Пеков И. В., Чуканов Н. В., Хомяков А. П. и др. Коробицынит $Na_{3-x}(Ti,Nb)_2[Si_4O_{12}](OH,O)_2 \cdot 3$—$4H_2O$ — новый минерал из Ловозерского массива, Кольский полуостров // ЗВМО. **1999**. № 3. С. 72—79.

Расцветаева Р. К., Тамазян Р. А., Пущаровский Д. Ю., Надеждина Т. Н., Волошин А. В. К-ненадкевичит — новый представитель в ряду ненадкевичит—лабунцовит // Кристаллография. **1994**. Т. 39. № 6. С. 994—1000.

Расцветаева Р. К., Аракчеева А. В., Хомяков А. П. Кристаллическая структура и микродвойникование нового моноклинного аналога ненадкевичита // Докл. РАН. **1996**. Т. 351. № 2. С. 207—211.

Расцветаева Р. К., Чуканов Н. В., Пеков И. В. Кристаллическая структура нового минерала-аналога лабунцовита с высокой упорядоченностью калия и бария // Докл. РАН. **1997а**. Т. 357. № 1. С. 64—67.

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

Расцветаева Р. К., Чуканов Н. В., Пеков И. В., Шлюкова З. В., Хомяков А. П. Структуры двух высококалиевых лабунцовитов в свете кристаллохимии минералов семейства лабунцовита—ненадкевичита // Кристаллография. **1998**. Т. 43. № 5. С. 874—881.

Расцветаева Р. К., Органова Н. И., Рождественская И. В., Шлюкова З. В., Чуканов Н. В. Кристаллическая структура оксониевого минерала группы ненадкевичита—лабунцовита из Хибинского массива // Докл. РАН. **2000**. Т. 371. № 3.

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., Расцветаева Р. К., Дорохова Г. И. Леммлейнит $NaK_2(Ti,Nb)_2Si_4O_{12} \cdot 2H_2O$ — новый минерал семейства лабунцовита—ненадкевичита // 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.

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

Milton Ch., Mrose M. E., Fahey J. J., Chao E. C. T. Labuntsovite from the Trona Mine, Sweetwater County, Wyoming // Bull. Geol. Soc. Amer. **1958**. Vol. 69. N 12. P. 1614—1621.

Rastsvetaeva 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
14 ноября 2000 г.

УДК 549.64 (470.21)

ЗВМО, № 2, 2001 г.
Proc. RMS, N 2, 2001

© Д. чл. *И. В. ПЕКОВ,* Н. В. ЧУКАНОВ,** А. Г. ТУРЧКОВА,* В. Г. ГРИШИН**

ФЕРРОНОРДИТ-(La) $Na_3Sr(La,Ce)FeSi_6O_{17}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ГРУППЫ НОРДИТА ИЗ ЛОВОЗЕРСКОГО МАССИВА, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ[1]

I. V. PEKOV, N. V. CHUKANOV, A. G. TURCHKOVA, V. G. GRISHIN. FERRONORDITE-(La), $Na_3Sr(La,Ce)FeSi_6O_{17}$, A NEW MINERAL OF THE NORDITE GROUP FROM LOVOZERO MASSIF, KOLA PENINSULA

** Московский университет, геологический факультет, 119899, Москва, Воробьевы горы*
*** Институт проблем химической физики РАН, 142432, Московская обл., п. Черноголовка*

Ferronordite-(La), a new mineral of the nordite group, La-dominant analogue of ferronordite-(Ce) has been found in ussingite cores of two hyperagpaitic pegmatites at Bol'shoi Punkaruaiv Mt., Lovozero alkaline massif, Kola peninsula, Russia. F. associates with aegirine, epistolite, sphalerite, steenstrupine-(Ce), altered serandite. F. occurs as tabular crystals up to $8 \times 5 \times 1$ mm (main form — {100}), spherulites with diameter 1.5 cm in ussingite. Transparent, colourless to pale-brown. Streak white. Lustre vitreous. Brittle, cleavage (100) perfect. Mohs' hardness — 5. $D_{meas} = 3.54$, $D_{calc} = 3.62$ g/cm^3. Optically biaxial, negative; $\alpha = 1.624(1)$, $\beta = 1.637(1)$, $\gamma = 1.644(1)$; $2V_{meas} = 60(15)$, $2V_{calc} = 72(12)$. Dispersion: $r > v$, weak. Optical orientation: $\alpha = a$, $\gamma = b$, $\beta = c$. Chemical composition (microprobe, % wt): Na_2O 11.23, CaO 0.53, CrO 12.69, BaO 0.36, MgO 0.30, MnO 2.50, FeO 3.75, ZnO 2.29, La_2O_3 11.36, Ce_2O_3 8.21, Pr_2O_3 1.00, Nd_2O_3 0.89, Al_2O_3 0.14, SiO_2 44.06, total 99.31. Empirical formula (calc. on O_{17}): $(Na_{2.92}Ca_{.08})_{\Sigma 3.00}(Sr_{.99}Ba_{.02})_{\Sigma 1.01}(La_{.57}Ce_{.41}Pr_{.05}Nd_{.04})_{\Sigma 1.09}$ $(Fe_{.43}Mn_{.29}Zn_{.23}Mg_{.06})_{\Sigma 1.01}$ $(Si_{5.92}Al_{.02})_{\Sigma 5.94}O_{17}$. Idealized formula (Z = 4): $Na_3Sr(La,Ce)FeSi_6O_{17}$. Orthorhombic, *Pcca* (by analogy with other

[1] 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.

members of the nordite group), unit cell parameters: a = 14.440(5), b = 5.191(2), c = 19.86(1) Å, V = 1489(2) Å^3. Strongest reflexes of the X-ray powder pattern (d, Å—$I[hkl]$): 7.20—40[200]; 4.21—100[210]; 3.481—38[114]; 3.323—82[312]; 2.964—88[410]; 2.873—99[314]; 2.595—58[020]; 2.442—44[406]. IR spectrum is given. Type specimen is deposited in Fersman Mineralogical Museum of Russian Academy of Sciences, Moscow.

Минералы со структурным типом нордита, объединенные недавно в группу нордита (Mandarino, 1999), представляют собой ромбические (простр. гр. *Pcca*) ленточные силикаты с общей формулой $Na_3Sr(REE)M^{2+}Si_6O_{17}$, где преобладающие REE — Ce и La, а M^{2+} — Zn, Fe и Mn. До настоящего времени в этой группе были известны четыре минеральных вида:

1) нордит-(La) $Na_3Sr(La,Ce)ZnSi_6O_{17}$;
2) нордит-(Ce) $Na_3SrCeZnSi_6O_{17}$;
3) ферронордит-(Ce) $Na_3SrCeFeSi_6O_{17}$;
4) манганонордит-(Ce) $Na_3SrCeMnSi_6O_{17}$.

Все они открыты в Ловозерском щелочном массиве на Кольском полуострове (Герасимовский, 1941; Семенов, 1961; Пеков и др., 1998), где являются характерными редкометалльными минералами ультраагпаитовых пегматитов уссингитового типа. В других щелочных массивах известны только единичные находки цинковых членов группы — нордита-(Ce) (Хибины на Кольском полуострове, Дара-Пиоз в Таджикистане, Сент-Илер в Канаде) и нордита-(La) (Хибины). Достаточно сложная история изучения минералов группы нордита подробно описана нами в предыдущей работе (Пеков и др., 1998).

В основе кристаллической структуры минералов группы нордита лежит тетраэдрический мотив $\{M^{2+}[Si_6O_{17}]\}$, образованный лентами $[Si_6O_{17}]$, соединенными более крупными M^{2+}-тетраэдрами. Тетраэдрические слои связаны между собой полиэдрами крупных катионов: Sr, REE (томсоновские кубы) и Na (октаэдры) (Bakakin e. a., 1970; Соколова и др., 1992; Пущаровский и др., 1999). Полиэдры крупных катионов соединены друг с другом по ребрам, что придает структурам этих минералов достаточную «жесткость» и препятствует сколь-либо существенному изменению размеров катионных полиэдров. Очевидно, именно с этим и связана устойчивая стехиометрия минералов группы нордита: коэффициенты в формуле $Na_3Sr(REE)M^{2+}Si_2O_{17}$ отклоняется от целых чисел незначительно (Пеков и др., 1998); содержания Ca, Ba, Th — обычных для Na-, Sr-, REE-минералов примесных компонентов — очень малы; Sr и REE полностью разделяются по самостоятельным позициям. Разнообразие минеральных видов в группе нордита обусловлено катионным изоморфизмом среди REE и M^{2+}.

Настоящая работа посвящена описанию нового минерального вида из группы нордита — лантан-доминантного аналога ферронордита-(Ce), получившего, в соответствии с принятой номенклатурой (Levinson, 1966), название **ферронордит-(La)**.

Летом 1999 г. на южном склоне г. Большой Пункаруайв в юго-восточной части Ловозерского массива нами были обнаружены два небольших пегматитовых тела с уссингитовыми ядрами, залегающих среди пород расслоенного комплекса луявритов—фояйитов—уртитов. Краевая зона тел сложена типичным для пегматитов Ловозера набором минералов — микроклином, нефелином, содалитом, зеленым волокнистым эгирином, черным грубопризматическим магнезиоарфведсонитом, эвдиалитом и лоренценитом. Пегматиты в значительной мере разрушены морозным выветриванием, и штуфы с уссингитом были собраны в основном из компактных (площадью несколько квадратных метров) элювиальных развалов. Судя по сохранившимся в коренном залегании фрагментам, уссингитовые ядра обоих тел имели линзовидную форму и протяженность не более 1—1.5 м при мощности в раздувах до 20 см. В них и найден ферронордит-(La), причем в одном из пегматитов, расположенном выше по склону, он присутствует в значительном количестве, а в другом обнаружено лишь несколько сферолитов.

Ферронордит-(La) образует типичные для минералов группы нордита компактные сферолиты, вросшие в массивный сиреневый уссингит. Диаметр сферолитов достигает 1.5 см, сложены они таблитчатыми кристаллами до 8 × 5 × 1 мм. Периферические зоны наиболее крупных сферолитов представлены ферронордитом-(Ce), толщи-

Таблица 1

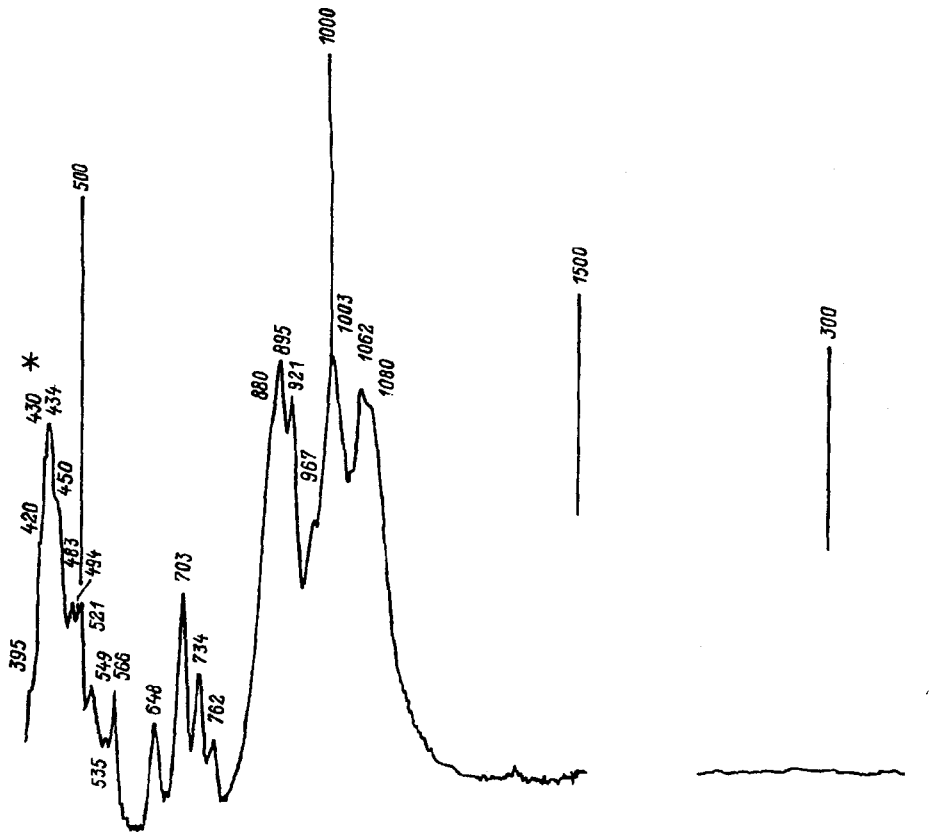
Химический состав (мас. %) ферронордита-(La) и ферронордита-(Ce) с г. Большой Пункаруайв, Ловозерский массив

Chemical composition (wt %) of ferronordite-(La) and ferronordite-(Ce) from Bol'shoi Punkaruaiv Mt., Lovozero massif

Компонент	Анализ				
	1	2	3	4	5
Na_2O	11.23(±0.54)	11.16	11.45	10.64	11.28
CaO	0.53(±0.15)	0.49	0.52	0.16	0.54
SrO	12.69(±0.38)	12.59	12.77	15.43	12.59
BaO	0.36(±0.04)	0.36	0.33	0.59	0.42
MgO	0.30(±0.10)	0.32	0.27	0.13	0.27
MnO	2.50(±0.64)	2.50	2.36	1.89	2.35
FeO	3.75(±0.55)	3.16	3.15	3.72	3.63
ZnO	2.29(±0.40)	2.77	3.04	3.27	2.54
La_2O_3	11.36(±0.75)	10.50	10.11	3.99	11.07
Ce_2O_3	8.21(±0.81)	9.17	9.83	11.37	9.40
Pr_2O_3	1.00(±0.24)	0.84	0.75	1.45	0.10
Nd_2O_3	0.89(±0.35)	0.67	1.03	2.92	0.99
Sm_2O_3	0.00	0.00	0.08	0.00	0.17
Al_2O_3	0.14(±0.04)	0.13	0.08	0.05	0.09
SiO_2	44.06(±0.82)	43.41	43.09	42.83	43.81
Сумма	99.31	98.07	98.86	98.44	99.25
Формульные коэффициенты, рассчитанные на O=17					
Na	2.92	2.95	3.03	2.84	2.91
Ca	0.08	0.07	0.08	0.02	0.08
Sr	0.99	0.99	1.01	1.23	1.03
Ba	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Mg	0.06	0.07	0.06	0.03	0.06
Mn	0.29	0.29	0.27	0.22	0.26
Fe	0.43	0.36	0.36	0.43	0.39
Zn	0.23	0.28	0.31	0.33	0.24
La	0.57	0.53	0.51	0.20	0.53
Ce	0.41	0.46	0.49	0.57	0.47
Pr	0.05	0.04	0.04	0.07	0.03
Nd	0.04	0.03	0.05	0.14	0.05
Sm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
Si	5.92	5.91	5.87	5.89	5.91

Примечание. K, Y, Th, U, Ti, P, лантаноиды тяжелее Sm < 0.00—0.10 %; ан. 1 — голотипный образец ферронордита-(La), среднее значение по 4 анализам; ан. 2—4 — состав в разных точках крупного сферолита из того же пегматита: ан. 2 — ядро, ан. 3 — промежуточная часть, ан. 4 — тонкая краевая зона, сложенная ферронордитом-(Ce); ан. 5 — характерный состав ферронордита-(La) из другого пегматита.

на каймы с Ce > La не превышает 1 мм. В верхнем пегматите изредка встречаются и вросшие в уссингит отдельные кристаллы нового минерала — пластинки до 7 × 5 × 0.5 мм. С ферронордитом-(La) ассоциируют перламутрово-белые до розоватых пластины эпистолита — псевдоморфозы по вуоннемиту, зерна желто-бурого прозрачного сфалерита, зеленовато-черные длинные призмы эгирина, толстотаблит-



ИК-спектр ферронордита-(La); *звездочкой* (*) отмечена полоса при 430 см$^{-1}$, отвечающая валентным колебаниям в Fe^{2+}—O тетраэдре.

IR spectrum of ferronordite-(La); the band of stretcthing vibrations of Fe^{2+}—O tetrahedron at 430 cm^{-1} is marked by *asterisk* (*).

чатые кристаллики стенструпина-(Ce), рыхлые угольно-черные псевдоморфозы оксидов Mn по досковидным кристаллам серандита.

Главная габитусная форма кристаллов ферронордита-(La) — пинакоид {100}, боковые грани ромбических призм и дипирамид развиты плохо и определить их индексы не удалось. Минерал прозрачный, бесцветный до светло-коричневого, черта белая. Блеск сильный стеклянный, на изломе жирный. Ферронордит-(La) очень хрупкий, обладает совершенной спайностью по (100), излом неровный. Твердость по Моосу — 5. Плотность, измеренная микрообъемометрическим методом, составляет 3.54(2), рентгеновская — 3.62(1), вычисленная по соотношению Гладстона—Дейла — 3.52(1) г/см^3. Ферронордит-(La) оптически двуосный, отрицательный, показатели преломления: n_p = 1.624(1), n_m = 1.637(1), n_g = 1.644(1). Измеренное значение угла $2V_p$ составляет 60(15), вычисленное — 72(12). Дисперсия оптических осей $r > v$, слабая. Под микроскопом минерал бесцветный, не плеохроирует. Оптическая ориентировка: $n_p = a$, $n_g = b$, $n_m = c$. Индекс сходимости состава и свойств по Гладстону—Дейлу составляет 0.008 («Superior»).

Химический состав минерала (табл. 1) изучен электронно-зондовым методом. Независимые определения, проделанные в двух лабораториях (аналитики Н. Н. Коротаева и А. Н. Некрасов), показали устойчивое преобладание лантана в спектре REE и железа среди тетраэдрических M^{2+}-катионов, что и явилось основанием для выделения ферронордита-(La) как самостоятельного минерального вида. Нахождение же-

Таблица 2

Результаты расчета рентгенограммы ферронордита -(La)

X-ray powder data on ferronordite-(La)

$I_{изм}$	$I_{изм}$, Å	$I_{выч}$, Å	*hkl*	$I_{изм}$	$I_{изм}$, Å	$I_{выч}$, Å	*hkl*
40	7.20	7.22	200	18	1.965	1.965	226
12	5.18	5.19	010	7	1.950	1.947	606
8	4.71	4.70	104	9	1.838	1.840	1.1.10
28	4.38	4.385	112			1.836	3.0.10
100	4.21	4.215	210	7	1.821	1.823	616
12	3.93	3.932	113	10	1.804	1.805	800
38	3.481	3.482	114	10	1.800	1.799	524
82	3.323	3.326	312	14	1.790	1.789	714
9	3.213	3.214	214	20	1.778	1.778	426
14	3.010	3.010	206	30	1.765	1.765	620
88	2.964	2.964	410	18	1.730	1.730	030
99	2.873	2.876	314			1.728	608
12	2.839	2.840	412	7	1.682	1.683	230
23	2.788	2.791	016	6	1.665	1.663	133
58	2.595	2.595	020	6	1.657	1.655	0.0.12
8	2.541	2.545	414	12	1.624	1.623	134
44	2.442	2.440	406	10	1.607	1.607	332
19	2.424	2.424	221	22	1.561	1.561	5.1.10, 430
20	2.405	2.407	600	24	1.548	1.547	334
26	2.382	2.383	123	11	1.535	1.536	724
21	2.356	2.358	513			1.533	036
		2.354	217	6	1.527	1.527	904
14	2.268	2.271	124	6	1.517	1.516	816
16	2.252	2.250	514	5	1.500	1.499	3.2.10
22	2.108	2.107	420	6	1.487	1.488	434
36	2.075	2.075	324	12	1.482	1.482	820
13	2.044	2.043	026	8	1.466	1.465	914
10	2.018	2.020	702	6	1.422	1.422	534
8	2.011	2.011	119				

Примечание. Условия съемки: дифрактометр ДРОН УМ-1, CoK_α-излучение, F-фильтр.

леза в двухвалентной форме подтверждается данными мокрого химического анализа. Нами детально исследованы три образца из верхнего пегматита и один — из нижнего. Небольшие сферолиты целиком сложены ферронордитом-(La), центральные и промежуточные части крупных — тоже. В целом наиболее обогащены лантаном ядра сферолитов, а к краям происходит падение содержания La и рост — Ce и Nd. Тонкая (1 мм) периферическая зона крупного сферолита диаметром 13 мм сложена уже ферронордитом-(Ce) с Ce : La = 2.85 (табл. 1, ан. 4). Ферронордиту-(La), как и другим членам группы нордита, свойственна устойчивая стехиометрия и низкие содержания примесей (Ca, Ba, Th, Al). Однородный по составу образец из верхнего пегматита, наиболее богатый железом и лантаном, послужил голотипным: на нем были выполнены остальные исследования. Эмпирическая формула для этого образца (табл. 1, ан. 1), рассчитанная на 17 атомов кислорода, следующая: $(Na_{2.92}Ca_{0.08})_{3.00}(Sr_{0.99}Ba_{0.02})_{1.01}(La_{0.57}Ce_{0.41}Pr_{0.05}Nd_{0.04})_{1.09}(Fe_{0.43}Mn_{0.29}Zn_{0.23}Mg_{0.06})_{1.01}(Si_{5.92}A_{0.02})_{5.94}O_{17}$.

Ик-спектр ферронордита-(La) (см. рисунок) очень сходен со спектрами других членов группы и практически идентичен спектру ферронордита-(Ce). В предыдущей работы нами был проведен анализ ИК-спектров нордита-(Ce), ферронордита-(Ce) и манганонордита-(Ce) и выявлена полоса валентных колебаний в M^{2+}-тетраэдрах, положение которой позволяет различать Zn-, Fe- и Mn-доминантные члены группы

(Пеков и др., 1998). В спектре ферронордита-(La) эта полоса при 430 см$^{-1}$ [у голотипного ферронордита-(Ce) — 429 см$^{-1}$] также проявлена, что еще раз подтверждает нахождение железа в минерале именно в двухвалентном состоянии.

Порошковая дифрактограмма ферронордита-(La) (табл. 2) очень близка к рентгенограммам других минералов группы нордита (Яковенчук и др., 1991; Пеков и др., 1998). Ее индицирование было выполнено с учетом данных по интенсивностям рефлексов, полученных при расшифровке кристаллической структуры ферронордита-(Ce) (Пущаровский и др., 1999). Вычисленные по порошкограмме параметры ромбической ячейки ферронордита-(La) составляют: a = 14.440(5), b = 5.191(2), c = 19.86(1) Å, V = 1489(2) Å^3. Химический состав, порошковая рентгенограмма и физические свойства позволяют уверенно говорить об изоструктурности ферронордита-(La) с другими членами группы нордита и приписать новому минералу ту же пространственную группу — *Pcca*.

Подавляющее большинство образцов минералов группы нордита характеризуется заметным сдвигом состава REE в сторону лантана, однако преобладание La над Ce до настоящего времени отмечалось только для цинкового члена — нордита-(La) (Семенов, 1961; Яковенчук и др., 1991; Соколова и др., 1992; Пеков и др., 1998). Минералы группы нордита с их «жесткими» кристаллическими постройками можно рассматривать как «лантанофильные» — селективные в отношении наиболее легких лантаноидов с самыми большими ионными радиусами. В этой связи становится легкообъяснимой тенденция к падению La/Ce отношения от ядер сферолитов к их краям (табл. 1, ан. 2—4); при кристаллизации в закрытой системе (в рамках такой модели лучше всего описываются процессы минералообразования в уссингитовых пегматитах) происходит преимущественное «вычерпывание» лантана, к которому у минерала наибольшее сродство, и накопление со временем церия и остальных REE. Понятно также, почему самый заметный контраст по составу REE между ядром и периферической зоной наблюдается именно в крупных сферолитах из верхнего пегматита, которой наиболее богат ферронордитом: здесь обеднение системы лантаном происходило особенно интенсивно в силу большей массы кристаллизующегося минерала.

Эталонный образец ферронордита-(La) передан в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН в Москве, рег. № 2252/1.

Авторы благодарят В. Г. Шлыкова за помощь. Работа выполнена при поддержке гранта ведущей научной школы № 00-15-98-497.

Список литературы

Герасимовский В. И. Нордит — новый минерал Ловозерских тундр // Докл. АН СССР. **1941**. Т. 32. № 7. С. 496—498.

Пеков И. В., Чуканов Н. В., Кононкова Н. Н. и др. Ферронордит-(Ce) $Na_3SrCeFeSi_6O_{17}$ и манганонордит-(Ce) $Na_3SrCeMnSi_6O_{17}$ — новые минералы из Ловозерского массива, Кольский полуостров // ЗВМО. **1998**. № 1. С. 48—57.

Пущаровский Д. Ю., Пеков И. В., Плат Дж. и др. Раит, манганонордит и ферронордит из Ловозерского массива: кристаллические структуры и минералогическая геохимия // Кристаллография. **1999**. Т. 44. № 4. С. 612—622.

Семенов Е. И. Новые данные о нордите // Труды Минералогического музея АН СССР. **1961**. Вып. 11. С. 199—201.

Соколова Е. В., Кабалов Ю. К., Хомяков А. П. Изоморфизм в структуре хибинского нордита // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. **1992**. № 2. С. 97—102.

Яковенчук В. Н., Бритвин С. Н., Леднев А. И. и др. Новые данные о нордите из Ловозерского и Хибинского массивов // Новые данные по минералогии редких элементов Кольского полуострова. Апатиты, **1991**. С. 60—65.

Bakakin V. V., Belov N. V., Borisov S. V., Solovyeva L. P. The crystal structure of nordite and its relationship to melilite and datolite-gadolinite // Amer. Miner. **1970**. Vol. 55. N 7/8. P. 1167—1181.

Levinson A. A. A system of nomenclature for rare-earth minerals // Amer. Miner. **1996**. Vol. 51. N 1/2. P. 152—158.

Mandarino J. A. Fleischer's Glossary of Mineral Species. Tucson, **1999**. 225 p.

Поступила в редакцию
3 марта 2000 г.