

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

УДК 549.656.2

© Л. А. ПАУТОВ,* А. А. АГАХАНОВ, Е. В. СОКОЛОВА**

ШИБКОВИТ $K(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Na})_2 (\text{K}_{2-x}\square_x)_2 \text{Zn}_3 \text{Si}_{12} \text{O}_{30}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ГРУППЫ МИЛАРИТА¹

L. A. PAUTOV, A. A. AGAKHANOV, E. V. SOKOLOVA. SHIBKOVITE
 $K(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Na})_2 (\text{K}_{2-x}\square_x)_2 \text{Zn}_3 \text{Si}_{12} \text{O}_{30}$ — THE NEW MINERAL
FROM THE MILARITE GROUP

* Ильменский заповедник, Музей, 456301, Миасс

** Московский университет, 119899, Москва, Воробьевы Горы

The mineral has been found in the pegmatite clode at the moraine of Dara-i-Pioz glacier (Garmsky district, Northern Tadjikistan) in association with quartz, microcline, albite, aegirine, polyolithionite, reedmergnerite, sodianite, pyrochlore, eudialyte group minerals and others. Its segregations are 0.01—0.05 mm in size. White or colourless, with vitreous lustre. Hardness 5.5—6.0 Mohs, VHN 609 kg/mm². Density 2.89 (measured), 2.90 g/cm³ (calc.). The mineral is uniaxial, with weak biaxiality, optically positive; $n_o = 1.561$ (2), $n_e = 1.563$ (2). Chemical composition corresponds to the following idealized formula: $K(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Na})_2 (\text{K}_{2-x}\square_x)_2 \text{Zn}_3 \text{Si}_{12} \text{O}_{30}$. Hexagonal crystal system. $P6/mcc$ space group. Unite cell parameters: $a = 10.505$ (1), $c = 14.185$ (3), $z = 2$. Data on IR spectrum. X-ray powder diffraction, crystalline structure of the mineral are presented in the paper also. In general, shibkovite is a Zn-Ca-K silicate with twinned silica-oxygen milarite group rings. It is named in the memory of two prominent Russian geologists: Viktor Sergeevitch Shibkov (1926—1992) and Nikolai Viktorovitch Shibkov (1951—1991). Standard specimen is in the Miass museum, Russia.

В субщелочных пегматитах Туркестано-Алая обнаружен новый минерал из группы миларита с общей формулой $K(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Na})_2 (\text{K}_{2-x}\square_x)_2 \text{Zn}_3 \text{Si}_{12} \text{O}_{30}$, гексагональной сингонии, пространный группа $P6/mcc$, $a = 10.505$ (1), $c = 14.185$ (3) Å. $Z = 2$. Плотность (измеренная) 2.89 г/см³. Встречен в ассоциации с микроклином, кварцем, ридмерджеритом, эгирином, полилитионитом и др. Минералу дано название шибковит (shibkovite) в честь известных геологов Виктора Сергеевича Шибкова (1926—1992) и Николая Викторовича Шибкова (1951—1991), посвятивших свою жизнь изучению геологии Средней Азии.

Место находки и ассоциация. Шибковит обнаружен на морене ледника Дара-и-Пиоз (Таджикистан, Гармский район), находящейся в пределах одноименного массива, известного благодаря находкам субщелочных пегматитов с уникальной минерализацией. Дара-и-Пиозский (верхний) массив приурочен (рис. 1) к сочленению Зеравшанского, Алайского и Туркестанского хребтов. Внешняя часть массива сложена гранитами туркестанского комплекса, а центральная часть — щелочными породами алайского комплекса. К-Аг возраст биотита из гранитов 180—190 млн лет, из сиенитов — 150—160 млн лет. Массив прорывает на севере известково-сланцевые и песчано-сланцевые толщи силура, а на юге — терригенно-сланцевую толщу с прослоями известняков и эффузивов среднего—верхнего карбона. Минералогия Дара-и-Пиозского массива описана в многочисленных работах (Дусматов, 1968; Семенов, Дусматов, 1975; Belakovskiy, 1991; Grew e. a., 1993, и др.).

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества РАН 20 апреля 1997 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 4 сентября 1997 г.



Рис. 1. Географическое положение Дара-и-Пиозского массива (площадь в рамке).

Fig. 1. Geographic position of Dara-i-Pioz massif (scoped square).

Шибковит найден в слабокатонной глыбе (1 × 1 м) существенно микроклино-кварцевого состава. Порода грубогигантозернистая, состоящая приблизительно на 60 % из микроклина белого цвета и на 30 % из белого льдистого вида кварца. Остальные 10 % приходятся на ридмерджнерит, эгирин, полилитионит, согдианит, альбит, пирохлор, пектолит, минералы группы эвдиалита и туркестанит. Шибковит встречается в виде одиночных изометричных зерен среди кварца и микроклина. Размер обособлений шибковита 0.01—0.5 мм. По оценке Э. Грю с соавторами (Grew *et al.*, 1993), образование ассоциации калиевый полевой шпат—кварц—ридмерджнерит происходило при температурах ниже 450—500 °С и давлении $P < 2$ кбар.

Физические свойства. Шибковит макроскопически белый, бесцветный, по внешнему виду напоминает кварц. В иммерсионных препаратах бесцветный. Блеск стеклянный. Черта белая. Спайность не наблюдается. В коротких ультрафиолетовых лучах обнаруживает яркое красное свечение. Под электронным пучком обнаруживает длительное послесвечение, что приводит к «размазыванию» изображения в режиме катодoluminesценции при обычных режимах сканирования. Твердость по шкале Мооса 5.5—6, твердость микровдавливания $VHN = 609$ кгс/мм² (среднее значение из 6 замеров) при нагрузке 50 гс (измерена на приборе ПМТ-3, тарированном по NaCl). Минерал хрупкий. Плотность, определенная иммерсионным способом в смеси бромформа с иодистым метиленом, 2.89(2) г/см³, вычисленная 2.90(5) г/см³. Минерал оптически одноосный положительный, иногда наблюдается слабая двуосность. Следует отметить, что определение осиности минерала связано с известными трудностями из-за очень малого двупреломления. Показатели преломления минерала измерены на вращающейся игле методом центрального экранирования. $n_o = 1.561(2)$, $n_e = 1.563(2)$. Минерал не растворим в воде и в HCl (1:1). ИК-спектр шибковита получен С. Н. Батуровым на приборе UR-20 и характеризуется полосами поглощения 495, 530, 575, 700, 790, 920, 940, 1000, 1048 и 1105 см⁻¹. Хорошо выраженная полоса в области 790 см⁻¹ характерна для кольцевых силикатов.

Рентгеновские данные. Рентгеновская порошковая диаграмма минерала (табл. 1) индивидуальна и хорошо индицируется в предположении гексагональной сингонии с параметрами элементарной ячейки $a = 10.505(1)$, $c = 14.185(3)$ Å. Пространственная группа $R\bar{6}/m\bar{c}$. $Z = 2$.

Монокристалльное изучение шибковита проводилось на дифрактометре САД-4 «Энраф-Нониус». Параметры элементарной ячейки, определенные по 20 рефлексам в области $\theta = 24.05$ — 30.00° , $a = 10.502(1)$, $c = 14.184(2)$ Å, близки к параметрам, определенным по порошковой диаграмме. Экспериментальный материал для расшифровки струк-

Таблица 1

Результаты расчета дебаеграммы шибковита
Calculated data on debayegram of shibkovite

<i>I</i>	<i>d</i> _{ИЗМ}	<i>d</i> _{ВЫЧ}	<i>hkl</i>	<i>I</i>	<i>d</i> _{ИЗМ}	<i>d</i> _{ВЫЧ}	<i>hkl</i>
35	7.11	7.09	002	20	2.111	2.111	224
12	5.59	5.594	012	15	2.097	2.098	026
15	5.25	5.253	110	20	2.056	2.056	134
4	4.549	4.549	020	4	1.985	1.985	140
8	4.223	4.221	112	2	1.967	1.966	141
100	3.830	3.829	022	2	1.915	1.914	044
6	3.546	3.546	004	10	1.886	1.885	135
60	3.345	3.342	121	8	1.821	1.820	050
40	3.304	3.304	014	12	1.774	1.775	045
6	3.096	3.094	122	20	1.758	1.757	226
4	3.033	3.033	030	2	1.720	1.719	240
50	2.940	2.939	114	2	1.706	1.707	241
85	2.795	2.797	024	4	1.671	1.671	242
35	2.627	2.626	220	6	1.640	1.639	046
8	2.484	2.484	131	8	1.624	1.623	151
12	2.463	2.463	222	6	1.570	1.570	334
2	2.306	2.035	034	8	1.564	1.565	236
2	2.273	2.274	040	8	1.484	1.484	154
8	2.225	2.226	133	15	1.470	1.470	245
12	2.165	2.166	042	8	1.457	1.457	250

$$a = 10.505 (1) \text{ \AA}, c = 14.185 (3) \text{ \AA}, V = 1355.8 (5) \text{ \AA}^3$$

Примечание. Условия съемки — ДРОН-2, графитовый монохроматор, внутренний стандарт — кварц. Аналитики Л. А. Паутов, А. А. Агаханов.

туры составили интенсивности 356 рефлексов (излучение MoK_α). Расчеты проведены по программе AREN в анизотропном приближении ($R = 0.0245$). Проводилось уточнение заселенностей позиций А, В, С. Наилучший *R*-фактор соответствовал следующему распределению катионов: А — Са 0.63, Мп 0.20, Na 0.17; В — К 0.63, □ 0.37; С — К 1.0; Т2 — Zn 1.0. Формула минерала $(\text{Ca}_{1.26}\text{Mn}_{0.40}\text{Na}_{0.34})_2 \cdot (\text{K}_{1.26}\square_{0.74})_2\text{KZn}_3\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$.

Средние расстояния (Å) в Si-тетраэдре — 1.613, в А-октаэдре — 2.300, в В-полиэдре — 3.003, в С-полиэдре — 3.009. Близость расстояний в В- и С-полиэдрах подтверждает сосредоточение натрия в позиции А.

Химический состав. Химический состав минерала (табл. 2) изучен на электронном микронзонде Superprobe JСХА-733. Зерна нового минерала гомогенны по химическому составу (рис. 2). Анализ проводился при ускоряющем напряжении 20 кВ и токе зонда $2.7 \cdot 10^{-8}$ А. В качестве стандартов использовались осумилит USNM 143967 (Si, К, Fe), ильменит USNM 96189 (Fe, Ti, Мп), скаполит USNM K6600-1 (Na, Са), Zn_2SiO_4 (Zn), авгит USNM 122142 (Al, Mg). Расчет концентраций проводился по стандартной программе ZAF-коррекции. Контрольное определение К, Na и проверка на присутствие Li проводились из микронавески минерала, тщательно отобранной под бинокляром с ультрафиолетовым осветителем методами атомной абсорбции на приборе FMD-4 фирмы Ортоп. Результаты атомно-абсорбционного анализа хорошо согласуются с данными, полученными локальным рентгеноспектральным анализом. Литий в минерале не обнаружен.

Усредненный состав проанализированных зерен пересчитывается при $O = 30$ на эмпирическую формулу $\text{K}_{1.00}(\text{Ca}_{1.26}\text{Mn}_{0.04}\text{Na}_{0.39}\text{Fe}_{0.01})_{2.06}(\text{K}_{1.20}\square_{0.80})_{2.00}\text{Zn}_{3.01} \cdot (\text{Si}_{12.01}\text{Al}_{0.01})_{12.02}\text{O}_{30.00}$. Упрощенная формула минерала $\text{K}(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Na})_2(\text{K}_{2-x}\square_x)_2 \cdot \text{Zn}_3\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$. Индекс сходимости свойств $(1 - \text{KP}/\text{KC})$ 0.018 соответствует его высшей степени.

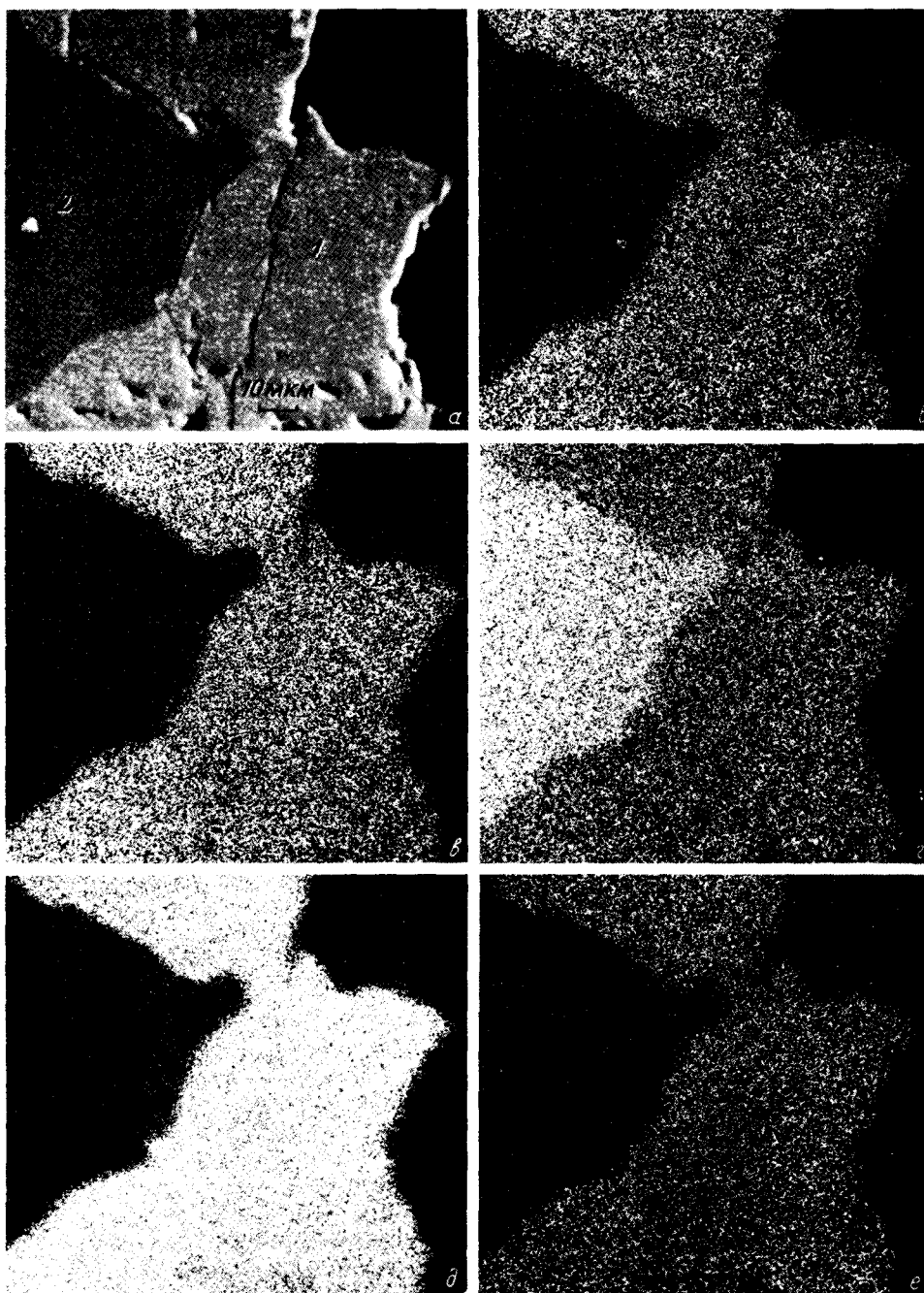


Рис. 2. Срастание шибковита (1) с кварцем (2).

a — изображение в отраженных электронах, *b* — в характеристическом излучении $\text{Ca}_{K\alpha}$, *в* — $\text{K}_{K\alpha}$, *г* — $\text{Si}_{K\alpha}$, *д* — $\text{Zn}_{K\alpha}$,
е — $\text{Na}_{K\alpha}$. Микронд JСХА-733.

Fig. 2. Intergrowth of shibkovite (1) with quartz (2).

Таблица 2

Химический состав (мас. %) шибковита
Chemical composition of shibkovite (wt. %)

Компо- нент	1	2	3	4	Сред- нее	Компо- нент	1	2	3	4	Сред- нее
							Формульные коэффициенты (O = 30)				
SiO ₂	61.75	61.15	61.01	61.40	61.33	Si	12.02	12.02	12.01	11.98	12.01
Al ₂ O ₃	0.06	0.04	0.04	—	0.04	Al	0.01	0.01	0.01	—	0.01
FeO	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	Fe ²⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
MnO	2.26	2.44	2.51	2.50	2.43	Mn	0.37	0.41	0.42	0.41	0.40
ZnO	21.30	20.42	20.28	21.20	20.80	Zn	3.06	2.96	2.95	3.05	3.01
CaO	5.67	6.29	6.24	5.80	6.00	Ca	1.18	1.32	1.32	1.21	1.26
K ₂ O	8.84	8.80	8.88	8.80	8.83	K	2.20	2.21	2.23	2.19	2.21
Na ₂ O	1.12	0.78	0.84	1.40	1.03	Na	0.42	0.30	0.32	0.53	0.39
Сумма	101.05	99.96	99.84	101.13	100.50						

Примечание. 1—4 — микронзондовые анализы, аналитики Л. А. Паутов и А. А. Агаханов.

Сравнительная характеристика шибковита с дусматовитом и дарапиозитом приведена в табл. 3

Образцы с шибковитом переданы в музей Ильменского заповедника УрО РАН, в минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН.

Благодарности. Авторы благодарят музей естественной истории Смитсоновского института (г. Вашингтон) и персонально доктора Е. Ярозевича за предоставленные стандарты для микронзондового анализа, а также П. В. Хворова, В. Ю. Карпенко за помощь в проведении полевых работ, В. А. Муфтахова, С. Н. Батурова за помощь при изучении нового минерала.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 97-05-659-232).

Таблица 3

Сравнительная характеристика шибковита с близкими минералами группы миларита
Comparative characteristics of shibkovite and the similar minerals of the milarite group

Характеристика минерала	Шибковит	Дусматовит (Паутов и др., 1996)	Дарапиозит (Семенов и др., 1975)
Химическая формула	$K(Ca, Mn, Na)_2 \cdot (K_{1-x} \square_x)_2 Zn_3 Si_4 O_{30}$	$K(K, Na)Mn_2 \cdot (Zn, Li)_3 Si_4 O_{30}$	$KNa_2 Zr Li(Mn, Zn)_2 \cdot Si_4 O_{30}$
Сингония, пространственная группа	Гексагональная, P6/mcc	Гексагональная, P6/mcc	Гексагональная, P6/mcc
a, Å	10.505	10.196	10.32
c, Å	14.185	14.284	14.39
Наиболее сильные линии порошкограммы	7.11(35) 3.83(100) 3.34(60) 3.30(40) 2.94(50) 2.80(85) 2.63(35) 2.11(20) 2.06(20)	7.13(3) 4.15(5) 3.75(5) 3.25(10) 2.92(4) 2.78(3) 2.55(5) 2.40(2) 2.02(2)	7.09(6) 4.43(4) 4.13(5) 3.75(4) 3.26(10) 2.93(7) 2.76(5) 2.56(6) 2.02(3)
Осность, оптический знак	Одноосный, слабодвуосный (+)	Одноосный (-)	Одноосный (-)
n _o	1.561	1.590	1.580
n _e	1.563	1.586	1.575
Плотность, г/см ³	2.89	2.96	2.92

Список литературы

- Дусматов В. Д. К минералогии одного из массивов щелочных пород // Щелочные породы Киргизии и Казахстана. Фрунзе, 1968. С. 134—135.
- Паутов Л. А., Агаханов А. А., Соколова Е. В., Изнatenko К. И. Дусматовит — новый минерал группы миларита // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 1996. № 2. С. 54—60.
- Семенов Е. И., Дусматов В. Д., Хомяков А. П., Воронков А. А., Казакова М. Е. Дарапиозит — новый минерал группы миларита // ЗВМО. 1975. Вып. 5. С. 583—585.
- Семенов Е. И., Дусматов В. Д. К минералогии щелочного массива Дара-и-Пиоз (Центральный Таджикистан) // Докл. АН ТаджССР. 1975. Т. 18. № 11. С. 39—41.
- Belakovskiy D. I. Die seltenen Mineralien von Dara-i-Pioz im Hochgebirge Tadshikistans // Lapis. 1991. Bd 16(12). S. 42—48.
- Grew E. S., Belakovskiy D. I., Fleet M. E., Yates M. G., McGee J. J., Marquez N. Reedmergerite and associated minerals from peralkaline pegmatite, Dara-i-Pioz, southern Tien Shan, Tajikistan // Eur. J. Miner. 1993. Vol. 5. P. 971—984.

Поступила в редакцию
22 декабря 1997 г.

УДК 549.6

ЗВМО, № 4, 1998 г.
Proc. RMS, N 4, 1998

© Д. чл. А. П. ХОМЯКОВ,* Дж. ФЕРРАРИС,** Е. БЕЛЛУЗО,** С. Н. БРИТВИН,***
д. чл. Г. Н. НЕЧЕЛЮСТОВ,**** д. чл. С. В. СОБОЛЕВА*****

СЕЙДИТ-(Ce) $\text{Na}_4\text{SrCeTiSi}_8\text{O}_{22}\text{F} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ С ЦЕОЛИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ¹

A. P. KHOMYAKOV, G. FERRARIS, E. BELLUSO, S. N. BRITVIN, G. N. NECHELYUSTOV,
S. V. SOBOLEVA. SEIDITE-(Ce), $\text{Na}_4\text{SrCeTiSi}_8\text{O}_{22}\text{F} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, A NEW MINERAL
WITH ZEOLITIC PROPERTIES

* Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов,
121357, Москва, ул. Вересаева, 15

** Туринский университет, 1-10125, Турин

*** Минералы Лапландии ЛТД, 184200, Апатиты, ул. Ферсмана, 14

**** Всероссийский институт минерального сырья, 109017, Москва, Старомонетный пер., 31

***** Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии,
109017, Москва, Старомонетный пер., 35

The mineral has been found in ultraaluminous pegmatites of Lovozersky alkaline massif (Kola peninsula). It forms radially fibrous aggregates up to 0.5—1.0 cm in diameter. Hardness 3—4; density 2.76 g/cm³. Optically biaxial negative, $n_p = 1.542$, $n_m = 1.569$, $n_e = 1.571$, $2V = 28^\circ$. Monoclinic, C2/c. Unit cell parameters: $a = 24.74(1)$, $b = 7.186(3)$, $c = 14.47(2)$ Å, $\beta = 95.25(10)^\circ$, $Z = 4$. The composition (by microprobe analysis) closely corresponds to the idealized formula: $\text{Na}_4\text{SrCeTiSi}_8\text{O}_{22}\text{F} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. The mineral readily exchanges cations with solutions of various salts. The strongest lines on the X-ray powder diffraction pattern: 12.32(100), 3.220(8), 3.104(24), 3.081(16), 3.058(12), 2.705(10). A structural model explaining the zeolitic and other properties of the mineral is presented in the paper also.

Описываемый ниже натрий-стронций-редкоземельный титаносиликат обнаружен А. П. Хомяковым и С. Н. Бритвиным в пегматитовой жиле Юбилейной на горе Карнасурт Ловозерского щелочного массива (Кольский полуостров, Россия) и назван сейдитом-(Ce) (seidite-Ce) по расположенному в центре массива Сейдозеру. В более ранних публикациях (Хомяков, 1990; Khomyakov, 1995) этот минерал условно обозначен как М31. В первой из цитируемых работ на основании результатов мокрого химического анализа минералу была приписана формула $\text{Na}_3\text{CeTiSi}_6\text{O}_{17} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. В результате всесторонних исследований авторами установлена способность сейдита легко обмениваться

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества 13 мая 1993 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 5 ноября 1997 г.