

УДК 549.6

Д. члены *Е. М. ЕСТЬКОВА, Е. И. СЕМЕНОВ, А. П. ХОМЯКОВ,*
М. Е. КАЗАКОВА и *О. В. СИДОРЕНКО*

ЛАПЛАНДИТ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

Новый редкоземельный минерал лапландит (laplandite) обнаружен авторами в 1971 г. на горе Карнасурт Ловозерского щелочного массива. Он назван по месту находки в Лапландии — северной части Фенноскандии.

Минерал образует радиальноволокнистые выделения диаметром до 0.5—1 см, веерообразные чешуйчатые агрегаты (рис. 1), рассеянные в нат-



Рис. 1. Мономинеральный агрегат лапландита.
Прозрачный шлиф, ник. скрещ., увел. 90.

ролите центральной зоны пегматоидной залежи Юбилейная (Буссен и др., 1972; Мерьков и др., 1973). Чешуйки толщиной около 0.01 мм уплощены по оси *c* и образуют сростки \parallel (001). Под электронным микроскопом (аналитик И. Д. Беляева) установлена однородность минерала и выявлена призматическая форма его индивидов (рис. 2).

Монокристаллов, пригодных для рентгенографического изучения, выделить не удалось. Электронографическое исследование минерала проведено О. В. Сидоренко (ИГЕМ АН СССР). Полученные при ускоряющем напряжении 350 кВ электронограммы от косых текстур и монокристалль-

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 26 декабря 1973 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 28 марта 1974 г.

ные картины дифракции электронов содержали большой набор четких, хорошо разрешенных рефлексов, свидетельствующих о структурном совершенстве лапландита. В результате анализа электронограмм для мине-



Рис. 2. Строение волокнистого агрегата лапландита под электронным микроскопом. Угольная реплика, увел. 6500.

рала установлены ромбическая симметрия, дифракционная группа $Pm\bar{3}m$, параметры элементарной ячейки: $a_0=7.27$, $b_0=14.38$, $c_0=22.25$ Å; $V_0=2326.1$ Å³; $a_0 : b_0 : c_0=0.5056 : 1 : 1.5473$. Оси a и b лежат в плоскости

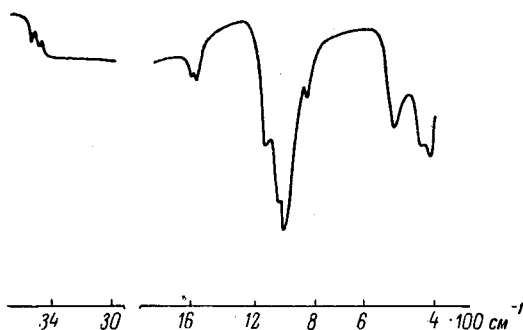


Рис. 3. ИК спектр поглощения лапландита (спектрофотометр UR-10, ИГЕМ АН СССР).

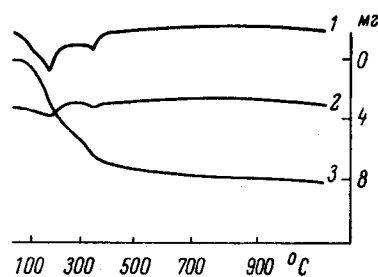


Рис. 4. Дериватограмма лапландита. Навеска 79.1 мг. Потеря веса 7.28 мг=9.2% (аналитик Н. Т. Иванова, ИГЕМ АН СССР).

1 — ДТГ, 2 — ДТА, 3 — ТГ.

весьма совершенной слюдистой спайности, а ось c перпендикулярна этой плоскости, $c=Np$, удлинение чешуек по Ng . Электронограмма от косых текстур и рентгенограмма порошка минерала (табл. 1) индивидуальны.

Цвет лапландита в агрегатах светло-серый с желтоватым, реже голубоватым оттенком, в тонких пластинках и шлифах минерал бесцветный. Твердость 2—3. Блеск стеклянный до жирного. Излом занозистый. Удельный вес 2.83 (определен В. Ф. Недобой методом гидростатического взвешивания).

Таблица 1

Межплоскостные расстояния лапландита по результатам расчета рентгенограммы порошка (1) и электронограммы (2)

| 1 | | 2 | | hkl | 1 | | 2 | | hkl |
|----|---------------|-----|---------------|----------|----|---------------|----|---------------|--------|
| I | $\frac{d}{n}$ | I | $\frac{d}{n}$ | | I | $\frac{d}{n}$ | I | $\frac{d}{n}$ | |
| | | 100 | 7.27 | 100, 020 | — | — | 30 | 2.69 | 150 |
| | | 70 | 6.47 | 110 | 50 | 2.60 | 60 | 2.59 | 206 |
| | | 20 | 6.06 | 102, 022 | — | — | 40 | 2.57 | 234 |
| | | 30 | 5.59 | 112 | — | — | 40 | 2.56 | 240 |
| | | 15 | 5.16 | 103, 023 | — | — | 30 | 2.44 | 146 |
| | | 10 | 5.10 | 120 | — | — | 40 | 2.42 | 300 |
| | | 50 | 4.88 | 113 | — | — | 30 | 2.40 | 060 |
| | | 30 | 4.64 | 122 | — | — | 40 | 2.28 | 236 |
| | | 40 | 4.25 | 114 | — | — | 30 | 2.17 | 147 |
| | | 15 | 4.00 | 130 | — | — | 20 | 2.17 | 330 |
| 90 | 3.78 | 100 | 3.76 | 132 | — | — | 30 | 2.12 | 148 |
| | | 30 | 3.63 | 200 | 40 | 2.03 | 70 | 2.01 | 238 |
| | | 30 | 3.53 | 210 | — | — | 50 | 2.00 | 340 |
| 10 | 3.54 | 30 | 3.52 | 133 | — | — | 50 | 1.98 | 170 |
| | | 10 | 3.42 | 202 | 40 | 1.967 | 5 | 1.97 | 342 |
| | | 80 | 3.36 | 125 | — | — | 10 | 1.95 | 172 |
| 90 | 3.34 | 100 | 3.35 | 212 | 50 | 1.894 | 10 | 1.89 | 344 |
| | | 40 | 3.26 | 134 | — | — | 30 | 1.77 | 346 |
| 70 | 3.25 | 40 | 3.24 | 203 | 70 | 1.780 | 50 | 1.77 | 2.3.10 |
| | | 30 | 3.23 | 140 | 20 | 1.745 | 30 | 1.74 | 176 |
| | | 60 | 3.18 | 213 | 10 | 1.677 | — | — | 362 |
| 70 | 3.01 | 100 | 3.03 | 204 | 30 | 1.618 | — | — | 433 |
| | | 50 | 2.98 | 214 | 30 | 1.565 | — | — | 370 |
| | | 20 | 2.90 | 230 | 20 | 1.419 | — | — | 383 |
| 90 | 2.82 | 80 | 2.80 | 232 | 10 | 1.397 | — | — | 1.10.2 |
| | | 60 | 2.76 | 215 | — | — | — | — | — |

Примечание. Условия съемки: 1 — камера РКД, $D = 57.3$, Fe излучение; 2 — сверхвысоковольтный электронный микроскоп-электронограф (400 кВ).

ИК спектр минерала индивидуален (рис. 3) и характеризуется максимумами поглощения при 440—420, 520, 860, 930, 990 (главный), 1120—1050, 1560—1640, 3400 и 3550 см^{-1} , указывающими на присутствие Si- и P-комплексов, воды и, возможно, OH-группы. На кривой ДТА (рис. 4, 2) зафиксированы два эндотермических эффекта при 180 и 360° С, соответствующие дегидратации минерала. Дальнейшее нагревание приводит к его спеканию при 870°.

Лапландит оптически двуосный, отрицательный. $N_g = 1.585$, $N_m = 1.584$, $N_p = 1.568 (\pm 0.002)$, $N_g - N_p = 0.017$ — определения А. П. Хомякова и В. Г. Фекличева. Вычисленное значение $2V$ равно -28° . Тонкочешуйчатое строение и волнистое угасание минерала в разрезах $N_g - N_m$ препятствуют прямому определению угла оптических осей.

Морфология выделений, электронограмма, особенности ИК спектра и оптики указывают на вероятную слоистую структуру лапландита.

По химическому составу новый минерал является сложным водным силикофосфатом натрия, редких земель, магния, железа и титана (табл. 2). Пересчет результатов химического анализа на содержание атомов в элементарной ячейке при соответствующей их группировке и округлении приводит к следующей эмпирической формуле лапландита: $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_{16}(\text{Ce}, \text{Th})_4(\text{Ti}, \text{Mg}, \text{Al}, \text{Nb})_4(\text{P}, \text{Si})_{32}\text{O}_{88} \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$ ($Z=1$) или упрощенно — $\text{Na}_2\text{CeTiPSi}_7\text{O}_{22} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($Z=4$).

Спектральным методом в лапландите установлены Sr и Ba (0.п%), а также следы Be, Pb, Ga, Cu и Zr. Состав TR лантано-цериевый: $\text{La}_{46.7}\text{Ce}_{51.2}\text{Pr}_{5.2}\text{Nd}_{6.6}$ (рентгеноспектральный анализ, при расчете химиче-

Т а б л и ц а 2

Химический состав лапландита

| Компоненты | Вес. % | Атомные количества | Содержание атомов на ячейку |
|--|--------|--------------------|-----------------------------|
| P ₂ O ₅ | 9.62 | 0.1355 | 5.37 |
| Nb ₂ O ₅ | 1.88 | 0.0141 | 0.56 |
| SiO ₂ | 40.94 | 0.6813 | 27.01 |
| TiO ₂ | 4.08 | 0.0511 | 2.03 |
| ThO ₂ | 1.32 | 0.0050 | 0.20 |
| Al ₂ O ₃ | 0.94 | 0.0184 | 0.73 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.64 | 0.0080 | 0.32 |
| TR ₂ O ₃ | 16.79 | 0.1023 | 4.06 |
| MgO | 1.02 | 0.0253 | 1.00 |
| MnO | 0.20 | 0.0025 | 0.10 |
| CaO | 0.56 | 0.0100 | 0.40 |
| Na ₂ O | 9.81 | 0.3166 | 12.55 |
| K ₂ O | 1.88 | 0.0399 | 1.58 |
| H ₂ O ⁺ | 8.96 | 1.0367 | 41.10 |
| H ₂ O ⁻ | 0.37 | | |
| | | O=2.7763 | 110.10 |
| Сумма | 99.01 | | |

Примечание. Аналитик М. Е. Казакова. Изучен минерал с желтоватым оттенком, в одном из образцов с голубоватым оттенком методом фотометрии пламени Е. А. Фабриковой определено 4.15% Sr.

Т а б л и ц а 3

Сравнительная характеристика лапландита и карнасуртита

| Химический состав (в вес. %) и свойства | Лапландит | (Жувьменко, Кажанов, 1959, Халилов, 1968) |
|--|-------------------------|---|
| P ₂ O ₅ | 9.62 | 5.55 |
| Nb ₂ O ₅ | 1.88 | 6.25 |
| SiO ₂ | 40.94 | 22.33 |
| TiO ₂ | 4.08 | 10.73 |
| ThO ₂ | 1.32 | 5.40 |
| TR ₂ O ₃ | 16.79 | 16.37 |
| Al ₂ O ₃ | 0.94 | 6.40 |
| Na ₂ O | 9.81 | 0.50 |
| H ₂ O | 9.33 | 17.90 |
| Симметрия | Ромбическая | Гексагональная, псевдогексагональная |
| a ₀ (в Å) | 7.27 | 10.6 |
| b ₀ (в Å) | 14.38 | |
| c ₀ (в Å) | 22.25 | 7.3 |
| Цвет | Светло-серый | Желтый |
| Уд. вес | 2.83 | 2.89—2.95 |
| Осность, оптический знак | Двуосный, отрицательный | Одноосный или слабо двуосный, отрицательный |
| Ng (N ₀) | 1.585 | 1.617 |
| Nm | 1.584 | |
| Np (Ne) | 1.568 | 1.595 |
| Ng—Np | 0.017 | 0.022 |

Примечание. Рентгенограмма порошка карнасуртита в опубликованной литературе отсутствует.

ской формулы принят молекулярный вес Ce_2O_3 как преобладающего в группе TR).

По химическому составу, физическим свойствам, параметрам элементарной ячейки лапландит не имеет аналогов среди известных минералов. От несколько похожего другого ловозерского силикофосфата редких земель — карнасуртита (TR, Th) (Ti, Nb) (Al, Fe) $(\text{Si}, \text{P})_2\text{O}_7(\text{OH})_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ — наш минерал существенно отличается по составу (большим содержанием SiO_2 , P_2O_5 , Na_2O и меньшим ThO_2 , TiO_2 , Nb_2O_5 , Al_2O_3 , H_2O) и параметрам элементарной ячейки (табл. 3).

Лапландит — акцессорный гидротермальный минерал центральной натролитовой зоны пегматита. Находится в ассоциации с нордитом, сепрандитом, термонатритом, стенструпином, нептунитом, лейкосфенитом, сфалеритом, а также недавно открытыми ильмаюкитом, раитом и зоритом (Буссен и др., 1972; Мерьков и др., 1973). Характерны тесные сростания лапландита с беловитом.

Образцы лапландита переданы в Минералогический музей АН СССР и в музей ИМГРЭ АН и МГ СССР.

Литература

Буссен И. В., Л. Ф. Ганнибал, Е. А. Гойко, А. Н. Мерьков, А. П. Недорезова. (1972). Ильмаюкит — новый минерал из Ловозерских тундр. Зап. Всесоюз. минер. общ., ч. 101, вып. 1.

Кузьменко М. В., С. И. Кажанов. (1959). Новый минерал — карнасуртит. Тр. ИМГРЭ АН СССР, вып. 2.

Мерьков А. Н., И. В. Буссен, Е. А. Гойко, Е. А. Кульчицкая, Ю. П. Меньшиков, А. П. Недорезова. (1973). Раит и зорит — новые минералы из Ловозерских тундр. Зап. Всесоюз. минер. общ., ч. 102, вып. 1.

Халилов А. Д. (1968). О кристаллической структуре карнасуртита. Уч. зап. Азерб. гос. унив., сер. геол., № 2.

Институт минералогии,
геохимии и кристаллохимии
редких элементов (ИМГРЭ)
АН и МГ СССР, Москва.

Поступила в редакцию
24 января 1974 г.