

## НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

УДК 565.331; 549.64; (470.21)

Д. чл. И. В. БУССЕН, А. П. ДЕНИСОВ, Н. И. ЗАБАВНИКОВА,  
 д. чл. Л. В. КОЗЫРЕВА, д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ и д. чл. Э. А. ЛИПАТОВА

ВУОННЕМИТ—НОВЫЙ МИНЕРАЛ<sup>1</sup>

Новый минерал из группы ломоносовита — вуоннемит (wuonnemite) был обнаружен в 1969 г. И. В. Буссен в фойяитах третьей группы на горе Карнасурт Ловозерского щелочного массива (Буссен, Сахаров, 1972). В 1970 г. подобный минерал найден Л. В. Козыревой и Ю. П. Меньшиковым в керне скважины в льявочорритах (Зак и др., 1972) в долине р. Вуоннемиок в Хибинах. Назван по месту находки.

В породах Ловозерского массива были встречены три маленькие пластинки этого минерала, ассоциирующиеся с порообразующими минералами фойяитов: микроклином, нефелином, эгирином, арфведсопитом и виллиомитом. В породах Хибинского массива вуоннемит образует более крупные пластинки ( $1.8 \times 1.5 \times 0.15$  см), приуроченные к альбитизированному участку льявочоррита, в котором кроме альбита, микроклина, нефелина и эгирина встречены рамзаит, канкринит, серандит—шизолит и виллиомит.

Вуоннемит из Хибин светло-желтый, прозрачный, со стеклянным блеском. Край



Рис. 1. Пластинки вуоннемиита в льявочоррите, Хибинь. Срез в плоскости  $\sim \perp (001)$ . Шлиф 620/455, увел. 70, без анализатора.

некоторых пластинок мутноватые, серые, с перламутровым блеском. Минерал желтый, с бурыми пятнами.

Судя по шлифам, на пластинчатых кристаллах вуоннемиита кроме базисной грани (001) присутствуют косые боковые грани (рис. 1). Эти грани образуют с базисной гранью углы  $139^\circ$  и  $127^\circ$ , а между собой — угол  $94^\circ$ . Спайность весьма совершенная по (001) и совершенная еще по двум плоскостям. Излом ступенчатый. Твердость 2—3, хрупкий. Удельный вес 3.13.

В проходящем свете вуоннемит желтовато-серый. Включений не содержит. Двусный, оптически положительный,  $2V=52-54^\circ$ , удлинение положительное. Плоскость оптических осей приближена к плоскости весьма совершенной спайности, полюс плоскости спайности (001) составляет угол

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 17 января 1973 г.

4° с осью *Nm*. Показатели преломления как довозерского, так и хибинского образцов совпадают:  $N_g=1.681$ ,  $N_m=1.651$ ,  $N_p=1.639$ ,  $N_g-N_p=0.042$  (определены Л. М. Федоровой по методу А. Г. Колотушкина—Н. Е. Веденеевой с точностью  $\pm 0.002$ ).

Сингония триклинная. За ось *c* был принят перпендикуляр к габитусной грани и плоскости весьма совершенной спайности (001). На дебаеграмме, снятой из растертого осколка монокристалла, 103 линии (табл. 1).

Таблица 1

## Результаты расчета дебаеграммы вуоннемита

I	$\frac{d}{n}$	hkl	I	$\frac{d}{n}$	hkl	I	$\frac{d}{n}$	hkl
2	14.1	010	4	2.733	221, 230	3	1.635	421, 411
3	(7.9)	100 $\beta$ , 020 $\beta$	3	2.664	150, 012	2	1.623	172
6	7.14	100, 020	4	(2.634)	221, 231 $\beta$	4	1.597	361, 280
1	6.31	110	3	2.566	150	4	1.574	361, 342
1	(5.70)	011 $\beta$	2	2.507	102, 112	4	1.551	223
1	(5.45)	011 $\beta$	2	2.476	112	1	1.525	223
5	5.16	011	5	2.391	231	1	(1.486)	381 $\beta$
4	4.95	011	2	2.290	310, 132	1	1.4776	371, 191
5	4.77	120	1	(2.263)	330 $\beta$	3	1.4633	441
1	4.66	030	2	2.185	320, 132	2	1.4547	450, 371
1	4.52	021	1	(2.148)	160 $\beta$	2	1.4401	412, 243
2	4.34	101	2	2.121	311, 161	5	1.4198	313, 281
5	4.24	101	3	(2.084)	331 $\beta$ , 311 $\beta$	1	1.4049	272
1	4.13	111	4	2.051	330	2	1.3842	333, 063
1	(3.95)	121 $\beta$	1	2.014	052	2	1.3735	461, 380
1	3.794	130	2	(1.978)	013 $\beta$	1	1.3597	520, 333
2	3.652	031	2	1.950	160	2	1.3502	381, 501
6	3.582	121	4	1.891	331, 261	1	1.3275	114, 1.10.1
2	3.304	131	3	1.862	161	2	1.3187	471
1	(3.25)	201 $\beta$	1	1.814	242	1	1.2838	210
4	(3.16)	230 $\beta$ , 041 $\beta$	6	1.790	013, 003	1	1.2786	0.11.0
2	(3.04)	221 $\beta$	1	(1.769)	361 $\beta$	2	1.2604	403
3	2.954	201	2	(1.743)	361 $\beta$	2	1.2424	382
1	(2.91)	221 $\beta$	2	1.721	180, 113			
10	2.869	230, 041	2	(1.709)	223 $\beta$			
4	2.768	221	3	1.690	360			

Еще 28 линий низкой интенсивности

Примечание. Условия съемки: неотфильтрованное Fe излучение,  $D=114$  мм. Исправления внесены по особому снимку с NaCl. Аналитик А. П. Денисов.

Монокристалл изучен в камере РКОП (Cu излучение). По лауэграммам и рентгенограммам колебания А. П. Денисовым рассчитаны параметры элементарной ячейки. В камере КФОР сняты развертки  $hko$ ,  $hk1$ ,  $nk2$  плоскостей обратной решетки, по которым определены углы  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и по погасаниям — пространственная группа. Порошковая диаграмма проиндифицирована на ЭВМ «Минск-20» по программе, составленной Э. М. Медведевой.

В табл. 2 приведены параметры элементарной ячейки вуоннемита и близких ему минералов. Как видно из этих данных, происходит закономерное уменьшение объема элементарной ячейки при удалении фосфора и замене его водой в парах ломоносвит—мурманит и вуоннемит—эпистолит.

Химический анализ вуоннемита выполнен Н. И. Забавниковой из навески 0.300 г абсолютно чистого материала из Хибин (табл. 3). Судя по данным анализа и его пересчету, вуоннемит является титаноиобосиликатом натрия, содержащим фосфор. При выщелачивании минерала в воде в раствор перешли практически весь фосфор и больше половины натрия. Это составило две молекулы  $Na_3PO_4$  на одну силикатную часть, что позволило написать формулу вуоннемита в виде  $Na_4TiNb_2Si_4O_{17} \cdot 2Na_3PO_4$ .

В табл. 3 приведены кроме вуоннемита составы эпистолита, ломоносо-

Таблица 2

Параметры элементарной ячейки вуоннемиита, эпистолита,  
ломоносовита и мурманита

Параметр	Вуоннемит	Эпистолит (Халилов, Макаров, 1966)	Ломоносавит (Халилов, Макаров, 1966)	Мурманит (Халилов, Ма- каров, 1966)
$a$ (в Å) . . . . .	7.02	5.41	5.40	5.45
$b$ (в Å) . . . . .	14.15	7.08	7.03	7.00
$c$ (в Å) . . . . .	5.38	12.07	14.65	11.94
$\alpha$ . . . . .	93°40'	103.03'	100°00'	96°00'
$\beta$ . . . . .	89°30'	96.06'	96°00'	100°26'
$\gamma$ . . . . .	87°30'	88.36'	89°00'	88°55'
Объем ячейки (в Å <sup>3</sup> )	530.80	447.57	545.00	449.58
Рентгеновская плот- ность . . . . .	3.19	2.98	3.08	2.67
Пространственная группа . . . . .	$C_1=P1$ или $C_1=P1$	$P1$	$P1$	$P1$
$Z$ . . . . .	1	1	1	1

Таблица 3

## Химические анализы вуоннемиита и минералов группы мурманита—ломоносавита

Компоненты	Вуоннемит — Хибинь, долина Вуоннемиок, скв. 620, гл. 455 м		Эпистолит (в вес. %) — Ловозеро (Семенов, 1972)	Ломоносавит (в вес. %) — Хибинь (Соколова и др., 1971)	Мурманит (в вес. %) — Ловозеро (Соколова и др., 1971)
	вес. %	атомные количества катионов			
SiO <sub>2</sub> . . . . .	22.31	0.3713	25.65	23.58	31.24
TiO <sub>2</sub> . . . . .	8.07	0.1010	12.58	25.13	30.40
ZrO <sub>2</sub> . . . . .	Не обн.	—	—	0.49	1.62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.46	0.0090	0.34	0.14	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	Не обн.	—	0.57	1.48	2.96
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	23.16	0.1743	31.51	1.95	6.56
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	—	—	0.56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	13.50	0.1902	—	14.03	—
FeO . . . . .	Не опр.	—	—	1.22	—
MgO . . . . .	0.14	0.0035	0.87	0.42	0.64
MnO . . . . .	0.53	0.0074	1.32	1.31	2.38
CaO . . . . .	0.25	0.0045	2.84	2.00	3.16
BaO . . . . .	Не опр.	—	—	0.59	—
Na <sub>2</sub> O . . . . .	30.23	0.9753	10.13	26.60	8.64
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.07	0.0015	0.84	0.02	0.62
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> . . . . .	—	—	—	Не обн.	5.37
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> . . . . .	—	—	12.78	0.38	6.13
F . . . . .	—	—	1.40	0.59	—
П. п. п. . . . .	0.96	—	—	—	—
Сумма . . . . .	99.68	—	100.83	99.93	100.28
—O=F <sub>2</sub> . . . . .	—	—	0.59	0.25	—
Сумма . . . . .	99.68	—	100.24	99.68	—
Уд. вес . . . . .	3.13	—	2.65	3.12	2.78

вита и мурманита. По составу вуоннемит можно рассматривать как фос-  
фатэпистолит, подобно тому как ломоносавит можно уподобить мурманиту,  
содержащему фосфат натрия вместо воды в межслоевой упаковке (Халилов,  
Макаров, 1966). Доказательством этого предположения служит то, что  
оставшиеся после выщелачивания вуоннемиита водой серовато-белые тон-  
кие пластинки являются эпистолитом (подтверждено рентгенограммой).

Спектральный анализ зафиксировал в минерале следы бария, стронция и элементов группы редких земель (аналитик Е. А. Медникова).

ИК спектры (рис. 2) подтвердили наличие фосфатных группировок в составе минерала (полосы

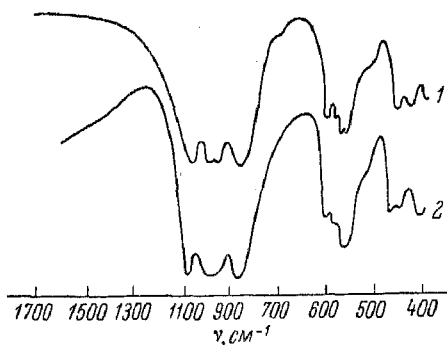


Рис. 2. ИК спектр поглощения вуоннемита.

1 — из Ловозерского массива; 2 — из Хибин. Получен на спектрофотометре UR-10; образец готовился в виде пасты на масле (плотность 1 мг/см<sup>3</sup>); масло компенсировалось количеством переменной толщины в канале сравнения.

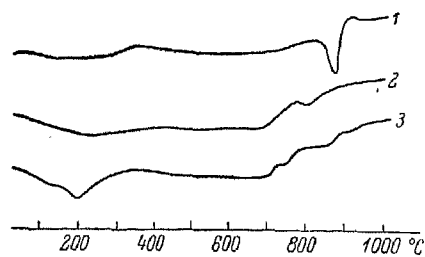


Рис. 3. Кривые нагревания вуоннемита (1), продукта его выпечлачивания (2) и ловозерского эпистолита (3).

поглощения при  $\nu=1075, 1015$  и  $600-585$  см<sup>-1</sup>), отсутствие воды (H<sub>2</sub>O и OH<sup>-</sup>) и низкую симметрию

структуры, так как полоса поглощения в области трижды вырожденных валентных колебаний XO<sub>4</sub> расщеплена (аналитик Э. А. Липатова).

На дифференциальной кривой нагревания вуоннемита (аналитик Ю. П. Меньшиков) выявлен небольшой экзотермический эффект при 350° и эндотермический при 870°, связанный с плавлением минерала (рис. 3, 1). Термограмма продукта выпечлачивания вуоннемита в высокотемпературной области сходна с термограммой ловозерского эпистолита (рис. 3, 2, 3).

Вуоннемит — первичный гидротермальный постмагматический минерал. Судя по ассоциации, температура образования его несколько выше, чем эпистолита. При изменении вуоннемит становится бурым или серым, приобретает перламутровый блеск. Продукты изменения не изучены.

Образцы вуоннемита переданы в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана АН СССР и музей Кольского филиала АН СССР.

Авторы благодарят И. Д. Борнеман-Старынкевич за помощь в работе.

#### Литература

Буссен И. В., А. С. Сахаров. (1972). Петрология Ловозерского щелочного массива. Изд. «Наука».

Зак С. И., Е. А. Каменев, Ф. В. Минаков, А. Д. Арманд, А. С. Михайчев, И. А. Петерсилье. (1972). Хибинский щелочной массив. Изд. «Недра».

Семенов Е. И. (1972). Минералогия Ловозерского щелочного массива. Изд. «Наука».

Соколова М. Н., Н. И. Забавникова, Е. С. Рудницкая, Н. И. Органиова. (1971). Об особенностях состава и степени однородности минералов группы ломоносита из Хибинского массива. В сб.: Вопр. однородности и неоднородности минералов. Изд. «Наука».

Халилов А. Д., Е. С. Макаров. (1966). Кристаллохимия минералов группы мурманита—ломоносита. Геохимия, № 3.

Геологический институт  
Кольского филиала АН СССР, г. Апатиты,  
Институт геологии рудных месторождений,  
петрографии, минералогии и геохимии  
(ИГЕМ) АН СССР, Москва,  
Всесоюзный научно-исследовательский  
геологический институт (ВСЕГЕИ),  
Ленинград.