

А. Г. БУЛАХ, В. В. КОНДРАТЬЕВА и Е. Н. БАРАНОВА

**КАРБОЦЕРНАИТ — НОВЫЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЙ КАРБОНАТ**

В составе промышленно важной, но сравнительно мало изученной группы карбонатов редких земель в настоящее время установлены минералы двух классов: фтор- и гидроксил-карбонаты и водные нормальные карбонаты смешанного типа (Дэна, 1953). Наиболее многочисленны и относительно хорошо изучены представители первого класса — паризит, бастнезит, бурбанкит и другие тригональные и гексагональные минералы, в меньшей степени — анкилит и прочие ромбические карбонаты. В классе же нормальных водных карбонатов редких земель пока установлены только два минерала — лантанит и калькинсит.

В 1957 г. в массиве Вуори-Ярви (Кольский полуостров) был обнаружен карбонат редких земель, условно описанный под названием «амба-тоаринит» (Козырева, Ильинский, 1959). Как показало последующее минералогическое (А. Г. Булах), рентгенометрическое (В. В. Кондратьева) и химическое (Е. Н. Баранова) исследование, произведенное на материале, собранном Л. В. Козыревой и Г. А. Ильинским, этот минерал является новым, неизвестным в литературе и, вероятно, относится к самостоятельному классу редкоземельных карбонатов. По главным химическим компонентам (С, Се, Na) он получил название «карбоцернаит» (carbocerinite). Ниже приводится краткое описание условий нахождения карбоцернаита, его физические свойства, химический состав и результаты рентгенометрического исследования этого минерала. Образцы карбоцернаита хранятся в музее кафедры минералогии Ленинградского университета.

Геологическое строение массива Вуори-Ярви неоднократно освещалось в литературе (Волотовская, 1958; Кухаренко, 1958, и др.). Массив располагается в толще гнейсов и мигматитов беломорской свиты архея и представляет собой концентрически-зональную интрузию с крутыми, центроклинально падающими контактами. Внутреннюю ее часть слагают нироксениты с резко подчиненными им оливинитами и геридотитами. Внешняя зона интрузии сложена щелочными породами ряда ийолит-мельтейгит.

Значительным распространением в пределах массива, главным образом в его центральной и восточной частях, пользуются постмагматические образования: апатито-магнетито-форстеритовые и магнетитовые породы и карбонатиты, залегающие среди гипербазитов в виде системы жил, линзообразных или неправильных тел различных размеров. Карбонатиты представлены кальцитовыми, доломито-кальцитовыми, сидерито-доломитовыми и некоторыми другими разновидностями.

Карбоцернаит обнаружен в доломито-кальцитовых карбонатитах. Как показали исследования Л. В. Козыревой и Г. А. Ильинского (Козырева, Ильинский, 1959), эти породы являются одними из самых поздних по времени образования и наименее распространенных разновидностей карбонатитов и залегают среди нироксенитов и ийолитов в виде редких

секущих жил мощностью от 1 до 0,5 м. Главными составными частями жил являются кальцит и доломит, присутствующие примерно в равных количествах. В качестве примеси встречаются мелкие вкрапленные зерна сфалерита, галенита, шрита, а также небольшие скопления барита. Характерной особенностью текстуры карбонатитов является присутствие многочисленных мелких пустот, стенки которых выстланы друзами мельчайших кристалликов анкерита, барита, альстонита, кварца, апатаза, микроклина, цеолитов, а также анкилита, карбоцернаита и некоторых других минералов.

Карбоцернаит, наряду с анкилитом, является специфическим акцессорным минералом кальцито-доломитовых карбонатитов и обычно наблюдается в них в виде одиночных зерен. Лишь изредка он образует небольшие скопления и гнезда, а также щетки кристаллов, нарастающие на

стенки пустот в тесной ассоциации с анкеритом и хлоритом (рис. 1). Агрегаты кристаллов карбоцернаита нередко покрыты скоплениями мельчайших чешуек хлорита.



Рис. 1. Скопление зерен карбоцернаита (x) в агрегате кальцита и доломита (светло-серое); темно-серое — хлорит. (Фот. образца; увел. 3).

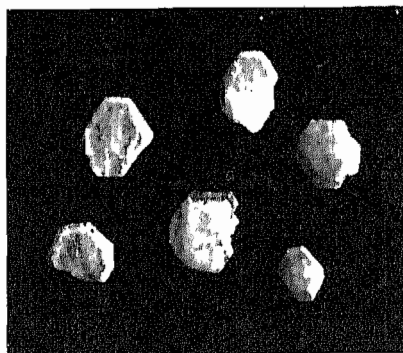


Рис. 2. Кристаллы карбоцернаита. С плоскостью рисунка совпадает (100) минерала, ось [001] вертикальна. (Увел. 32).

Все просмотренные под бинокулярным микроскопом кристаллы карбоцернаита оказались морфологически односторонними. Они имеют форму слабо удлиненных, иногда псевдогексагональных таблечек (рис. 2), размеры которых обычно не превышают  $1,5 \times 2 \times 0,5$  мм. Грани призматической зоны несут тонкую итриховку вдоль удлинения кристаллов.

Три кристалла карбоцернаита были измерены на гониометре. Юстировка производилась по граням наиболее развитой зоны, принятой за [001]. В табл. 1 указаны формы, обнаруженные на изученных кристаллах карбоцернаита, средние измеренные сферические координаты граней этих форм и вычисленные для них значения. При определении

символов простых форм были использованы сферические координаты единичной грани, рассчитанные по рентгенометрическому отношению осей.

Как показало гониометрическое исследование, внешняя симметрия кристаллов карбоцернаита ромбическая. Габитусной формой на них является пинакоид {100} (в принятой установке), в подчиненном развитии присутствуют пинакоиды {010}, {001} и призмы {021}, {540},

Таблица 1

## Сферические координаты граней кристаллов карбоцернита

Индексы	Число измеренных граней	Средние измеренные		Вычисленные					
		$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho = C$	$\varphi_1$	$\rho_1 = A$	$\varphi_2$	$\rho_2 = B$
001	3	—	0°09'	—	0°00'	0°00'	90°00'	90°00'	90°00'
010	6	0°11'	90 24	0°00'	90 00	90 00	90 00	—	0 00
100	6	89 54	90 02	90 00	90 00	—	0 00	0 00	90 00
110	8	49 17	90 08	48 41	90 00	90 00	41 19	0 00	48 41
210	10	66 15	90 14	66 16	90 00	90 00	23 44	0 00	66 16
540	12	55 24	90 36	54 52	90 00	90 00	35 08	0 00	54 52
021	6	0 08	55 36	0 00	55 06	55 06	90 00	90 00	34 54
305	6	88 25	28 13	90 00	26 04	0 00	62 56	62 56	90 00
111	—	—	—	48 41	47 21	35 32	56 26	50 49	60 57

{110}. В качестве притушений наблюдались также формы {305} и {210}. Один из кристаллов карбоцернита изображен в ортогональной и перспективной проекциях на рис. 3.

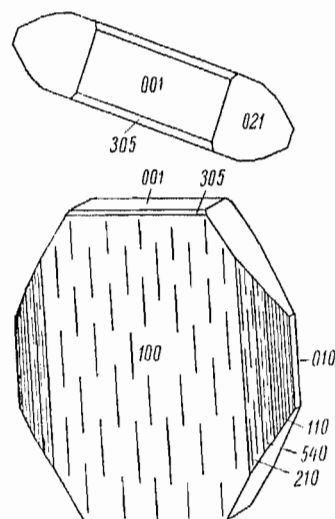


Рис. 3. Форма кристаллов карбоцернита.

Рентгенометрическое исследование карбоцернита производилось методом порошка и путем изучения монокристаллов.

Дебаеграмма минерала снималась в камере типа РКД с диаметром 57,3 мм на медном излучении при  $V=35$  kV,  $J=18$  mA; экспозиция  $2\frac{1}{2}$  часа. Для получения порошкограммы были отобраны хорошо ограниченные прозрачные и бесцветные кристаллики карбоцернита, не затронутые изменением и не содержащие посторонних примесей. При тонком растирании минерал не дал четких отражений на рентгенограмме. Поэтому для исследования был приготовлен столбик диаметром 0,3—0,4 мм из грубо измельченного материала, скрепленного резиновым клеем. Съемка образца производилась с вращением. Межплоскостные расстояния исправлялись по особому снимку смеси с NaCl.

В табл. 2 приведены межплоскостные расстояния, интенсивности и индексы отражений для карбоцернита. Полученная дебаеграмма не имеет аналогов среди известных в литературе рентгенограмм карбонатов.

Рентгеновское исследование монокристаллов карбоцернита было выполнено методами Лауэ и вращения в камере типа КРОИ-2 с диаметром цилиндрической кассеты 57,3 мм. Съемка велась на электронной трубке БСВ с медным анодом ( $Cu_{K\alpha}=1,539$ ). Условия съемки: напряжение 35 kV, сила тока 18 mA, экспозиция — от  $1\frac{1}{2}$  до 5 часов. Размеры исследованных монокристаллов — приблизительно  $0,7 \times 0,5 \times 0,2$  мм.

На лауэграмме, полученной при совмещении [001] минерала с первичным пучком рентгеновских лучей, были обнаружены две взаимно перпендикулярные плоскости симметрии. Кроме того, на рентгенограммах коле-

На лауэграмме, полученной при совмещении [001] минерала с первичным пучком рентгеновских лучей, были обнаружены две взаимно перпендикулярные плоскости симметрии. Кроме того, на рентгенограммах коле-

Таблица 2  
Межплоскостные расстояния ( $\frac{d}{n}$ ) и интенсивности отражений ( $I$ ) карбоцернаита  
и бурбанкита (Ресога, Керр, 1953)

№ линии	Карбоцернаит				Бурбанкит			№ линии	Карбоцернаит				Бурбанкит		
	hkl	$I$	$\frac{d_\alpha}{n}$	$\frac{d_\beta}{n}$	hkl	$I$	$\frac{d_\alpha}{n}$		hkl	$I$	$\frac{d_\alpha}{n}$	$\frac{d_\beta}{n}$	hkl	$I$	$\frac{d_\alpha}{n}$
—	—	—	—	—	100	2	9.16	26	023	1р	1.571	1.418	—	0.5	1.569
1	100	1р	6.7	6.0	—	—	—	27	203	1р	1.531	1.382	—	0.5	1.530
2	0013	1р	(5.86)	5.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1.519
3	001	4	5.29	(4.77)	101	7	5.28	28	042	2	1.492	1.347	—	—	—
4	110	4	4.92	4.44	—	—	—	29	050, 142	1	1.454	1.312	—	—	—
—	—	—	—	—	200	1	4.56	30	5003	3	(1.416)	1.278	—	—	—
5	101	3	4.10	3.70	—	—	—	31	151	4ш	1.368	1.235	—	—	—
—	—	—	—	—	201	6	3.729	32	341	1р	1.332	1.293	—	—	—
6	020	5	3.66	3.39	—	—	—	33	2523	3	(1.296)	1.170	—	—	—
7	111	4	3.58	3.23	—	—	—	34	500 <sup>1</sup>	7	1.278	1.153	—	—	—
—	—	—	—	—	210	1	3.442	35	043	1р	1.253	1.131	—	—	—
8	0213	5	(3.34)	3.02	—	—	—	36	5223, 143	3	(1.229)	1.109	—	—	—
9	200	3	3.20	2.89	002	3	3.246	37	2343	3	(1.203)	1.085	—	—	—
10	021	10	3.00	(2.71)	211	8	3.041	38	252	8р	1.174	(1.069)	—	—	—
11	0023	0.5	(2.89)	2.61	—	—	—	39	161	1	1.155	1.042	—	—	—
—	—	—	—	—	112	3	2.758	40	134	1р	1.128	1.018	—	—	—
12	121	1	2.71	2.45	—	—	—	41	6213	1	(1.109)	1.001	—	—	—
13	002	7р	2.60	(2.35)	202	10	2.639	42	522	5	1.093	(0.987)	—	—	—
14	030	1	2.43	2.19	—	—	—	43	234	5	1.080	(0.975)	—	—	—
—	—	—	—	—	212	1	2.358	44	1353, 360	1ш	(1.054)	0.952	—	—	—
15	112	7р	2.29	(2.07)	400	0.5	2.281	45	361	1	1.036	0.935	—	—	—
—	—	—	—	—	302	0.5	2.218	46	621	4	1.001	(0.903)	—	—	—
16	2303	3	(2.16)	1.95	401	7	2.150	47	270, 205	3	0.9896	0.8932	—	—	—
17	131	5	2.082	1.879	103	1	2.107	48	163	1	0.9819	0.8862	—	—	—
—	—	—	—	—	222	2	2.045	49	135	4	0.9475	(0.8552)	—	—	—
18	202	9	2.015	1.819	—	—	—	50	315	1р	0.9295	0.8389	—	—	—
—	—	—	—	—	410	2	1.990	51	371	2р	0.9172	0.8278	—	—	—
19	230	5р	1.948	(1.759)	203	2	1.956	52	710	3	0.9051	0.8169	—	—	—
—	—	—	—	—	402	1	1.864	53	073	1р	0.8931	0.8061	—	—	—
20	231	8	1.813	1.637	—	—	—	54	372	2р	0.8803	0.7945	—	—	—
21	003, 140	3	1.742	1.572	322	2	1.757	55	006	1р	0.8678	0.7833	—	—	—
22	041	5	1.709	1.542	—	—	—	56	182	1ш	0.8518	0.7688	—	—	—
23	103	1	1.671	1.509	421	2	1.664	57	380	1ш	0.8368	0.7553	—	—	—
24	302, 141	4	1.655	1.493	—	—	—	58	373	3ш	0.8232	0.7430	—	—	—
25	312	2	1.610	1.453	—	—	—	59	226	3ш	0.8179	0.7382	—	—	—
—	—	—	—	—	511	0.5	1.588	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. р — размытые линии; ш — широкие линии.

бания, снятых вдоль трех координатных осей, обнаруживаются плоскости симметрии, перпендикулярные этим осям. Параметры ячейки по трем кристаллографическим осям оказались различными. Таким образом, сингония минерала является ромбической, что находится в соответствии с данными гониометрического изучения его кристаллов.

Элементарная ячейка карбоцернаита, определенная по расположению пятен на интерференционных кривых рентгенограмм вращения вдоль осей [001], [010], [100], примитивная (пятна одной интерференционной кривой лежат на всех слоевых линиях).

Параметры элементарной ячейки, вычисленные по рентгенограммам вращения:  $a_0 = 6.39 \pm 0.01$  кХ,  $b_0 = 7.27 \pm 0.02$  кХ,  $c_0 = 5.21 \pm 0.01$  кХ. Отношение осей  $a : b : c = 0.8791 : 1 : 0.7166$ . Объем элементарной ячейки  $V_0 = 242.03$  кХ<sup>3</sup>.

Кристаллы и зерна карбоцернита обычно бесцветны, воднопрозрачны. Нередко минерал изменен и в этом случае приобретает мутно-белую, желтоватую, розовую или бурую окраску. Блеск на гранях кристаллов сильный стеклянный, в изломе жирный. Твердость минерала около 3, хрупкий.

Спайность плохая в трех направлениях: по {100}, {021} и {010}. Удельный вес, определенный пикнометрическим методом, равен 3.53.

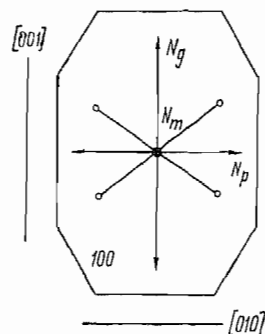


Рис. 4. Оптическая ориентировка карбоцернита.

Под микроскопом карбоцернит бесцветен. Оптически двуосный, отрицательный,  $2V = (-)52^\circ$  (вычислено по показателям преломления). Дисперсия заметная,  $r > v$ . Оптическая ориентировка минерала:  $N_g = [001]$ ,  $N_m = [100]$ ,  $N_p = [010]$  (рис. 4). Показатели преломления, измеренные в отдельном кристаллике при помощи вращающейся иглы, по  $N_g = 1.708 \pm 0.002$ ,  $N_m = 1.679 \pm 0.002$ ,  $N_p = 1.569 \pm 0.002$ ;  $N_g - N_p = 0.139 \pm 0.004$ .

Минерал в ультрафиолетовых лучах не люминесцирует. Легко растворяется в слабой соляной кислоте.

Кривая нагревания минерала до  $1200^\circ$ , полученная В. П. Ивановой (ВСЕГЕИ), приведена на рис. 5. Она характеризуется двумя четкими эндотермическими эффектами при температурах около  $650$  и  $950^\circ$ , показывающими, что диссоциация минерала, вероятно, происходит в две стадии. Минимум при  $1200^\circ \text{C}$ , возможно, соответствует плавлению вещества. На кривой нагревания отмечается также незначительный эндотермический эффект при  $700^\circ$ .

Для химического анализа минерал отбирался под бинокулярным микроскопом. Ввиду небольшого количества вещества, которым мы располагали, анализ был произведен по навеске  $0.4 \text{ г}$  на материале, загрязненном примесью хлорита, пирита, сфалерита, гидроксидов железа и некоторых других минералов (в сумме не более  $2-3\%$ ).

Разложение пробы при общем ходе химического анализа производилось соляной кислотой в специальном приборе по методу Фрезениуса—Классена для определения  $\text{CO}_2$  с последующим осаждением бария в виде сульфата и с частичным соосаждением кальция и стронция. Далее аммиаком из раствора были выделены полоторные окислы и из их суммы в виде оксалатов выделялись редкоземельные элементы. Из оставшегося филтрат оксалатом аммония осаждали кальций и стронций. В филтрате после отделения  $\text{Ca}$  и  $\text{Sr}$  были определены щелочи в виде сульфатов. Полученный осадок оксалатов кальция и стронция после прокаливания был соединен с ранее выделенным осадком сульфатов щелочноземельных элементов. Объединенные осадки сплавлялись с содой и выщелачиванием сплава водой освобождались от сульфат-иона. Оставшуюся сумму карбонатов щелочноземельных элементов растворяли в слабой соляной кислоте с последующим осаждением бария в виде хромата и разделением стронция и кальция ацетоном. Прямое определение  $\text{H}_2\text{O}^+$  производилось в специальном приборе с поглощением воды серной кислотой.

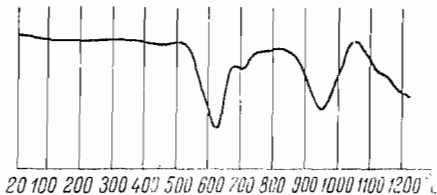


Рис. 5. Кривая нагревания карбоцернита.

Таблица 3

## Химический состав карбоцернаита

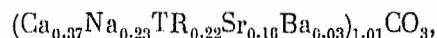
Компоненты	Процентное содержание	Молекулярные количества	Атомные количества		Атомные количества в группах катионов
			кислорода	катионов	
CaO . . . . .	15.10	269	269	269	} 732
SrO . . . . .	12.43	120	120	120	
BaO . . . . .	3.20	21	21	21	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.50	—	—	—	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.30	—	—	—	
TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	26.10	79	237	158	
Na <sub>2</sub> O . . . . .	5.11	82	82	164	
Нерастворимый остаток . . . . .	1.40	—	—	—	} 723
CO <sub>2</sub> . . . . .	31.82	723	1446	723	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> <sub>1000°</sub> . . . . .	2.10	117	—	—	
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> <sub>110°</sub> . . . . .	0.30	—	—	—	
F, Cl . . . . .	Не обнаружено	—	—	—	—
Сумма . . . . .	99.36		2175	1455	

Как показал химический анализ минерала (табл. 3), главными частями его являются TR<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, SrO и CO<sub>2</sub>, установленные в количестве более 10%. Меньшую роль играют Na<sub>2</sub>O, BaO, H<sub>2</sub>O. Наличие Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, очевидно, связано с присутствием в исследованном материале примесей. Спектрально в минерале определено: Ce > 10%, La > 10%, Ca > 10%, Sr > 1%, Ba > 1%, Na 1—3%, Mn, Fe, Zn около 0.01%.

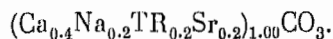
Химическое определение состава редких земель, выделенных из карбоцернаита в ходе анализа, выполнено К. А. Баклаповой (ВСЕГЕИ) методом хроматографии на бумаге и дало следующие результаты: La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 42.20%, CeO<sub>2</sub> 42.20%, Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 8.50%, Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4.25%, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.90%, сумма 100.05%.

Пересчет данных химического анализа карбоцернаита (табл. 3) показывает, что отношение атомных количеств углерода и кислорода соответствует 1 : 3. При этом атомные количества углерода и остальных катионов практически равны между собой. Таким образом, соотношение главных групп атомов в карбоцернаите может быть выражено как RCO<sub>3</sub>, и описываемый минерал следует считать карбонатом кальция, натрия, стронция и редких земель. Определенное химическим анализом небольшое содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в исследованном материале обусловлено примесью гидроокислов железа и в формулу минерала не вводится. Также не учитывается нами и вода, очевидно являющаяся адсорбционной, несмотря на ее удаление из минерала лишь при температуре более 110° С. Пересчеты анализа подтверждают возможность подобной трактовки роли воды в карбоцернаите.

Окончательное установление кристаллохимической формулы карбоцернаита сопряжено с известными трудностями. В простейшем виде формулу описываемого минерала можно представить как



или приближенно:



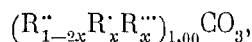
Число формульных единиц в элементарной ячейке при этом оказывается четным ( $Z=4$ ), что является характерным для большинства ромбических карбонатов, а рентгеновская плотность минерала ( $\rho=3.58$ ) равна его удельному весу ( $d=3.53$ ), подтверждая правильность произведенного пересчета химического анализа.

Обращает на себя внимание практически полное совпадение в формуле минерала атомных количеств одновалентного натрия и трехвалентных лантанидов, замещающих кальций, а также равное им количество стронция (и бария). Очевидно, указанное совпадение не является случайным, и с этой точки зрения описываемый минерал представляет собой пример отчетливо проявленного цепного компенсационного изоморфизма, происходящего по схеме:



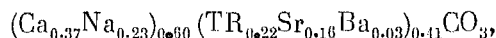
с одновременным эндокриптным захватом в решетку кристаллизующегося минерала атомов стронция, равновеликих с редкими землями. Последнее можно объяснить повышенным содержанием стронция в минералообразующем растворе, что подтверждается присутствием в карбонатах альстошита.

Возможно, что карбоцернаит является лишь частным промежуточным членом более широкого изоморфного ряда ромбических карбонатов типа

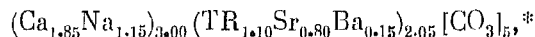


где  $\text{R}''=\text{Ca}, \text{Sr}$  и др. ( $\text{Ca} \gg \text{Sr}$ ),  $\text{R}'=\text{Na}$ ,  $\text{R}''=\text{Ce}, \text{La}$  и др.

Учитывая, что во многих известных в настоящее время редкоземельных карбонатах стронцию и редким землям, кальцию и натрию присваивается самостоятельная кристаллохимическая позиция, можно было бы предложить для карбоцернаита и иную формулу:

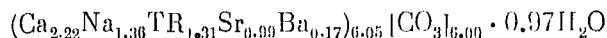


или в виде, приведенном к целым коэффициентам,

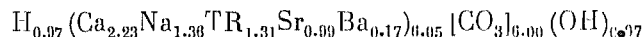


относя исследованный минерал к классу двойных солей, подобных доломиту или другим широко распространенным карбонатам. Это подтверждается и характером кривой нагревания карбоцернаита (рис. 5) с двумя четкими эндотермическими эффектами, указывающими на диссоциацию минерала в две стадии, как это имеет место, например, в доломите.

Наконец, при попытке ввести в минерал воду приходим к следующим кристаллохимическим формулам карбоцернаита:



и



Число формульных единиц в этом случае  $Z=0.66$ , поэтому последние две формулы являются нереальными. Вода в карбоцернаите, очевидно, является адсорбционной и не входит в его структуру.

Как следует из сказанного, в настоящее время без проведения дополнительных исследований кристаллохимическую формулу карбоцернаита нельзя считать окончательно установленной. Однако и приведенные результаты его изучения достаточно убедительно показывают, что этот мине-

\* Избыток положительных зарядов в формулах вызван округлением коэффициентов катионов в большую сторону.

рал является новым ромбическим редкоземельным карбонатом. Он отличается от других карбонатов TR, кристаллизующихся в ромбической сингонии (анкилита, амбатоаринита, вейбиита, калькинсита, лантанита, тенгерита), как своими оптическими свойствами, формой кристаллов, рентгеновской характеристикой, так и химическим составом.

По химическому составу карбоцернаит наиболее близок к бурбанкиту (Pесога, Керг, 1953) — гексагональному карбонату типа  $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{TR})_6(\text{CO}_3)_5$ . Сходны также некоторые особенности дебаграмм этих минералов (табл. 2). Последнее в грубом приближении можно объяснить принадлежностью и карбоцернаита и бурбанкита к группе минералов с гексагональным типом кристаллов. Действительно, внешние черты кристаллов карбоцернаита, ориентированных таким образом, чтобы ось  $a$  была вертикальной, являются псевдогексагональными [угол между гранями (021) и (010)<sup>g</sup>  $124^\circ 24'$ , между (021) и (0 $\bar{2}$ 1)  $111^\circ 02'$ ]. Совпадают в этой установке и размеры элементарных ячеек бурбанкита и карбоцернаита вдоль вертикальной оси, равные соответственно 6.47 и 6.39 кХ. При этом параметр по оси  $c$  карбоцернаита, совпадающей в принятой установке с осью  $a$  бурбанкита, равен:  $c_{\text{карбоцернаит}} = 0.5 a_{\text{бурбанкит}}$ . Таким образом, кристаллические структуры этих минералов имеют определенное подобие, несмотря на принадлежность их к различным сингониям. Этим структурным подобием, вероятно, и обусловлены известные черты сходства в характере дебаграмм карбоцернаита и бурбанкита.

Заканчивая описание карбоцернаита, отметим, что его приуроченность к пустотам в доломито-кальцитовых карбонатитах и тесная ассоциация с сфалеритом, анкеритом, хлоритом говорят о гидротермальном его генезисе в низкотемпературный этап постмагматического формирования карбонатитов. Возникновение здесь карбоцернаита, сопровождающегося анкилитом и другими минералами TR, отвечает тенденции редких земель к автокристаллизации в ультраосновных — щелочных массивах Кольского полуострова, преимущественно в наиболее поздних членах серии постмагматических пород (Кухаренко, 1958).

В заключение авторы выражают свою благодарность Г. А. Ильинскому за любезно предоставленный в их распоряжение материал для исследований и В. А. Франк-Каменецкому, В. П. Ивановой, А. А. Кухаренко за ряд ценных советов при написании настоящей статьи. Авторы признательны также К. А. Баклановой за выполненный ею анализ редких земель в карбоцернаите.

#### Литература

- В о л о т о в с к а я Н. А. (1958). Магматический комплекс ультраосновных, щелочных и карбонатных пород массива Вуори-Ярви. Зап. Всесоюз. минер. общ., ч. 87, вып. 3.
- Д э н а Дж. Д. и др. (1953). Система минералогии, т. II, полутом 1. Изд. иностр. лит., М.
- К о з ы р е в а Л. В. и Г. А. И л ь и н с к и й. (1959). К минералогии доломито-кальцитовых карбонатитов массива Вуори-Ярви. Материалы по минералогии Кольского полуострова, вып. 1, Кировск.
- К у х а р е н к о А. А. (1958). Палеозойский комплекс ультраосновных щелочных пород Кольского полуострова и связанные с ним редкометалльные месторождения. Зап. Всесоюз. минер. общ., ч. 87, вып. 3.
- Р е с о г а W. T., Joe H. K e r g. (1953). Burbankite and calkinsite, two new carbonate minerals from Montana. Amer. Miner., v. 38, № 11—12.

Всесоюзный научно-исследовательский  
геологический институт (Ленинград),  
кафедра кристаллографии  
Ленинградского государственного университета.