

После установления изоструктурности натротантита с $\text{Na}_2\text{Ta}_4\text{O}_{11}$ нами был многократно проверен состав изученного нового минерала и он оказался близким к приведенной выше идеальной формуле NaTa_3O_8 . Следует заметить, что указанные выше искусственные соединения натрия и тантала, натрия и ниобия ни в одной из цитируемых работ не анализировались, а их формулы получены расчетным путем по количеству участвующих в реакции компонентов.

Исследования взаимоотношений новых танталовых минералов с другими минералами в пегматитах позволяют сделать следующие выводы: 1) алюмотантит и натротантит являются поздними метастабильными минералами тантала, возникшими в минерализованных зонах гранитных пегматитов при автометасоматических процессах, обусловленных ортоклазитизацией (калиевый метасоматоз); 2) по времени образования натротантит, микролит и цезстибтантит, по-видимому, сингенетичны, а алюмотантит является более поздним по отношению к ним минералом.

Образцы с новыми минералами тантала — алюмотантитом и натротантитом — переданы на хранение в минералогический музей Геологического института Кольского филиала АН СССР.

Литература

Кравченко-Бережной Р. А., Медведева Э. М., Пахомовский Я. А., Полежаева Л. И., Реженева С. А., Чепкаленко В. А. (1976). Использование ЭВМ в количественном рентгеновском микроанализе. Заводск. лаб., № 9.

American Society on the Testing and Materials. ASTM. (1965). Fifteenth set inorganic of the Powder Diffraction File. № 15-705. Philadelphia.

American Society on the Testing and Materials. ASTM. (1966). Sixteenth set inorganic of the Powder Diffraction File. № 16-908. Philadelphia.

Andersson S. (1967). Phase analysis studies on the NaNbO_3 — Nb_2O_5 , NaF — Nb_2O_5 , NaNbO_3 — Nb_2O_5 — H_2O system. Acta chem. Scand., v. 21, N 7.

Chaminade J.-P., Pouchard M., Hagenmuller P. (1972). Tantalates et oxyfluorotantalates de sodium. Revue Chem. miner., v. 9, N 4.

Joint Committee on the Powder Diffraction Standards. JCPDS. (1975). Set 25 of the Powder Diffraction File. № 25-862. Philadelphia.

Reisman A. (1962). Compound repetition in oxide systems. Solid phases in the system Li_2O — Ta_2O_5 and Na_2O — Ta_2O_5 . J. Phys. Chem., v. 66, N 1.

Геологический институт
Кольского филиала АН СССР,
г. Апатиты.

УДК 549.752 : 552.322.2

Д. чл. А. В. ВОЛОШИН, д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ, Я. А. ПАХОМОВСКИЙ,
Л. И. ПОЛЕЖАЕВА

ЦЕЗСТИБТАНТИТ (Cs , Na) $\text{SbTa}_4\text{O}_{12}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ¹

Новый танталат цезия и сурьмы установлен в гранитных пегматитах Кольского п-ова, минерал назван по химическому составу.

Цезстибтантит отмечается в интенсивно минерализованной альбитизированной зоне пегматитового тела в ассоциации с симпсонитом, стибиотанталитом, микролитом, воджинитом, танталитом и поллуцитом. Локалізу-

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 7 октября 1979 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 21 мая 1980 г.

ется минерал вблизи поллуцитовых гнезд, где образует зерна изометричной или вытянутой формы по периферии кристаллов стибботанталита и симпсонита, а также развивается в них по трещинам. Размеры выделений от долей миллиметра до 1—3 мм (рис. 1).

Цезстибтантит бесцветный, иногда серый, прозрачный. Блеск алмазный. Спайность отсутствует. Излом неровный. Минерал хрупкий, твердость микровдавливания ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) 930—1200 при нагрузке (гс) 20, 800—1050 при

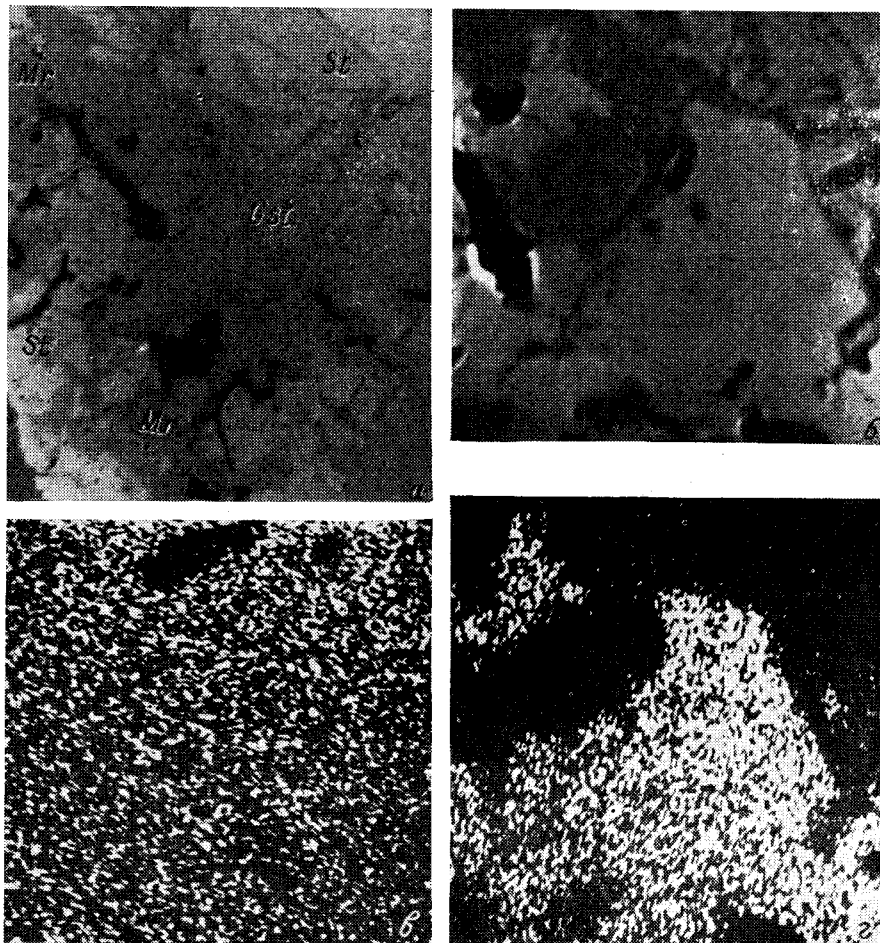


Рис. 1. Кайма цезстибтантита (Cst) вокруг кристалла стибботанталита (St). По трещинам в стибботанталите развит микролит (Mg).

а — в отраженном поляризованном свете, увел. 300; б—в — растровые картины в характеристическом излучении участка 100×100 мкм: б — в отраженных электронах, в — $\text{Ta}_{L\alpha}$, г — $\text{Cs}_{L\alpha}$, д — $\text{Sb}_{L\alpha}$, е — $\text{Ca}_{K\alpha}$, ж — $\text{Mn}_{K\alpha}$.

нагрузке 40 и 670—780 при нагрузке 100. Плотность, измеренная в микробюретке 6.4—6.6 $\text{г}/\text{см}^3$.

Цезстибтантит изотропный, показатель преломления больше 1.8. Коэффициенты отражения (R , %) для разных длин волн, нм: 13.8 (486), 13.6 (551), 13.6 (589) и 13.0 (656). Обладает оранжево-желтой люминесценцией в УФ лучах. Это свечение цезстибтантита можно считать надежным признаком при диагностике его в образцах. На спектрах фотолюминесценции, полученных А. Н. Таращаном (ИГФМ АН УССР), проявлена широкая

полоса возбуждения в области 450—800 нм с максимумом 650 нм, обусловленная радикальными центрами. Минерал проявляет слабое желтоватое свечение в катодных лучах.

Судя по рентгенограмме порошка, цезстибтантит изоструктурен с микролитом, от которого новый минерал отличается небольшим набором линий в области больших углов и величинами межплоскостных расстояний (табл. 1). Индексирование рентгенограммы проведено по данным съемки образца нового минерала в камере РКУ, $a_0 = 10.526 \pm 0.005 \text{ \AA}$,

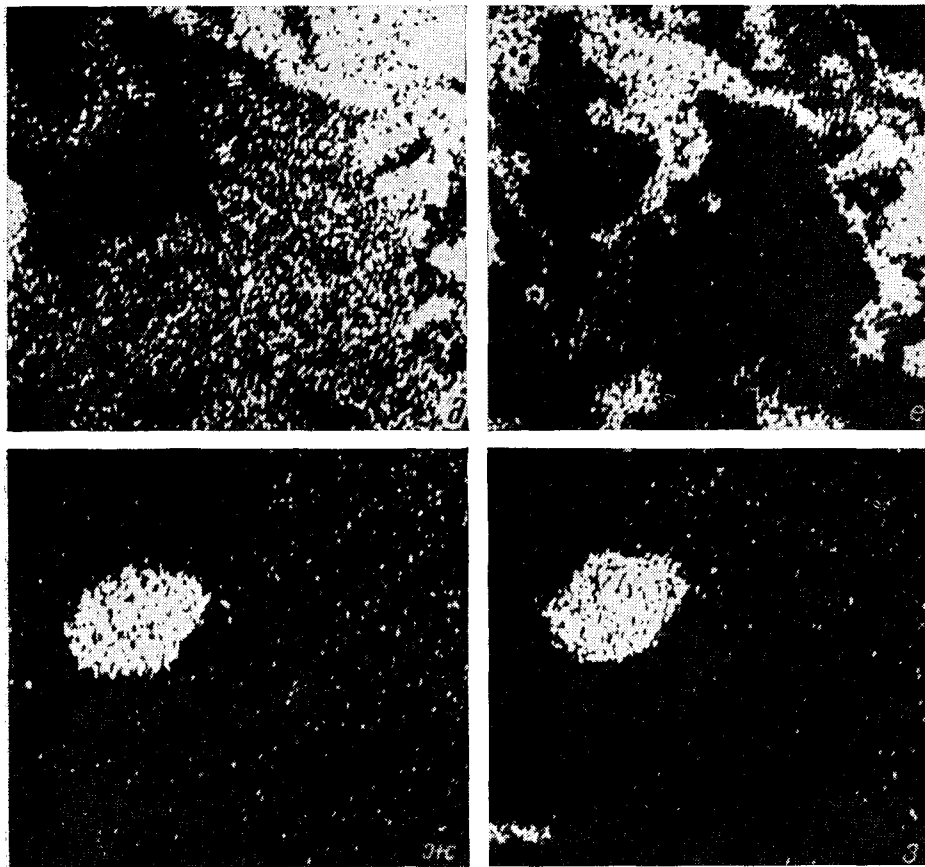


Рис. 1 (продолжение).

$V_0 = 1166.244 \text{ \AA}^3$. Рентгеновская плотность для состава $\text{CsSbTa}_4\text{O}_{12}$ 6.67 г/см^3 , для состава $(\text{Cs}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{SbTa}_4\text{O}_{12}$ 6.35 г/см^3 .

Цезстибтантит образует тонкие сростания с микролитом и содержит реликты от замещения симпсонита и стибботанталита, а также включения одиночных тонкопластинчатых кристаллов и пучков мангантанталита. Поэтому надежные результаты определения его состава могут быть получены только при применении локального рентгеноспектрального анализа (табл. 2).

Данные табл. 2 показывают, что химический состав всех образцов цезстибтантита характеризуется постоянством соотношения главных компонентов: цезия, натрия, сурьмы и тантала. В качестве структурных примесей в цезстибтантите постоянно отмечаются ниобий, кальций, висмут и свинец. Другие элементы с атомным номером большим 11, кроме указан-

Таблица 1

Результаты расчета дебаграмм цезстибтантита и микролита

Цезстибтантит					Микролит, Кольский п-ов		Микролит, Бразилия (Минералы, 1967)	
1			2		I	d	I	d
I	d	hkl	I	d	I	d	I	d
6	6.06	111	5 ш.	6.09	5	5.87	31	6.01
9	3.17	311	5 ш.	3.19	5	3.10	42	3.14
10	3.04	222	10 ш.	3.04	10	2.96	68	3.01
7	2.631	400	4	2.631	5	2.580	31	2.605
3	2.415	331	2	2.405	2	2.372	16	2.394
8	2.024	333, 511	5	2.024	3	1.998	37	2.004
10	1.860	440	9	1.859	10	1.830	84	1.844
1	1.846	522, 441						
5	1.779	531	3	1.781	4	1.750	37	1.764
1	1.662	620	1	1.632				
5	1.605	533	2	1.608	2	1.584	16	1.593
10	1.587	622	9	1.589	10	1.565	100	1.573
1	1.574	630, 542						
3	1.520	444	4 р.	1.520	4	1.498	42	1.513
8	1.474	551, 711	4	1.494	4	1.453	47	1.463
1	1.461	640						
9	1.370	553, 731	6	1.371	6	1.352	63	1.363
1 р.	1.358	650, 643						
6	1.317	800	3	1.316	3	1.300	16	1.303
1 р.	1.305	652, 740, 810						
3	1.287	733	1	1.288	1	1.272	10	1.272
					1 р.	1.226	5	1.232
7	1.216	} 555, 751	4	1.216	3	1.202	21	1.202
3	1.216							
8	1.208	} 662	6	1.207	9	1.194	68	1.192
3	1.208							
1 р.	1.197	832, 654	1	1.197				
6	1.177	} 840	5	1.176	9	1.164	63	1.162
3	1.176							
6	1.156	} 753, 911	4	1.156	4	1.143	32	1.142
3	1.155							
					1	1.110	16	1.112
7	1.1032	} 931	5	1.1027	4	1.0920	32	1.092
4	1.1027							
8	1.0738	} 844	8	1.0741	9	1.0638	63	1.062
5	1.0738							
1	1.0644	} 341, 853, 770						
1	1.0644							
6	1.0572	} 755, 771	6	1.0583	3	1.0474	26	1.052
3	1.0571							
1 р.	1.0460	942, 764	4 р.	1.0477	1	1.0372		
1 р.	1.0258	10.2.1, 854						
9	1.0173	} 773, 951	5	1.0185	5	1.0087	42	1.012
5	1.0169							
10	1.0123	} 666, 10.2.2	6	1.0136	10	1.0031	68	1.002
7	1.0121							
2	1.0035	} 10.3.1	1	1.0052				
1	1.0035							
3	0.9840	855	1	0.9847				
5	0.9811	} 953	3	0.9817				
3	0.9810							

Примечание. Условия съемки: ан. 1 — РКУ-114.6, внутренний стандарт NaCl, ан. 2 — РКД-57.3. ш. — широкая линия, р. — размытая линия.

ных в табл. 2, в цезстибтантите не обнаружены. По данным атомно-абсорбционного анализа содержание Li_2O в цезстибтантите меньше 0.05 %. В пределах одного образца цезстибтантит однороден по химическому составу как в отношении главных компонентов, так и в отношении элементов-примесей.

Расчет формулы (табл. 3) цезстибтантита (ан. 3, табл. 2), исходя из соотношения атомов, характерного для микролита $\text{A}_2\text{B}_2\text{X}_7$, приводит к формуле $\text{Cs}_{0.28}\text{Na}_{0.24}\text{Ca}_{0.01}\text{Sb}_{0.54}\text{Bi}_{0.02}\text{Pb}_{0.03}\text{Ta}_{1.89}\text{Nb}_{0.11}\text{O}_{6.15}$ при $Z=8$ или $(\text{Cs}_{0.56}\text{Na}_{0.48}\text{Ca}_{0.02})(\text{Sb}_{1.08}\text{Bi}_{0.04}\text{Pb}_{0.06})(\text{Ta}_{3.78}\text{Nb}_{0.22})\text{O}_{12.30}$ при $Z=4$. Рассчитанная плотность 6.49 г/см³.

Другой способ расчета (табл. 3) по заполнению объема элементарной ячейки, принимая значение измеренной плотности 6.5 г/см³, приводит к следующему виду формулы цезстибтантита: $\text{Cs}_{2.28}\text{Na}_{1.90}\text{Ca}_{0.03}\text{Sb}_{4.36}\text{Bi}_{0.15}\text{Pb}_{0.22}\text{Ta}_{15.14}\text{Nb}_{0.88}\text{O}_{49.15}$ при $Z=1$ или $(\text{Cs}_{0.57}\text{Na}_{0.48}\text{Ca}_{0.01})(\text{Sb}_{1.09}\text{Bi}_{0.04}\text{Pb}_{0.06})(\text{Ta}_{3.78}\text{Nb}_{0.22})\text{O}_{12.29}$ при $Z=4$.

Постоянный небольшой дефицит в сумме анализов цезстибтантита, вероятно, объясняется присутствием гидроксильной воды в составе минерала, что подтверждается также и его ИК спектрами (рис. 2). В таком случае формулу цезстибтантита можно представить в виде $(\text{Cs}_{0.57}\text{Na}_{0.48}\text{Ca}_{0.01})(\text{Sb}_{1.09}\text{Bi}_{0.04}\text{Pb}_{0.06})(\text{Ta}_{3.78}\text{Nb}_{0.22})\text{O}_{12}(\text{OH})_{0.53}$.

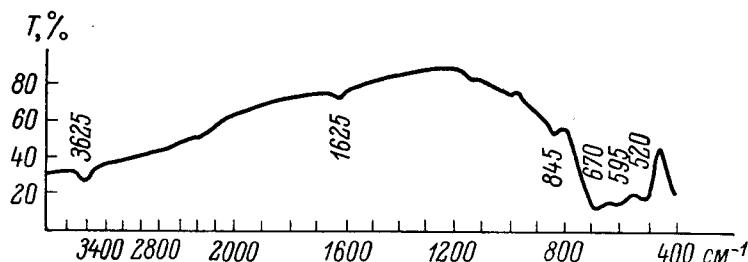


Рис. 2. ИК спектр цезстибтантита.

Изоструктурность цезстибтантита с микролитом по данным расчета рентгенограмм порошка позволяет допускать прежде всего идентичность трехмерного каркаса, образованного тантало-кислородными октаэдрами. Элементарная ячейка микролита идеального заполнения $\text{M}_{16}\text{T}_{16}\text{O}_{48}(\text{F}, \text{OH})_8$. Внутри тантало-кислородного каркаса располагаются 16 атомов кальция и натрия. Такая емкость элементарной ячейки микролита объясняет его довольно высокую плотность. В составе цезстибтантита содержатся элементы с большим атомным весом (цезий и сурьма), и тем не менее его плотность незначительно отличается от плотности обычного микролита. Это возможно только в случае более «рыхлой» элементарной ячейки цезстибтантита по сравнению с микролитом. И, таким образом, цезстибтантит, видимо, следует рассматривать как представителя нового ряда в серии пироклор—микролит с идеальным заполнением ячейки $\text{M}_4\text{M}'_4\text{T}_{16}\text{O}_{48}$, где M — Cs, Na и Ca; M' — Sb^{3+} , Bi и Pb; T — Ta, Nb, Sb^{5+} . В упрощенном виде эта формула выглядит как $\text{M M}' \text{T}_4\text{O}_{12}$ и для цезстибтантита $(\text{Cs}, \text{Na})\text{SbTa}_4\text{O}_{12}$ ($Z=4$). Предложенная формула подтверждается рядом установленных особенностей химического состава нового минерала. Так, в группе M по ряду анализов устанавливается обратная корреляция между содержанием цезия и натрия. Однотипность координационных полиэдров Sb^{3+} , Bi^{3+} , Pb^{2+} (Поваренных, 1966) позволяет рассматривать эти элементы в одной группе M' формулы нового минерала. Корректность такого подхода подтверждается корреляцией между содержанием сурьмы и висмута, а также свинца в составе цезстибтантита, что предполагает возможность существования

Таблица 2

Химический состав цезистибтантита (мас.%)

Компоненты	Анализ				
	1	2	3	4	5
Ta ₂ O ₅	72.45	72.41	72.51	70.47	71.99
Nb ₂ O ₅	2.29	1.33	2.54	3.40	2.05
Sb ₂ O ₃	13.67	14.15	13.78	12.26	13.98
Bi ₂ O ₃	0.66	0.20	0.75	1.07	0.81
Cs ₂ O	7.11	8.33	6.95	6.88	7.02
Na ₂ O	1.56	0.88	1.28	1.20	1.60
CaO	0.08	0.21	0.04	0.24	0.09
PbO	1.06	1.38	1.08	3.52	1.08
С у м м а	98.88	98.89	98.93	99.04	98.62

Примечание. Ан. 1 — тонкие прожилки по границе с выделениями симпсонита; ан. 2 — каймы вокруг кристаллов стибитантита; ан. 3 — выполнение трещин в кристаллах симпсонита; ан. 4 — мелкие кристаллы с микролитом и реликтами симпсонита; ан. 5 — каймы вокруг кристалла симпсонита. Анализы выполнены на микрозонде MS-46 «Камека», ускоряющее напряжение 15 кВ, ток зонда 30 нА, аналитические линии для Na и Ca — K α , для Cs, Sb, Ta, Nb, Bi и Pb — L α ; эталоны: на Na — рамзаит, на Ca — диопсид, на Cs — синтетическое соединение CsFeS₂, на Pb — PbSe, на Sb, Ta и Nb — металлы. Минерал проанализирован в нескольких образцах не менее чем в 10 точках (время одного измерения 10 с) на каждом образце. Пересчет относительных интенсивностей на концентрации выполнен на ЭВМ «Наири-2» по оригинальной программе (Кравченко-Бережной и др., 1976). Ошибка определения главных элементов ~ 1%, элементов-примесей ~ 2%.

Таблица 3

Расчет формулы цезистибтантита

Компоненты	Мас. %	Атомные количества		Коэффициенты атомов при (Ta + Nb) = 2		Количество атомов в объеме элементарной ячейки	
		катионов	кислорода	катионов	кислорода	катионов	кислорода
Ta ₂ O ₅	72.51	0.3282	0.8205	1.89	4.72	15.14	37.85
Nb ₂ O ₅	2.54	0.0191	0.0478	0.11	0.28	0.88	2.20
Sb ₂ O ₃	13.78	0.0945	0.1418	0.54	0.82	4.36	6.54
Bi ₂ O ₃	0.75	0.0032	0.0048	0.02	0.03	0.15	0.22
Cs ₂ O	6.95	0.0493	0.0247	0.28	0.14	2.28	1.14
Na ₂ O	1.28	0.0413	0.0206	0.24	0.12	1.90	0.95
CaO	0.04	0.0007	0.0007	0.01	0.01	0.03	0.03
PbO	1.08	0.0048	0.0048	0.03	0.03	0.22	0.22
С у м м а	98.93				6.15		49.15

в природе цезиево-висмутитового и цезиево-свинцового танталатов-аналогов цезистибтантита.

В отдельных анализах цезистибтантита (табл. 2, ан. 2) при их пересчете в группе M¹ формулы отмечается избыток, видимо, за счет высокого содержания сурьмы, которая, вероятно, присутствует в цезистибтантите и в пятивалентном состоянии, компенсируя небольшой дефицит элементов в группе T той же формулы.

ИК спектр цезистибтантита (аналитик С. В. Геворкьян, ИГФМ АН УССР) фиксирует наличие полосы поглощения слабой интенсивности с частотой 3625 см⁻¹, характерной для ОН-групп; не исключено также присутствие воды и в молекулярной форме цеолитного типа. ИК спектр нового минерала характеризуется широкой полосой поглощения в области 700—500 см⁻¹, где могут быть выделены узкие слабо выраженные полосы с ча-

стотами 670, 595 и 520 см^{-1} . Кроме того, на ИК спектрах цезстибтантита постоянно отмечаются полосы поглощения с частотами 1625 и 845 см^{-1} (рис. 2).

Цезстибтантит относится к поздним минералам тантала, генетически и пространственно связан с процессами калиевого метасоматоза (ортоклазитизации) в гранитных пегматитах. Эти процессы приводят к образованию псевдоморфоз ортоклаза по лепидолиту, изменению поллуцита и первичных танталовых минералов. Гидротермальное изменение поллуцита и стибитотанталита обуславливает переход в раствор цезия и сурьмы, что при избыточной концентрации тантала приводит к образованию необычных по составу танталатов, примером которых и служит цезстибтантит.

Образцы с цезстибтантитом переданы на хранение в Минералогический музей АН СССР и музей Геологического института Кольского филиала АН СССР.

Литература

- Минералы. Справочник. (1967). Т. II, вып. 3. «Наука»
Кравченко-Бережной Р. А., Медведева Э. М., Пахомовский Я. А., Полежаева Л. И., Реженева С. А. (1976). Использование ЭВМ в количественном рентгеновском микроанализе. Заводск. лаб., № 9.
Поваренных А. С. (1966). Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Киев, «Наукова думка».

Геологический институт
Кольского филиала АН СССР,
г. Апатиты.

УДК 549.6

Д. чл. А. П. ХОМЯКОВ, д. чл. Д. Ю. ПУЩАРОВСКИЙ,
Дж. Г. РОНСВО

КЛИНОФОСИНАИТ $\text{Na}_3\text{CaPSiO}_7$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ¹

Новый моноклинный силикофосфат натрия и кальция состава $\text{Na}_3\text{CaPSiO}_7$ обнаружен А. П. Хомяковым в 1976 г. в пегматитах Хибинского щелочного массива. В названии клинофосинаит (clinophosinaite) отражена его тесная связь с ранее установленным ромбическим аналогом — фосинаитом (Капустин и др., 1974).

Новый минерал найден в образцах из отвалов штольни Материальной на горе Юкспор и в керне буровой скважины из района горы Коашва. В обоих участках развит специфический тип пегматитов, содержащих наряду с минералами умеренной щелочности (полевые шпаты, энигматит, пектолит, лампрофиллит, эвдиалит и т. п.) обилие высокощелочных калиевых и натриевых минералов, таких как дельхайелит, щербаковит, ломоносовит, фосинаит, коашвит, натисит, цирсиналит, частично замещенный ловозеритом, виллиомит и др.

Клинофосинаит как в первом, так и во втором случае встречен в тесных сростаниях с цирсиналитом, являющимся продуктом изменения эвдиалита под влиянием ультращелочных расплавов-растворов (Хомяков, 1978). Включения минерала в цирсиналите представлены редкими зернами не-

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 12 ноября 1979 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 27 февраля 1980 г.