

Т. Н. ИВАНОВА, О. С. ФИЛИПЕНКО, В. Г. ФЕКЛИЧЕВ

О МИНЕРАЛОГИИ И КРИСТАЛЛОГРАФИИ ИСКУССТВЕННОГО
 α -СПОДУМЕНА И ГИДДЕНИТА

Искусственный α -сподумен и его разновидность — хромсодержащий сподумен — гидденит были получены путем гидротермального синтеза в Институте кристаллографии АН СССР (Кузнецов и др., 1970; Штернберг, 1968; Штернберг и др., 1972). Нами выполнено минералогическое и кристаллографическое исследование искусственного сподумена и гидденита.

Сподумен и гидденит состоят из сростков и отдельных пластинчато-призматических удлинённых по оси с кристаллов размером от долей мм до 1—2 мм в длину (рис. 1). В иммерсионном препарате под микроскопом отдельные зерна сподумена и гидденита представлены уплощенными по первому пинэксиду кристаллами, на которых видны грани форм, относящихся к основному призматическому поясу. При больших увеличениях в некоторых кристаллах сподумена наблюдаются редко встречающиеся твердые и газово-жидкие включения.

На оптическом гониометре ГД-1 было измерено 15 монокристаллов сподумена и гидденита. Из-за малых размеров измеряемых кристаллов (0,2—0,5 мм) и вицинальности граней качество сигналов от большинства граней не было удовлетворительным, поэтому точность измерения сфери-

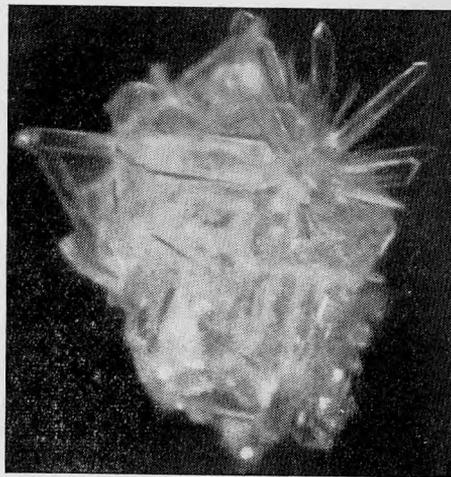
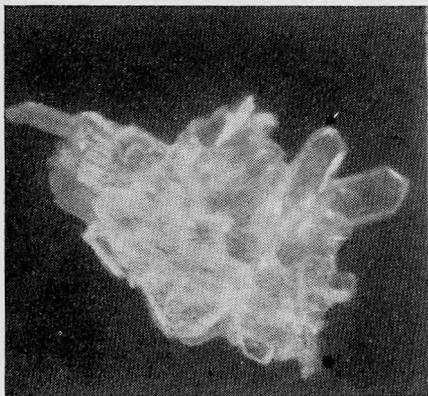


Рис. 1. Сростки искусственных кристаллов: а — сподумена, б — гидденита, увел. 20

ческих координат φ и φ' не превышала $30' - 1^\circ$. Юстировка кристаллов проводилась по зоне $[001]$. Гониометрическая установка была выбрана в соответствии с рентгеновской установкой для ячейки с указанными параметрами.

Плоскопризматический габитус кристаллов сподумена и гидденита (рис. 2) определяется хорошо развитыми гранями первого пинакоида и ромбической призмы $\{110\}$, узкие грани второго пинакоида иногда отсутствуют, третий пинакоид не наблюдается. Общими для сподумена и гидденита оказались также ромбические призмы зоны $[001]$. Призма

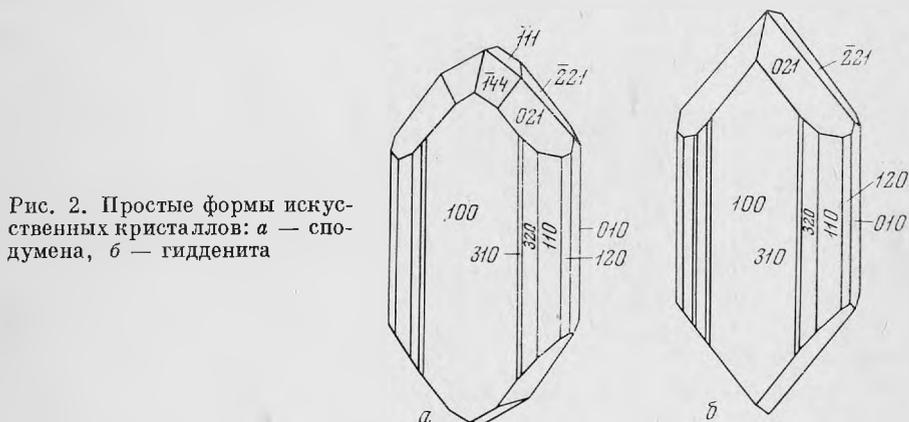


Рис. 2. Простые формы искусственных кристаллов: а — сподумена, б — гидденита

$\{110\}$ — характерна для всех, без исключения, кристаллов, далее по степени встречаемости следуют: $\{310\}$, $\{320\}$, $\{120\}$, $\{140\}$, $\{210\}$ (табл. 1).

Головки кристаллов сподумена обычно формируются поочередными комбинациями ромбических призм $\{021\}$ и $\{121\}$, $\{111\}$ и $\{144\}$, $\{121\}$ и $\{221\}$, $\{021\}$ и $\{111\}$ (рис. 2, а). Монокристаллы гидденита ограниваются в комбинации с гранями зоны $[001]$ ромбическими призмами $\{021\}$ и $\{221\}$ (рис. 2, б). Характерные для сподумена сочетания в одной комбинации ромбических призм $\{021\}$ и $\{121\}$, $\{111\}$ и $\{144\}$, $\{121\}$ и $\{221\}$, придают кристаллам псевдоромбический облик. Анализ стереографических проек-

Таблица 1

Результаты гониометрических измерений сподумена и гидденита

Символ грани	ρ измер.	φ измер.	ρ вычисл.	φ вычисл.
010	90°	0°	90°	0°
140	90°	13°	90°	$13^\circ 12'$
120	90°	$25^\circ 30'$	90°	$25^\circ 14'$
110	90°	$43^\circ 20'$	90°	$43^\circ 19'$
320	90°	56°	90°	$54^\circ 44'$
210	90°	62°	90°	$62^\circ 03'$
310	90°	$71^\circ 40'$	90°	$70^\circ 32'$
100	90°	90°	90°	90°
144	34°	$19^\circ 30'$	$33^\circ 30'$	$19^\circ 30'$
111	34°	$-19^\circ 30'$	$33^\circ 38'$	$-20^\circ 42'$
021	52°	17°	$52^\circ 45'$	$6^\circ 30'$
121	52°	-16°	$51^\circ 42'$	$-10^\circ 00'$
121	56°	34°	$57^\circ 32'$	$37^\circ 30'$
221	56°	-34°	$56^\circ 10'$	$-32^\circ 58'$

Межплоскостные расстояния искусственного сподумена

№ линии	d_{α}/n	I	№ линии	d_{α}/n	I
1	6,075	25	16	1,567	10
2	4,422	89	17	1,557	9
3	4,191	6	18	1,522	6
4	3,046	10	19	1,500	2
5	2,916	6	20	1,488	4
6	2,782	100	21	1,481	32
7	2,445	1	22	1,461	4
8	2,350	3	23	1,331	12
9	2,219	55	24	1,311	1
10	2,141	6	25	1,288	2
11	2,034	10	26	1,255	22
12	1,926	2	27	1,241	3
13	1,843	17	28	1,234	6
14	1,738	23	29	1,214	5
15	1,669	3			

Условия съемки: Си-излучение, Ni-фильтр.

ций позволил считать, что симметрия как сподумена, так и гидденита — $L_2PC(2/m)$.

Межплоскостные расстояния искусственного сподумена и гидденита, рассчитанные по дифрактограммам, снятым на дифрактометре TuRM62 не различаются. Результаты расчета для чистого сподумена приведены в табл. 2.

Физические свойства искусственного сподумена и гидденита незначительно отличаются от свойств природного сподумена (табл. 3).

Искусственный сподумен и гидденит ни в ультрафиолетовых лучах (λ — 365 μm), ни после облучения рентгеновскими лучами в течение 8 часов не люминесцировали.

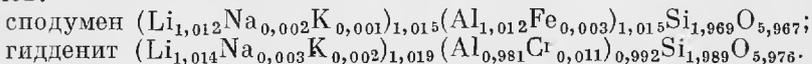
Определение параметров элементарной ячейки сподумена и гидденита проводилось на монокристаллах в одинаковых условиях. По результатам рентгеновских исследований параметры элементарных ячеек почти одинаковы, хотя наблюдается тенденция к увеличению параметров и объема элементарной ячейки у гидденита. Также следует отметить, что кристаллы гидденита имеют более совершенное (рентгеновски) строение.

На искусственно приготовленных аншлифах на полированной поверхности кристаллов сподумена и гидденита была измерена микротвердость и вычислен коэффициент анизотропии твердости (табл. 4).

Наибольшая величина микротвердости получилась на грани (100), а наименьшая — на срезе \perp оси c . Анизотропия твердости I рода (Лебедева, 1963) в пределах одной грани (100) выражена слабо, практически отсутствует, а анизотропия твердости II рода проявляется значительно, коэффициент анизотропии $K_{H_2} > 1,2$.

По химическим анализам сподумена и гидденита в них нет воды, а примеси Fe, Na, K достигают лишь незначительных количеств, которые могли присутствовать в реактивах, использованных для синтеза (табл. 5).

Содержание Cr в гиддените незначительно (0,5%). Анализы сподумена и гидденита пересчитывались на кристаллохимические формулы, по сумме катионов:



Физические свойства искусственного сподумена, гидденита и природного сподумена *

Константы	Светопреломление				Оптическая характеристика		Размеры элементарной ячейки					Удельный вес	
	n_g	n_p	n_m	$n_g - n_p$	$+2V, град$	$c:Ng, град$	$a_0, \text{Å}$	$b_0, \text{Å}$	$c_0, \text{Å}$	β	$V, \text{Å}^3$	измер.	вычисл.
Сподумен (бесцветный, прозрачный)	1,674	1,661	1,666	0,013	63	27	9,466	8,390	5,2184	110°10'	389,0386	3,146	3,163
Гидденит (голубовато-зеленый, прозрачный)	1,677	1,663	1,668	0,014	62	28	9,468	8,391	5,2193	110°11'	389,1928	3,155	3,168
Природный сподумен (Восточная Сибирь)	1,678	1,660	1,668	0,018	60—63	25	9,466	8,405	5,221	110°04'	390,1773	3,165	3,20

* Оптические свойства, измеренные на приборе ППМ-1 и на Федоровском столике, даны для желтого света с точностью $\pm 0,001$, 1° . Параметры элементарной ячейки искусственного сподумена и гидденита определялись В. И. Пономаревым на дифрактометре ДРОИ-1 с точностью $a, b_0 \pm 0,002$, $c_0 \pm 0,0005$, $\beta \pm 01'$. Удельный вес определен методом гидростатического взвешивания с точностью $\pm 0,005$.

Т а б л и ц а 4

Микротвердость (H , $\kappa\Gamma/мм^2$) и анизотропия твердости сподумена и гидденита*

Минерал	H на плоскости $\parallel (100)$				H на срезе \perp оси c		$H_{ср. (100)} - H_{ср. (\perp \text{ оси } c)}$	Коэффициент анизотропии II рода K_{H_2}
	диагонали отпечатка \parallel и \perp оси c	диагонали отпечатка под $\angle 45^\circ$ к оси c	$H_{ср.}$	по шкале Мооса	$H_{ср.}$	по шкале Мооса		
Сподумен	1172	1184	1178	7,4	956	6,9	222	1,232
Гидденит	1197	1210	1204	7,5	980	7,0	224	1,228

* Микротвердость измерялась на приборе ПМТ-3 с точностью $\pm 10 \kappa\Gamma/мм^2$. Нагрузка 100—150г, время выдержки нагрузки 5 сек.

Химический состав искусственного сподумена и гидденита

Компоненты	Сподумен			Гидденит		
	вес. %	атомное количество катионов	число атомов катионов	вес. %	атомное количество катионов	число атомов катионов
SiO ₂	63,80	1062	1,969	63,85	1063	1,989
Al ₂ O ₃	27,84	546	1,012	26,72	524	0,981
Fe ₂ O ₃	0,10	2	0,003	—	—	—
Cr ₂ O ₃	—	—	—	0,50	6	0,011
Na ₂ O	0,03	1	0,002	0,03	1	0,003
K ₂ O	0,02	0,4	0,001	0,04	0,8	0,002
Li ₂ O	8,15	546	1,012	8,10	542	1,014
H ₂ O ⁺	не обн.	—	—	не обн.	—	—
H ₂ O ⁻	то же	—	—	то же	—	—
С у м м а	99,94			99,24		

Аналитики В. А. Молева, Л. С. Абрамова, Г. Е. Калинин (определение щелочей)

Характерной особенностью искусственных сподуменов является псевдоромбический облик кристаллов. У α -сподумена и гидденита не развит третий пинакоид. У гидденита в сравнении со сподуменом несколько повышены показатели преломления, плотность и твердость. Дебаграммы искусственного сподумена и гидденита одинаковы, но по сравнению с дебаграммами природных сподуменов (Михеев, 1957) беднее линиями. Искусственный сподумен и гидденит отличаются от природных сподуменов полным отсутствием воды. Физические свойства и дебаграмма искусственного α -сподумена, изученного (Barren, White, 1951), сильно отличаются от полученных нами, а также от констант природных сподуменов. Вероятно, полученные ими образцы α -сподумена относятся к сильно железистой его разновидности.

Автор выражает благодарность А.А. Штернбергу и В. А. Кузнецову за предоставленные образцы и внимание к работе.

Литература

- Кузнецов В. А., Штернберг А. А., Иванова Т. К. Гидротермальная кристаллизация литиевых силикатов. Синтез сподумена.— В сб. «Исследование процессов кристаллизации в гидротермальных условиях». М., «Наука», 1970.
- Лебедева С. И. Определение микротвердости минералов. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Михеев В. И. Рентгенометрический определитель минералов. М., Госгеолтехиздат, 1957.
- Штернберг А. А. Экзоклав на 700° С и 3000 атм.— В сб. «Гидротермальный синтез кристаллов». М., «Наука», 1968.
- Штернберг А. А., Иванова Т. Н., Кузнецова В. А. Сподумен — минерал-профундометр. Докл. АН СССР, 1972, 202, № 1.
- Barren R. M., White E. A. D. The hydrothermal chemistry of silicates. Synthetic lithium aluminosilicates. — J. Chem. Soc., London, 1951, 1267.