

содержание натрия и фосфора в межпакетном слое. Другой его особенностью является сравнительно высокое, не отмечавшееся ранее в минералах этого семейства содержание кальция. В целом по составу и свойствам к соболевику в рассматриваемом семействе наиболее близки ломоносовит и вуйонемит.

Соболевит — типоморфный минерал ультраагпаитовых пегматитов, формирующихся на конечных стадиях дифференциации агпаитовых нефелиновых сиенитов при кристаллизации остаточных силикатно-солевых жидкостей, пересыщенных щелочными, летучими и редкими элементами. Эталонные образцы соболевику переданы в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана АН СССР (Москва) и музей Геологического института Кольского филиала АН СССР, Апатиты.

Литература

- Борнеман-Старынкевич И. Д. (1946). О химической природе мурманита, В кн.: Вопросы минералогии, геохимии и петрографии. Изд-во АН СССР.
- Рид С. (1979). Электронно-зондовый анализ. «Мир».
- Хомяков А. П. (1976). Конституция и типохимические особенности минералов группы ломоносовита. В кн.: Конституция и свойства минералов. Респ. межвед. сб., вып. 10. Киев, «Наукова думка».
- Хомяков А. П. (1980). Типоморфизм минералов ультраагпаитовых пегматитов. В кн.: Научные основы и практическое использование типоморфизма минералов. Материалы XI съезда ММА. «Наука».
- Heinrich K. F. Y. (1966). X-ray absorption uncertainty. The electron microprobe. N. Y.
- Love G., Cox M. G., Scott V. D. (1978). A versatile atomic number correction for electron probe microanalysis. J. Phys. D: Appl. Phys., v. 11, N 1.
- Philibert J. A. (1963). Method for calculating the absorption correction in electron probe microanalysis. In: X-ray optics and X-ray microanalysis. N. Y., Acad. Press.

Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ),
Всесоюзный научно-исследовательский
институт минерального сырья (ВИМС),
Москва.

УДК 549.6

Д. чл. А. П. ХОМЯКОВ, [А. А. ВОРОНКОВ], Ю. С. КОБЯШЕВ, д. чл.
Л. И. ПОЛЕЖАЕВА

УМБИТ И ПАРАУМБИТ¹ — НОВЫЕ ЦИРКОНСИЛИКАТЫ КАЛИЯ ИЗ ХИБИНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА¹

В 1978 г. в ультраагпаитовых пегматитах Хибинского щелочного массива (Кольский п-ов) А. П. Хомяковым и Ю. С. Кобяшевым были встречены два близких по внешнему облику пластинчато-чешуйчатых минерала, не отождествлявшихся с известными природными или искусственными со-

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 3 декабря 1979 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 8 апреля 1982 г. В предыдущих публикациях (Хомяков, 1980; Гафт и др., 1981; Илюшин и др., 1981) для обозначения умбита использовались условные названия «минерал № 14», «К, Zr-силикат» и «новая природная модификация $K_2ZrSi_3O_9 \cdot H_2O$ » для обозначения параумбита — «минерал № 15».

единениями. Оба новых минерала оказались цирконосиликатами калия, которые при общем сходстве состава и свойств и принадлежности к единому кристаллохимическому семейству обладают рядом существенных отличий. Названия умбит (umbite) и параумбит (paraumbite), подчеркивающие кристаллохимическую близость минералов, даны по оз. Умба, расположенному в 20 км восточнее района находок.²

Изучение описываемых цирконосиликатов было затруднено ограниченным количеством вещества и их нахождением в тесных сростаниях с другими минералами. Это потребовало применения ряда тонких микроминералогических методов, включавших количественный анализ состава обоих минералов на электронном микронзонде (Л. И. Полежаева), монокристалльное рентгенографическое (А. А. Воронков) и кристаллооптическое (А. П. Хомяков) исследования. Индивидуальность одного из изученных минералов (умбита) в настоящее время подтверждена расшифровкой кристаллической структуры (Илюшин и др., 1981).

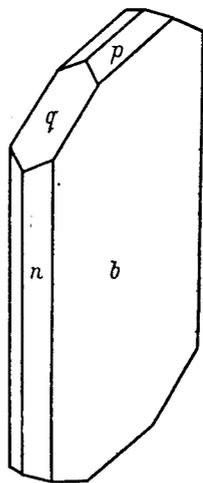


Рис. 1. Кристалл умбита.

Умбит найден в керне одной из скважин, пробуренных в долине р. Вуоннемиок (воет. часть Хибинского массива), в пегматоидном прожилке, секущем пойкилитовый нефелиновый сиенит. Прожилок сложен крупными кристаллами калиевого полевого шпата, в интерстициях которых развит неравнозернистый агрегат эгирина, натролита, пектолита, виллиомита, ломоносовита, цербаковита, расвумита, арктита (Хомяков и др., 1981), костылевита, вадеита, измененного эвдиалита, тенардита, галита, тригонального молибденита.

Описываемый минерал представлен сильно уплощенными по оси *b* пластинчатыми кристаллами толщиной 0.01—0.1 мм и шириной 1—3 мм, а также параллельными и веерообразными сростками таких кристаллов, включенных совместно с костылевитом, расвумитом и виллиомитом в более крупные монокристалльные обособления арктита. На многих пластинках умбита, выделенных из протолочной пробы, кроме основной грани {010}, сохранились грани {101}, {110} и {001}, придающие кристаллам форму восьмиугольных табличек, несколько вытянутых вдоль оси *c* (рис. 1). Индексы граней установлены, исходя из результатов гониометрических измерений, выполненных с помощью универсального столика Федорова на кристаллах умбита, предварительно изученных рентгенографическими методами. Сферические координаты граней, вычисленные из рентгеновских данных ($a : b : c = 0.77095 : 1 : 0.54180$), имеют следующие значения:

Символы граней	<i>b</i> (010)	<i>n</i> (110)	<i>p</i> (011)	<i>q</i> (101)
ϕ	0°00'	52°22'	0°00'	90°00'
ρ	90°00'	90°00'	28°27'	35°06'

Минерал бесцветный или желтоватый, в тонких пластинках водянопрозрачный. Блеск стеклянный в изломе, перламутровый на плоскостях спайности. Спайность совершенная слюдоподобная по пластинчатости (010), менее совершенная по (100). Твердость, определенная в 5 зернах методом микровдавливания при нагрузке 30 г, находится в пределах 305—451 кгс/мм², $H_{ep} = 381$ кгс/мм² (~ 4^{1/2} по шкале Мооса). Плотность, определенная микрометодом, совпадает со значением, вычисленным для упрощенной эмпирической формулы $K_2(Zr_{0.8}Ti_{0.2})Si_3O_9 \cdot H_2O$, и составляет

² В тесных сростаниях с умбитом позднее был обнаружен еще один упоминаемый ниже новый цирконосиликат калия — костылевит, детальная характеристика которого приводится в отдельной работе (Хомяков и др., 1983).

2.79 г/см³. Минерал легко разлагается 10%-ной HCl при комнатной температуре с сохранением кремниевого остова. Оптически двуосный, отрицательный. Угол 2*V*, измеренный на федоровском столике, равен 80°. Плоскость оптических осей параллельна плоскости совершенной спайности, $a=Ng$, $b=Nm$, $c=Np$. При такой оптической ориентировке в минералах со слюдоподобной спайностью по (010) стандартным иммерсионным методом могут быть надежно измерены только минимальный и максимальный показатели преломления. Для умбита $Np=1.596$, $Ng=1.619$ (± 0.002); из этих данных и величины 2*V* вычислен средний показатель преломления $Nm=1.610$.

В ультрафиолетовых лучах минерал имеет слабую желтовато-белую фотолюминесценцию при комнатной температуре и яркую беловато-зеленую при температуре жидкого азота. Визуально отмечается послесвечение,

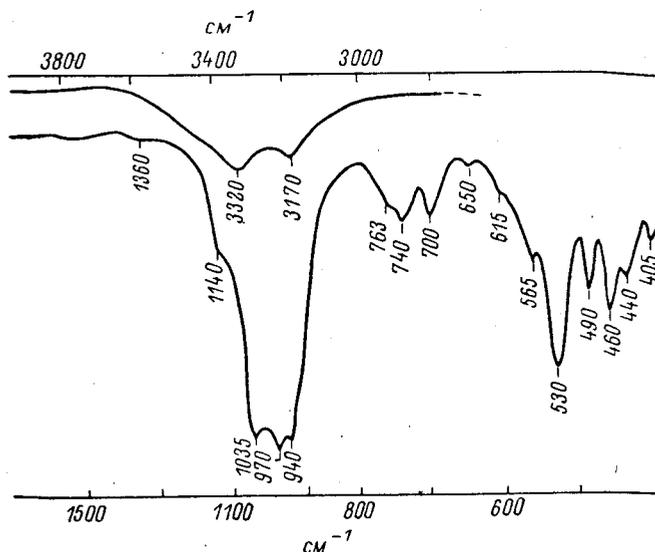


Рис. 2. ИК спектр умбита.

из чего следует, что люминесценция умбита обусловлена не только предполагаемыми структурными $[Ti^{4+}O_6]$ комплексами (Гафт и др., 1981), но и сорбированными примесями (органика, вода) — (Таращан, 1978).

Рентгенографическими методами (Лауэ, качания) установлена принадлежность минерала к ромбической сингонии и определены параметры элементарной ячейки, уточненные затем на монокристалльном автодифрактометре CAD-4F «Enraf Nonius»: $a_0=10.208$ (2), $b_0=13.241$ (4), $c_0=7.174$ (1) Å, $Z=4$. Пространственная группа $P2_12_12_1$ однозначно установлена по систематическим погасаниям. Рентгенограмма порошка минерала индивидуальна (табл. 1). Дебаеграмма термически обработанного умбита (500 °C) визуально тождественна дебаеграмме вадцита.

Химический состав умбита исследован на микроанализаторе MS-46 фирмы «Камека». Анализировался состав трех зерен, при этом образец и эталонная шашка напылялись медью одновременно. Анализ проводился с использованием следующих эталонов и ускоряющих напряжений: Si и K (вадеит, 15 кВ), Na (рамзаит, 15 кВ), Ca (диопсид, 15 кВ), Zr (ZrO_2 , 30 кВ), Hf (металлический гафний, 30 кВ), Fe (Fe_2O_3 , 15 кВ), Ti (TiO_2 , 30 кВ). H_2O и F определялись химическим анализом из отдельных навесок, содержавших неотделимую механическую примесь арктита и других сопутствующих минералов.

Результаты анализа (табл. 2) пересчитываются при $Si=3.00$ на эмпирическую формулу $(K_{2.02}Na_{0.02})(Zr_{0.77}Ti_{0.18}Hf_{0.01}Fe_{0.01})Si_{3.00}H_{2.38}F_{0.45}O_{9.92} \approx K_2(Zr_{0.8}Ti_{0.2})Si_3O_9 \cdot H_2O$. Идеализированная формула $K_2ZrSi_3O_9 \cdot H_2O$.

Таблица 1

Результаты расчета рентгенограмм порошка умбита и параумбита

Умбит			Параумбит			Умбит			Параумбит			Умбит			Параумбит		
I	d	hkl	I	d	hkl	I	d	hkl	I	d	hkl	I	d	hkl	I	d	hkl
3	8.12	110	2	8.40	101	1	2.338	103	1	2.32	1.324	1	1.324	1	1.336	1	1.336
6 ш.	6.56	020, 011	1	7.14	111	1	2.276	421	1	2.26	1.302	1	1.302	1	1.301	1	1.301
9	5.91	101	3	6.60	020	1	2.238	254	1	2 ш.	1.285	1	1.285	1	1.252	1	1.252
4	5.19	200	8	6.46	012	4	2.156	160, 332	2 ш.	2.17	4.268	1	4.268	1	4.268	1	4.268
3	4.37	121	10 ш.	5.95	021, 102	3	2.062	133	2	2.103	1.230	1	1.230	1	1.230	1	1.230
3	4.02	220, 211	2	5.37	112	2	2.010	351	2	2.032	1.221	1	1.221	2	1.221	2	1.221
3	3.59	002	3	5.19	121, 200	3	1.949	520, 261	3	1.965	1.206	2	1.206	2	1.206	2	1.206
2	3.31	040, 310	4	4.40	122, 030, 103	2	1.888	521, 432	3	1.910	1.161	1	1.161	1	1.177	1	1.177
7	3.17	022, 140	5 ш.	4.06	220, 130	1	1.859	170, 530	2	1.866	1.157	1	1.157	1	1.157	1	1.157
10 ш.	3.02	231, 320, 122, 041	7	3.34	230, 301, 310	8 ш.	1.797	171, 004, 531	5	1.828	1.124	2	1.124	2	1.113	2	1.113
1	2.93	202	3	3.13	133, 223, 302	1	1.722	271	2	1.728	1.102	1	1.102	1	1.092	1	1.092
8	2.87	141, 212	9 ш.	3.01	042, 321	2	1.689	541, 610	3	1.667	1.085	1	1.085	1	1.084	1	1.084
2	2.80	321, 032	7	2.90	214, 142	2 ш.	1.642	611, 134, 224	1	1.642	1.044	1	1.044	1	1.063	1	1.063
2	2.71	330, 132, 222	1	2.72	330, 224, 134	4 ш.	1.549	631, 263	1	1.603	1.030	1	1.030	1	1.030	1	1.030
1	2.61	241	1	2.72	330, 224, 134	1	1.512	462, 640, 523	3	1.568	1.016	2	1.016	2	1.016	2	1.016
2	2.51	410, 051	6	2.56	150, 332	2	1.465	533, 364	2	1.486	0.935	1	0.935	1	0.971	1	0.971
1	2.44	232, 042, 312	2	2.39	340, 144	1	1.364	095, 481	2	1.455	0.918	1	0.918	1	0.922	1	0.922
2	2.39	420, 340	2	2.39	340, 144	1	1.349	192, 183, 504, 660	1	1.433	0.874	1	0.874	1	0.913	1	0.913
									2	1.389	0.865	1	0.865	1	0.845	1	0.845

Примечание. Условия съемки: откалиброванная камера РКУ = 114,6 мм, Сл_{Kα}, β, излучение, интенсивности оценивались визуально, ш. — широкая линия.

Таблица 2

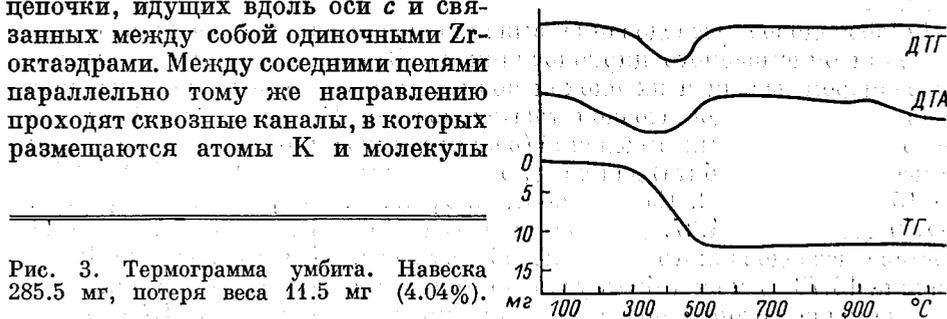
Химический состав умбита

Компоненты	Мас. %				Атомные количества	Si=3
	зерно 1	зерно 2	зерно 3	среднее		
SiO ₂	42.64	42.04	42.40	42.36	0.7051	3.00
K ₂ O	22.75	22.11	22.38	22.41	0.4759	2.02
Na ₂ O	0.04	0.23	0.22	0.16	0.0053	0.02
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	—	—
ZrO ₂	21.93	22.84	22.06	22.28	0.1808	0.77
TiO ₂	3.33	3.42	3.25	3.33	0.0417	0.18
HfO ₂	0.40	0.44	0.46	0.43	0.0021	0.01
Fe ₂ O ₃	0.14	0.04	0.17	0.12	0.0015	0.01
H ₂ O	—	—	—	5.03	0.5584	2.38
F	—	—	—	2.00	0.1053	0.45
—O=F ₂	—	—	—	0.84	—	—
Сумма	91.23	91.12	90.94	97.28	—	—

Примечание. Аналитик Л. И. Полежаева.

Присутствие в минерале молекул воды подтверждается также наличием в его ИК спектре сильных полос поглощения 3170 и 3320 см⁻¹ (рис. 2). Минерал дегидратируется при температуре 300—500 °С (рис. 3).

Согласно данным структурной расшифровки (Илюшин и др., 1981), основу строения умбита составляет образованный Zr-октаэдрами и Si-тетраэдрами каркас смешанного типа $(Zr[Si_3O_5])_{\infty}^{2-}$. Кремнекислородный радикал представлен волластонитовой цепочкой $[Si_{2+1}O_9]_{\infty}$, впервые встреченной в цирконосиликатах. На ячейку приходится четыре таких цепочки, идущих вдоль оси *c* и связанных между собой одиночными Zr-октаэдрами. Между соседними цепями параллельно тому же направлению проходят сквозные каналы, в которых размещаются атомы К и молекулы



H₂O. Трехмерный мотив из Zr- и Si-полиэдров в структуре умбита можно представить как результат конденсации слоев-сеток, параллельных (100) и (010), определяющих спайность минерала по указанным плоскостям.

Параумбит найден на одном из отрогов горы Эвеслогчорр (вост. часть Хибинского массива) в полевошпатовых пегматитах, подвергшихся вместе с вмещающими их рихсчорритами интенсивному катаклазу и перекристаллизации. Пегматиты, сложенные в основном блоками калиевого полевого шпата, волокнистым баритолампрофиллитом, натролитом и пектолитом, содержат порфирировидные выделения эвдиалита, частично или полностью замещенного агрегатом более поздних цирконосиликатов — вадеита, гейдоннеита и параумбита. Второстепенные минералы пегматитов представлены эгирином, анальцимом, лейкофаном, апатитом, ненадквичитом и сфалеритом.

Псевдоморфозы вторичных цирконосиликатов по эвдиалиту имеют в диаметре до 1—3 см. Для них характерно концентрически-зональное строение, обусловленное преимущественной приуроченностью вадеита

ж внешним, а гейдоннеита и параумбита — к центральным частям псевдоморфоз. Кроме того, два последних минерала, находящихся в тесных срастаниях друг с другом, отмечаются в виде тонких чешуйчатых каемок вокруг кристаллов эвдиалита, а также в виде прожилковидных обособлений среди эвдиалита и вадеита. Мономинеральные обособления параумбита диаметром до 2—3 мм слагаются агрегатом хрупких изогнутых пластинок толщиной 0.01—0.1 мм и шириной 1—3 мм, отделяющихся друг от друга при слабом механическом воздействии. Ограниченные кристаллы не отмечались.

Состав и свойства параумбита исследовались параллельно с изучением умбита однотипными методическими приемами, но менее детально, что связано с крайне ограниченным количеством материала, имевшегося в распоряжении авторов, и невысоким его качеством.

Минерал бесцветный, в агрегатах белый, мутноватый, в тонких пластинках водяно-прозрачный. Блеск стеклянный до перламутрового на плоскостях спайности. Спайность совершенная, слюдоподобная по пластинчатости (010), менее совершенная по (100). Твердость, определенная в трех разноориентированных зернах при нагрузке 30 г, находится в пределах 280—504 кгс/мм², $H_{ср} = 384$ кгс/мм² ($\sim 4\frac{1}{2}$ по шкале Мооса). Плотность, определенная методом поплавок на трех зернах, составила 2.50, 2.60 и 2.67 (в среднем 2.59) г/см³. Большой разброс значений плотности для отдельных зерен указывает на большую неоднородность материала. Легко разлагается 10%-ной HCl при комнатной температуре. Оптически двусосный, отрицательный, $2V = 82^\circ$, $N_p = 1.588$, $N_m = 1.601$, $N_g = 1.610 (+0.002)$. Ориентировка оптической индикатрисы: $a = N_g$, $b = N_m$, $c = N_p$. Методами Лауэ и качания установлена принадлежность минерала к ромбической сингонии, $a_0 = 10.34 \pm 0.04$, $b_0 = 13.29 \pm 0.05$, $c_0 = 14.55 \pm 0.06$ Å, $V_0 = 1999.4$ Å³, $Z = 4$. Вдоль оси c имеется четкий псевдопериод, равный $c_0/2$ (7.28 Å). Расчет рентгенограммы порошка приведен в табл. 1.

Микронзондовое исследование выявило значительную неоднородность выделений описываемого цирконосиликата. Это в сочетании с очень малым размером частиц и их плохой полируемостью не позволило изучить состав минерала с достаточной тщательностью. Количественный анализ одного из характерных выделений (режим анализа и эталоны те же, что и при исследовании умбита) дал следующие результаты (мас. %): SiO₂ 39.58, K₂O 15.39, Na₂O 0.12, CaO не обн., ZrO₂ 27.87, TiO₂ 0.89, HfO₂ 0.32, Fe₂O₃ 0.10; сумма 84.27. Другие элементы с атомным номером выше 11 в составе исследованного зерна не обнаружены. Недостающая до 100% величина 15.73% может быть условно принята за содержание в минерале воды, наличие которой подтверждается присутствием в его ИК спектре сильных полос поглощения 1660, 3350, 3450 и 3570 см⁻¹. С учетом этих данных и того факта, что отношение атомных количеств катионов очень близко к целочисленному — (K, Na) : (Zr, Ti, Hf, Fe) : Si = 3.01 : 2.18 : 6.00 \approx 3 : 2 : 6, — состав минерала при $\Sigma_{кат} = 11$ (без водорода) может быть представлен эмпирической формулой $(K_{2.92}Na_{0.03})(Zr_{2.02}Ti_{0.10}Hf_{0.01}Fe_{0.01}) \times H_{0.94}Si_{5.89}O_{18.00} \cdot 7.34 H_2O$, которая после упрощения принимает вид $K_3Zr_2H[Si_3O_9]_2 \cdot nH_2O$, где $n \approx 7$. Однако фактическое содержание в минерале воды, вероятно, гораздо ниже 16%, так как при $n = 7$ вычисленная плотность (2.94 г/см³) намного превышает самое большое из найденных экспериментальных значений (2.67). Если последнее рассматривать как наиболее соответствующее истинной плотности, то $n \approx 3$. По составу параумбит весьма близок умбиту, но характеризуется существенно пониженным содержанием щелочных металлов и повышенной гидратированностью. Это может служить основанием для того, чтобы, по аналогии с умбитом, представить формулу параумбита в виде $(K,H)_2ZrSi_3O_9 \cdot nH_2O$. Окончательно вопрос о химической формуле минерала, вероятно, удастся решить только после расшифровки его кристаллической структуры.

Сравнительная характеристика гидратированных К, Zr-силикатов

Свойства минералов	Умбит $K_2ZrSi_3O_9 \cdot nH_2O$	Параумбит $K_3Zr_2H[Si_3O_9]_2 \cdot nH_2O$	Костылевит $K_4Zr_2[Si_3^{(18)}] \cdot 2H_2O$
$a_0, \text{Å}$	10.208	10.34	13.171
$b_0, \text{Å}$	13.241	13.29	11.727
$c_0, \text{Å}$	7.174	14.55 (7.28)	6.565
$\beta, \text{град}$	90	90	105.26
$V_0, \text{Å}^3$	969.7	1999.4 (999.7)	978.2
Z	4	4	2
Интенсивные и другие характерные линии дебаеграммы, d (I)	— 6.56 (6 ш.) 5.91 (9) 4.02 (1) 3.31 (7) 3.02 (10 ш.) 2.87 (8) 2.51 (2) 1.797 (8 ш.)	8.40 (2) 6.46 (8) 5.95 (10 ш.) 4.06 (5 ш.) 3.34 (7) 3.01 (9 ш.) 2.90 (7) 2.56 (6) 1.797 (2)	— 6.42 (5) 5.86 (3) 5.24 (3) 5.60 (6) 3.336 (5) 3.087 (10) 2.862 (3) 2.802 (5)
$D, \text{г/см}^3$	2.79	2.50—2.67	2.74
$H, \text{кгс/мм}^2$	305—451	280—504	428—535
Np	1.596	1.588	1.595
Nm	1.610	1.601	1.598
Ng	1.619	1.610	1.610
$2V, \text{град}$	80 (—)	82 (—)	48 (+)
Габитус кристаллов	Пластинчатый	Пластинчатый	Призматический
Спайность	Совершенная по (010), ясная по (100)	Совершенная по (010), ясная по (100)	Совершенная по (110)
Ориентировка оптической индикатрисы	$a=Ng, b=Nm, c=Np$	$a=Ng, b=Nm, c=Np$	$cNm \approx cNg \approx 45^\circ$, $b=Np$

Свойства описанных К, Zr-силикатов и их аналога костылевита, образующего сростки с умбитом, сопоставлены в табл. 3. Приведенные данные свидетельствуют о наличии весьма тесного кристаллохимического родства между умбитом и параумбитом и резкой обособленности костылевита. Взаимное родство двух первых минералов подчеркивается одинаковой ромбической сингонией, совпадением величин параметров a_0 и b_0 элементарной ячейки, наличием в решетке параумбита четко выраженного псевдопериода $c_0/2$, равного параметру c_0 умбита, полным соответствием главных кристаллографических и оптических элементов, большой близостью показателей преломления и значений $2V$.

В то же время, несмотря на большое сходство свойств изученных минералов, индивидуальность умбита и параумбита выражена вполне определенно. Помимо отмеченных выше различий в химическом составе оба минерала существенно различаются по рентгенографическим характеристикам, прежде всего по величине периода идентичности вдоль оси c (направление волластонитовой цепочки $[Si_{2+1}O_9]_\infty$ в структуре умбита), который в решетке параумбита вдвое длиннее, чем в решетке умбита. При общем качественном сходстве рентгенограмм порошка умбита и параумбита (табл. 1), свидетельствующем о принадлежности обоих минералов к единому семейству структурных типов, рентгенограмма каждого минерала содержит ряд линий, отсутствующих у другого минерала (например, линии с $d=3.59, 3.51, 2.93, 2.80, 2.61, 2.44 \text{ Å}$ у умбита и линии с $d=8.40, 7.14, 5.34 \text{ Å}$ у параумбита). Характерно также резкое различие в интенсивно-

стях многих близких или одинаковых по d линий (например, линии с $d \approx 6.6, 4.0, 3.15, 2.55, 2.16, 1.80, 1.72 \text{ \AA}$).

Что касается костылевита, то он по своим свойствам и рентгенографическим характеристикам весьма существенно отличается от обоих минералов, описанных в настоящей работе. Как было недавно показано (Хомяков и др., 1983), индивидуальность умбита и костылевита обусловлена особенностями их кристаллической структуры и прежде всего формой кремнекислородного радикала: вместо характерных для первого минерала бесконечных цепей $[\text{Si}_3\text{O}_9]_\infty$ во втором реализуется островная циклическая группировка — кольцо $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$. Таким образом, умбит и костылевит представляют собой разные структурные модификации соединения $\text{K}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Близкий к ним по составу параумбит можно рассматривать как структурную и химическую модификации умбита, связанные с указанным прототипом весьма тесным кристаллохимическим родством.

На фоне широкой распространенности в массивах нефелиновых сиенитов водных цирконосиликатов натрия (келдышит, катаплеит, гейдоннеит, илерит, эльпидит и др.) интригующим представлялся факт отсутствия в природе водных цирконосиликатов калия, которые к тому же не синтезируются в искусственных условиях. Тем замечательней оказалась находка в Хибинах сразу трех представителей этой долго отсутствовавшей в минералогическом кадастре группы соединений. Эта находка существенно расширяет список высококалийевых минералов Хибинского массива, позволяя рассматривать умбит, параумбит и костылевит вместе с вадеитом, хибинским, щербаковитом, расвумитом, джерфшеритом, кальборситом и т. п. как типоморфные для калиевой ветви ультраагпаитовых пегматитов (Хомяков, 1978; Боруцкий и др., 1978).

Характер взаимоотношений с другими минералами, в частности эвдиалитом, свидетельствует о появлении изученных водных цирконосиликатов калия в связи с послемагматическими процессами преобразования более ранних существенно натриевых минеральных ассоциаций под влиянием наложенных высокощелочных существенно калиевых растворов.

Настоящая работа выполнена при содействии Н. Г. Шумяцкой, А. В. Быковой (ИМГРЭ), А. С. Поваренных (ИГФМ АН УССР), А. М. Пановой (ВИМС), Ю. А. Малиновского (Институт кристаллографии АН СССР), Г. И. Дороховой (МГУ), которым авторы приносят глубокую благодарность.

Эталонные образцы изученных минералов переданы на хранение в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана АН СССР (Москва) и музей Геологического института Кольского филиала АН СССР (Апатиты).

Литература

- Боруцкий Б. Е., Соколова М. Н., Шлюкова З. В. (1978). Типоморфизм и условия образования минералов и минеральных ассоциаций в щелочных породах Хибинского массива. В кн.: Состав и структура минералов как показатели их генезиса. «Наука».
- Гафт М. Л., Горобец Б. С., Хомяков А. П. (1981). О природе люминесценции минералов титана и циркония. ДАН СССР, т. 260, № 5.
- Илюшин Г. Д., Пудовкина З. В., Воронков А. А. и др. (1981). Кристаллическая структура новой природной модификации $\text{K}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot \text{H}_2\text{O}$. ДАН СССР, т. 257, № 3.
- Таращан А. Н. (1978). Люминесценция минералов. Киев, «Наукова думка».
- Хомяков А. П. (1978). Типоморфизм минералов ультраагпаитовых пегматитов. В кн.: XI съезд Междунар. минерал. ас. Тез. докл., т. I, Новосибирск.
- Хомяков А. П. (1980). Новые минералы глубинных зон Ловозёрского и Хибинского массивов. В кн.: Геохимия. Минералогия: (Междунар. геол. конгр. XXVI сес. Докл. сов. геологов). «Наука».
- Хомяков А. П., Быкова А. В., Курова Т. А. (1981). Арктит $\text{Na}_2\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3\text{F}$ — новый минерал. ЗВМО, вып. 4.