

МИНЕРАЛОГИЯ

Б. Б. ЗВЯГИН и Е. И. НЕФЕДОВ

О КУКЕИТЕ

(Представлено академиком А. А. Полкановым 22 II 1954)

В одной из крупнейших жил пегматита на северо-западе СССР обнаружен кукеит в парагенезисе с липедолитом, литийсодержащим турмалином, микроклином, альбитом и кварцем. Кукеит образован за счет лепидолита, среди крупных пластин которого он находится в виде сплошных мономинеральных выделений неправильной формы, размером до $3 \times 4 \times 5$ см.

Микроскопическое исследование агрегатов кукеита показало, что они состоят из изометричных, ксеноморфных зерен, размером около 0,1 мм в диаметре, и совершенно не содержат примеси других минералов.

Цвет кукеита в куске серо-зеленый, цвет порошка белый; удельный вес 2,58; твердость 3,5. Не плавкий. Спайность весьма совершенная, слюдистая.

Оптически двуосный, $+2V = 55^\circ$. $N_g \perp$ к плоскости спайности. $N_p = 1,575 \pm 0,002$; $N_m = 1,584 \pm 0,002$; $N_g = 1,600 \pm 0,002$; $N_g - N_p = 0,025$.

По кривой нагревания минерала (В. П. Иванова) наблюдается эндотермический эффект от 400 до 530° , переходящий в интенсивный, также эндотермический эффект, заканчивающийся при 620° . При 850° установлена экзотермическая реакция (см. рис. 1).

Обезвоживание минерала (В. П. Иванова) при помощи термическo-весовой установки показало, что до 440° потери веса минерала не происходит. Выделение воды фиксируется в интервале $440-460^\circ$ в количестве 1% и от 540 до 700° 12% от навески минерала.

В табл. 1 приведены результаты химического анализа исследованного кукеита (М. М. Стукалова), которые пересчитаны с учетом приводимых ниже структурных данных для вывода его структурной формулы (метод пересчета см. (1)).

Спектральный анализ минерала показал, помимо элементов, указанных в химическом анализе, незначительную примесь бериллия, цинка и меди.

В табл. 2 приводятся результаты исследования порошкограммы кукеита, произведенного Г. А. Ковалевым. Технические условия опыта:

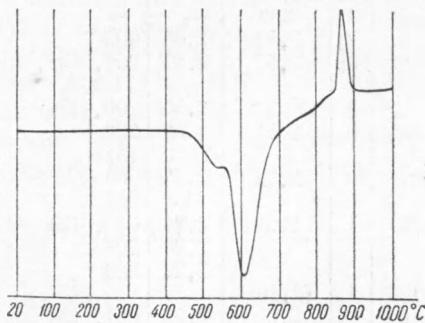


Рис. 1

Таблица 1

	Вес, %	Молек. колич.	Соответств. колич. катионов и групп (ОН)	Валентн. катионов	Колич. катионов и групп (ОН) при суммарн. валентности катионов 28
SiO ₂	33,31	0,555	0,555	2,220	3,0
TiO ₂	сл.	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	44,16	0,443	0,866	2,598	4,66
Fe ₂ O ₃	1,72	0,011	0,022	0,066	0,12
FeO	1,69	0,024	0,024	0,048	0,13
MnO	0,18	0,003	0,003	0,006	0,016
CaO	нет	—	—	—	—
MgO	0,37	0,009	0,009	0,018	0,05
K ₂ O	0,67	0,007	0,014	0,014	0,08
Na ₂ O	0,70	0,011	0,022	0,022	0,12
Li ₂ O	3,40	0,110	0,220	0,220	1,20
Итого. . .				5,212	
F	нет	нет			
H ₂ O	13,19	0,732	1,464		8,00
H ₂ O гигр.	0,46	—	—	—	—
Сумма. . .	99,85				

Таблица 2

№№ линий	<i>l</i>	<i>d</i> _{рент}	<i>d</i> _{выч}	<i>hkl</i>	№№ линий	<i>l</i>	<i>d</i> _{рент}	<i>d</i> _{выч}	<i>hkl</i>
1	5	6,9	7,05	002	19	8*	[1,69]	1,65	137
2	7	4,67	4,72	003				1,62	206
3	4	4,48	4,47	020, 110	20	4	1,528	1,57	009
4	2	3,88						1,52	137
5	9	3,52	3,54	004	21	9*	1,491	1,49	060, 331, 138
6	1	(3,35)	—					1,48	330, 332, 207
7	1	3,11	—		22	2	1,456	1,46	062, 333
8	[7]	2,81	2,83	005				1,45	331
9	[9]	2,57	2,57	201, 130, 131, 202				1,44	209
			2,55	200, 131	23	4*	1,419	1,42	063
10	8	2,51	2,52	202				1,41	0, 0, 10, 332
			2,50	131	24	3	1,374	1,37	064
11	10	2,32	2,36	006				1,36	208, 333
			230	202	25	7	1,299	1,30	139, 334
12	1	2,22	2,24	040, 133				1,29	0, 0, 11, 260
			2,23	204	26	3	1,253	1,28	400, 262
			2,22	220				1,26	209, 066, 337
13	1	(2,16)						1,25	335
14	3	2,02	2,02	007, 134	27	4	1,231	1,24	170
15	8	1,96	1,98	135, 135				1,23	350, 420
			1,94	204	28	1	1,113	1,12	080
16	1	1,86	1,87	206				1,11	440
			1,84	135	29	3	1,101	1,09	0, 0, 13, 2, 0, 11, 3, 3, 10
17	2	[1,80]	1,77	008				1,08	069
18	4	1,69	1,69	150, 240	30	2	1,072	1,07	338
			1,68	136	31	4	1,024	1,02	370, 280
			1,67	310				1,01	0, 0, 14

Примечания. * Размытые линии, промеренные в наиболее интенсивной части; () беталинии; [] предполагаемое наложение бета- и альфа-линий.

Fe — антикатод, $D = 57,3$ мм, $d = 0,5$ мм; 35 кв, 12 ма, экспозиция 5 часов. В графе $d_{\text{выч}}$ приведены результаты отражений от плоских сеток, указанных в графе hkl , вычисленные Б. Б. Звягиным по параметрам элементарной ячейки на основании электронографических исследований.

Электронографическое исследование кукеита проводилось на электронографе ЭМ-4 конструкции ГОИ.

Благодаря совершенной слюдоподобной спайности кукеита вдоль плоскостей (001), обуславливающей тонкопластинчатую форму частиц, препараты кукеита являются текстурированными поликристаллами, в которых отдельные кристаллики параллельны друг другу своими плоскостями (001) при произвольной ориентировке кристаллографических направлений этих плоскостей.

Анализ электронограмм, полученных от этих препаратов, показал, что кукеит обладает моноклинной решеткой, характеризующейся следующей элементарной ячейкой: $a = 5,17 \pm 0,02kX$; $b = 8,94 \pm 0,01kX$, $c = 14,3 \pm 0,4kX$; $\beta = 98^\circ 45' \pm 30'$.

Рентгеноструктурным анализом, согласно ⁽⁵⁾, получены для элементарной ячейки кукеита значения $a = 5,13kX$, $b = 8,93kX$, $c \sin \beta = 28,30kX$, $\beta \sim 90^\circ$, $Z = 4$.

Отметим, что рефлексы 1-го эллипса в электронограммах кукеита не были различимы в отдельности. В соответствии с ⁽⁴⁾ это указывает на то, что строгой повторяемости слоев в направлении оси C для его структуры нет, а существует лишь приблизительная повторяемость. Полученное на основании промера расположения рефлексов 2-го и 5-го эллипсов значение C характеризует минимальный период, соответствующий лишь одному слоевому пакету*. Таким образом, в основных чертах результаты рентгеновского и электронографического исследований согласуются. Имеются лишь небольшие различия для периода a и, кроме того, для исследованного нами кукеита не подтвердилась повторяемость в направлении оси C с периодом в два слоевых пакета. В обоих случаях полученные величины, в особенности значение минимального периода C , свидетельствуют о том, что кукеит обладает структурой хлоритового типа, построенной из слоевых пакетов, состоящих из одного слюдоподобного и одного брусито-гидраргиллитоподобного слоев.

На основании данных химического анализа для кукеита была выделена предельная структурная формула $\text{LiAl}_4\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_8$, которая соответствует предельной структуре из чередующихся отрицательно заряженных мусковитоподобных слоев: $[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{20}(\text{OH})]^{-1}$ и положительно заряженных гидраргиллитоподобных слоев: $[\text{LiAl}_2(\text{OH})_6]^{+1}$.

Структурная формула исследованного кукеита, рассчитанная на основании приведенного выше химического анализа, имеет вид:



Число молекул Z в элементарной ячейке, вычисленное по значениям объема элементарной ячейки $v = abc \sin \beta$ молекулярного веса M , соответствующего выведенной структурной формуле, и удельного веса $\rho = 2,58$ г/см³ (согласно определению М. М. Стукаловой) оказалось равным

$$Z = \frac{\rho v}{M} = 1,93 \simeq 2.$$

* Под слоевым пакетом мы понимаем группу слоев различного типа, повторяемость которой образует решетку.

Равенство Z почти в точности целому числу говорит о полном согласии полученных независимо друг от друга результатов химического анализа, определения удельного веса и электронографического исследования кукеита и подтверждает их справедливость.

Всесоюзный научно-исследовательский
геологический институт
Ленинград

Поступило
7 XII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ М. Ф. Викулова, Б. Б. Звягин, И. В. Иогансен, В. И. Михеев, Тр. ВСЕГЕИ, Матер. по геол. Европ. части СССР, 1952. ² А. И. Гинзбург, О литиевом хлорите-кукеите, ДАН, **90**, № 5, 871 (1953). ³ Б. Б. Звягин, ДАН, **86**, № 1, 149 (1952). ⁴ Б. Б. Звягин, Сборн. ВСЕГЕИ, посвященный XIX съезду КПСС. ⁵ A. Bramhal, J. G. C. Leech, F. A. Bannister, Min. Mag., **24**, N 157, 507 (1937).