

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА МИНЕРАЛОВ

УДК 549.6 (470.21)

© Д. чл. И. В. ПЕКОВ,* Н. В. ЗУБКОВА,* Я. Е. ФИЛИНЧУК,** д. чл. Г. В. ЧУКАНОВ,***
А. Е. ЗАДОВ,**** д. чл. Д. Ю. ПУЩАРОВСКИЙ,* Е. Р. ГОБЕЧИЯ*****

ШЛЫКОВИТ $\text{KCa}[\text{Si}_4\text{O}_9(\text{OH})] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ И КРИПТОФИЛЛИТ $\text{K}_2\text{Ca}[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ ИЗ ХИБИНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ, РОССИЯ)¹

* Московский университет, Геологический факультет,
119899, Москва, Воробьевы горы; e-mail: igorpekov@mail.ru
** Лаборатория «Швейцарско-Норвежские линии» при Европейском источнике
синхротронного излучения, 38043 Гренобль, Франция
*** Институт Проблем химической физики РАН 142432, Московская обл., г. Черноголовка
**** НПП «Теплохим», 127238, Москва, Дмитровское шоссе, 71
***** Лаборатория кристаллографии, Университет Женевы,
Эрнетст-Ансерме 24, 1211, Женева 4, Швейцария

Новые минералы шлыковит и криптофиллит, слоистые водные силикаты Ca и K, найдены в ультрааппаитовом пегматите на горе Расвумчорр в Хибинском щелочном массиве (Кольский п-ов, Россия). Они имеют низкотемпературное гидротермальное происхождение и ассоциируют с эгирином, калиевым полевым шпатом, нефелином, лампрофиллитом, эвдиалитом ломоносозитом, ловозеритом, тисиналитом, шербаковитом, шафрановским ершовитом, мегациклитом и др. Шлыковит образует пластинки до $0.02 \times 0.2 \times 0.5$ мм или волокна длиной до 0.5 мм, обычно собранные в агрегаты до 3 мм, корочки, параллельно-шестоватые прожилки. Криптофиллит, дающий пластинки до $0.02 \times 0.1 \times 0.2$ мм, найден только в виде сростаний со шлыковитом, как ориентированных (по {001}), так и незакономерных. Индивиды новых минералов прозрачные, бесцветные, агрегаты белые, бежевые, коричневатые, светло-кремовые, бледно-желтовато-сероватые. Спайность весьма совершенная по (001). Твердость шлыковита по Моосу 2.5—3. Вычисленная плотность шлыковита — 2.244, криптофиллита — 2.185 г/см³. Оба минерала оптически двуосные; шлыковит: $2V_{\text{изм}} = -60(20)^\circ$; криптофиллит $2V_{\text{изм}} > 70^\circ$. Показатели преломления: шлыковит: $n_p = 1.500(3)$, $n_m = 1.509(2)$, $n_g = 1.515(2)$; криптофиллит: $n_p = 1.520(2)$, $n_m = 1.523(2)$, $n_g = 1.527(2)$. Химический состав шлыковита (мас. %; микрозонд; H₂O по дефициту суммы); Na₂O 0.68, K₂O 11.03, CaO 13.70, SiO₂ 59.86, H₂O 14.73, сумма 100.00. Эмпирическая формула (расчет на 13 атомов O; OH/H₂O по балансу зарядов): $(\text{K}_{0.96}\text{Na}_{0.09})_{\Sigma 1.05}\text{Ca}_{1.00}\text{Si}_{4.07}\text{O}_{9.32}(\text{OH})_{0.68} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Идеализированная формула: $\text{KCa}[\text{Si}_4\text{O}_9(\text{OH})] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Химический состав криптофиллита (мас. %; микрозонд; H₂O по дефициту суммы): Na₂O 1.12, K₂O 17.73, CaO 11.59, Al₂O₃ 0.08, SiO₂ 50.24, H₂O 19.24, сумма 100.00. Эмпирическая формула (расчет на (Si,Al)₄(O,OH)₁₀; OH/H₂O по балансу зарядов): $(\text{K}_{1.80}\text{Na}_{0.17})_{\Sigma 1.97}\text{Ca}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{Si}_{3.99}\text{O}_{9.94}(\text{OH})_{0.06} \cdot 5.07\text{H}_2\text{O}$. Идеализированная формула: $\text{K}_2\text{Ca}[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Кристаллические структуры обоих минералов решены на монокристаллах с применением синхротронного излучения. Шлыковит моноклинный, $P2_1/c$, $a = 6.4897(4)$, $b = 6.9969(5)$, $c = 26.714(2)$ Å, $\beta = 94.597(8)^\circ$, $V = 1209.12(15)$ Å³, $Z = 4$. Криптофиллит моноклинный, $P2_1/n$, $a = 6.4934(14)$, $b = 6.9919(5)$, $c = 32.087(3)$ Å, $\beta = 94.680(12)^\circ$, $V = 1451.9(4)$ Å³, $Z = 4$. Главные линии порошковых рентгенограмм (d , Å- l/hkl): шлыковит: 13.33-100[002]; 6.67-76[004]; 6.47-55[100]; 3.469-45[021]; 3.068-57[121]; 3.042-45[121]; 2.945-62[123]; 2.912-90[025, 212, 211]; криптофиллит: 16.01-100[002]; 7.98-24[004]; 6.24-48[101]; 3.228-22[109]; 3.197-27[0.0.10]; 2.995-47[122]; 2.903-84[123, 204, 124, 211]; 2.623-20[028, 208, 126]. Шлыковит и криптофиллит — представители новых структурных типов, родственных между собой. Основа их структур — пакет из двух одинаковых слоев Si-тетраэдров маунтинитового типа, которые соединены через цепочки

¹ Рассмотрено и рекомендовано Комиссией по новым минералам и названиям минералов РМО 3 ноября 2008 г.. Утверждено Комиссией по новым минералам, номенклатуре и классификации минералов ММА 19 февраля 2009 г. (ИМА № 2008-061 — криптофиллит, 2008-062 — шлыковит).

Са-октаэдров. Маунтинит, шлыковит и криптофиллит могут быть объединены в структурное семейство маунтинита. Шлыковит назван в память о российском геологе В. Г. Шлыкове (1941—2007), криптофиллит — от греческих слов *скрытый* и *лист*, что отражает слоистую структуру вкпе с литоватым характером выделений, и нахождение в тесных сростаниях с визуально неотличимым шлыковитом. Эталонные образцы переданы в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН в Москве.

Ключевые слова: новые минералы, шлыковит, криптофиллит, химический состав, кристаллические структуры, главные линии рентгенограмм, структурное семейство маунтинита.

I. V. Pekov, N. V. Zubkova, Ya. E. Filinchuk, N. V. Chukanov, A. E. Zadov, D. Yu. Pushcharovsky, E. R. Gorbachia. Shlykovite $\text{KCa}[\text{Si}_9\text{O}_9(\text{OH})] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ and cryptophyllite $\text{K}_2\text{Ca}[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — new minerals from Khibiny alkaline massif (Kola Peninsula, Russia).

Two new minerals shlykovite and cryptophyllite, hydrous K and Ca phyllosilicates, have been found in a peralkaline pegmatite at the Mt. Rasvumchorr in Khibiny alkaline massif (Kola Peninsula, Russia). They are products of the low-temperature hydrothermal activity. Associated minerals are aegirine, potassic feldspar, nepheline, lamprophyllite, eudialyte, lomonosovite, lovozerite, tisinallite, shcherbakovite, shafranovskite, ershovite, megacyclite, etc. Shlykovite occurs as lamellae up to $0.02 \times 0.2 \times 0.5$ mm in size, or fibers, up to 0.5 mm in length, combined typically in aggregates up to 3 mm, crusts or parallel-columnar veinlets. Cryptophyllite forms lamellae up to $0.02 \times 0.1 \times 0.2$ mm in size and occurs only in intergrowths with shlykovite, oriented on {001} and/or chaotic. Individuals of both minerals are colorless, transparent; their aggregates are white, beige, brownish, pale-creamy or pale yellowish-grayish. Cleavage perfect on (100). Mohs' hardness of shlykovite is 2.5—3. $D(\text{calc})$ of shlykovite — 2.244, cryptophyllite — 2.185 g/cm³. Both minerals are optically biaxial; shlykovite: $2V(\text{meas}) = -60(20)^\circ$, cryptophyllite: $2V(\text{meas}) > +70^\circ$. Refractive indices: shlykovite $\alpha = 1.500(3)$, $\beta = 1.509(2)$, $\gamma = 1.515(2)$; cryptophyllite $\alpha = 1.520(2)$, $\beta = 1.523(2)$, $\gamma = 1.527(2)$. Chemical composition of shlykovite (wt %; electron probe; H₂O by total difference): Na₂O 0.68, K₂O 11.03, CaO 13.70, SiO₂ 59.86, H₂O 14.73, total sum 100.00. Its empirical formula (based on 13 O atoms; OH/H₂O from charge balance) is $(\text{K}_{0.96}\text{Na}_{0.09})_{\Sigma 1.05}\text{Ca}_{1.00}\text{Si}_{4.07}\text{O}_{9.32}(\text{OH})_{0.68} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. The idealized formula is $\text{KCa}[\text{Si}_9\text{O}_9(\text{OH})] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Chemical composition of cryptophyllite (wt %; electron probe; H₂O by total difference): Na₂O 1.12, K₂O 17.73, CaO 11.59, Al₂O₃ 0.08, SiO₂ 50.24, H₂O 19.24, total 100.00. Its empirical formula (based on (Si,Al)₄(O,OH)₁₀; OH/H₂O from charge balance) is $(\text{K}_{1.80}\text{Na}_{0.17})\text{Ca}_{0.99}\text{Al}_{0.01}\text{Si}_{3.99}\text{O}_{9.94}(\text{OH})_{0.06} \cdot 5.07\text{H}_2\text{O}$; the idealized formula is $\text{K}_2\text{Ca}[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Crystal structures of both minerals have been solved on a single crystal with use of synchrotron radiation. Shlykovite is monoclinic, $P2_1/c$, $a = 6.4897(4)$, $b = 6.9969(5)$, $c = 26.714(2)$ Å, $\beta = 94.597(8)^\circ$, $V = 1209.12(15)$ Å³, $Z = 4$. Cryptophyllite is monoclinic, $P2_1/n$, $a = 6.4934(14)$, $b = 6.9919(5)$, $c = 32.087(3)$ Å, $\beta = 94.680(12)^\circ$, $V = 1451.9(4)$ Å³, $Z = 4$. The strongest reflections of X-ray powder diagrams (d , Å- $I[hkl]$) are as following: shlykovite: 13.33—100[002]; 6.67—76[004]; 6.47—55[100]; 3.469—45[021]; 3.068—57[—121]; 3.042—45[121]; 2.945—62[—123]; 2.912—90[025, —212, 211]; cryptophyllite: 16.01—100[002]; 7.98—24[004]; 6.24—48[101]; 3.228—22[—109]; 3.197—270.0.10; 2.995—47[122]; 2.903—84[123, 204, 124, 211]; 2.623—20[028, —208, 126]. Shlykovite and cryptophyllite are representatives of the new structural types related between them. The base of their structure is a packet of two identical mountainite-like layers of Si-tetrahedrons connected via chains of Ca-octahedrons. Thus, mountainite, shlykovite and cryptophyllite could be united in the mountainite structural family. Shlykovite is named in memory of Russian geologist V. G. Shlykov (1941—2007). Cryptophyllite is named from Greek words meaning *concealed* and *leaf* that alludes its layered structure, as well a lamellar habit and occurrence in intimate intergrowths with visually indistinguishable shlykovite. Type specimens of minerals are deposited in Fersman Mineralogical Museum of the Russian Academy of Sciences, Moscow.

Key words: new minerals, shlykovite, cryptophyllite, chemical composition, empirical and idealized formulas, X-ray powder diagrams, strongest reflections, the new structural types, structural family of mauntainite.

ВВЕДЕНИЕ

Хибинский массив на Кольском полуострове — крупнейший в мире щелочной комплекс — вошел в последние годы на первое место и по числу минеральных видов, впервые открытых в пределах одного компактного геологического объекта, опередив соседний Ловозерский массив, долгое время державший мировой рекорд по этому показателю. Настоящая статья посвящена еще двум минералам из Хибин — водным калий-кальциевым слоистым силикатам, схожим между собой по набору химических компонентов и строению октаэдрически-тетраэдрического (Ca,Si,O) мотива. В то же время количеством и характером размещения катионов K⁺ и H-содержащих групп эти минералы, оказавшиеся представителями двух новых структурных типов, существенно отличаются как друг от друга, так и от всех ранее известных природных и синтетических соединений.

Новый минерал состава $\text{KCa}[\text{Si}_9\text{O}_9(\text{OH})] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ получил название **ШЛЫКОВИТ** в память о российском геологе Валерии Георгиевиче Шлыкове [1941—2007] — ученом и преподавателе, прекрасном человеке, многие годы проработавшем на Геологическом

факультете Московского государственного университета. В. Г. Шлыков был признанным специалистом в целом ряде областей: рентгенографии слоистых силикатов, минералогии осадочных пород, литологии, грунтоведении.

Второй минерал, имеющий состав $K_2Ca[Si_4O_{10}] \cdot 5H_2O$ назван **криптофиллитом** от греческих слов *κρυπτος* — *скрытый*, и *φυλλον* — *лист*, что отражает его слоистую структуру (*филлосиликат*) вкуче с листоватым характером выделений, и нахождение в тесных сростаниях с визуально неотличимым шлыковитом, обычно преобладающим по количеству в этих агрегатах. Проявление на порошковых рентгенограммах двух проб шлыковита «лишних» рефлексов, включая сильные с $d \approx 16.0$ и 8.0 \AA , которые не могли быть проиндексированы в его ячейке, послужило первым указанием на присутствие в этих образцах второго минерала — будущего криптофиллита. Затем уже он был идентифицирован оптическим методом. в иммерсионных препаратах, и выделен для дальнейшего исследования.

Эталонные образцы переданы в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана РАН в Москве; их регистрационные номера: шлыковит — 3753/1, криптофиллит — 3753/2.

УСЛОВИЯ НАХОЖДЕНИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Шлыковит и криптофиллит установлены в ультращелочном пегматите, вскрытом в южном борту карьера апатитового рудника Центральный (горизонт +640 м) на горе Расвумчорр. Это пегматитовое тело, к настоящему времени уничтоженное горными работами, имело неправильную форму и залегало в уртиках близ контакта с нефелин-апатитовой породой. Его протяженность составляла более 10 м, а мощность в раздувах превышала 1 м. Пегматит характеризовался отсутствием четкой зональности и широким разнообразием минералов. В нем можно было выделить ассоциации, соответствующие трем главным стадиям минералообразования. Наиболее ранними являются калиевый полевошпат, нефелин, содалит, щелочные пироксен (эгирин-салит) и амфибол, эвдиалит, лампрофиллит, ильменит, фторапатит. Вторую по времени формирования ассоциацию можно назвать «сухой» ультраапатитовой, так как ее продукты — в подавляющем большинстве безводные или очень низководные минералы: иголецкий зеленый эгирин (преобладает), магнезиоастрофиллит, ломоносавит, шербаковит, баритолампрофиллит, виллиомит, фенаксит, дельхайелит, фосинаит-(Се), клинофосинаит, натисит (замещающий ильменит), цирсиалит (каймы и полные псевдоморфозы по эвдиалиту), казаковит, пектолит, накафит (развивающийся по фторапатиту), сидоренкит, джерфишерит, расвумит, сфалерит и молибденит. Третья стадия — гидротермальная, характеризующаяся высокой щелочностью растворов и низкими температурами (вероятно, не выше 200—250 °С). Она породила водные минералы в основном с низкоплотными структурами, в том числе возникшие путем замещения «сухих» ультращелочных фаз: так, по цирсиалиту развивается ловозерит, по казаковиту — тисиналит, по дельхайелиту — агрегаты гидродельхайелита, позднего пектолита и кальборсита. Другие продукты этой поздней стадии выделяются в трещинах и мелких полостях — это шафрановскит, ершовит, мегациклит, ревдит, грумантит, шлыковит, криптофиллит, неидентифицированный K,Na -цеолит. Широко развиты здесь плохо раскристаллизованные высоководные силикаты с Na, K, Fe, Mn, Ti, обычно образующие гнезда или корочки, а также входящие в состав поликомпонентных псевдоморфоз по более ранним фазам.

Описываемые в настоящей статье новые минералы относятся к самым поздним образованиям пегматита и наблюдаются только в трещинах и мелких полостях.

Шлыковит распространен шире, чем криптофиллит, и образует как сростания с ним, так и мономинеральные обособления. Наиболее часто встречающиеся индивиды шлыковита — листочки или пластинки до $0.02 \times 0.2 \times 0.5$ мм (очень редко — до $0.03 \times 0.3 \times 1$ мм), уплощенные по {001}. Реже наблюдаются его тонкие волокна длиной до 0.5 мм. Как пластинчатые, так и волокнистые индивиды минерала обычно в

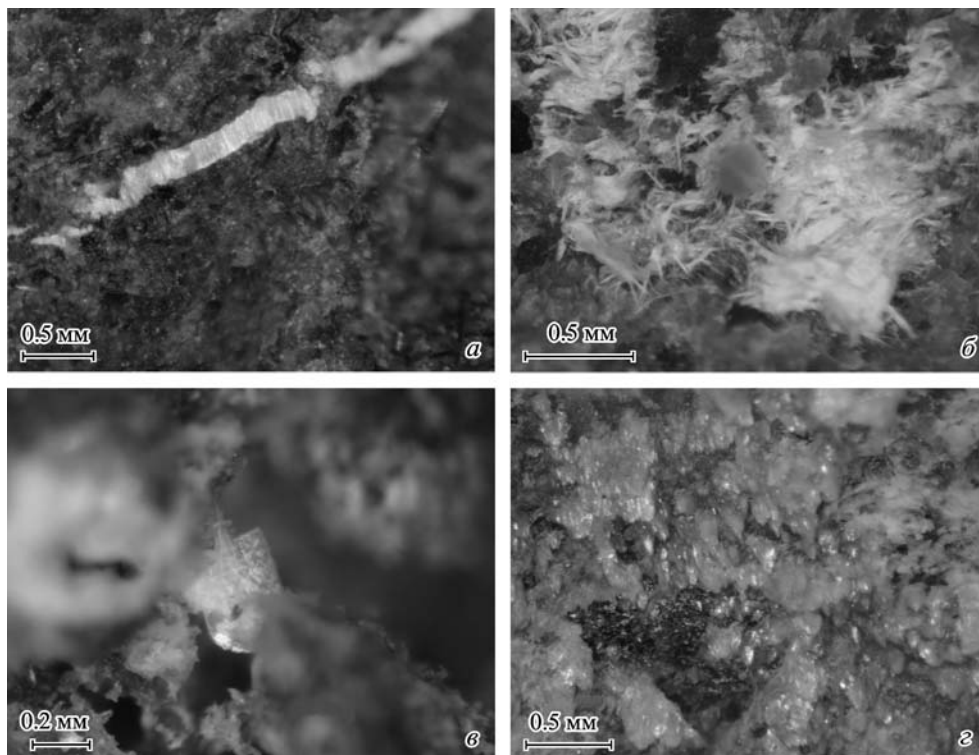


Рис. 1. Выделения шльковита и криптофиллита (фото: И. В. Пеков и А. В. Касаткин).

a — параллельно-шестоватый прожилок шльковита, секущий массивный агрегат тисиналита и неидентифицированных плохо окристаллизованных водных силикатов К, Na, Fe и Mn; *б* — волокнистый агрегат шльковита в полости среди желтовато-коричневого ершовита; *в* — бесцветный пластинчатый кристалл шльковита в полости среди тисиналита; *г* — корочка, образованная тесно сросшимися пластинками визуально неразличимых шльковита и криптофиллита.

Fig. 1. Segregations of shlykovite and cryptophyllite (photographs of I. V. Pekov and A. V. Kasatkin).

той или иной степени искривлены, расщеплены и чаще всего собраны в субпараллельные, радиальные или хаотические агрегаты. Сложенные вытянутыми пластинками параллельно-шестоватые мономинеральные прожилки шльковита длиной до 2 см при толщине до 0.3 мм заполняют трещинки, секущие обособления более ранних минералов (рис. 1, *a*). В пустотах встречаются мягкие агрегаты (до 3 мм) изогнутых волокон шльковита (рис. 1, *б*), и очень редко — его кристаллы в виде косоугольных пластинок до 0.4 мм (рис. 1, *в*). Главная габитусная форма кристаллов — пинакоид {001}, боковые грани выражены плохо.

Криптофиллит образует пластинки до $0.02 \times 0.1 \times 0.2$ мм, обычно изогнутые и/или расщепленные. Он найден только в виде сростаний со шльковитом, ориентированных, в которых индивиды обоих минералов сростаются по {001}, или же незакономерных. Как правило, шльковит преобладает в этих биминеральных агрегатах, составляя 60—90 % от их объема; реже наблюдаются сростки, в которых доминирует криптофиллит (до 60 %). Наиболее типичны наросты на стенки трещин корочки, сложенные пачками параллельно сросшихся листочков шльковита и криптофиллита (рис. 1, *г*). Они достигают по площади 1.5×1.5 см, а в толщину редко превышают 0.2 мм. Встречаются розетковидные криптофиллит-шльковитые сростки до 1 мм в поперечнике, а также округлые обособления до $0.5 \times 1 \times 1$ мм, сложенные хаотическими агрегатами этих двух минералов. Агрегаты шльковита и криптофиллита иногда содержат микровключения неидентифицированных К,Na-цеолита и силикатов К, Na и Ti.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Индивиды новых минералов прозрачные бесцветные, агрегаты же полупрозрачные до матовых, белые, бежевые, коричневатые, светло-кремовые или бледно-желтовато-сероватые. Оба минерала имеют белую окраску. Пластинчатые выделения обладают перламутровым до стеклянного блеском, волокнистые — шелковистым. Шлыковит и криптофиллит не люминесцируют в ультрафиолетовых и катодных лучах. Спайность у обоих минералов весьма совершенная по (001). Их индивиды гибкие, упругостью не обладают. Твердость шлыковита по шкале Мооса 2.5—3, а для криптофиллита твердость определить не удалось. Попытки измерить плотность новых минералов не привели к корректным результатам по причине пористости агрегатов и многочисленных включений. Вычисленная плотность шлыковита — 2.244, криптофиллита — 2.185 г/см³.

По оптическим характеристикам шлыковит и криптофиллит, визуально идентичные, хорошо различаются. Оба минерала двуосные, но шлыковит оптически отрицателен, тогда как криптофиллит положителен. Показатели преломления шлыковита: $n_p = 1.500(3)$, $n_m = 1.509(2)$, $n_g = 1.515(2)$; Криптофиллит более высокопреломляющий: $n_p = 1.520(2)$, $n_m = 1.523(2)$, $n_g = 1.527(2)$. Измеренный угол оптических осей для шлыковита составляет 60(20)°, вычисленный — 78°. У криптофиллита $2V_{изм} > 70^\circ$, $2V_{выч} = 82^\circ$. Дисперсия оптических осей у шлыковита средняя, $r < v$, а у криптофиллита не наблюдалась. Под микроскопом оба минерала бесцветны, не плеохроируют. Их оптическая ориентировка: $X = c$.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Катионный состав новых минералов определен методом электронно-зондового микроанализа (аналитик К. В. Ван) на цифровом сканирующем электронном микроскопе CamScan MV2300, оснащенном YAG-детектором вторичных и отраженных электронов и энергодисперсионным рентгеновским микроанализатором с полупроводниковым (Si-Li) детектором Link INCA Energy, при ускоряющем напряжении 15.7 кВ, токе зонда 0.5 нА и площади сканирования 16×16 мкм. Такие условия позволили избежать повреждения этих неустойчивых под электронным пучком высоководных минералов. Эталоны: микролин (K, Si, Al), волластонит (Ca), альбит (Na). Концентрация остальных элементов с атомными номерами выше, чем у Be, оказались ниже пределов обнаружения данным методом. Отсутствие Li и Be подтверждено структурным анализом. Содержание воды не определялось по причине малого количества чистого вещества.

Средний по 7 анализам состав шлыковита (мас. %; содержание H₂O взято по дефициту суммы, в скобках — разброс значений): Na₂O 0.68 (0.4—0.9), K₂O 11.03 (10.6—12.0), CaO 13.70 (13.6—13.9), SiO₂ 59.86 (59.2—60.8), H₂O_{выч} 14.73, сумма 100.00. Эмпирическая формула минерала: $(K_{0.96}Na_{0.09})_{\Sigma 1.05}Ca_{1.00}Si_{4.07}O_{9.32}(OH)_{0.68} \cdot 3H_2O$. В соответствии со структурными данными (см. ниже), расчет выполнен на 13 атомов O, а соотношение OH/H₂O вычислено по балансу зарядов. Идеализованная формула $KCa[Si_9O_9(OH)] \cdot 3H_2O$; теоретические содержания компонентов для нее (мас. %): K₂O 11.58, CaO 13.79, SiO₂ 59.12, H₂O 15.51, сумма 100.00.

Средний по 4 анализам состав криптофиллита (мас. %; содержание H₂O взято по дефициту суммы, в скобках — разброс значений): Na₂O 1.12 (0.8—1.3), K₂O 17.73 (17.5—18.2), CaO 11.59 (11.3—11.9), Al₂O₃ 0.08 (0.00—0.15), SiO₂ 50.24 (49.0—51.1), H₂O_{выч} 19.24, сумма 100.00. Эмпирическая формула минерала: $(K_{1.80}Na_{0.17})_{\Sigma 1.97}Ca_{0.99}Al_{0.01}Si_{3.99}O_{9.94}(OH)_{0.06} \cdot 5.07H_2O$. Расчет произведен на (Si,Al)₄(O,OH)₁₀, исходя из того, что в структурно родственном шлыковите установлено вхождение OH-групп в вершины Si-тетраэдров; отношение OH/H₂O вычислено по балансу зарядов. Идеализованная формула: $K_2Ca[Si_4O_{10}] \cdot 5H_2O$; теоретические содержания компонентов для нее (мас. %): K₂O 19.60, CaO 11.67, SiO₂ 49.99, H₂O 18.74, сумма 100.00.

Индекс сходимости состава и свойств ($1 - K_p/K_C$), вычисленный по уравнению Гладстона—Дейла, составляет для шлыковита -0.001 (superior), а для криптофиллита -0.036 (excellent).

КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Исследование кристаллических структур обоих новых минералов выполнено на монокристаллах с использованием синхротронного излучения (длина волны 0.70000 \AA) в Лаборатории «Швейцарско-Норвежские линии» при Европейском источнике синхротронного излучения (SNBL at ESRF) в Гренобле. Дифракционные данные были собраны с использованием IP-детектора MAR345 при температуре 296 K .

Шлыковит моноклинный, пространственная группа $P2_1/c$, параметры электронной ячейки: $a = 6.4897(4)$, $b = 6.9969(5)$, $c = 26.714(2) \text{ \AA}$, $\beta = 94.597(8)^\circ$, $V = 1209.12(15) \text{ \AA}^3$, $Z = 4$.

Криптофиллит моноклинный, $P2_1/n$, $a = 6.4934(14)$, $b = 6.9919(5)$, $c = 32.087(3) \text{ \AA}$, $\beta = 94.680(12)^\circ$, $V = 1451.9(4) \text{ \AA}^3$, $Z = 4$.

Порошковые рентгенограммы шлыковита и криптофиллита индивидуальны. Рентгенограмма порошка шлыковита (табл. 1) снята на дифрактометре STOE STADI MP с CCD детектором $\text{Cu}_{K\alpha}$ -излучение). Рассчитанные по ней параметры моноклинной ячейки: $a = 6.505(4)$, $b = 6.988(5)$, $c = 26.72(2) \text{ \AA}$, $\beta = 94.64(8)^\circ$, $V = 1211(3) \text{ \AA}^3$. Порошковая рентгенограмма криптофиллита (табл. 2) получена на $\text{Mo}_{K\alpha}$ -излучении с помощью монокристаллового дифрактометра STOE IPDS II, оснащенного IP-детектором и позволяющего регистрировать порошковые рентгеновские картины с очень малого образца по принципу, используемому в камере Гандольфи. Вычисленные из этих данных параметры моноклинной ячейки: $a = 6.486(5)$, $b = 6.997(4)$, $c = 32.11(2) \text{ \AA}$, $\beta = 94.91(6)^\circ$, $V = 1452(3) \text{ \AA}^3$.

Кристаллическим структурам описываемых минералов и их сравнительной кристаллохимии будет посвящена отдельная публикация (Zubkova et al., в печати). Здесь мы лишь кратко охарактеризуем их структуры и соотношения с другими слоистыми силикатами.

Шлыковит и криптофиллит относятся к двум ранее неизвестным структурным типам, родственным между собой. Основу структур обоих минералов (рис. 2) составляет *TOT*-пакет, образованный двумя одинаковыми слоями Si-тетраэдров (*T*), между которыми располагаются цепочки реберно-связанных Ca-октаэдров (*O*). Кремнекислородный слой можно представить как сочетание 4- и 8-членных колец Si-тетраэдров. У криптофиллита он имеет состав $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^\infty$, а в шлыковите один из десяти атомов O («висячая» вершина тетраэдра, не участвующая в образовании мостиков Si—O—Si и Si—O—Ca) замещен OH-группой. Таким образом, состав его тетраэдрического слоя таков: $[\text{Si}_4\text{O}_9(\text{OH})]^\infty$. Одинаковое строение *TOT*-пакета обуславливают очень близкие значения параметров a и b , а также угла β элементарных ячеек шлыковита и криптофиллита.

Наиболее существенные различия между новыми минералами заключаются в количестве и расположении катионов K^+ и молекул H_2O . В шлыковите катионы калия локализованы только в полостях («окнах») внутри тетраэдрических слоев, а в межпакетном пространстве находятся лишь молекулы воды (рис. 2, *a*). Криптофиллит богат калием и водой. В его структуре катионы K^+ занимают два типа позиций: как в «окнах» тетраэдрического слоя — K(1), так и вместе с молекулами H_2O в межпакетном пространстве — K(2) (рис. 2, *b*). Такие различия в содержаниях калия и воды обуславливают столь существенную (5.4 \AA) разницу в величинах параметра c ячеек шлыковита (26.7 \AA) и криптофиллита (32.1 \AA) и, соответственно, в их порошковых рентгенограммах (табл. 1—3).

Тетраэдрический слой в структурах описываемых минералов топологически идентичен слою, установленному нами недавно у маунтинита, имеющего формулу ($Z = 2$)

Результаты расчета порошковой рентгенограммы шлыковита

X-ray powder-diffraction data of shlykovite

$I_{\text{изм}}$	$d_{\text{изм}}, \text{Å}$	$I_{\text{выч}}$	$d_{\text{выч}}, \text{Å}$	hkl
100	13.33	100	13.314	002
76	6.67	64	6.657	004
55	6.47	20	6.469	100
24	6.01	5	6.011	$\bar{1}02$
11	5.65	2	5.643	102
26	4.835	10	4.837	$\bar{1}04$
22	4.717	5	4.724	$\bar{1}11$
2	4.552	1	4.559	$\bar{1}12$
17	4.447	3, 2	4.464, 4.438	104, 006
9	4.290	1	4.294	$\bar{1}13$
24	4.113	9	4.089	113
36	3.978	11	3.979	$\bar{1}14$
27	3.790	8, 8	3.805, 3.763	$\bar{1}06, 114$
37	3.529	25	3.530	106
45	3.469	6	3.468	021
20	3.337	5, 19	3.342, 3.329	017, 008
13	3.215	6	3.202	$\bar{2}02$
2	3.143	5	3.152	116
11	3.084	3, 2	3.097, 3.087	024, 202
57	3.068	15, 1	3.070, 3.061	$\bar{1}21, \bar{1}08$
45	3.042	16, 4	3.044, 3.024	121, $\bar{1}22$
32	2.996	1, 18	3.006, 3.005	018, $\bar{2}04$
62	2.945	17, 4	2.942, 2.942	$\bar{1}23, \bar{2}11$
90	2.912	10, 15, 10	2.924, 2.920, 2.895	025, $\bar{2}12, 211$
24	2.877	2, 19	2.887, 2.874	117, 123
17	2.830	5, 1, 4	2.824, 2.822, 2.805	212, 204, $\bar{1}18$
10	2.756	1, 1, 2	2.761, 2.754, 2.747	$\bar{2}14, 124, 026$
12	2.718	5, 6	2.720, 2.710	$\bar{2}06, \bar{1}25$
5	2.654	2	2.653	118
7	2.623	3	2.621	125
12	2.573	3, 3	2.575, 2.575	$\bar{1}26, 027$
10	2.540	5	2.535	$\bar{2}16$
5	2.494	3, 5	2.495, 2.489	215, 0.1.10
7	2.438	8	2.438	$\bar{1}27$
3	2.318	1	2.329	$\bar{2}23$
6	2.252	4, 2, 3	2.256, 2.246, 2.232	029, 217, 208
1	2.220	2	2.218	$\bar{2}25$
3	2.190	1, 1	2.192, 2.182	$\bar{1}31, 131$
6	2.157	2, 1	2.156, 2.155	300, 132
2	2.122	1, 1	2.101, 2.093	$\bar{3}04, 129$
8	2.062	1, 1, 1	2.065, 2.061, 2.048	036, 310, $\bar{2}.1.10$
12	2.003	4, 1	2.005, 2.004	304, $\bar{3}06$
2	1.902	3	1.902	$\bar{2}.0.12$
1	1.886	1, 2	1.881, 1.880	231, $\bar{3}08$
13	1.874	4, 1, 1	1.868, 1.868, 1.861	1.2.11, $\bar{1}.0.14, 232$
18	1.835	5, 1, 2	1.840, 1.836, 1.835	$\bar{3}21, 320, 0.1.14$
5	1.827	2	1.823	321
7	1.771	2, 1	1.765, 1.756	2.0.12, 235
27	1.748	4, 5, 4	1.749, 1.747, 1.745	040, $\bar{2}.2.11, 041$

Таблица 1 (продолжение)

$I_{\text{изм}}$	$d_{\text{изм}}, \text{Å}$	$I_{\text{выч}}$	$d_{\text{выч}}, \text{Å}$	hkl
4	1.730	2	1.726	$\bar{2}37$
2	1.694	1	1.700	325
2	1.665	1	1.671	$\bar{2}.2.12$
2	1.650	1	1.647	2.2.11
6	1.616	1, 2, 1	1.619, 1.617, 1.611	145, 400, 327
3	1.590	2, 3	1.598, 1.586	$\bar{2}.2.13, \bar{3}31$
5	1.544	1	1.543	$\bar{3}35$
8	1.520	1, 1, 1	1.526, 1.523, 1.518	$\bar{2}43, \bar{4}16, \bar{1}.3.13$
4	1.514	1, 2	1.513, 1.512	$\bar{3}.2.11, \bar{2}44$
3	1.496	1, 1	1.493, 1.488	$\bar{2}45, 3.0.12$
10	1.419	1, 1	1.431, 1.418	$\bar{3}39, \bar{1}.2.17$
1	1.392	1	1.390	425
5	1.340	2	1.337	427

Таблица 2

Результаты расчета порошковой рентгенограммы криптофиллита
X-ray powder-diffraction data of cryptophyllite

$I_{\text{изм}}$	$d_{\text{изм}}, \text{Å}$	$I_{\text{выч}}$	$d_{\text{выч}}, \text{Å}$	hkl
100	16.01	100	15.990	002
24	7.98	19	7.995	004
48	6.24	11	6.245	101
8	5.83	1	5.847	013
16	5.33	6	5.330	006
14	4.752	3	4.749	110
16	4.651	2	4.658	111
18	4.338	5	4.374	105
3	4.229	4, 2	4.245, 1.195	113, $\bar{1}14$
2	3.918	4, 5	3.927, 3.885	$\bar{1}15, \bar{1}07$
5	3.716	1	3.708	115
9	3.656	2	3.656	$\bar{1}16$
14	3.484	5, 2	3.475, 3.470	021, 018
22	3.228	10	3.228	$\bar{1}09$
27	3.197	11	3.198	0.0.10
9	3.163	93	3.168	019
15	3.121	2, 4	3.122	202
17	3.068	5	3.076, 3.067	120, 025
8	3.043	12	3.042	$\bar{1}22$
47	2.995	2, 4	2.999	122
16	2.938	3, 5, 13, 6	2.937, 2.931	210, $\bar{1}19$
84	2.903	7	2.925, 2.918, 2.909, 2.905	123, 204, $\bar{1}24, 211$
18	2.877	5, 2	2.886	$\bar{2}13$
16	2.843	1, 2	2.851, 2.834	212, 124
3	2.765	2	2.779, 2.776	213, 027
8	2.709	2, 2, 9	2.710	$\bar{1}26$
20	2.623	2	2.632, 2.622, 2.620	028, $\bar{2}08, 126$
3	2.578	1, 2	2.575	1.0.11
6	2.479	2, 2	2.492, 2.490	029, 0.1.12

Таблица 2 (продолжение)

$I_{\text{ИЗМ}}$	$d_{\text{ИЗМ}}, \text{\AA}$	$I_{\text{ВЫЧ}}$	$d_{\text{ВЫЧ}}, \text{\AA}$	hkl
6	2.394	2, 2	2.416, 2.393	1.1.11, 128
14	2.349	2, 2	2.351, 2.348	$\bar{2}19, \bar{2}23$
2	2.283	2	2.289	223
4	2.240	2	2.235	0.2.11
10	2.190	2, 2	2.193, 2.180	130, 132
2	2.101	1, 1	2.092, 2.082	$\bar{1}35, 303$
4	2.013	2	2.015	$\bar{3}07$
1	1.990	1, 1	1.994, 1.979	2.1.11, 2.0.12
5	1.876	2	1.869	$\bar{1}2.14$
8	1.842	4	1.838	$\bar{3}22$
4	1.795	1	1.798	2.0.14
7	1.746	2, 1	1.748, 1.745	040, 041
3	1.656	4	1.660	2.2.13
4	1.527	1	1.525	242
1	1.496	1	1.499	244
3	1.394	1	1.397, 1.394	1.2.20, $\bar{4}29$
4	1.360	2	1.352	$\bar{4}2.11$

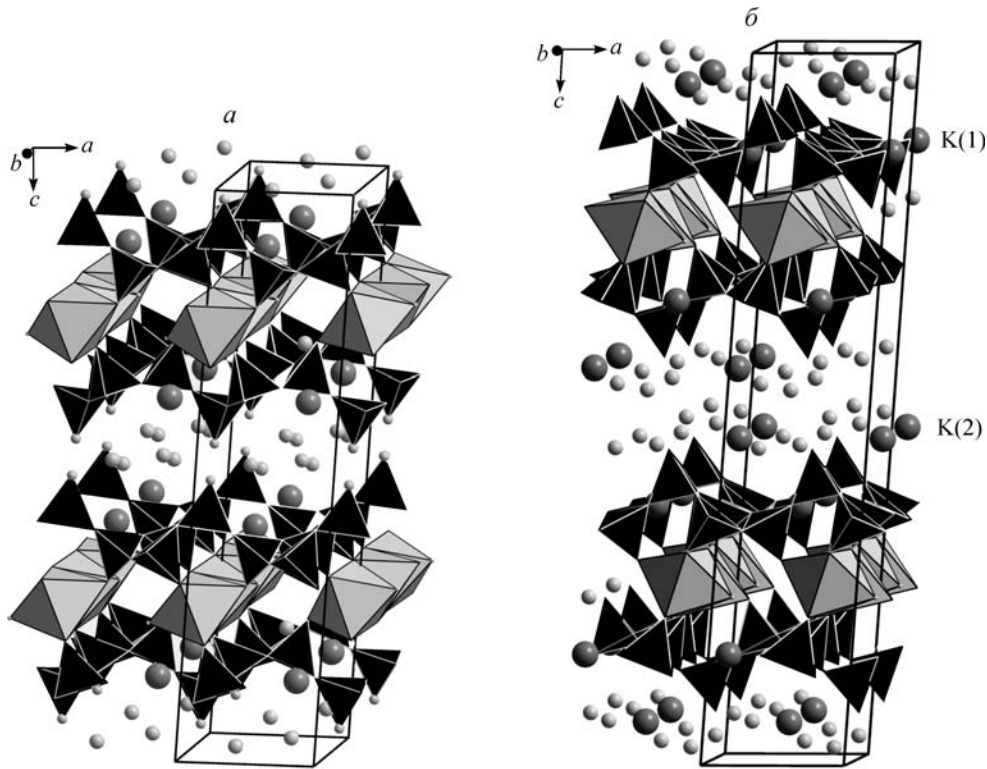


Рис. 2. Кристаллические структуры шлыкювита (а) и криптофиллита (б).

Показаны Si-тетраэдры, Са-октаэдры, атомы К (крупные темно-серые кружочки) и молекулы воды (более мелкие светло-серые кружочки). В структуре шлыкювита самыми малыми светло-серыми кружочками показаны ОН-группы, находящиеся в «висячих» вершинах Si-тетраэдров.

Fig. 2. Crystal structures of shlykovite (a) and cryptophyllite (b). There are shown Si-tetrahedra, Ca-octahedra, K atoms — large dark-gray circles, and H₂O molecules — the smaller-light-gray circles.

Сравнительная характеристика шльковита, криптофиллита и родственных им слоистых силикатов
Comparative data of shlykovite, cryptophyllite and related phyllosilicates

Свойство	Шльковит $K_2Ca[Si_4O_{10}(OH)] \cdot 3H_2O$	Криптофиллит $K_2Ca[Si_4O_{10}] \cdot 5H_2O$	Маунтинит $KNa_2Ca_2[Si_8O_{19}(OH)] \cdot 6H_2O$	Родезит $KCa_2[Si_8O_{18}(OH)] \cdot (6-x)H_2O$	Алофиллит-(ОН) $KCa_4[Si_8O_{20}(OH)] \cdot 8H_2O$
Сингония	Моноклинный	Моноклинный	Моноклинный	Ромбический	Тетрагональный
Пространственная группа	$P2_1/c$	$P2_1/n$	$P2/c$	$R\bar{3}m$	$P4/m\bar{3}c$
<i>a, Å</i>	6.490	6.493	13.704	7.01—7.06	8.98
<i>b, Å</i>	6.997	6.992	6.576	6.54—6.59	8.98
<i>c, Å</i>	26.714	32.087	13.751	23.4—23.8*	15.83
β	94.60	94.68	105.75	90	90
<i>V, Å³</i>	1209	1452	1193	1082—1098	1277
<i>z</i>	4	4	2	2	2
Главные компоненты, мас. %					идеальный состав:
K_2O	11.0	17.7	5.8—7.0	5.2—6.0	5.2
Na_2O	0.7	1.1	6.5—7.9	1.2—5.2	0.0
CaO	13.7	11.6	13.4—14.0	14.8—15.1	24.8
SiO_2	59.9	50.2	58.2—58.5	61.6—64.3	53.1
H_2O	14.7	19.2	13.4—14.7	12.3—12.66	16.9
$Ca:[K+Na]$ (атом.)	1:1	1:2	1:1.5	2:1	4:1
Главные линии порошковой рентгенограммы: <i>d, Å</i> — <i>I</i>	13.33—100 6.67—76 6.47—55 3.469—45 3.068—57 3.042—45 2.945—62 2.912—90	16.01—100 7.98—24 6.24—48 3.228—22 3.197—27 2.995—47 2.903—84 2.623—20	6.70—45 6.59—41 4.697—23 3.198—21 3.038—33 2.961—100 2.944—33 1.876—21	6.55—100 6.30—32 5.90—34 5.032—28 4.386—47 2.864—25 2.762—23	7.90—13 7.82—13 4.554—23 3.965—100 2.990—67 2.494—22 1.588—26
Плотность, г/см ³	2.205 (выч.)	2.185 (выч.)	2.36—2.38	2.27—2.36	2.37
n_p	1.500	1.520	1.500—1.504	1.501—1.504	1.536—1.542 (n_o)
n_m	1.509	1.523	1.505—1.510	1.505—1.508	
n_g	1.515	1.527	1.513—1.519	1.513—1.518	1.537—1.543 (n_e)
Опт. знак, $2U$	(-) 60°	(+) >70°	(+) средний до большого	(+) 57—68° (выч.)	(+) одноосный
Источник	Настоящая работа	Настоящая работа	Gard et al., 1957; Буссен и др., 1973; Zubkova et al., 2009	Hesse et al., 1992; Минералы, 1992	Dunn et al., 1978; Rouse et al., 1978

Примечание. *Элементарная ячейка родезита дана в установке, при которой кремнекислородные слои компланарны плоскости *ab*, аналогично остальным минералам, приведенным в таблице.

$\text{KNa}_2\text{Ca}_2[\text{Si}_8\text{O}_{19}(\text{OH})] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Zubkova et al., 2009). Это новый тип кремнекислородного слоя, который можно назвать маунтинитовым. Он обладает определенным сходством с хорошо известным слоем в структуре апофиллита, тоже образованным 4- и 8-членными кольцами Si-тетраэдров (Rouse et al., 1978). Однако апофиллитовый и маунтинитовый слои существенно различаются конфигурацией колец и ориентировкой тетраэдров.

Маунтинитовый слой также можно рассматривать как половину сдвоенного слоя родезитового типа $[\text{Si}_{16}\text{O}_{34}(\text{O},\text{OH})_4]^\infty$. Такой двойной слой реализуется в структурах родезита, макдональдита, монтереджианита-(Y) и родственных им алюмосиликатов дельхайелита и гидродельхайелита (у них он имеет состав $[(\text{Al},\text{Si})_2\text{Si}_{14}\text{O}_{34}(\text{O},\text{OH})_4]^\infty$), а также ряда синтетических соединений (Cadoni, Ferraris, 2009). В табл. 3 видно, что параметры a и b (на них оказывает влияние в основном характер *TOT*-пакетов) моноклинных ячеек шлыковита, криптофиллита, маунтинита и родезита близки или кратны. Из структурно родственных искусственных K,Ca-силикатов упоминания заслуживает CAS-1, синтезированный при 493 К. Он имеет формулу $\text{K}_4\text{Ca}_4[\text{Si}_{16}\text{O}_{38}] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ и параметры моноклинной (пр. гр. *C2*) ячейки (в установке, когда Si-слои лежат в плоскости ab): $a = 6.482$, $b = 7.016$, $c = 24.158 \text{ \AA}$, $\beta = 95.19^\circ$. Тетраэдрический слой в его структуре сдвоенный, родезитовый (Jordá et al., 2005), а атомное отношение Si : Ca : K = 4 : 1 : 1 такое же, как у шлыковита.

По мотиву расположения атомов Ca в *TOT*-пакете маунтинит (Zubkova et al., 2009) отличается от шлыковита и криптофиллита. Это, в совокупности с различиями в составе и расположении щелочных катионов и молекул воды, приводит к тому, что пространственные группы и метрики ячеек данных минералов различаются (табл. 3).

ИК-СПЕКТРОСКОПИЯ

ИК-спектр (ИКС) шлыковита получен с использованием стандартной методики таблетирования с KBr на спектрофотометре Specord-75-IR. ИКС криптофиллита снять не удалось из-за дефицита чистого вещества.

Волновые числа максимумов полос в ИКС шлыковита (рис. 3) и их отнесения следующие (cm^{-1} ; с — сильная полоса, пл — плечо): 3585, 3250 3090пл (валентные колебания O—H); 1680, 1660пл, 1585 (деформационные колебания молекул H_2O); 1135с, 1097с, 1024с, 999с, 962с (валентные колебания Si—O); 880пл, 795, 760пл, 690пл, 680, 590 (смешанные колебания тетраэдрического слоя), 470пл, 455, 432с, 420пл (деформационные колебания Si—O—Si).

Полосы при 3250 и 3090 cm^{-1} указывают на сильные водородные связи, типичные для слабокислотных OH-групп. Принимая во внимание структурные данные, эти полосы могут быть отнесены к валентным колебаниям силаноловых групп: Si—O—H. Расщепление полосы невырожденных деформационных колебаний H—O—H (область 1585—1680 cm^{-1}) говорит о присутствии разных типов молекул H_2O в минерале.

Для сравнения на рис. 3 даны также ИКС минералов, родственных шлыковиту: маунтинита, родезита и апофиллита-(OH) (гидроксиапофиллита). Видно, что спектр шлыковита индивидуален и отличается от ИКС этих слоистых силикатов (как, впрочем, и других). Для минералов с кремнекислородными слоями типа маунтинита и родезита характерна отчетливая, сильная полоса в диапазоне 680—700 cm^{-1} , тогда как спектры апофиллитов ее не содержат.

В отличие от шлыковита и маунтинита родственные им минералы со сдвоенным кремнекислородным слоем родезитового типа (родезит, монтереджианит-(Y) макдональдит) характеризуются высокочастотным сдвигом $\Delta\nu_{\text{Si—O}}$ полос валентных колебаний Si—O. Это согласуется с известной положительной корреляцией между величиной $\Delta\nu_{\text{Si—O}}$ и степенью конденсации кремнекислородного тетраэдрического мотива (Чуканов, 1995).

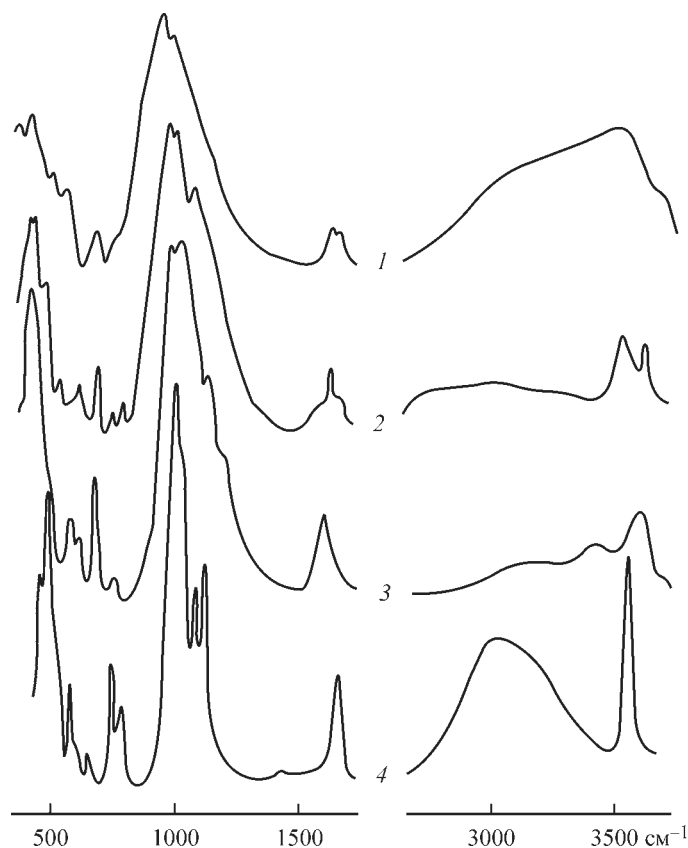


Рис. 3. ИК-спектры шлыквита (1), маунтинита из пегматитовой залежи Юбилейная, Ловозерский массив, Кольский полуостров, Россия (2), родзеита из рудника Булфонтейн, Северо-Капская провинция, ЮАР (3), и апофиллита-(ОН) с горы Большой Кермен, Бахчисарайский район, Крым, Украина (4).

Fig. 3. IR spectra of shlykovite (1), mountainite (2) from Yubileynaya pegmatite (Lovozero massif, Russia), rhodseite (3) from Bullfontein mine (SAR), and apophyllite-(OH) from the Bol'shoi Kermen Mt, Crimea, Ukraine (4).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Идентичное строение тетраэдрического слоя и общее сходство структур маунтинита, шлыквита и криптофиллита (Zubkova et al., в печати) обуславливает их близкое родство и позволяет объединить эти три водных щелочно-кальциевых слоистых силиката в структурное семейство маунтинита. В более отдаленной степени они родственны (табл. 3) членам группы апофиллита и меро-плезотиопной серии родзеита (о последней см.: Cadoni, Ferraris, 2009).

Редкость шлыквита и криптофиллита — минералов, построенных только из широко распространенных химических элементов, — видимо, обусловлена спецификой условий формирования этих высококальциевых и высоководных силикатов, практически лишенных Al и содержащих лишь небольшую примесь Na.

Специфическая особенность продуктов поздней стадии в пегматите, где найдены шлыквит и криптофиллит — необычно низкое содержание глинозема. Так, в отличие от большинства других хибинских пегматитов, здесь в составе гидротермальной минерализации крайне слабо развиты алюмосиликаты, в том числе цеолиты, но

присутствуют чисто щелочные силикаты, в первую очередь мегациклит $\text{KNa}_8\text{Si}_9\text{O}_{18}(\text{OH})_9 \cdot 19\text{H}_2\text{O}$ — редчайший минерал, неожиданно оказавшийся здесь распространенной поздней фазой (Зубкова и др., 2007), а также ревидит и грумантит. Появление такой минерализации, достаточно характерной для ультраагпаитовых образований Ловозерского массива, но весьма необычной для Хибин, связано также с очень низкой активностью уголекислоты на поздних стадиях (Пеков и др., 2008). Еще одна важная черта описываемого пегматита — широкое развитие богатых калием низкотемпературных фаз, свидетельствующее о повышенном, даже для в целом обогащенного этим элементом Хибинского массива, значении K/Na-отношения в поздних гидротермальных растворах. В то же время активность калия в этих растворах, очевидно, была значительно выше, чем кальция, поскольку вместо широко распространенного в природе апофиллита $\text{K}_2\text{Ca}_4[\text{Si}_8\text{O}_{20}]M \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ($M = \text{OH}, \text{F}$) здесь возникли другие слоистые силикаты — со сходным набором элементов, но иными величинами атомного отношения Ca : K — 1 : 1 (шлыковит) и 1 : 2 (криптофиллит).

Представляется, что криптофиллит, очень богатый калием и водой и имеющий большое расстояние между TOT-пакетами (рис. 2, б), менее устойчив, чем шлыковит. Это может быть причиной его нахождения только в сростках с шлыковитом: не исключено, что криптофиллит способен зарождаться лишь в эпитаксическом положении на кристаллах своего более стабильного «родственника».

Благодарности. Авторы благодарны В. А. Вишневному за предоставленную возможность исследовательских работ на действующем руднике, К. В. Вану за выполнение электронно-зондовых анализов, С. Н. Бритвину за содействие в порошковом рентгенографическом исследовании и А. В. Касаткину, за помощь в фотосъемке на специализированном микроскопе. Также мы признательны SNBL за выделенное время на синхротроне. Работа выполнена при поддержке грантов Президента РФ НШ-863.2008.5, НШ-2192.2008.5 и МК-836.2008.5, грантов РФФИ 08-07-00077-а, 09-05-00143-а, 09-05-91330-ННИО_а и 09-05-12001-офи_м, а также гранта Фонда содействия отечественной науке (И. В. П.).

Список литературы

- Буссен И. В., Латышева Л. Г., Меньшиков Ю. П., Мерьков А. Н., Романова Т. С., Сахаров А. С. Маунтинит — первая находка в Советском Союзе // ДАН СССР. **1973**. Т. 210. № 3. С. 674—677.
- Зубкова Н. В., Пеков И. В., Чуканов Н. В., Лисицин Д. В., Рабаданов М. Х., Пуцаровский Д. Ю. Новые данные о мегациклите // Новые данные о минералах. **2007**. Вып. 2. С. 81—92.
- Минералы. Справочник. Т. IV. Вып. 2. Слоистые силикаты (смектиты, хлориты, смешаннослойные). Слоистые силикаты со сложными тетраэдрическими радикалами / Под ред. Ф. В. Чухрова. М.: Наука, **1992**. 662 с.
- Пеков И. В., Зубкова Н. В., Пуцаровский Д. Ю. Чисто щелочные силикаты в агпаитовых массивах: связи «состав—структура—свойства—генезис» / Матер. XXV Всероссийского семинара «Геохимия магматических пород». СПб., **2008**. С. 124—126.
- Чуканов Н. В. О инфракрасных спектрах силикатов и алюмосиликатов // ЗВМО. **1995**. № 3. С. 80—85.
- Cadoni M., Ferraris G. Two new members of the rhodesite mero-plesiotype series close to delhayelite and hydrodelhayelite: synthesis and crystal structure // Eur. J. Miner. **2009**. . 21. P. 485—493.
- Dunn P. J., Rouse R. C., Norberg J. A. Hydroxyapophyllite, a new mineral, and a redefinition of the apophyllite group/ I. Description, occurrences, and nomenclature // Amer. Miner. **1978**. Vol. 63. P. 196—199.
- Gard J. A., Taylor H. F. W., Chalmers R. A. An investigation of two new minerals: rhodesite and mountainite // Miner. Mag. **1957**. Vol. 31. P. 611—623.
- Hesse K.-F., Liebau F., Merlino S. Crystal structure of rhodesite, $\text{HK}_{1-x}\text{Na}_x\text{Ca}_{2-y}\{\text{Si}_8\text{O}_{19}\} \cdot (6-z)\text{H}_2\text{O}$, from three localities and its relation to other silicates with dreier double layers // Zeits. Krist. **1992**. Vol. 199. P. 25—48.
- Jordá J. L., Prokic S., McCusker L. B., Baerlocher C., Xue C. F., Dong J. Synthesis and structure analysis of the potassium calcium silicate CAS-1. Application of a texture approach to structure solution using data collected in transmission mode // C. R. Chimie. **2005**. Vol. 8. P. 331—339.

Rouse R. C., Peacor D. R., Dunn P. J. Hydroxyapophyllite, a new mineral, and a redefinition of the apophyllite group. II. Crystal structure // Amer. Miner. **1978**. Vol. 63. P. 199—202.

Zubkova N. V., Pekov I. V., Pushcharovsky D. Yu., Chukanov N. V. The crystal structure and refined formula of mountainite, $\text{KNa}_2\text{Ca}_2[\text{Si}_8\text{O}_{19}(\text{OH})] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ // Zeit. Krist. **2009**. Vol. 224. N 8. P. 389—396.

Zubkova N. V., Filinchuk Ya. E., Pekov I. V., Pushcharovsky D. Yu., Gobechiya E. R. Crystal structures of shlykovite and cryptophyllite. Crystal chemistry of the mountainite family // Eur. J. Miner., в печати.

Поступила в редакцию
20 ноября 2009 г.

УДК 549.061

ЗРМО, № 1, 2010 г.
Zapiski RMO, N 1, 2010

© А. Г. БУЛАХ

МИНЕРАЛЫ В ПРИРОДЕ И «НА БУМАГЕ»: ИСТОРИЯ КОМИССИЙ ПО НОВЫМ МИНЕРАЛАМ В РОССИИ И В ММА И ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ И НОМЕНКЛАТУРЫ МИНЕРАЛОВ

199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9, СПбГУ, кафедра минералогии;
e-mail: andreygleb@mail.ru

Приводятся сведения по истории создания в 1956 г. и работы Комиссии по новым минералам Российского минералогического общества и такой же комиссии ММА. Рассматриваются понятия минеральный вид, подвид, разновидность. Даются примеры номенклатуры минералов групп ловозерита, эвдиалита, апатита на основе использования корневого имени и его уточнителей.

Ключевые слова: номенклатура минералов, минеральный вид, подвид, разновидность, корневое имя, уточнители.

A. G. Bulakh. Minerals in Nature and «on the paper»: the history of Russian and IMA Commissions on new minerals and on principles of classification and nomenclature of minerals.

The paper describes history of organization in 1956 and the work of the Commission on new minerals of the Russian Mineralogical Society and the same Commission of the International Mineralogical Association (IMA). There are considered concepts of the mineral species, subspecies and the variety. On the of mineral groups of lovozerite, eudialyte and apatite examples are given to use the «root name» and its specifications.

Key words: nomenclature of minerals, mineral species, subspecies, varieties, the root name, specifications.

В год столетия со дня рождения профессора Дмитрия Павловича Григорьева (1909—2009) уместно обратиться к его статье (Григорьев, 1992), с которой он начал публикацию в Записках ВМО в 1993—1997 серии эссе «Из опыта преподавания минералогии». Звучит в памяти лекция профессора Григорьева у витрин Горного музея, где он демонстрировал на музейных экспонатах смысл понятий «индивид», «минерал», «минеральный вид» и неоправданность, по его мнению, существования многих названий минералов. Одним из примеров была номенклатура оливинов и карбонатов ряда магнезит—сидерит, между составами большинства которых — профессор Григорьев подчеркивал это — нет естественных границ, а потому нет причин рвать на части генетически единую общность природных объектов. Ту же самую мысль развивал на примере гранатов и других минералов А. С. Поваренных (1966).

МИНЕРАЛЫ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ВИДЫ

«Где минеральные виды (*species*) — в природе или на бумаге?» — так озаглавлена указанная выше статья профессора Григорьева (1992). Нельзя не согласиться с ним, что минерал есть реальный природный объект, а минеральные виды — плод человеческой мысли. Но он логически необходим. Имеет место полная аналогия с миром животных. Каждый индивид (отдельное животное, или организм) есть реальность, каждый из них отличен друг от друга по его познанным или еще непознанным особенно-