

А. П. ХОМЯКОВ, А. А. ВОРОНКОВ

НОВЫЕ СИЛИКАТЫ ЦИРКОНИЯ В ЛОВОЗЕРСКОМ
И ХИБИНСКОМ МАССИВАХ

В настоящей статье приводится краткая характеристика двух новых минералов, обнаруженных одним из авторов (А. П. Хомяковым) в 1966 г. Минерал № 1 встречен в районе Умбозера (Ловозерский массив), минерал № 2 — в долине Гакмана (Хибинский массив). Рентгеноструктурное изучение их выполнено А. А. Воронковым.

Минерал № 1. При тщательном микроскопическом изучении келдышита (Герасимовский, 1962; Хомяков и др., 1969) среди его общей полисинтетически сдвойникованной массы снежно-белого цвета удалось обнаружить несколько однородных и совершенно прозрачных выделений диаметром до 1 мм, которые первоначально были приняты за монокристаллы келдышита. Основанием для этого послужила близость показателей преломления и плотности найденного минерала и келдышита. Однако рентгенографическое исследование прозрачных выделений методом порошка (табл. 1) показало, что в данном случае мы имеем дело с новой фазой, отличной от келдышита. Для этой фазы методом Лауэ была установлена триклинная сингония. Параметры решетки, полученные по рентгенограммам качания, имеют значения: $a_0=6,66\text{Å}$, $b_0=8,83\text{Å}$, $c_0=5,42\text{Å}$, $\alpha=92^\circ 45'$, $\beta=94^\circ 15'$, $\gamma=72^\circ 20'$. Пространственная группа P1. Отсутствие параметров решетки для келдышита не дает возможности установить степень структурного родства между этими двумя природными фазами.

Минерал № 1 бесцветный, оптически отрицательный, $2V=83^\circ$, $n_g=1,718$, $n_m=1,697$, $n_p=1,670$ *. Плотность, определенная микрометодом (В. Ф. Недобой), равна $3,2\pm 0,1$. Крайне ограниченное количество материала не позволило получить непосредственно данные о химическом составе минерала. Однако на основании некоторых косвенных признаков уже на предварительной стадии исследований предполагалось, что его состав можно считать близким или подобным составу келдышита $\text{Na}_2\text{ZrSi}_2\text{O}_7$. Это предположение удалось подтвердить на основе следующих данных:

1. Микроспектральным анализом, выполненным по нашей просьбе Н. В. Королевым (Государственный оптический институт), установлено, что минерал № 1 и келдышит характеризуются идентичным соотношением интенсивностей линий главных компонентов, в частности циркония и кремния.

2. Методами структурного анализа (Воронков и др., 1970) доказано, что элементарная ячейка рассматриваемого минерала содержит 2 атома

* Здесь и у минерала № 2 угол оптических осей измерен в коноскопе на столике Федорова (по расхождению гипербол), показатели преломления определены методом фокального сканирования.

Межплоскостные расстояния минерала № 1

<i>l</i>	<i>d</i> (Å)						
35	6,14	25	2,508	20	1,767	25	1,345
40	4,72	20	2,466	25	1,719	20	1,315
65	4,18	20	2,292	15	1,649	25	1,246
60	3,98	40	2,225	20	1,618	20	1,230
20	3,50	25	2,110	15	1,592	25	1,206
35	3,20	20	2,006	25	1,543	15	1,194
100	2,910	25	1,947	25	1,450	20	1,173
65	2,712	20	1,893	20	1,390	20	1,166
						25	1,161

циркония, 4 атома кремния, 4 атома натрия и 14 атомов кислорода, т. е. две «молекулы» $\text{Na}_2\text{ZrSi}_2\text{O}_7$.

3. Порошкограмма келдышита, прокаленного при 500—600° С, полностью идентична дебаеграмме минерала № 1, который, возможно, является его полиморфной высокотемпературной модификацией.

На основании изложенного минералу № 1 может быть приписана идеализированная формула $\text{Na}_2\text{ZrSi}_2\text{O}_7$.

Минерал № 2 входит в состав концентрически-зональных агрегатов (овоидов), образующих неравномерную вкрапленность в существенно эгриновых метасоматических породах. Внешняя зона овоидов, имеющих размеры от нескольких миллиметров до 2—3 см в диаметре, сложена эвдиалитом, а внутренняя — агрегатом циркона и минерала № 2. Этот минерал представлен зернами неправильной формы, размеры которых колеблются от субмикроскопических до 1—3 мм. Цвет палево-желтый, блеск матовый и жирный. Полупрозрачный. Плотность около 3,3. Оптически двухосный, отрицательный, $2V = 11^\circ$, $n_g \approx n_m = 1,715$, $n_p = 1,665$.

Таблица 2

Межплоскостные расстояния минерала № 2

<i>l</i>	<i>d</i> (Å)						
36	4,268	52	2,1325	64	1,6302	16	1,3489
32	4,151	32	2,0187	40	1,5945	12	1,3221
28	3,351	20	1,8012	16	1,5423	12	1,3141
68	2,946	20	1,7750	12	1,4792	20	1,3018
100	2,761	24	1,6881	48	1,3810	16	1,2913
12	2,3830	36	1,6638	12	1,3601	28	1,2672
						44	1,2517

По своей дебаеграмме (табл. 2) минерал № 2 не сопоставляется ни с одним из известных минералов. Монокристалльными методами (Лауз, качания и КФОР) установлено, что в первом приближении он обладает ромбоэдрической симметрией — клас $\bar{3}m$, параметры ячейки $a = 14,10\text{Å}$, $\alpha = 46^\circ 30'$. С большой долей вероятности реальная симметрия понижается до моноклинной или триклинной. Параметры решетки в этом случае имеют значения: $a_0 = 19,22\text{Å}$, $b_0 = 11,10\text{Å}$, $c_0 = 14,10\text{Å}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 116^\circ 30'$, $\gamma = 90^\circ$. По всем

трем осям существуют четко выраженные псевдопериоды: $a' = a/2, b' = b/2, c' = c/2$.

Ограниченное количество минерала не позволило произвести его полный химический анализ. Однако, исходя из особенностей парагенезиса (наличие в ассоциации эвдиалита и циркона), высокого светопреломления и удельного веса, можно было предполагать, что он, как и минерал № 1, представляет собой силикат циркония. В навеске 5,6 мг методом фотометрии пламени (Г. Н. Попова) было установлено, что он содержит 26,2 вес. % крупных катионов, главным образом калия (K_2O —23,5%, Na_2O —1,8%, CaO —0,9%), что близко соответствует теоретически вычисленному содержанию K_2O в минерале с предполагаемой формулой $K_2ZrSi_2O_7$ (27,9%).

В дальнейшем было установлено, что как порошкограмма, так и все монокристалльные снимки минерала № 2, включая развертки слоевых линий, совпадают с аналогичными рентгенограммами синтетической фазы $K_2ZrSi_2O_7$, полученной в Уральском политехническом институте им. С. М. Кирова (Полежаев, Чухланцев, 1969) и исследовавшейся в Институте кристаллографии АН СССР (Чернов и др., 1970). Практически одинаковыми оказались и параметры решетки обеих фаз (для синтетической фазы $a_0 = 19,10 \text{ \AA}$, $b_0 = 11,20 \text{ \AA}$, $c_0 = 14,26 \text{ \AA}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 116^\circ 30'$, $\gamma = 90^\circ$). Отсюда следует, что химический состав природного и искусственного соединений одинаков с точностью до возможных в природном минерале незначительных замещений. Таким образом, минералу № 2 можно приписать идеализированную формулу $K_2ZrSi_2O_7$ и выделить его в самостоятельный минеральный вид.

Находка двух новых охарактеризованных выше минералов дополняет сведения о формах концентрации циркония в массивах нефелиновых сиенитов.

Литература

- Воронков А. А., Шумяцкая Н. Г., Пятенко Ю. А. О кристаллической структуре новой природной модификации $Na_2ZrSi_2O_7$. — Ж. структ. хим., 1970, 11, № 5.
Герасимовский В. И. Келдышит — новый минерал. — Докл. АН СССР, 1962, 142, № 4.
Полежаев Ю. М., Чухланцев В. Г. Тройные соединения системы $K_2O-ZrO_2-SiO_2$. — Изв. АН СССР, Неорг. материалы, 1969, 5, № 10.
Хеомяков А. П., Казакова М. Е., Воронков А. А. Новые данные о келдышите. — Докл. АН СССР, 1969, 189, № 1.
Чернов А. Н., Чухланцев В. Г., Воронков А. А., Максимов Б. А., Илюхин В. В. О двух модификациях циркониевого диортосиликата калия. — Кристаллография, 1970, 15, № 2.