

**ХУАНХИТ — НОВЫЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЙ МИНЕРАЛ\***

Е. И. Семенов

*(Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов АН СССР)*

Чжан Пэй-шань (张培善)

*(Институт геологических наук АН Китая)*

Новый фторкарбонат цериевых земель и бария — хуанхит (Huanghoite) изучен авторами в Китайской Народной Республике в составе совместной геологической экспедиции Академий Наук Китая и СССР. Минерал назван по великой китайской реке Хуанхэ, близ которой он был обнаружен.

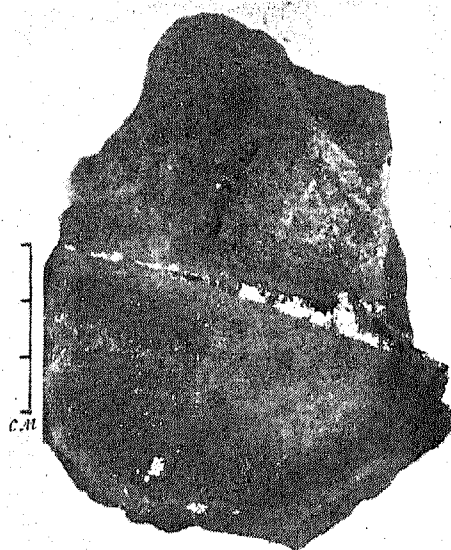


Рис. 1. Прожилки хуанхита и кальцита, секущий эгириновые породы,  $\times 1/2$ .

Минерал обычно образует пластничатые выделения размером до  $10 \times 5 \times 1$  см (рис. 1). Цвет медово-желтый, желтовато-зеленый. Полупрозрачен; блеск жирный; излом неровный. Спайность по (0001). Микротвердость  $411 \text{ кг/мм}^2$  (около 4,7 по шкале Мооса). Удельный вес 4,67—4,51. Оптически одноосный, отрицательный.  $N_o = 1,765$ ,  $N_e = 1,603$ ,  $N_o - N_e = 0,162$ . Слабый плеохроизм в зеленовато-желтых тонах. Р. Ф.

\* Данная статья была опубликована в "Научный вестник" ("Кэсюэгуанбао"), вып. 6, 1961.

Матвеева (Институт кристаллографии АН СССР) определила гексагональную симметрию хуанхита;  $a_0 = 5,1 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 19,6 \text{ \AA}$ ,  $c_0/a_0 = 3,84$ . Объем ячейки  $v = 440 \text{ \AA}^3$ . Обычно псевдопериод по  $c_0/2 = 9,8 \text{ \AA}$ .

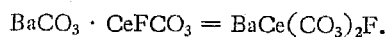
Дебаеграмма минерала приведена в табл. 1.

Таблица 1

Дебаеграмма хуанхита и его продуктов изменения  
(Аналитик Ю. А. Пятенко)

№	Хуанхит		Продукты прокаливания					
	$l$	$d$	$l$	$d$	$hkl$ I фаза	$a_0$ I фаза	$hkl$ II фаза	$a_0$ II фаза
1	7	3,91	2	3,59	—	—	111	6,22
2	10	3,21	10	3,20	111	5,54	—	—
3	7	2,50	3,5	2,75	200	5,50	210	6,15
4	9	2,01	4	2,19	—	—	220	6,19
5	10	1,937	9	1,95	220	5,51	310	6,17
6	4	1,759	3	1,87	—	—	311	6,20
7	7	1,616	8	1,67	311	5,54	321	6,25
8	7	1,557	1	1,598	222	5,54	—	—
9	7	1,335	2	1,421	—	—	331	6,19
10	6	1,325	2,5	1,381	400	5,52	420	6,18
11	5	1,252	3	1,267	331	5,52	422	6,21
12	3	1,201	2	1,238	420	5,54	500	6,19
13	5	1,176	2	1,193	—	—	511	6,20
14	3	1,157	2,5	1,130	420	5,54	521	6,19
15	6	1,083	3	1,065	511	5,53	530	6,21
16	—	—	2	1,048	—	—	531	6,20
17	—	—	2	0,979	440	5,54	620	6,19
18	—	—	3	0,935	531	5,53	622	6,20
19	—	—	1,5	0,925	600	5,54	630	6,19

Результаты химических анализов приведены в табл. 2. Эти анализы близки к теоретическому составу, вычисленному по формуле



Молекулярный вес  $M = 416,5$ . Количество молекул  $Z = 3$ . Хуанхит, повидимому, является селективным цериевым минералом с очень небольшим содержанием тяжелых лантаноидов (табл. 3). Редкие земли частично замещаются торием, а барий — стронцием. Спектральным анализом дополнительно установлено присутствие Ti, Zr (0,00 n%).

В кислотах (HCl) хуанхит бурно растворяется.

На кривой нагревания хуанхита (рис. 2), полученной в лаборатории А. И. Цветкова (ИГЕМ СССР), обнаруживаются три эндотермических остановки:

в интервалах 400—470°; 620—680° и 760—800°. Как показывает расположенная ниже кривая потери веса, наиболее резкая и крупная потеря происходит во время второй остановки.

Таблица 2

Результаты химических анализов хуанхита и кордилита

Компоненты	Хуанхит					Кордилит, Южн. Грен- ландия
	теоретич. состав весов, %	Образец 1		обр. 2 весов, %	обр. 3 (выветрелый) весов, %	
		весов, %	атомн. к-ва			
BaO	36,84	36,46	0,238	36,14	15,11	17,30
CaO	—	—	—	—	5,65	1,91
TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39,39	38,40	0,234	37,35	41,70	49,39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	7,70	1,43
ThO <sub>2</sub>	—	—	—	—	1,50	0,30
CO <sub>2</sub>	21,13	20,90	0,475	18,90	14,00	23,47
H <sub>2</sub> O	—	0,93	—	—	4,54	0,80
нераств. остаток	—	—	—	—	6,61	2,58
F	4,56	4,00	0,211	3,45	5,43	4,87
— O = F <sub>2</sub>	1,92	1,68	—	—	2,20	2,05
Сумма	100,00	99,01			100,04	100,00
Аналитик	—	В. Клигина		А. В. Быкова		Мауцелиус

Продуктом прокаливания хуанхита, как обнаруживается при рентгено-структурном исследовании (Ю. А. Пятенко), является, в основном, кубическая фаза флюоритового структурного типа с размером элементарной ячейки  $a_0 = 5,54 \text{ \AA}$ .

Таблица 3

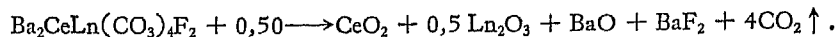
Состав TR хуанхита

(по данным рентгено-спектральных анализов Р. Л. Баринского)

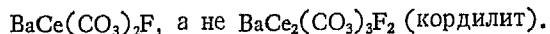
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
обр. 1	22	49,8	6,4	20	1	0,1	0,5	—	0,2	—	—	—	—	—
обр. 2	24	46,9	6	19	1,4	0,2	1,2	0,2	0,2	—	0,4	—	0,5	—

Эту фазу, повидимому, образуют окислы редких земель ( $\text{CeO}_2 + \text{Ln}_2\text{O}_3$ ), возможно, в твердом растворе с BaO ( $\text{CeO}_2$  имеет  $a_0 = 5,42 \text{ \AA}$ ;  $\text{CeO}_2 + \text{Ln}_2\text{O}_3 = 5,54 \text{ \AA}$ ; BaO =  $5,542 \text{ \AA}$ ). Другой, второстепенной фазой является также кубическая фаза с  $a_0 = 6,21 \text{ \AA}$  (табл. 1). Этой фазой, повидимому, является фторид бария  $\text{BaF}_2$ , имеющий, по данным справочников,  $a_0 = 6,196 \text{ \AA}$ . Таким образом, при нагревании хуанхита происходит

термическая диссоциация минерала с удалением углекислоты и окисление церия, вероятно, происходит по формуле:



По своему качественному химическому составу и свойствам к хуанхиту близок кордилит—минерал, установленный Г. Флинком в 1901 г. в щелочных пегматитах Южн. Гренландии и с тех пор нигде более не встреченный. Однако хуанхит резко отличается от кордилита соотношением главных компонентов (табл. 2) и имеет иную формулу:



Для кордилита, по сравнению с хуанхитом, приводятся меньший удельный вес (4,31) и меньшие показатели преломления ( $n_o = 1,764$ ,  $n_e = 1,577$ ) и иные параметры ( $d_0 = 5,10$ ;  $c_0 = 23,09 \text{ \AA}$ ).

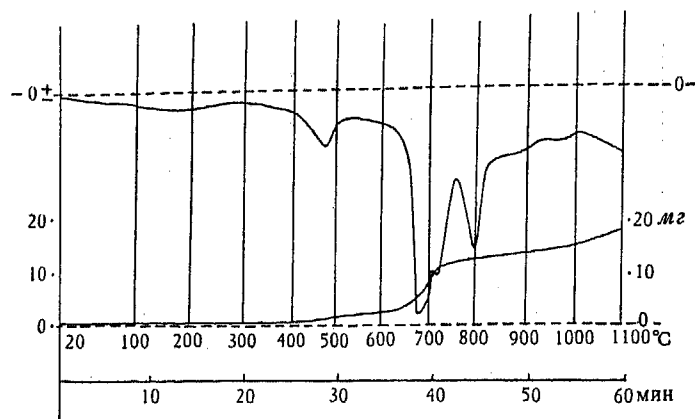


Рис. 2. Кривые нагрева и потери веса хуанхита.

В отношении химического состава хуанхит  $\text{BaCO}_3 \cdot \text{CeFCO}_3$  является своеобразным “бариевым синхизитом”, а кордилит  $\text{BaCO}_3 \cdot 2\text{CeFCO}_3$ — “бариевым паризитом”. Вероятны и более широкие вариации соотношения бария и церия в ряду фторкарбонатов этих элементов, подобно хорошо изученному ряду бастнезит-паризит-рентгенит-синхизит.

Хуанхит пользуется довольно широким распространением в гидротермальном месторождениях, генетически связанном с щелочными граносиенитами, а также в гидротермально переработанных вмещающих доломитах. Он ассоциирует с эгирином, флюоритом, магнетитом, гематитом, монацитом, бастнезитом, паризитом, эшинитом и др. Иногда встречаются симплектитовые сростания бастнезита и барита в псевдоморфозах по неизвестному минералу, вероятно, хуанхиту. В таком случае бастнезит и барит могут быть продуктами эндогенного распада хуанхита.

В поверхностных условиях хуанхит неустойчив. Он легко замещается желтыми и бурыми охрами бастнезита. Результаты химического анализа сильно выветрелого хуанхита приведены в табл. 2. Как показывает этот анализ, при выветривании происходит интенсивный вынос бария.

#### Литература

- [ 1 ] Flink, G. 1901 *Meddeleser om Grönland*, **24**, 42—49.
- [ 2 ] Böggild, O. B. 1906 *Meddeleser om Grönland*, **33**, 101—103.
- [ 3 ] Oftedal, I. 1931 *Zeits. Krist*, **79**, 437—464.
- [ 4 ] Donney, G. & Donney, J. D. H. 1955 *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **66** (12) 1955, pt. 2.