

выдержке 96 час. (лаборатория экспериментальной минералогии Геологического института Кольского филиала АН СССР, коллекция Л. А. Арутюняна).

Авторы благодарят докторов геолого-минералогических наук И. Д. Борнеман-Старынкевич и В. Б. Татарского за критический разбор материала статьи, В. В. Илюхина за предоставленные образцы «фазы Е», а также К. А. Полякова, Г. М. Нерадовскую и А. В. Волошина за помощь в работе.

Образцы натсита переданы в музей Кольского филиала АН СССР и в Минералогический музей АН СССР в Москве.

Литература

Буссен И. В., А. П. Денисов, Н. И. Забавникова, Л. В. Козырева, Ю. П. Меньшиков, Э. Л. Липатова. (1973). Вуоннемит — новый минерал. Зап. Всесоюз. минер. общ., ч. 102, вып. 4.

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

Никитин А. В., В. В. Илюхин, Б. Н. Литвин, О. К. Мельников, Н. В. Белов. (1964). Кристаллическая структура синтетического титаносиликата натрия $\text{Na}_2\text{TiO}[\text{SiO}_4]$. ДАН СССР, т. 157, № 6.

A S T M, (1969). №№ 19-1250 и 19-1251.

Heinrich K. F. I. (1966). X-Ray absorption uncertainty. The Electron Microprobe. N. Y.—London—Sidney.

Геологический институт Кольского филиала АН СССР, г. Апатиты.

Поступила в редакцию
1 июля 1974 г.

УДК 549.6 (470.21)

И. М. ТИМОШЕНКОВ, д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ, Л. Ф. ГАННИБАЛ
и д. чл. И. В. БУССЕН

ПРИРОДНЫЙ СИЛИКАТ НАТРИЯ — НАТРОСИЛИТ — ИЗ ЛОВОЗЕРСКОГО МАССИВА¹

Натросилит (natrosilite) обнаружен И. М. Тимошенковым в пегматоидном обособлении среди нефелиновых сиенитов на горе Карнасурт в Ловозерском щелочном массиве. Назван по составу.

Натросилит встречается в виде псевдогексагонального толстотаблитчатого кристалла размером $6 \times 6 \times 4$ см и мелких неправильной формы пойкилитовых зерен с включениями уссингита; тесно сростается с микроклином, анальцимом, натролитом, арфедсонитом и ломоносовитом. В крупном кристалле наблюдается пластинчатый вrostок вуоннемита (Буссен и др., 1973).



Рис. 1. Спайная пластинка натросилита. Видны узкие полоски граней (001) и (011). Увел. 2.

По химическому составу и физическим свойствам натросилит идентичен хорошо изученному синтетическому дисиликату натрия $\beta\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, или $\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ (Donnay, Donnay, 1953; Grund, 1953, 1954).

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 7 июня 1974 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 13 ноября 1974 г.

Согласно установке, принятой для синтетического вещества (Donpau, Donpau, 1953), габитусная грань крупного кристалла определена как (100), грань в виде узкой полоски, лежащая под углом 104° к ней, — как (001), узкая блестящая полоска — грань, образующая угол 148° с гранью (001) на плоскости (100), — как (011). Остальные ограничения кристалла

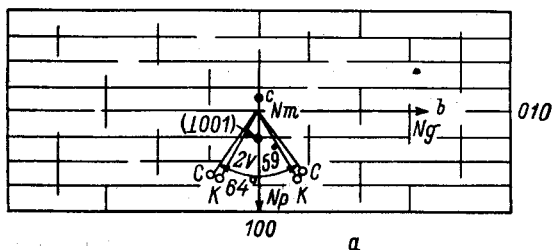
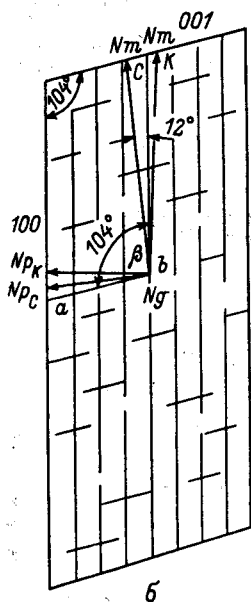


Рис. 2. Оптическая ориентировка натросилита.

a — проекция на плоскость (001), *b* — на (010). *K* и *C* — оптические оси и оси индикатрисы соответственно для красного и синего цвета.



неровные, зубчатые. Спайность по (100) весьма совершенная, слюдоподобная (рис. 1), по (001) — отчетливая, по (011) выражена слабо. Спайные пластинки по (100) гибкие, упругие; на них видны редкие трещинки, идущие под углом 68° к следу спайности (001). На плоскости спайности (001) отмечена масса мелких газовых пузырьков. На кристаллах синтетического $\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ (Donpau, Donpau, 1953), кроме перечисленных, установлены грани $\{201\}$, изредка — $\{101\}$, $\{401\}$, $\{601\}$ и постоянно наблюдались двойники по (100), на природном кристалле не установленные.

Физические свойства природного и синтетического силиката натрия близки (табл. 1). Натросилит — бесцветный, в тонких пластинках прозрачный, в толстых — просвечивающий. Излом, ровный по (100), в других направлениях ступенчатый или зубчатый. Блеск на плоскости слюдоподобной спайности шелковистый, твердость на этой поверхности равна трем. Удельный вес,

определенный Н. М. Дьяковой гидростатическим взвешиванием, 2.48 ± 0.02 .

Натросилит — двуосный, оптически отрицательный минерал, обладает волнистым облачным погасанием и дает аномальные синеватые цвета интерференции. На плоскости весьма совершенной спайности (100) наблюдается выход острой биссектрисы, лежащей в тупом углу β . Ось оптической индикатрисы *Ng* совпадает с кристаллографической осью *b*, плоскость оптических осей почти совпадает с (001). $-2V_{484} = 63-64^\circ$, $-2V_{645} = 49-50^\circ$, $cNm_{484} = -12^\circ$, $cNm_{645} = 1-2^\circ$, т. е. наблюдаются дисперсия оптических осей ($r < v$) и дисперсия положения главных осей индикатрисы (рис. 2). Показатели светопреломления: $Ng = 1.521$, $Nm = 1.517$, $Np = 1.507$; $Ng - Np = 0.014$ (определения Г. М. Нерадовской, точность ± 0.002).

Межплоскостные расстояния натросилита (аналитик Ю. П. Меньшиков) практически совпадают с установленными для синтетического $\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ (табл. 2), однако минерал дает больше отражений. Дебаеграма проиндцирована Э. М. Медведевой на ЭВМ «Минск-22».

Параметры элементарной ячейки, определенные по индцированной дебаеграмме: $a_0 = 12.30 \pm 0.2$, $b_0 = 4.88 \pm 0.01$, $c_0 = 8.27, \pm 0.03 \text{ \AA}$, $V_0 = 481.16 \text{ \AA}^3$, $\beta = 104^\circ 14'$; для рассчитанных межплоскостных расстояний: $a_0 = 12.299$, $b_0 = 4.879$; $c_0 = 8.269 \text{ \AA}$, $\beta = 104^\circ 14'$; $Z = 2$, $\rho_{\text{рентг.}} = 2.51$. Они близки к полу-

Таблица 1
 Главные физические свойства натросилита и $\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

Характеристика минерала	Натросилит	$\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	
		Grund, 1953, 1954	Donnay, Donnay, 1953
Форма развития	Псевдогексагональный толстотаблитчатый кристалл со слюдоподобной спайностью и неправильной формы зерна	Псевдогексагональные пластинки со слюдоподобной спайностью	
Цвет	Бесцветный, прозрачный в тонких пластинках, просвечивает в толстых	—	Бесцветный, прозрачный
Спайность	{100} — весьма совершенная, слюдоподобная, {001} — хорошая, {011} — слабая	{100} — совершенная, {001} — ясная	{100} — слюдоподобная, {001} — ясная
Удельный вес (в г/см ³) измеренный вычисленный	2.48 ± 0.02 2.51	2.56 2.618	2.57 2.542
Сингония	Моноклиная	Моноклиная	
Пространственная группа	$C_{2h}^5 = P2_1/a$	$2P_1/a - C_{2h}^5$	
<i>Ng</i>	1.521 ± 0.002	—	1.515
<i>Nm</i>	1.517 ± 0.002	—	1.510
<i>Np</i>	1.507 ± 0.002	—	1.500
<i>Ng-Np</i>	0.014	—	0.015
—2 <i>V</i> (в град.)	$\lambda_{484} = 63-64, \lambda_{645} = 49-50$	—2 <i>V</i> = 70, —2 <i>E</i> = 105	
Оптическая ориентировка			
<i>Np</i>	~ ⊥ (100)	—	~ ⊥ (100)
<i>Nm</i>	~ <i>c</i> (<i>cNm</i> ₄₈₄ = —12°, <i>cNm</i> ₆₄₅ = 1—2°)	—	В плоскости (100)
<i>Ng</i>	<i>b</i> ([010])	—	[010]
Плоскость оптических осей	Приближена к (001)		
Удлинение	+	+	+
<i>a</i> ₀ (в Å)	12.30	12.26	12.307
<i>b</i> ₀ (в Å)	4.88	4.80	4.849
<i>c</i> ₀ (в Å)	8.27	8.07	8.124
<i>V</i> ₀ (в Å ³)	481.16		
β	104°14'	104°18'	104°15'
<i>Z</i>	2	4	
Двойники	Не обнаружены	—	Часты, двойниковая плоскость 100

Примечание. X. Штрунц (Strunz, 1966) приводит $Z = 2$, $a_0 = 8.07$, $c_0 = 12.26 \text{ \AA}$; Л. Н. Винчелл и Г. Винчелл (1967) дают $2V_{\text{вычисл.}} = 48^\circ$.

ченным для $\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ (табл. 1). Сингония моноклиная, что подтверждено и результатами измерения на столике Федорова. Пространственная группа $C_{2h}^5 = P2_1/a$.

Химический состав (табл. 3) определен на основании данных химического анализа (навеска 500 мг, аналитик Л. Ф. Ганнибал) и анализа на рентгеновском микроанализаторе MS-46 «Камека». Совпадение результатов хорошее. При анализе на микроанализаторе использована спайная пластинка, а не полированная поверхность. Эталоны: на Si — химически

Таблица 2
 Результаты расчета дебаграмм натросилита и $\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

Натросилит				$\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ (Donnay, Donnay, 1953)		Натросилит				$\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ (Donnay, Donnay, 1953)	
I	$d_{\text{измер.}}$	$d_{\text{расч.}}$	hkl	I	$\frac{d}{n}$	I	$d_{\text{измер.}}$	$d_{\text{расч.}}$	hkl	I	$\frac{d}{n}$
2	8.02	8.028	001	1	7.871	1	1.835	1.838	61 $\bar{2}$	9	1.826
10	6.06	5.977	200	9	5.970	8	1.826	1.829	12 $\bar{3}$		
2ш.	5.46	5.472	20 $\bar{1}$	3	5.448	1	1.795	1.798	023		
5	4.28	4.289	201	9	4.283	1	1.773	1.772	42 $\bar{1}$		
6	4.17	4.176	011	4	4.127	4	1.749	1.751	32 $\bar{3}$		
8	3.97	3.973	300	10	3.939	1	1.662	1.664	214		
2	3.79	3.792	210, 111	3	3.762	3	1.612	1.614	422		
7	3.64	3.650	21 $\bar{1}$	8	3.622	1	1.579	1.582	405		
3	3.08	3.089	310	1	3.109	2	1.540	1.542	61 $\bar{4}$		
5	3.05	3.057	40 $\bar{1}$	9	3.050	3	1.526	1.528	802		
9	2.98	2.988	400, 202,	5	2.983	1	1.505	1.507	032		
			212	8	2.972	3	1.494	1.496	42 $\bar{4}$		
3	2.696	2.699	311, 20 $\bar{3}$	2	2.684	4	1.467	1.468	115		
4	2.665	2.669	003	6	2.655		1.456	1.458	81 $\bar{2}$		
1	2.609	2.613	40 $\bar{1}$	2	2.625	1	1.440	1.442	423		
5	2.587	2.590	411	5	2.588	3	1.427	1.429	52 $\bar{4}$		
2	2.544	2.548	410, 212	2	2.532		1.419	1.421	810		
8	2.435	2.438	020	5	2.423	2	1.405	1.407	801		
				1	2.353	1	1.382	1.384	712		
1	2.338	2.341	021, 013	2	2.327	1	1.348	1.350	811		
2	2.286	2.289	411, 403	1	2.282		1.340	1.342	530		
	2.267	2.271	220, 121	3	2.265	2ш.	1.293	1.295	715		
1	2.223	2.226	221	1	2.211	1	1.271	1.273	53 $\bar{3}$		
				1	2.178	1	1.254	1.255	82 $\bar{3}$		
4	2.142	2.145	510	5	2.140	1	1.238	1.240	206		
1	2.088	2.091	51 $\bar{2}$	3	2.084	1	1.215	1.216	91 $\bar{4}$		
1	2.052	2.055	20 $\bar{4}$	2	2.052	3	1.207	1.209	041		
2	2.031	2.034	213	—	—	4	1.189	1.190	24 $\bar{1}$		
1	1.985	1.988	600	1	1.990	1	1.168	1.170	716		
1	1.957	1.960	511	—	—	6	1.160	1.162	24 $\bar{2}$		
3	1.902	1.904	42 $\bar{1}$			1	1.148	1.149	63 $\bar{4}$		
3	1.886	1.889	420			1	1.138	1.140	91 $\bar{5}$		

Примечание. Условия анализа для натросилита; Fe излучение, 45 кв, 16 ма, $D = 114.6$, $d = 0.3$. Эталон — NaCl.

Таблица 3
 Химический состав натросилита (в вес. %)

Оксиды	По химическому анализу	По микрозондовому анализу	Теоретический состав
Na ₂ O	33.96	33.74	34.06
K ₂ O	0.01		
SiO ₂	66.03	66.32	65.94
Сумма	100.00	100.06	100.00

проанализированный пироп, на Na — NaF ч. д. а. Образец и эталон одновременно напылялись медью, определение велось при ускоряющем напряжении 15 кв. Кислород рассчитан по разности. Точность определения (в отн. %): Na 3—4, Si 2. Усреднение и пересчет экспериментальных интенсивностей на концентрации проводились на ЭВМ «Наири-2» (аналитик Л. И. Полежаева).

Расчет результатов химического анализа натросилита дал $\text{Na}_{3.99}\text{Si}_{4.00}\text{O}_{9.99}$.

Спектральный анализ (аналитик Е. А. Медникова) обнаружил в натросилите примеси Al, Mn, Mg, Fe, Ti, Cu, Zr, Ca и Ba. Установлены органическое вещество (около 0.4%) и низкотемпературная вода (около 0.6%), не входящие в состав минерала.

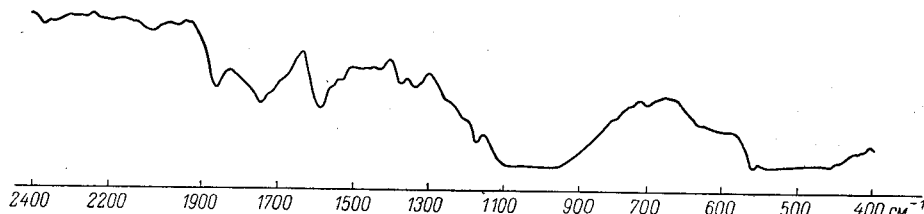


Рис. 3. ИК спектр поглощения натросилита.

UR-20, щелевая программа 4, скорость сканирования 20 мм/100 см⁻¹, усиление 9/9, аналитик В. Т. Малашкина.

Натросилит, подобно синтетическому $\beta\text{-Na}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, разлагается водой и слабыми кислотами даже при низких температурах. В концентрированной H_2SO_4 бурлит. Перед паяльной трубкой сплавляется в прозрачное желтоватое стекло с $N=1.505$. На термограмме до точки плавления какие-либо эффекты у натросилита отсутствуют. Плавится при $850 \pm 20^\circ \text{C}$. Под электронным пучком имеет ярко-голубое свечение. ИК спектр (рис. 3) подтвердил отсутствие воды и групп OH^- в структуре минерала. На дневной поверхности мутнеет, покрываясь порошком соды.

Натросилит — позднегидротермальный минерал, кристаллизующийся позже уссингита, вуоннемита и натролита в пересыщенной щелочами (натрием) среде. При понижении щелочности растворов он должен разлагаться, подобно ильмаюкиту, недавно открытому в аналогичной ассоциации (Буссен и др., 1972). Возможно, что часть пустот, в том числе и элатолитов, обычных в гидротермалитах Ловозерского массива, образуется при удалении натросилита.

Авторы благодарны Т. В. Малашкиной, Л. И. Полежаевой, Э. М. Медведевой и Г. М. Нерадовской за помощь в работе.

Образцы натросилита переданы в музей Геологического института Кольского филиала АН СССР, музей при Ленинградском горном институте и в Минералогический музей АН 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.
- Буссен И. В., А. П. Денисов, Н. И. Забавникова, Л. В. Козырева, Ю. П. Меньшиков, Э. А. Липатова. (1973). Вуоннемит — новый минерал. Зап. Всесоюз. минер. общ., ч. 102, вып. 4.
- Винчелл Л. Н., Г. Винчелл. (1967). Оптические свойства искусственных минералов. Изд. «Мир».
- Donnaу G., J. D. H. Donnaу. (1953). Crystall Geometry of some Alkali silicates. Amer. Miner., v. 38, № 3.
- Grund A. (1953). Beitrag zur Kenntniss der Kristallstrukturen der wasserfreien Alkalisilikate. Tscherm. Miner. Petrogr. Mitt. Wien.
- Grund A. (1954). La structure cristalline du disilicate de soude $\beta\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$. Bull. Soc. franç. Miner., Crist., v. 77, № 4.
- Strunz H. (1966). Mineralogische Tabellen. Leipzig.

Геологический институт Кольского филиала АН СССР, г. Апатиты, Ловозерский ГОК.

Поступила в редакцию 10 декабря 1974 г.