

зитивная, что Ti и Nb — самые ломоносовитоподобных генетико предположить в качестве бмешной реакции с Zn²⁺. ции мурманита в вибринит аллохимический: Zn занимает те химические связи с координируется более прочные, чем у Na⁺, меня натрия на цинк. Некоторые мурманита, другие же во.). Такое структурное положение альянтного катиона со среднителем в состав силиката при м.: Pilonen et al., 2006).

ты показывают, что мурманит у обмену с растворами солей юния: при температурах ниже +°C в опыте, поставленном при инк в количестве 0.8 атома на веществе 1.4 атома на формулу

представляет собой яркий при-
ного ионного обмена, причем и щелочноземельный катион.
ных гидротермальных ги-
ти.

овой и В. О. Япаскуру за по-
Е. Задову — за определение
ФГИ 11-05-12001-офи-м-2011

ита // Вопросы минералогии, геохи-
ческой массив. М.: Изд-во АН СССР,
шварту // Тр. Ломоносовского ин-та
иосовского ин-та АН СССР. Сер. ми-
жогита // Методы химического ана-
курт В. О. Ионообменные свойства
латиты, минералы. М.: Земля. 2001.
ической структуре мурманита // Кри-
и. М.: Наука. 1972. 307 с.
та и новые данные о его кристалло-
од. М.: Наука, 1990. 196 с.
и В. В. Сорохтина И. В. Расцвета-
ка, 2003. 323 с.

к of Mineralogy. Vol. II. Silica, Silica-

Back M. E., Mandarino J. A. Fleischer's Glossary of Mineral Species 2008. 10th edition. Tucson, The Mineralogical Record Inc., 2008. 344 p.

Ferraris G., Gula A. Polysomatic aspects of microporous minerals — heterophyllosilicates, polysepioles and rhodesite-related structures // Rev. Miner. Geochem. 2005. Vol. 57. P. 69—104.

Karup-Möller S. Murmanite from the Iliajauissaq alkaline complex, South Greenland // N. Jb. Miner. Abh. 1986. Vol. 155. P. 67—88.

Pekov I. V., Grigorieva A. A., Turchkova A. G., Lovskaya E. V. Natural ion exchange in microporous minerals: different aspects and implications // Minerals as Advanced Materials I. Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg, 2008. P. 7—15.

Piilonen P. C., Pekov I. V., Back M., Steede T., Gault R. A. Crystal structure refinement of a Zn-rich kupletske from Mont Saint-Hilaire, Quebec, with contributions to the geochemistry of zinc in peralkaline environments // Miner. Mag. 2006. Vol. 70. P. 565—578.

Sheldrick G. M. A short history of SHELLX // Acta Cryst. 2008. A64. P. 112—122.

Поступила в редакцию
15 февраля 2012 г.

УДК 549.646 + 548.3 (430.123)

ЗРМО. № 4. 2012 г.
Zapiski RMO. N 4. 2012

© Д. чл. Н. В. ЧУКАНОВ.* д. чл. И. В. ПЕКОВ,** д. чл. Р. К. РАСЦВЕТАЕВА,*** С. М. АКСЕНОВ,***
д. чл. Д. И. БЕЛАКОВСКИЙ,**** К. В. ВАН,***** В. ШЮЛЛЕР,***** Б. ТЕРНЕС*****

ОСУМИЛИТ-(Mg): УСТАНОВЛЕНИЕ СТАТУСА МИНЕРАЛЬНОГО ВИДА И НОВЫЕ ДАННЫЕ¹

* Институт проблем химической физики РАН, 142432, Московская обл., с. Черноголовка

** Московский университет, геологический ф-т, 119991, Москва, Воробьевы горы

*** Институт кристаллографии РАН, 117333, Москва, Ленинский пр., 59

**** Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН, 119071, Москва, Ленинский пр., 18-2

***** Институт экспериментальной минералогии РАН, 142432, Московская обл., с. Черноголовка

***** Im Straußbergesch 22, 53518 Aachen, Germany

***** Bahnhofstrasse 45, 36727 Marburg, Germany

Осумилит-(Mg), Mg-доминантный аналог осумилита, утвержден КНМНК ММА в качестве самостоятельного минерального вида. Голотипный образец найден на горе Беллерберг близ города Майен (кулканический район Айфель, Рейнланд-Пфальц, Германия). Идеализированная формула: KMg₂Al₃(Al₂Si₁₀O₃₀). Кристаллическая структура решетки. $R = 0.0294$. Осумилит-(Mg) гексагональный, пр. гр. $P6/mmc$; $a = 10.0959(1)$, $c = 14.3282(2)$ Å, $V = 1264.79(6)$ Å³, $Z = 2$. Сильные линии рентгенограммы порошка [d , Å (I , %) (hkl)]: 7.21 (37) (002), 5.064 (85) (110), 4.137 (45) (112), 3.736 (43) (202), 3.234 (100) (211), 2.932 (42) (114), 2.767 (51) (204). Эталонный образец осумилита-(Mg) хранится в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана РАН (Москва), регистрационный номер 4174/1.

Ключевые слова: осумилит-(Mg), IMA 2011-083, группа мицарита, кристаллическая структура, Айфель, щелочные вулканиты, ксенолиты метапелитов

N. V. CHUKANOV, I. V. PEKOV, R. K. RASTSVETAeva, S. M. AKSENOV, D. I. BELAKOVSKY,
K. V. VAN, V. SCHULLER, B. TERNES. OSUMILITE-(Mg): VALIDATION AS A MINERAL SPECIES
AND NEW DATA

Osumilite-(Mg), the Mg-dominant analogue of osumilite, has been approved by the IMA CNMNC as a mineral species. The holotype sample has been found at Bellerberg, Eifel volcanic area, Germany. Associated minerals are fluorophlogopite, sanidine, cordierite, mullite, sillimanite, topaz, pseudobrookite and hematite. Osumilite-(Mg) forms short prismatic or thick tabular hexagonal crystals up to 0.5 × 1 mm in size inside cavities in basaltic volcanic glasses at their contact with thermally metamorphosed xenoliths of

¹ Осумилит-(Mg) как самостоятельный минеральный вид и его название утверждены Комиссией по новым минералам, номенклатуре и классификации минералов Международной минералогической ассоциации 2 декабря 2011 г., IMA No. 2011-083.

pelitic rocks. The mineral is brittle, with Mohs' hardness 6%. Cleavage was not observed. Color is blue to brown. $D_{\text{meas}} = 2.59(1)$, $D_{\text{cal}} = 2.595 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. IR spectrum shows the absence of H_2O and OH groups. Osumilite (Mg) is uniaxial (+), $\omega = 1.539(2)$, $e = 1.547(2)$. Chemical composition (electron microprobe, mean of 5 analyses, wt %) is: Na₂O 0.08, K₂O 3.41, CaO 0.04, MgO 7.98, MnO 0.28, Al₂O₃ 21.57, Fe₂O₃ 3.59, SiO₂ 62.33, total 99.28. The empirical formula is: $(\text{K}_{0.72}\text{Na}_{0.02}\text{Ca}_{0.01})(\text{Mg}_{1.9}\text{Mn}_{0.04})\text{[Al}_{4.21}\text{Fe}_{0.48}\text{Si}_{10.32}\text{]O}_{36}$. The simplified formula is: $\text{KMg}_3\text{Al}(\text{Al},\text{Si}_{10})\text{O}_{36}$. The crystal structure was refined on the single crystal. $R = 0.0294$. Osumilite-(Mg) is hexagonal, space group $P6_3/mmc$; $a = 10.095(1)$, $c = 14.3282(2) \text{ \AA}$, $V = 1264.79(6) \text{ \AA}^3$, $Z = 2$. The strongest lines of the X-ray powder diffraction pattern [d , \AA (I, %) (hkl)] are: 7.21 (37) (002), 5.064 (85) (110), 4.137 (451) (112), 3.736 (43) (202), 3.234 (100) (211), 2.932 (42) (114), 2.767 (51) (204). Type specimen is deposited in the Fersman Mineralogical Museum of the Russian Academy of Sciences, Moscow, with registration number 4174/1.

Key words: osumilite-(Mg), IMA 2011-083, milarite group, crystal structure, Eifel, alkaline volcanic rock, xenoliths of metapelites.

ВВЕДЕНИЕ

Осумилит ($(\text{K},\text{Na})(\text{Fe}^{2+},\text{Mg})_2(\text{Al},\text{Fe}^{3+})_3(\text{Si}_{10}\text{Al})\text{O}_{36}$) — один из наиболее широко распространенных минералов группы милярита (Back, Mandarino, 2008), обычно встречающийся в вулканических породах, связанных с ними метасоматитах (в том числе kontaktово-метаморфизованных ксенолитах осадочных пород в лавах), а также в метаморфических комплексах гранулированной фации.

Члены группы милярита перелко рассматриваются как кольцевые силикаты, что, на наш взгляд, не вполне точно. По-видимому, корректнее рассматривать их среди каркасных силикатов, так как основой кристаллических структур этих минералов является тетраэдрический каркас $M_3(\text{Si},\text{Al})_5\text{O}_{18}$ ($M = \text{Al, Fe, Be, Li, Zn, Mg}$), в котором двоеные («двухэтажные») гексагональные колыта $(\text{Si},\text{Al})_3\text{O}_6$ соединяются тетраэдрами MO_4 через общие вершины. На официальном веб-сайте <http://pubsites.uws.edu.au/ima-cmnc/> Коиссии по новым минералам, номенклатуре и классификации минералов Международной минералогической ассоциации (КИМНК ММА) формула осумилита дана в виде $\text{KF}_{0.2}\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{36}$, где каркасные катионы, имеющие тетраэдрическую координацию, объединены в скобках, Fe^{2+} -доминантная позиция в осумилите находится в октаэдрическом окружении. Крупные катионы (K^+ вместе с примесными Na^+ и Ca^{2+}) располагаются в позиции между соседними двоенными колытами.

Mg-доминантный ($\text{Fe}^{2+}/\text{Mg} > \text{Fe}$ в октаэдрической позиции) аналог осумилита описансялся неоднократно (Chinner, Dixon, 1973; Berg, Wheeler, 1976; Grew, 1982; Armbruster, Oberhänsli, 1988; Balassone et al., 2008; Seryotkin et al., 2008), но, согласно указанию на упомянутом выше веб-сайте, до сих пор имеется статус N («опубликован без утверждения КИМНК ММА»). В помещенном на этом сайте списке минеральных видов для осумилита-(Mg) дана единственная ссылка (Seryotkin et al., 2008), относящаяся к описанию образца техногенного происхождения (из горелых угольных отвалов) и приведена формула $\text{KMg}_3[\text{Al}(\text{Fe}^{2+})_2\text{Si}_{10}]\text{O}_{36}$, которая не согласуется с кристаллохимической формулой $\text{K}_{0.85}\text{Na}_{0.15}(\text{Mg}_{1.78}\text{Fe}_{0.14}\text{Mn}_{0.03}\text{Ti}_{0.01})^A(\text{Al}_{2.88}\text{Fe}_{0.12})^B(\text{Al}_{1.13}\text{Si}_{10.08})^C\text{O}_{36}$ из цитированной статьи (Seryotkin et al., 2008).

«Осумилит-(K,Mg)» $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3(\text{Al},\text{Fe})_3(\text{Si},\text{Al})_{12}\text{O}_{36}$ (Chinner, Dixon, 1973, International..., 1980), идентичный осумилиту-(Mg), был дискредитирован КИМНК ММА (см. сайт <http://pubsites.uws.edu.au/ima-cmnc/>).

Эти разнотечения и неопределенность статуса осумилита-(Mg) побудили нас выполнить его комплексное исследование, включая определение химического состава, физических свойств и кристаллической структуры, и направить эти материалы в КИМНК ММА для придания этому минералу статуса самостоятельного вида.

Голотипный образец осумилита-(Mg) передан в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН (Москва), регистрационный номер 4174/1.

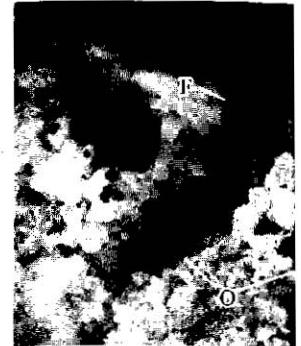


Рис. 1. Кристаллы осумилита-(
флогопитом (F) и санидина (S).
Ширина изображения 4 мм. Фото
карта.

Fig. 1. Crystals of osumilite-(Mg)
with flogopite (F) and sanidine (S).
W view (FOV) ... 4 mm. Photogra

УСЛОВИЯ НАХОЖ-

Образцы с осумилитом («aspar») на горе Бельдерберг район Айфель (Eifel). Земли тубые, до почти бесцветных,чатые гексагональные кристаллы, парастающие залывового состава, вблизи городы, который прелеставляющие минералы: санидина, флогопит и гематит.

Кристаллы осумилита (1.0–10) и инаконида {000

блеск минерала стеклянный. Минерал хрупкий, с раковинной меренной методом уравновешенной плотности ре-

По ИК-спектру осумилит несения полос ИК-спектр: 1000sh, 950s (валентные K (смешанные колебания тетраэдрические моды с участием дефектов MgO_6). В ИК-спектре отсутствие преобладания Fe при числах выше 1150 см⁻¹ отсутствует об отсутствии Fe .

Осумилит-(Mg) оптический плеохроизм слабый: мине-

avage was not observed. Color is blue to beige due to absence of H-O and OH groups. Osu-composition (electron microprobe, mean 98, MnO 0.28, Al₂O₃ 21.57, Fe₂O₃ 3.59, is: (K_{0.72}Na_{0.05}Ca_{0.01})(Mg_{1.9}Mn_{0.04})·(Al₂O₃). The crystal structure was refined in space group P6/mcc; $a = 10.0959(1)$, of the X-ray powder diffraction pattern 451 (112), 3.736 (43) (202), 3.234 (100) sited in the Fersman Mineralogical Museum number 4174/1.

crystal structure, Ebel, alkaline volcanic



Рис. 1. Кристаллы осумилита-(Mg) (O) с фторфлогопитом (F) и сардином (S)

Ширина изображения 4 мм. Фотография М. Райнхардта

Fig. 1. Crystals of osumilite-(Mg) (O) with fluorophlogopite (F) and sardine (S). Width of the field of view (FOV) = 4 mm. Photograph: M. Reinhardt.



Рис. 2. Кристаллы осумилита-(Mg) (O) с кордиеритом (C) и муллитом (M)

Ширина изображения 2.5 мм. Фотография М. Райнхардта

Fig. 2. Crystals of osumilite-(Mg) (O) with cordierite (C) and mullite (M). FOV width = 2.5 mm. Photograph: M. Reinhardt.

УСЛОВИЯ НАХОЖДЕНИЯ, МОРФОЛОГИЯ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Образины с осумилитом-(Mg) собраны в действующем базальтовом карьере Каенар (Газра) на горе Беллерберг (Bellerberg) близ города Майнц (Майен), вулканический район Айфель (Eifel), земля Рейнланд-Пфальц, Германия. Этот минерал образует грубыепод почтой бесцветных и коричневых короткокристаллических и нигматоблочеческихексагональных кристаллов размерами до 0.5 × 0.8 мм и ихростки до 1.5 мм в повернутом виде, нарастающие на стеки потоств (пузьри) в вулканическом стекле базальтового состава, вблизи контакта с метаморфизованным кислолитом глинистой породы, который предстает главным источником алюминия (рис. 1, 2). Ассоциирующие минералы: сапонит, фторфлогопит, кордиерит, муллит, силimanит, топаз, псевдоборнит и гематит.

Кристаллы осумилита-(Mg) чаще всего образованы только призмами прямые {10.10} и пинакоиды {0001}, реже присутствуют также грани {10.11} и {11.120}.

Блеск минерала стеклянный, черта белая. Твердость по шкале Мооса равна 6½. Минерал хрупкий, с раковистым изломом. Спайность не наблюдается. Плотность, измеренная методом уравновешивания в тяжелых жидкостях, составляет 2.59(1) г/см³. Вычисленная плотность равна 2.592 г/см³.

По ИК-спектру осумилит-(Mg) близок осумилиту (рис. 3). Положения (см⁻¹) и отнесения полос ИК-спектра следующие (s — сильная полоса, sh — пленко): 1138s, 1000sh, 950s (валентные колебания тетраэдров (Si,Al)O₄), 770sh, 745, 717, 652, 541s (смешанные колебания тетраэдрических колец), 475, 440, 401s, 378s (комбинационные моды с участием деформационных колебаний Si—O—Si и валентных колебаний октаэдров MgO₆). В ИК-спектре осумилита последняя полоса смешена к 367 см⁻¹ вследствие преобладания Fe²⁺ над Mg в октаэдрической позиции. Полосы с волновыми числами выше 1150 см⁻¹ в ИК-спектре осумилита-(Mg) отсутствуют, что свидетельствует об отсутствии в минерале H-, B- и C-содержащих групп.

Осумилит-(Mg) оптически односочный положительный, $n_d = 1.539(2)$, $n_e = 1.547(2)$. Плеохроизм слабый: минерал бесцветный вдоль N_d , бледно-голубой вдоль N_e .

— один из наиболее широко распространенных метасоматитах (в том числе в лавах), а также в ме-

ся как кольцевые силикаты, что, зектнее рассматривать их среди этих структур этих минералов яв., Fe, Be, B, Li, Zn, Mg), в котором (Si, Al)₂O₅ соединяются тетраэдрическим веб-сайте <http://pubs.i質am>, поменяйте и классифицируют ассоциации (КИМНК ММА) с каркасные катионы, имеющие ях. Fe-глинистая позиция в . Крупные катионы (K+ вместе между соседними единицами

зии) аналог осумилита описаны Geller, 1976; Grew, 1982; Armbruster et al., 2008), не согласно указанию статьи N (копубликован без майке в списке минеральных ви- chugovkin et al., 2008), относящаяся из горных угольных отвалов) и не согласуется с кристаллохимией Al_{2-x}Fe_{0.1-x}²⁺(Al_{1-x}Si_{1+x})⁴⁺O₈ из

(Chinner, Dixon, 1973; Internatio- сдитирован КИМНК ММА (см.

милита-(Mg) побудили нас выделение химического состава, и направить эти материалы в самостоятельный вид.

в Минералогический музей номер 4174/1.

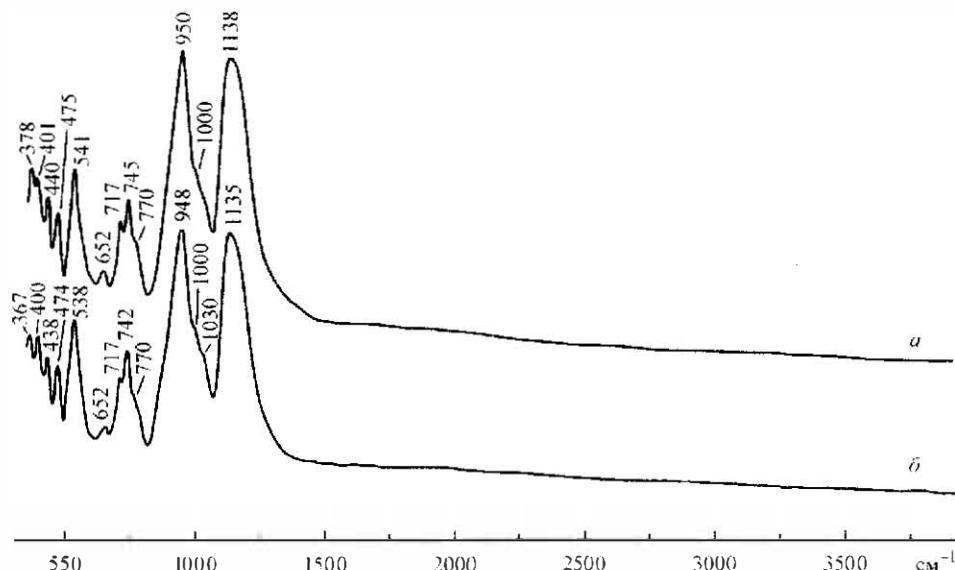


Рис. 3. ИК-спектры осумилита-(Mg) из Беллерберга (а) и осумилита с горы Саккабира (близ вулкана Сакурагима, полуостров Осуми, Япония), эмпирическая формула $(K_{0.7}Na_{0.3})(Fe_{1.1}Mg_{0.8}Mn_{0.1}) \cdot (Al_{2.5}Fe_{0.5})(Al_{1.7}Si_{0.3})O_{30}$ (б).

Fig. 3. IR spectra of osumilite-(Mg) from Bellerberg (a) and osumilite from Sakkabira Hill, near Sakurajima volcano, Osumi peninsula, Kyushu, Japan (b), with its empirical formula $(K_{0.7}Na_{0.3})(Fe_{1.1}Mg_{0.8}Mn_{0.1}) \cdot (Al_{2.5}Fe_{0.5})(Al_{1.7}Si_{0.3})O_{30}$.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Химический состав осумилита-(Mg) изучен методом локального рентгеноспектрального анализа на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega II XMU с рентгеновским энергодисперсионным спектрометром INCAx-16sight. Анализ выполнен при ускоряющем напряжении на вольфрамовом катоде 15.7 кВ и токе поглощенных электронов на эталоне Со 0.5 нА. Угол отбора рентгеновского излучения составляет 35° , фокусное расстояние между образцом и детектором — 25 мм.

Ввиду отсутствия в ИК-спектре осумилита-(Mg) характерных полос H-, B- и C-содержащих групп, определений H_2O , B_2O_3 и CO_2 не проводилось.

Результаты электронно-зондового анализа минерала приведены в табл. 1.

Эмпирическая формула осумилита-(Mg), рассчитанная на 30 атомов О в допущении, что все железо в изученном образце находится в трехвалентном состоянии, такова: $(K_{0.7}Na_{0.3}Ca_{0.01})(Mg_{1.97}Mn_{0.04})[Al_{4.21}Fe^{3+}_{0.45}Si_{10.52}]O_{30}$. Общее содержание Mg-Mn+ + Al + Fe + Si при таком способе расчета формулы составляет 16.99, что хорошо согласуется с предположением о трехвалентном состоянии железа. Расчет формулы с Fe^{2+} на 30 атомов О привел бы к значительному дефициту суммы катионов, что противоречило бы структурным данным, в том числе уточненному содержанию электронов в структурных позициях. Кроме того, трехвалентное состояние железа подтверждается почти идеальной сходимостью физических свойств и химического состава по критерию Гладстоуна—Дейла ($1 - K_p/K_c = 0.001$ («superior»)). Ионы Fe^{3+} помещены в тетраэдрическую позицию, так как в противном случае пришлось бы допустить тетраэдрическую координацию части магния, что не согласуется со структурными данными, а именно с электронными содержаниями позиций и величинами межатомных расстояний (см. ниже).

Голотипный образец о имеет бледно-голубой окраску на возможный между Fe^{2+} и Fe^{3+} . Учитывая исключение присутствия в нем количества Fe^{2+} , однако выше причинам это количества не превышает сотых формулу (а. ф.). Для сравнения окраска структурно родственного минерала берилла-аквамарина уже при содержании Fe^{2+} порядка мас. %.

Идеализированная формула $(Mg_{2.5}Al_3)(Al_{1.7}Si_{0.3})O_{30}$ включает в себя круглые скобки катионы, а квадратные скобки заключены в квадратные скобки («каркас»).

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Рентгенограмма порошка кристаллического дифрактометра (X-ray diffractometer), на $Mo_K\alpha$ -излучении, проводилась по методу I образец-детектор 200 мм, в

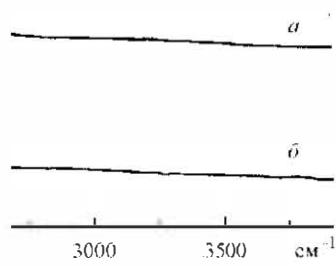
Все рефлексы хорошо идентифицированы и порошковым данным параллельно.

Порошковые рефлексы X-ray

$I_{\text{рель}}, \%$	$d_{\text{рель}}, \text{\AA}$	$d_{\text{лит}}, \text{\AA}$
37	7.21	7.145
36	5.538	5.541
85	5.064	5.067
26	4.393	4.389
45	4.137	4.133
43	3.736	3.739
22	3.587	3.573
100	3.234	3.232
42	2.932	2.920
51	2.767	2.771
16	2.522	2.534
11	2.398	2.400
2	2.292	2.298
9	2.162	2.165, 2.156
4	2.086	2.093
15	2.007	2.014, 2.012, 1.95
11	1.893	1.898

Голотипический образец осумилита-(Mg) имеет бледно-голубую окраску, которая указывает на возможный перенос заряда между Fe^{2+} и Fe^{3+} . Учитывая это, нельзя исключить присутствия в минерале малых количеств Fe^{2+} , однако по указанным выше причинам это количество, скорее всего, не превышает сотых долей атома на формулу (а. ф.). Для сравнения: аналогичная окраска структурно родственного осумилита берилла-аквамарина наблюдается уже при содержании Fe^{2+} порядка десятых долей мас. %.

Идеализированная формула осумилита-(Mg), выведенная с учетом структурных данных: $\text{KMg}_2[\text{Al}_3(\text{Al}_2\text{Si}_{10})\text{O}_{30}]$, где в круглые скобки взяты катионы, входящие в состав двухэтажного кольца, а в квадратные скобки заключен весь тетраэдрический каркас.



та с горы Саккабира (близ вулкана Яттула ($\text{K}_{0.7}\text{Na}_{0.3}(\text{Fe}_{1.1}\text{Mg}_{0.8}\text{Mn}_{0.1})$).

from Sakkabira Hill, near Sakurajima volcano ($\text{K}_{0.7}\text{Na}_{0.3}(\text{Fe}_{1.1}\text{Mg}_{0.8}\text{Mn}_{0.1})$).

м локального рентгеноспектроподходе Tescan Vega II XMU с САХ-16sight. Анализ выполнен при 15.7 кВ и токе поглощенноговского излучения составом — 25 мкм.

актерных полос Н-, В- и С-состава.

и приведены в табл. 1. яя на 30 атомов О в допущенном эквивалентном состоянии, тако- общее содержание $\text{Mg}+\text{Mn}$ составляет 16.9%, что хорошо согласуется. Расчет формулы с Fe^{2+} на катионов, что противоречит содержанию электронов в ядре железа подтверждается химического состава по критерию). Ионы Fe^{3+} помещены в тест-шлось бы допустить тетраэдрическую со структурными данными, чинами межатомных расстояний.

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА

Рентгенограмма порошка осумилита-(Mg) (табл. 2) получена с помощью моно-кристаллического дифрактометра Stoe IPDS II с плоским детектором захвата сигнала (image plate), на Mo_{α} -излучении, при ускоряющем напряжении 45 кВ и токе 30 мА. Съемка проводилась по методу Гандольфи с вращением образца по двум осям, расстояние образец-детектор 200 мм, время экспозиции 40 мин.

Все рефлексы хорошо индицируются в гексагональной ячейке с уточненными по порошковым данным параметрами: $a = 10.135(7)$, $c = 14.29(2)$ Å, $V = 1271(3)$ Å³.

Таблица 2

Порошковые рентгенографические данные для осумилита-(Mg)

X-ray powder-diffraction data for osumilite-(Mg)

$I_{\text{rel}}, \%$	$d_{\text{rel}}, \text{\AA}$	$d_{\text{refl}}, \text{\AA}$	hkl	$I_{\text{rel}}, \%$	$d_{\text{rel}}, \text{\AA}$	$d_{\text{refl}}, \text{\AA}$	hkl
37	7.21	7.145	002	21	1.851	1.853, 1.850	315, 412
36	5.538	5.541	102	7	1.793	1.786	008
85	5.064	5.067	110	17	1.738	1.739, 1.735	217, 226
26	4.393	4.389	200	8	1.684	1.685	118
45	4.137	4.133	112	5	1.652	1.654, 1.648	208, 421
43	3.736	3.739	202	2	1.587	1.591	415
22	3.587	3.573	004	4	1.562	1.564	317
100	3.234	3.232	211	7	1.528	1.527, 1.525	334, 308
42	2.932	2.920	114	1	1.492	1.493	416
51	2.767	2.771	204	5	1.458	1.460	228
16	2.522	2.534	220	9	1.431	1.432, 1.429	219, 0, 0, 10
13	2.398	2.400	311	7	1.395	1.397	417
2	2.292	2.298	106	3	1.373	1.375	11, 10
9	2.162	2.165, 2.156	215, 116	3	1.354	1.354	604
4	2.086	2.093	206	5	1.333	1.336, 1.330	328, 319
15	2.007	2.014, 2.012, 1.994	320, 314, 321	2	1.312	1.315, 1.312	516, 2, 1, 10
11	1.893	1.898	411	3	1.306	1.308, 1.306	524, 418

Таблица 1
Химический состав осумилита-(Mg),
по данным 5 электронно-зондовым анализов
Chemical composition of osumilite-(Mg) based
on 5 electron microprobe analyses

Компонент	Мас. %	Пределы содержания
Na_2O	0.08	0—0.16
K_2O	3.41	3.24—3.60
CaO	0.04	0—0.09
MgO	7.98	7.85—8.11
MnO	0.28	0.22—0.36
Al_2O_3	21.57	21.19—21.93
Fe_2O_3	3.59	3.43—3.78
SiO_2	62.33	61.88—63.02
Сумма	99.28	

Примечание. F, P, S, Ti, V, Cr, Ni, Zn, Y, Zr, Ln, Th и U не обнаружены

Таблица 3

**Основные кристаллографические характеристики осумилита-(Mg)
и данные монокристального эксперимента**

**Principal crystallographic characteristics of osumilite-(Mg)
and data of the monocrystal experiment**

Химическая формула	$K_{0.7}Mg_2(Al_{2.5}Fe_{0.5})(Si_{10.3}Al_{1.7})O_{30}$
Сингония, пр., Z	Гексагональная, $P\bar{6}/mcc$, 2
a, Å	10.0959(1)
c, Å	14.3282(2)
γ, град	120
V, Å ³	1264.79(6)
D _v , г/см ³	2.59
Излучение, λ, Å	MoK _α , 0.71073
μ, мм ⁻¹	1.256
T, К	293
Размеры кристалла	0.25×0.21×0.15
Дифрактометр	Agilent SuperNova, CCD-детектор
Тип сканирования	ω-сканирование
θ _{max} , град	37.72
Пределы h, k, l	16 < h < 17; 16 < k < 17; 24 < l < 24
Общее число измеренных отражений	23619
Число независимых отражений (N_1), R _{int}	1172, 2.84
Число независимых отражений с $I > 3\sigma(I)$ (N_2)	1065
Метод уточнения	MHK по F
Число уточняемых параметров	41
Весовая схема	$1 / (\sigma^2(F) + 0.001225F^2)$
Факторы недостоверности	
R ₁ по A ₂	2.94
пR ₂ по A ₁	4.72
S	1.17
Δρ _{max} /Δρ _{min} , г/Å ³	0.56/0.67
Программа	Jana 2006

Таблица 4

**Координаты позиций в структуре осумилита-(Mg)
и уточнение содержания электронов в катионных позициях**

**Site coordinates in the structure of osumilite-(Mg)
and refined number of electrons in cation sites**

Элемент	x/a	y/b	z/c	e _{cat}
K	0	0	0.25	13.3
Mg	0.3333	0.6667	0.25	12.0
Al	0.5	0	0.25	15.2
Si	0.1059(1)	0.3533(3)	0.1077(1)	13.9
O1	0.1226(1)	0.4073(1)	0	
O2	0.2173(1)	0.2850(1)	0.1309(1)	
O3	0.1407(1)	0.4936(1)	0.1788(1)	

Анизотропные Anisotropic		
Элемент	U ₁₁	U ₂₂
K	0.0299(3)	0.02
Mg	0.0048(2)	0.00
Al	0.0185(2)	0.00
Si	0.0082(1)	0.01
O1	0.0267(4)	0.02
O2	0.0248(3)	0.03
O3	0.0152(2)	0.01

Монокристальные дифракционные измерения были выполнены на дифрактометре SuperNova (CCD-детектор) с параметрами гексагональной (p = 10.0959(1), c = 14.3282(2)) осумилита-(Mg) решена методом Jana 2006 (Petricek и al., 2006). Число независимых отражений составило 1065.

Кристаллическая структура других изученных образцов (Greens, 1969; Armbruster, Oberhauer, 1971).

Сопоставление химического уточнения количества электронов в катионных позициях Si приводит к следующему результату:

- октаэдрическая позиция;
- тетраэдрическая позиция;
- тетраэдрическая позиция.

Величины расстояний Al-O и позиции ионов Fe³⁺, но не

Позиция K находится в катионных заселенности привело к значению $U_{iso} = 0.043$, что может говорить о

Таблица 3

осумилита-(Mg)

и та

илите-(Mg)

и та

 $2.5\text{Fe}_{0.5}(\text{Si}_{10.5}\text{Al}_{1.7})\text{O}_{30}$ я. $P6/mcc$, 2

5

ова. CCD-детектор
те $< k < 17, 24 < l < 24$

10.25/-1

Таблица 4

га-(Mg)
ых позициях-(Mg)
sites

e_{ref}	
13.3	
12.0	
15.2	
13.9	

Таблица 5

Анизотропные параметры смещений (\AA^2) для осумилита-(Mg)Anisotropic displacement parameters (\AA^2) for osumilite-(Mg)

Элемент	U_{11}	U_{22}	U_{33}	U_{12}	U_{13}	U_{23}
K	0.0299(3)	0.0299(3)	0.0352(5)	0.0150(2)	0	0
Mg	0.0048(2)	0.0048(2)	0.0072(2)	0.0024(1)	0	0
Al	0.0185(2)	0.0083(2)	0.0116(2)	0.0042(1)	0	0
Si	0.0082(1)	0.0104(1)	0.0077(1)	0.0050(1)	-0.0001(1)	-0.0014(1)
O1	0.0267(4)	0.0209(4)	0.0099(3)	0.0113(3)	0	0
O2	0.0248(3)	0.0317(4)	0.0257(3)	0.0226(3)	0.0005(2)	-0.0019(3)
O3	0.0152(2)	0.0158(2)	0.0133(2)	0.0090(2)	-0.0030(2)	-0.0049(2)

Таблица 6

Характеристики координационных полигонов
в структуре осумилита-(Mg)Characteristics of coordination polyhedra
in the structure of osumilite-(Mg)

Элемент	Расстояние (\AA)
K	K—O2 = 3.1128×12
Mg	Mg—O3 = 2.1163×6
Al	Al—O3 = 1.7768×4
Si	Si—O1 = 1.6178
	Si—O2 = 1.6200
	Si—O2' = 1.6313
	Si—O3 = 1.6340

Монокристаллические дифракционные данные получены на дифрактометре Agilent SuperNova (CCD-детектор) с использованием $\text{Mo}_{K\alpha}$ -излучения. Вычисленные по ним параметры гексагональной (пространственная группа $P6/mcc$) ячейки составили: $a = 10.0959(1)$, $c = 14.3282(2)$ \AA , $V = 1264.79(6)$ \AA^3 , $Z = 2$. Кристаллическая структура осумилита-(Mg) решена методом переброса заряда («Charge Flipping») и уточнена по программе Jana2006 (Petricek et al., 2006) в анизотропном приближении, с использованием 1065 независимых отражений с $F > 3\sigma F$ (табл. 3–7, рис. 4). R -фактор уточнения составил 2.94 %.

Кристаллическая структура осумилита-(Mg) из Беллерберга идентична структуре других изученных образцов осумилита-(Mg) и осумилита (Miyashiro, 1956; Brown, Grens, 1969; Armbruster, Oberhänsli, 1988; Balassone et al., 2008; Seryotkin et al., 2008).

Сопоставление химического состава минерала, величин межатомных расстояний, уточненного количества электронов и сумм валентных усилий для позиций Mg, Al и Si приводит к следующему распределению компонентов в изученном образце:

- октаэдрическая позиция Mg — практически только Mg;
- тетраэдрическая позиция Al — Al с примесью Fe^{2+} ;
- тетраэдрическая позиция Si — Si с примесью Al.

Величины расстояний Al—O (1.7768 \AA) хорошо согласуются с присутствием в Al-позиции ионов Fe^{2+} , но не гораздо более крупных ионов Fe^{2+} или Mg^{2+} .

Позиция K находится в каналах каркаса. Уточнение структуры при допущении полной заселенности привело к нереально высокому изотропному параметру смещений $U_{iso} = 0.043$, что может говорить о слабом расщеплении этой позиции. Уточнение

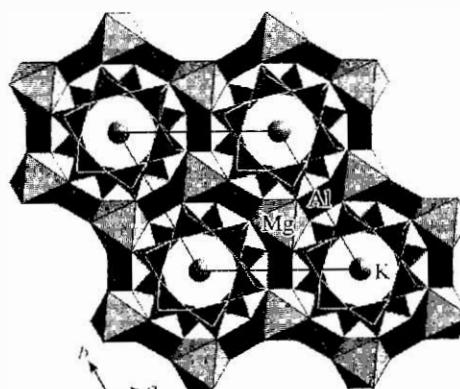
Сравнительные данные для осумилита-(Mg) и осумилита

Comparative data for osumilite-(Mg) and osumilite

Характеристика	Осумилит-(Mg)	Осумилит
Формула	$KMg_2Al_3(Al_2Si_10)O_{36}$	$KFe_2^+ Al_3(Al_2Si_10)O_{36}$
Симметрия	Гексагональный, $P6/mmc$	Гексагональный, $P6/mmc$
$a, \text{ \AA}$	10.0959	10.08—10.17
$c, \text{ \AA}$	14.3282	14.26—14.35
Z	2	2
Сильные линии порошковограммы: $d, \text{ \AA}$	7.21 (37) 5.064 (85) 4.137 (45) 3.736 (43) 3.324 (100) 2.932 (37) 2.767 (51)	7.17 (сильная) 5.08 (сильная) 4.41 (средняя) 3.74 (средняя) 3.24 (очень сильная) 2.930 (сильная) 2.776 (средняя)
Оптические данные:		
n_a	1.539	1.539—1.547
n_c	1.547	1.545—1.551
Оптический знак	(+)	Угол 13°
Плотность, г/см^3	2.59 (изв.) 2.592 (напр.)	2.58—2.68 (изв.) 2.71 (напр.)
$C_{\text{Fe}}/C_{\text{Mg}}$	Несколько разного	До 0,05—0,08. Максимально 0,17 Чем выше содержание Fe, тем выше плотность

это дифференциальное выражение $f = f(a, b, c, \theta)$, где f — функция от трех координат и трех углов, определяющих положение кристалла в пространстве.

Основные особенности состава и структуры минерала описаны в кристаллической формуле $Z = 2, \{K_0.1^{+}[Mg_2]^{2+}[Al_2Fe_0]^{4+}[Si_{10}Al_{10}]^{12-}\}$. Октаэдрические катионы окружены скобками и выделены составом катионных позиций, а тетраэдрические катионы — на хвостиками числа.

Рис. 4. Кристаллическая структура осумилита-(Mg) в проекции на плоскость ab .Fig. 4. Crystal structure of osumilite-(Mg), in projection on the ab plane.

Первое описание осумилита (полустров) с геометрическими позициями заселен образец осумилита с месторождения: $(K_{0.1}Na_{0.3})(Fe_{1.1}Mg_0.9)$.

Ранее (Armbruster, Oberhänsli) описаны кристаллические структуры минерала с различными величинами относительно низкомагнезиальный исследованных в рамках ксенолита Беллерберга.

Позже кристаллическая структура из образца из вулканической Кристаллохимическая фазы $(Al_{1.29}Fe_{0.29})(Si_{10.49}Al_{1.50})$.

Таким образом, существуют различные позиции) можно сказать, что в списке минерала осумилита ошибочно дано осумилит-(Mg) с содержанием

Кристаллическая структура изучена ранее (Brown, Gibbons) и (Armbruster, Oberhänsli). Видно, можно говорить о существование изоморфного ряда, Mg/Fe в октаэдрической группе.

Примечательно, что у осумилита в октаэдрической позиции $[Mg_2]^{2+}$ замещенному, это говорит о том, что в изоморфии осумилита, частности, о химическом составе обстановка благоприятна для замещения железа при никеля, а в тетраэдрах, заходит в состав ассоциируемых Fe³⁺.

Как показано (Schreyer) ион (K + Na - Ca) характер изменения. Пограничном с полигоном Беллерберга, характеризующийся, которая может достичь

Работа выполнена при

Armbruster T., Oberhänsli R. Variation in osumilites // Amer. Mineralogist. 2008, Vol. 93, No. 1, p. 344.

Balassone G., Mormone A., Recalcatre C. Chemical and structural characteristics of osumilite // Amer. Mineralogist. 2008, Vol. 93, No. 1, p. 713—720.

Таблица 7

g) и осумилита

d osumilite

Осумилит



Гексагональный, Р6-типа

10.08 – 10.17

14.26 – 14.35

2

7.17 (сильная)

5.08 (сильная)

4.41 (средняя)

3.74 (средняя)

3.24 (очень сильная)

2.930 (сильная)

2.776 (средняя)

1.539 – 1.547

1.515 – 1.551

Углекислый

2.58 – 2.68 (норм.)

2.71 (норм.)

Рентгенограмма (волновая длина 0.71 Å)

Анализировано обработкой Rietveld

3.2. Таблица 7. Химический состав осумилита из ксенолитов Беллерберга

3.2.2. Осумилиты из ксенолитов Беллерберга

Состав осумилитов из ксенолитов Беллерберга

и гранатовых ксенолитов из вулканических пород

Беллерберг, Германия



Проекция на плоскость ab.

Projection on the ab plane

ОБСУЖДЕНИЕ

Первое описание осумилита относится к материалу, собранному близ вулкана Сакураджима (полуостров Осуми, Кюсю, Япония). В структуре этого минерала октаэдрические позиции заселены преимущественно Fe^{2+} (Miyashiro, 1956). Изученный нами образец осумилита с места его первой находки имеет следующую эмпирическую формулу: $(\text{K}_{0.7}\text{Na}_{0.3})(\text{Fe}_{1.1}\text{Mg}_{0.8}\text{Mn}_{0.1})(\text{Al}_{2.4}\text{Fe}_{0.5})(\text{Al}_{1.7}\text{Si}_{10.3})\text{O}_{30}$.

Ранее (Armbruster, Oberhansli, 1988) были приведены результаты изучения кристаллических структур минералов ряда осумилитов – осумилит-(Mg) с широкими вариациями величины отношения Fe:Mg в октаэдрической позиции. Интересно, что наиболее низкомагнезиальный образец осумилита ($\text{Mg} = 0.11$ а. ф., $\text{Fe:(Mg-Fe)} = 0.94$) среди исследованных в рамках этой работы происходит из контактово-метаморфизованного ксенолита Беллерберга.

Позже кристаллическая структура Fe^{2+} -доминантного осумилита была изучена на образце из вулканического массива Арчи (Arci) в Сардинии (Elmi et al., 2010). Кристаллохимическая формула этого образца: $(\text{K}_{0.72}\text{Na}_{0.02})(\text{Mg}_{0.735}\text{Mn}_{0.0091}\text{Fe}_{1.184}) \cdot (\text{Al}_{2.70}\text{Fe}_{0.294})(\text{Si}_{10.498}\text{Al}_{1.502})\text{O}_{30}$.

Таким образом, существование в природе осумилита как Fe^{2+} -доминантного (в октаэдрической позиции) минерала сомнений не вызывает. Вместе с тем следует отметить, что в списке минеральных видов, приведенном на веб-сайте КИМПК ММА, для осумилита ошибочно дана ссылка на статью (Balassone et al., 2008), в которой описан осумилит-(Mg) с содержанием Fe лишь 0.247 а. ф.

Кристаллическая структура осумилита с $\text{Mg:Fe}^{2+} = 1:1$ в октаэдрической позиции изучена ранее (Brown, Gibbs, 1969). Структура осумилита-(Mg) описана в ряде публикаций (Armbruster, Oberhansli, 1988; Balassone et al., 2008; Seryotkin et al., 2008). Очевидно, можно говорить о существовании между осумилитом и осумилитом-(Mg) полного изоморфного ряда, в котором варьирующей величиной является соотношение Mg:Fe в октаэдрической позиции.

Примечательно, что у осумилита из ксенолитов Беллерберга содержание магния в октаэдрической позиции варьирует от 75 до 98% (Armbruster, Oberhansli, 1988). Этому факту могут говорить о чистоте роли коэффициентов концентраций $\text{Fe}^{2+}:\text{Mg}$ при кристаллизации осумилита в процессе kontaktового метаморфизма ксенолитов и, в частности, о химическом составе поселений. Можно предположить, что окислительные обстановки благоприятствуют появлению высокомагнезиальных разновидностей осумилита: железо принимает трехвалентную форму и концентрируется уже не в октаэдрах, а в тетраэдрах, замещая алюминий (как в изученном нами образце), а также входит в состав ассоциирующих с осумилитом гематита, псевдобрюкина и других минералов Fe^{3+} .

Как показано (Schreyer et al., 1983), наиболее низким содержанием крупных катионов ($\text{K} + \text{Na} + \text{Ca}$) характеризуются осумилиты, кристаллизовавшиеся при низких давлениях. Подтверждением этого служат члены ряда осумилит–осумилит-(Mg) из ксенолитов Беллерберга, характеризующиеся существенной вакансонностью K-позиции, которая может достигать 62% (Armbruster, Oberhansli, 1988).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 11-05-91331-ННИО_a).

Список литературы

- Armbruster T., Oberhansli R. Crystal chemistry of double ring silicates: structural, chemical, and optical variation in osumilites // Amer. Miner. 1988. Vol. 73. P. 585 – 594.
 Buck M. E., Mandarino J. A. Fleischer's Glossary of Mineral Species. Tucson: Mineralogical Record Inc., 2008. 344 p.
 Balassone G., Mormone A., Rossi M., Bernardi A., Fisch M., Armbruster T., Malsy A. K., Berger A. Crystal chemical and structural characterization of an Mg-rich osumilite from Vesuvius volcano (Italy) // Eur. J. Miner. 2008. Vol. 20. P. 713—720.

- Berg J. H., Wheeler E. P.* Osumilite of deep-seated origin in the contact aureole of the anorthositic Nain complex, Labrador // Amer. Miner. **1976**, Vol. 61, P. 29–37.

Brown G. E., Gibbs G. V. Refinement of the crystal structure of osumilite // Amer. Miner. **1969**, Vol. 54, P. 101–116.

Chimera G. A., Dixon P. D. Irish osumilite // Miner. Mag. **1973**, Vol. 39, P. 189–192.

Deer W. A., Howie R. A., Zussmann J. Rock-Forming Minerals. 1B: Disilicates and Ring Silicates, Second edition. London: Geological Society, **1986**, P. 541–558.

Elmi C., Brigatti M. F., Pasquali L., Montecchini M., Laurora A., Madferrari D., Nannarone S. Crystal chemistry, surface morphology and X-ray photoelectron spectroscopy of Fe-rich osumilite from Mt. Arci, Sardinia (Italy) // Physics and Chemistry of Minerals. **2010**, Vol. 37, P. 561–569.

Grew E. S. Osumilite in the sapphirine-quartz terrane of Endlerby Land, Antarctica: implications for osumilite petrogenesis in the granulite facies // Amer. Miner. **1982**, Vol. 67, P. 762–787.

International Mineralogical Association: Commission on New Minerals and Mineral Names // Miner. Mag. **1980**, Vol. 43, P. 1053–1055; <http://pubsites.uws.edu.au/ima-cnmn/imalist.htm&sa>

Miyashiro A. Osumilite, a new silicate mineral, and its crystal structure // Amer. Miner. **1956**, Vol. 41, P. 104–116.

Petríček V., Dusek M., Palatinus L. Jana2006. Structure Determination Software Programs. Praha: Institute of Physics, **2006**.

Seryotkin Y. V., Sokol E. V., Bakakin V. V., Likhacheva A. Y. Pyrometamorphic osumilite: occurrence, paragenesis, and crystal structure as compared to cordierite // Eur. J. Miner. **2008**, Vol. 20, P. 191–198.

Schrever W., Hentschel G., Abraham K. Osumilith in der Eifel und die Verwendung dieses Minerals als petrogenetischer Indikator // Tschermaks Miner. Petrogr. Mitteil. **1983**, Vol. 32, P. 215–234.

Ключевые слова: стеклы, фумарол, вулкан Толбачи

M. N. MURASHKO, I. V. PE
A. E. ZADOV, M. E. ZELEN
(KAMCHATKA, RUSSIA), V

Steckite, $KAl(SO_4)_2$, has been described as a second scoria cone of the Northcano at Kamchatka. On the basis of Minerals, Nomenclature and Classification the name stecklite has been recommended as a technogenic analogue from burnt Russian *steklo* — glass, with Volbachik, stecklite associates with hematite, lyonsite, etc. It occurs as $\{001\}$ up to 30 nm in thickness, in openwork aggregates and reous. The cleavage is $\{001\}$ perpendicular to the surface; it is optically uniaxial ($-$), $n_{\perp} = 1.5476(1)$, $n_{\parallel} = 1.5476(1)$; $a = 15.476(1)$ Å, $c = 7.9936(5)$ Å, $V = 234.660(1)$ μm^3 . The empirical formula is $(Al_{0.92}Fe^{2+}_{0.08})_2Mn_{0.03}Mn_{0.01}O_{12}$ (calculated — 7.9936(5) Å). $a = 15.476(1)$ Å, $c = 7.9936(5)$ Å, $V = 234.660(1)$ μm^3 . The calculated values of the parameters of the unit cell are: 8.02 — 34% (calculated — 7.9936(5) Å), 2.364 — 25% (calculated — 2.364 Å), 19 [003] — 19% (calculated — 19 Å). The type specimen was studied for a microtwinned crystal structure, regional prisms to form $\frac{1}{2}[100]$ interlayer space. The type specimen is in the Museum of the Russian Academy of Sciences.

Key words: steklite, new mineral, Kamchatka.

СТЕКЛИТ $KAl(SO_4)_2$: НАХОДКА НА ВУЛКАНЕ ТОЛЬБАЧИК (КЛАМЧАТКА, РОССИЯ), УСТАНОВЛЕНИЕ СТАТУСА МИНЕРАЛЬНОГО ВИДА И КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА¹

* ЗАО «Систематическая минералогия». 199178. Санкт-Петербург. 11-я линия, 44
с-пайт. minzhsrk.ru/

** Московский государственный университет, геологический ф-т. 119991. Москва. Воробьевы горы
*** Санкт-Петербургский государственный университет, геологический ф-т.
199134. Санкт-Петербург. Университетская наб., 79

**** ИПП «Теплохим». 127238. Москва. Дмитровское шоссе, 71

***** Институт экспериментальной минералогии РАН.
142432. Московская обл., с. Чертковка, ул. Институтская, 4

Стеклит $KAl(SO_4)_2$ установлен в вулканах Фумаролы Ядокинта на Втором шлаковом конусе Северного прорыва Большого трещинного Толбачинского извержения, вулкан Толбачик, Камчатка, Россия. По результатам изучения этого материала он утвержден Комиссией по новым минералам, номенклатуре и классификации ММА как минеральный вид (IMA No. 2011-041). Омнирическая формула (расчет на Ок): $(K_{0.94}Na_{0.05}Ca_{0.02})_2[Al_2O_5(SO_4)_2]_2(Mg_{0.01}Mn_{0.01})_2O_{10.9552}$.
Стеклит тригональный, P321, $a = 4.7281(3)$, $c = 7.9936(5)$ Å, $V = 154.76(17)$ Å³, $Z = 1$. В структуре стеклита (изучена на микроДВП) монокристалле, $R = 0.0732$) тетраэдры SO_4 соединены по общим O-вершинам с искаженными тригональными призмами AlO_6 , с образованием слоев $\llbracket Al(SO_4)_2 \rrbracket$, компланарных (001), а катионы K^+ располагаются в межслоевом пространстве. Головоломный образец стеклита с Толбачика передан в Минералогический музей им. А. Е. Фермана РАН в Москве.

¹ Стеклит в качестве минерального вида и его название утверждены Комиссией по новым минералам, номенклатуре и классификации ММА 2 июня 2011 г. (IMA № 2011-041).

Тригональный сульфат синтетическое соединение цы». Он широко применяется как косметический сульфат рецена бол.

В природе аналогичная ляпиня на современном ла-
1962). Позже она отмечала
ной Америки - Исаилько в
Минералогической характе-
ризациях не приводилось, лишь
всегда существует синтетическому
 $a = 7.96 \text{ \AA}$ фигурирующем:

В качестве минералопознавательного метода в составе высокотемпературного обнаружения Восточного его обнаружил Б. В. Чесноков № 47 в Колпине на Южном анализа и порошковой рентгеновской тригонального $KAl(SO_4)_2$ касательно преломления, пол, также химические свойства от русского слова «стекло».