак. М., 1969. 165 с.
- Horvath L., Pfenniger-Horvath E., Gault R. A., Tarasoff P. Mineralogy of the Saint-Amable Sill, Varennes and Saint-Amable, Quebec // Miner. Record. 1998. Vol. 29. N 2. P. 83—118.
- Karup-Moeller S. Nenadkevichite from the Ilimaussaq intrusion in South Greenland // N. Jb. Miner. Mh. 1986. P. 49—58.
- Perrault G., Boucher C., Vicat J. *et al.* Structure cristalline du Nenadkevichite  $(Na, K)_2-x(Nb, Ti)(O, OH)(Si_2O_6) \cdot 2H_2O$  // Acta cryst. 1973. B. 29. N 7. P. 1432—1438.
- Petersen O. V., Gault R. A., Leonardsen E. S. A K-dominant nenadkevichite from the Narssarsuk pegmatite, South Greenland // N. Jb. Miner. Mh. 1996. P. 103—113.

Поступила в редакцию  
25 сентября 1998 г.