

А.П. ХОМЯКОВ, М.Ф. КОРОБИЦЫН, Ю.П. МЕНЬШИКОВ, Л.И. ПОЛЕЖАЕВА

НАБАФИТ $\text{NaBaPO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ

(Представлено академиком В.С. Соболевым 9 IV 1982)

Новый гидрофосфат натрия и бария набафит* (nabaphite) встречен в 1980 г. А.П. Хомяковым и М.Ф. Коробицыным в отвале горы Юкспор Хибинского щелочного массива. В названии минерала наряду с особенностями состава отражена его связь с изоструктурным существенно стронциевым аналогом настрофитом $\text{Na}(\text{Sr}, \text{Ba})\text{PO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, недавно описанным в соседнем Ловозерском массиве [1]. Минерал изучен в сравнительно короткие сроки благодаря участию в совместной работе Л.И. Полежаевой и Ю.П. Меньшикова (Геологический институт Кольского филиала АН СССР), взявших на себя выполнение микророндового и рентгенографического анализов.

Описываемый минерал найден в глыбе пегматита ийолит-уртитового типа в виде нескольких выделений неправильной формы размером до 5 мм в поперечнике. Пегматитовая порода слагается массивным неравномернотекстурным агрегатом микроклина, нефелина, эгирин-диопсида, эвдиалита, пластинами лампрофиллита, лепидомелана, псевдоморфозами пектолита до дельхайелиту (?). В промежутках между зернами указанных минералов находятся скопления кристаллов шербаковита, ваденита, игольчатого эгирина, а также небольшие четковидные полости, обрамленные корочкой кристаллов натролита. К указанным полостям и приурочены выделения набафита, являющегося самым поздним по времени выделения среди перечисленных минералов.

Свежий набафит — льдоподобный, бесцветный, водяно-прозрачный, с тусклым стекляннм блеском, ступенчатым, полураковистым изломом, ясной спайностью по (100). Хрупкий, твердость около 2 ед. шкалы Мооса. Плотность, измеренная микрометодом, $2,3 \text{ г/см}^3$, вычисленная для идеализированной формулы $2,26 \text{ г/см}^3$. Минерал оптически изотропный. Показатель преломления, измеренный иммерсионным методом, равен: $1,504 \pm 0,001$. В ультрафиолетовых лучах минерал обнаруживает слабое бело-фиолетовое свечение. В естественных условиях он медленно изменяется и мутнеет, в эксикаторе с поглотителем влаги постепенно обезвоживается и переходит в рентгеноаморфное вещество снежно-белого цвета. Легко при комнатной температуре разлагается разбавленными HCl и HNO_3 , частично разлагается холодной водой. Водная суспензия минерала имеет щелочную реакцию.

По данным исследования на монокристалльном автодифрактометре CAD-4F "Enraf-Nonius" минерал относится к кубической сингонии, $a_0 = 10,711(9) \text{ \AA}$, пространственная группа $P2_13$. Рентгенограмма порошка минерала, полученная Ю.П. Меньшиковым, содержит 70 линий и хорошо индицируется на основе найденной элементарной ячейки (табл. 1).

Согласно данным структурной расшифровки [2] структура набафита образована Ва-девятивершинниками, Na-октаэдрами и $[\text{PO}_4]$ -тетраэдрами. Соединяясь общими ребрами, Ва- и Na-полиэдры образуют ажурный трехмерный каркас, в очень крупных полостях которого локализованы Р-тетраэдры. Вершинами Ва- и Na-полиэдров служат молекулы воды, в то время как вокруг атомов Р размещены атомы О, соединяющиеся с атомами кислорода молекул воды сложной системой

* Рассмотрено КНМ Всесоюзного минералогического общества 20 августа 1981 г., утверждено КНМ Международной минералогической ассоциации 2 февраля 1982 г.

Таблица 1

Результаты расчета рентгенограммы порошка баритонастрофита

<i>I</i>	$d_{\text{эксп}}$	$d_{\text{выч}}$	<i>hkl</i>	<i>I</i>	$d_{\text{эксп}}$	$d_{\text{выч}}$	<i>hkl</i>
2	7,61	7,574	110	2	1,470	1,471	641
4	6,19	6,184	111	2	1,455	1,457	633
8	5,36	5,355	200	1	1,430	1,431	642
8	4,81	4,790	210	1	1,420	1,418	722
3	4,382	4,372	211	5	1,394	1,394	553
6	3,794	3,787	220	1	1,372	1,371	650
7	3,575	3,570	221	5	1,359	1,360	732
2	3,387	3,387	310	1	1,337	1,338	800
5	3,234	3,229	311	3	1,327	1,328	652
2	3,093	3,092	222	1	1,317	1,318	811
1	2,963	2,970	320	2	1,297	1,298	820
9	2,866	2,862	321	2	1,288	1,289	821
<1	2,687	2,677	400	1	1,278	1,280	653
10	2,598	2,597	410	1	1,263	1,262	822
3	2,525	2,524	411	1	1,253	1,253	661
3	2,458	2,457	331	2	1,244	1,245	831
1	2,395	2,395	420	1	1,236	1,236	751
6	2,337	2,337	421	1	1,219	1,220	654
2	2,284	2,283	332	1	1,210	1,212	752
8	2,102	2,100	510	2	1,189	1,190	841
1	2,061	2,061	511	2	1,174	1,175	753
6	1,988	1,989	520	1	1,160	1,161	920
6	1,955	1,955	521	1	1,153	1,155	761
<1	1,862	1,864	522	2	1,135	1,135	850
5	1,837	1,837	530	2	1,129	1,129	930
1	1,812	1,810	531	1	1,121	1,122	931
2	1,785	1,785	600	<1	1,110	1,110	852
3	1,758	1,760	610	1	1,104	1,104	932
5	1,736	1,737	611	1	1,092	1,093	844
1 _p	1,692	1,693	620	1	1,087	1,087	665
3	1,671	1,672	621	2	1,065	1,065	861
6	1,652	1,652	541	2	1,050	1,050	862
1 _ш	1,633	1,633	533	1	1,039	1,040	950
3	1,595	1,596	630	3 α_1	1,021	} 1,021	952
3	1,579	1,579	631	2 α_2	1,020		
1	1,513	1,514	550				

Примечания. Условия съемки: камера РКУ-114,6 мм, Fe-излучение, внутренний стандарт NaCl, интенсивности оценивались визуально по шкале из марок почернения; ш — широкая линия, p — размытая.

водородных связей. Структурная формула минерала $\text{NaBa}[\text{PO}_4] \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Число формульных единиц в элементарной ячейке $Z = 4$.

Исследование химического состава минерала проведено Л.И. Полежаевой на электронном микроанализаторе MS-46 фирмы "Сатеса". Анализировалось два зерна, в каждом из которых предварительно выбраны хорошо отполированные участки диаметром около 50 мкм. В связи с нестабильностью минерала измерения выполнялись при быстром ручном сканировании под электронным зондом. Использовали показания счетчика в первую секунду попадания образца под зонд. Анализ выполнялся трижды, при этом образец и эталонная шашка напылялись медью одно-

Таблица 2

Характеристика условий микрозондового анализа набафита

Элемент	Аналит. линия	Эталон	Кристалл-анализатор	Режим зонда	
				U, кВ	I, нА
Na	K_{α_1}	Рамзаит	КАР	15	60
P	K_{α_1}	Апатит	КАР	15	30
Ca	K_{α_1}	—”—	PET	21	30
Ba	L_{α_1}	BaSO ₄	Кварц	15	60
Sr	K_{α_1}	Sr-апатит	LiF	31	30

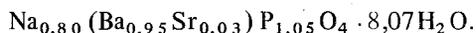
Таблица 3

Результаты микрозондового анализа набафита, мас.%

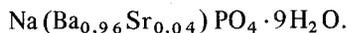
Компонент	1	2	3	Среднее	100%	NaBaPO ₄ ·9H ₂ O
Na ₂ O	6,90	7,15	6,96	7,00	6,31	7,42
BaO	39,24	41,63	42,33	41,07	37,00	36,74
SrO	0,84	1,19	0,83	0,95	0,86	—
CaO	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	—
P ₂ O ₅	20,89	20,62	21,28	20,93	18,86	17,00
H ₂ O	—	—	—	—	(36,94)	38,84
Σ	67,91	70,63	71,44	69,99	100,01	100,00

ременно. В качестве эталонов использовались природные соединения известного состава (табл. 2).

Результаты анализа представлены в табл. 3. Содержание воды в минерале (36,94%) оценено по величине потери веса образцом, прогретым до 300°С. Пересчет полученных результатов на четыре атома кислорода в безводной части приводит к эмпирической формуле



Идеализированная формула, соответствующая данным структурной расшифровки,



Большой дефицит натрия в эмпирической формуле может быть объяснен сильной диффузией этого элемента из образца в процессе анализа; а дефицит воды — способностью минерала к частичной дегидратации в естественных условиях. По составу изученная находка набафита очень близка к конечному бариевому члену изоморфного ряда $\text{NaSrPO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O} - \text{NaBaPO}_4 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Набафит — поздний гидротермальный минерал, выделяющийся на конечных стадиях кристаллизации пересыщенных щелочными, летучими и редкими элементами силикатно-солевых жидкостей — дериватов агпаитовой нефелин-сиенитовой магмы.

Такое же происхождение имеет стронциевый аналог описанного минерала — настрофит, характерный для самых поздних минеральных ассоциаций ультраагпаитовых пегматитов и гидротермалитов соседнего с Хибинами Ловозерского массива [1]. Распространенность этих минералов закономерно связана с повышенной концентрацией стронция в Ловозерском массиве и бария в Хибинском массиве, особенно в породах и дериватах Центральной дуги Хибин, в которых наряду с набафитом установлено значительное число других бариевых и барийсодержащих минералов, таких

как баритолампрофиллит, щербаковит, илимаусит, юкспорит, эндингтонит, бариевый мерлиноит, барит, бербанкит, обогащенные барием полевые шпаты.

Эталонные образцы набафита переданы в Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана АН СССР (Москва) и Геологический музей Кольского филиала АН СССР (Апатиты).

Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии
редких элементов Академии наук СССР, Москва
Геологический институт Кольского филиала
Академии наук СССР, Апатиты Мурманской обл.

Поступило
13 IV 1982

ЛИТЕРАТУРА

1. Хомяков А.П., Казакова М.Е., Попова Г.Н., Малиновский Ю.А. — Зап. Всесоюзн. мин. об-ва., 1981, т. 110, в. 5.
2. Батурин С.В., Малиновский Ю.А., Белов Н.В. — ДАН, 1982, т. 266, № 3.