

МИНЕРАЛОГИЯ

А. И. ГИНЗБУРГ

О ЛИТИЕВОМ ХЛОРИТЕ — КУКЕИТЕ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 28 III 1953)

В лепидолитовых пегматитах на последних стадиях процесса иногда развивается характерный кварц-слюдистый агрегат, замещающий различные силикаты и состоящий из мельчайших зерен кварца и своеобразной литийсодержащей слюдки. Такую слюдку, развивающуюся по рубеллиту, сподумену, петалиту, лепидолиту, реже микроклину, в литературе обычно называют кукеитом; часто ее ошибочно рассматривают как литиевый аналог жильбертита или серицита. Подобные образования широко распространены в пегматитах Калбинского хребта, Липовки на Урале, в некоторых месторождениях Восточного Забайкалья; за рубежом они описаны из пегматитов штата Мэн, США (2), месторождений Варутреск в Швеции (3), Добра Вода в Чехословакии (4) и некоторых других. В редких случаях они появляются и в типично гидротермальных месторождениях.

Кукеиты встречаются всегда в тесном парагенезисе с поздним кварцем (образующим агрегат мелких, хорошо образованных прозрачных кристалликов) и представлены обычно сильно изогнутыми веерообразно расходящимися чешуйками с характерным облачным погасанием или же типичными сферолитами, размер которых варьирует от долей миллиметра до 3—4 мм в диаметре. Окраска их чаще всего белая, реже слегка розовая или зеленоватая, блеск — весьма характерный, перламутровый или шелковистый.

Кукеиты отличаются рядом характерных особенностей, которые заставляют рассматривать их как своеобразные литиевые хлориты.

1) Оптический знак их положительный,  $N_g - N_p$  у кукеита значительно ниже, чем у слюд, и не превышает 0,017—0,020.

Таблица 1

Показатели преломления кукеита

Месторождение	$N_p$	$N_m$	$N_g$	$N_g - N_p$
Букфильд, шт. Мэн, США . . . . .	1,576	—	1,597	0,021
Добра Вода, Чехословакия . . . . .	—	1,585	—	—
Урал, Липовка . . . . .	1,573	1,579	1,590	0,017
Калбинский хребет . . . . .	1,572	—	1,589	0,017
Варутреск, Швеция (по турмалину)	1,565	—	1,595	0,030
Варутреск, Швеция (по сподумену)	1,553	—	1,567	0,014

Широкие колебания оптических свойств обусловлены преимущественно тем, что кукеиты часто бывают изменены — гидратированы и превращены в своего рода «гидрокукеиты». Этот процесс протекает постепенно и приводит к уменьшению показателей преломления, а также к снижению  $N_g - N_p$  (1).

2) Кривые нагревания, полученные в лаборатории Института геологических наук АН СССР, показали наличие у кукеитов двух весьма характерных остановок: широкой эндотермической, начинающейся при 490—520°, с максимумом при 580—650°, и одной экзотермической, начинающейся при 820—870° (см. рис. 1). Как показала кривая обезвожива-

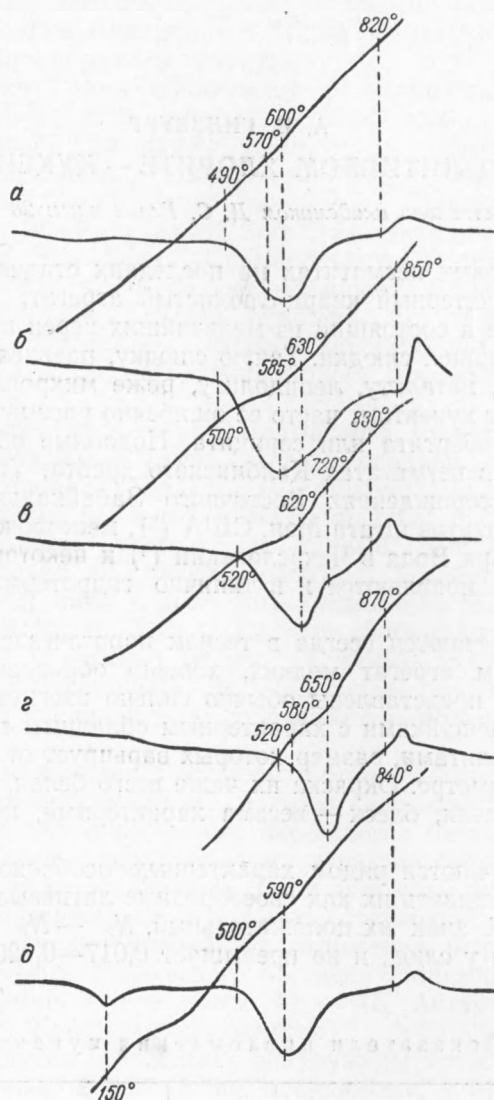


Рис. 1. Кривые нагревания кукеита. а, б, в, г — кукеиты из Калбинского хребта, д — кукеит со Среднего Урала (Липовка); б — кукеит, замещающий рубеллит, в, г — кукеит, образующийся по петалиту

ния, остановка при 580—650° связана с выделением воды, происходящим примерно в интервале 150° (от 500 до 650°). У гидратированного кукеита появляется еще одна эндотермическая остановка при 150°, вызванная удалением низкотемпературной воды (рис. 1, д). Приведенные кривые нагревания напоминают кривые хлоритов. Однако они отличаются отсутствием второго эндотермического эффекта при 730°, который у некоторых групп хлоритов бывает слабо развит.

3) Рентгенограммы кукеитов, снятые С. И. Берхин, приближаются к рентгенограммам хлоритов (см. табл. 2). Однако почти все межплоскост-

ные расстояния у кукеита несколько меньше, чем соответствующие у Fe—Mg-хлоритов и амезита. У гидратированного кукеита из Липовки все межплоскостные расстояния увеличены по сравнению с кукеитом Калбинского хребта, и по некоторым своим линиям он приближается к каолиниту (линии с  $d$ : 7,11—7,15; 3,58—3,61; 2,57—2,60; 2,34—2,35; 1,49—1,51).

Таблица 2

Межплоскостные расстояния кукеита, некоторых хлоритов и каолинита

Хлорит		Хлорит		Амезит		Кукеит		Кукеит гидрат.		Каолинит	
$l$	$d, \text{Å}$	$l$	$d, \text{Å}$	$l$	$d, \text{Å}$	$l$	$d, \text{Å}$	$l$	$d, \text{Å}$	$l$	$d, \text{Å}$
10	13,85	8	13,68	—	—	средн.	13,35	—	—	—	—
8	7,01	10	6,94	8	6,93	"	6,81	сред.	7,11	о. сил.	7,15
—	—	1	5,18	—	—	слаб.	5,01	—	—	—	—
8	4,68	9	4,64	—	—	сильн.	4,57	сил.	4,76	о. сил.	4,46
—	—	—	—	—	—	слаб.	4,32	—	—	сильн.	4,17
3	3,91	1	3,87	3	3,83	"	3,78	слаб.	3,92	средн.	3,86
8	3,53	10	3,51	10	3,47	о. сил.	3,42	сильн.	3,58	о. сил.	3,61
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	слаб.	3,36
$1/2$	3,11	$1/2$	3,08	—	—	о. слаб.	3,04	—	—	о. слаб.	3,09
6	2,83	6	2,82	1	2,73	сильн.	2,75	ср. сил.	2,85	"	2,78
5	2,65	$1/2$	2,68	2	2,60	—	—	средн.	2,60	сильн.	2,57
6 ш.	2,55	6 ш.	2,54	6	2,47	ср. сил.	2,45	"	2,58	"	2,50
—	—	1	2,37	3	2,32	—	—	ср. сил.	2,34	о. сил.	2,35
$1/2$	2,24	2	2,25	3	2,11	—	—	—	—	сильн.	2,25
—	—	1	2,06	—	—	—	—	слаб.	2,04	о. сл.	2,20
4	2,02	—	—	1	2,00	—	—	—	—	сред.	2,00
—	—	9	1,99	7	1,92	слаб.	1,96	сред.	1,98	слаб.	1,95
1	1,74	3	1,81	4	1,75	о. сл.	1,76	—	—	"	1,80
1	1,70	2	1,69	1	1,68	слаб.	1,67	слаб.	1,70	о. сил.	1,67
1	1,67	1	1,65	3	1,60	средн.	1,60	сред.	1,65	сред.	1,62
—	—	7	1,56	—	—	—	—	о. слаб.	1,58	о. сл.	1,59
9 ш.	1,54	8	1,54	5	1,53	—	—	—	—	сл.	1,54
2	1,50	3	1,50	1	1,50	слаб.	1,51	ср. сил.	1,51	сильн.	1,49
$1/2$	1,47	1	1,46	4	1,46	средн.	1,46	о. сл.	1,43	о. сл.	1,46
1	1,42	3	1,41	—	—	—	1,38	—	—	"	1,38
—	—	9	1,38	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1,32	$1/2$	1,34	4	1,34	—	—	ср. слаб.	1,32	—	—
2	1,30	3	1,31	3	1,30	ср. сл.	1,29	о. о. сл.	1,23	—	—

Как видно из табл. 2, кукеит, особенно его гидратированная разность, занимает промежуточное положение между хлоритами и каолинитом. Характерно, что и по размерам элементарной ячейки он приближается к минералам группы каолинита, в частности, к накриту.

Таблица 3

Размеры элементарных ячеек у минералов группы хлорита и каолинита

	$a_0$	$b_0$	$c_0$	$\beta$
Антигорит	5,3	9,24	29,0	91°4'
Пеннин . .	5,2—5,3	9,2—9,3	28,6	96°50'
Амезит . .	5,30	9,20	—	—
Кукеит . .	5,13	8,93	28,3	90°
Каолинит . .	5,14	8,90	29,02	100°12'
Накрит . .	5,16	8,93	28,66	91°43'

Химические анализы двух образцов кукеита из Калбинского хребта и Урала (Липовка), произведенные Н. В. Воронковой, представлены в табл. 4, где приведены и имеющиеся в литературе анализы этого минерала. При пересчете анализов на структурные формулы из расчета наличия в них 18 атомов кислорода получают следующие данные:

Калбинский хребет (Li, Mg)<sub>1,19</sub>Al<sub>3,70</sub>[Si<sub>2,88</sub>Al<sub>1,12</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub> · 0,3H<sub>2</sub>O

Липовка, Урал (Li, Mg)<sub>1,23</sub>Al<sub>3,22</sub>[Si<sub>2,61</sub>Al<sub>1,38</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub>

Геброн, Мэн, США (Li, Na)<sub>1,29</sub>Al<sub>3,75</sub>[Si<sub>3,08</sub>Al<sub>0,92</sub>O<sub>10</sub>](OH, F)<sub>8</sub>

Букфильд, Мэн, США (Li, Na)<sub>1,30</sub>Al<sub>3,56</sub>[Si<sub>2,87</sub>Al<sub>1,13</sub>O<sub>10</sub>](OH, F)<sub>8</sub> · 0,2H<sub>2</sub>O

Варутреск, Швеция (Li, Na)<sub>1,61</sub>Al<sub>3,72</sub>[Si<sub>3,23</sub>Al<sub>0,77</sub>O<sub>10</sub>](OH, F, O)<sub>8</sub>.

Как видно, только для одного анализа (месторождение Геброн) сумма катионов Li и Al составляет 5, во всех остальных случаях она отклоняется от 5 и варьирует от 4,3 до 5,3. Поэтому приводимая Г. Штрунцем структурная формула кукеита LiAl<sub>4</sub>[Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub> может рассматриваться только как приближенная. Измененный кукеит из Варутреска по своему составу занимает промежуточное положение между собственно кукеитом LiAl<sub>4</sub>[Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub> и каолинитом Al<sub>4</sub>[Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>](OH)<sub>8</sub> (см. табл. 4).

Таблица 4

Химический состав кукеита (в %)

Окислы	Калбинский хр., СССР. Анал. Н. В. Воронкова, 1951	Липовка, СССР. Анал. Н. В. Воронкова, 1951	Геброн США. Бруш, 1886	Букфильд, США. К. Лэндес 1925	Варутреск, Швеция. П. Квенсел, 1937	Варутреск, Швеция. П. Квенсел, 1937
SiO <sub>2</sub>	33,40	35,49	34,93	34,81	35,25	38,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	47,47	44,36	44,91	45,90	42,58	43,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	нет	0,12	—	0,72	0,25	0,08
FeO	0,71	0,24	—	—	0,70	0,07
MnO	следы	следы	—	—	0,06	0,03
CaO	0,45	0,26	—	следы	0,51	0,36
MgO	0,20	1,32	—	—	0,59	0,04
Li <sub>2</sub> O	3,12	2,74	2,82	3,59	0,80	4,33
Na <sub>2</sub> O	0,09	1,12	2,41	0,52	0,00	0,42
K <sub>2</sub> O		0,14			1,48	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	14,98	13,84	13,79	14,87	13,84	12,46
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,23	0,55	—	—	3,59	0,16
F	следы	—	0,47	0,13	0,34	0,33
Сумма O = F	100,65	100,28	99,49	100,54	100,00	99,84

Таким образом, кукеиты представляют собой своеобразные алюминиово-литиевые хлориты, в которых роль катиона R<sup>1</sup> в шестерной координации играет не Mg и Fe, а LiAl, т. е. мы имеем дело с обычным для всех литиевых минералов гетеровалентным изоморфизмом, при котором Mg<sub>2</sub> замещается на LiAl. Алюминиово-литиевые хлориты — кукеиты — образуются в литиевых пегматитах на поздних стадиях развития гидротермального процесса в результате изменения литиевых силикатов (сподумена, петалита, литиевого турмалина, лепидолита) аналогично тому, как обычные Mg — Fe-хлориты развиваются по пироксенам, биотиту, кордиериту и другим Mg — Fe-минералам.

Минералогический музей  
Академии наук СССР

Поступило  
25 III 1953

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> А. И. Гинзбург, Тр. Минер. музея АН СССР, в. 1 (1949). <sup>2</sup> K. Landes, Am. Mineralogist, № 10 (1925). <sup>3</sup> P. Quensel, Geol. Fören. Förhandl. Stockh., 59 (1937). <sup>4</sup> J. Sekanina, Vestnik stath. geolog. Ustavu republ. Cehoslovenske, 21 (1946).