

© Д. члены В. Н. ЯКОВЕНЧУК, Ю. П. МЕНЬШИКОВ, Я. А. ПАХОМОВСКИЙ,
Г. Ю. ИВАНЮК

**АНКИЛИТ-(La) SrLa(CO₃)₂(OH)·H₂O – НОВЫЙ КАРБОНАТ
ИЗ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ЖИЛЫ г. КУКИСВУМЧОРР
(ХИБИНСКИЙ МАССИВ) И ЕГО СООТНОШЕНИЕ
С АНКИЛИТОМ-(Ce)¹**

V. N. YAKOVENCHUK, Yu. P. MENSNIKOV, Ya. A. PAKHOMOVSKY, G. Yu. IVANYUK.
ANCYLITE-(La) Sr(La, Ce)(CO₃)₂(OH)·H₂O – A NEW CARBONATE
FROM HYDROTHERMAL VEIN AT THE KUKISVUMCHORR MOUNTAIN
(Khibiny Massif) AND ITS COMPARISON WITH ANCYLITE-(Ce)

The new mineral ancylite-(La) has been found in a natrolite-feldspar vein located in nepheline syenites of the Marchenko Peak (at the Kukisvumchorr mountain northern offshoot). It associates there with aegirine, astrophyllite, loparite-(Ce), lepidomelane, catapleiite and fluorapatite. The mineral forms yellow and yellowish-brown dipyrarnidal crystals from 0.01 to 2.0 mm in size. Its crystals are translucent, colorless in thin sections. All the needed data on its physical properties, optic parameters and chemical composition are presented in the paper. There is also thorough comparison of these data between ancylite-(La) and ancylite-(Ce). By all evidence, ancylite-(La) was formed through hydrothermal alteration of the earlier existing REE-bearing minerals.

Рудное тело Кукисвумчоррского апатито-нефелинового месторождения, расположенного в южной части ийолит-уртитовой дуги Хибинского массива, залегает среди порфиридных уртитов, ийолитов, рисчорритов и малиньитов (рис. 1). Тот факт, что месторождение находится на пересечении активных до сих пор кольцевого и радиального разломов, обусловил широкое проявление здесь явлений пликативной и разрывной тектоники, включая развитие густой сети пегматитовых и гидротермальных жил (Иванюк и др., 1966). Для этих жил чрезвычайно типичны карбонатсодержащие парагенезисы (установлено 27 карбонатов), включающие анкилит-(Ce) и только что утвержденный Комиссией по новым минералам ММА анкилит-(La).

Морфологические особенности. Анкилит-(Ce) SrCe(CO₃)₂(OH)·H₂O является достаточно распространенным в гидротермальных жилах Хибинского массива. Он приурочен к пустотам натролит-эгирино-полевошпатовых жил, где ассоциирует с беловитом-(Ce), ненадкевичитом, апофиллитом, флюоритом, кальцитом, доннейитом-(Y), эвальдитом-(Y), кухаренкоитом-(Ce) и др. В карбонатных жилах глубоких горизонтов Кукисвумчоррского месторождения анкилит-(Ce) образует хорошо ограненные короткопризматические кристаллы с гранями ромбической призмы {120} и дипирамиды {111}, нарастающие на кристаллы полевого шпата (рис. 2, а, б). Здесь же можно встретить кристаллы иного габитуса, когда наряду с ромбической призмой {120} присутствуют грани другой призмы {101}. Крайне редко в пустотах среди интерстиций кристаллов калиевого полевого шпата анкилит-(Ce) образует оригинальные „дендритовидные” сростки пластинчатых кристал-

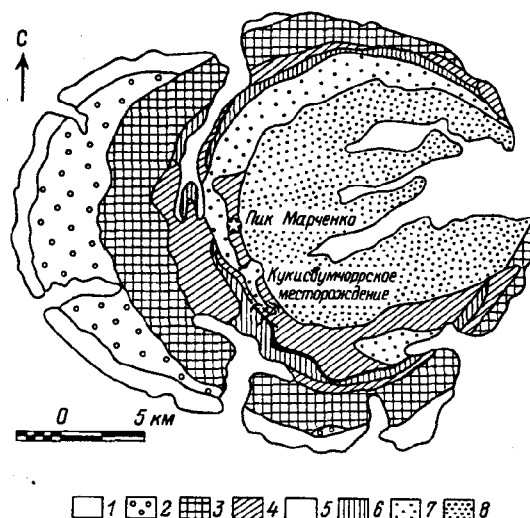
Геологический институт Кольского научного центра РАН, 184200, Апатиты, ул. Ферсмана, 14.

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества 7 июня 1995 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 29 февраля 1996 г.

Рис. 1. Схема геологического строения Хибинского щелочного массива.

1 — фенитизированные гнейсы; 2 — массивные хибиниты; 3 — трахитоидные хибиниты; 4 — рисчорриты; 5 — апатито-нефелиновые породы; 6 — ийолиты, уртиты; 7 — среднезернистые нефелиновые сиениты; 8 — фойяиты.

Fig. 1. Geologic sketch map of Khibiny massif with indicated position of Kukisvumchorr deposit.



лов (рис. 2, в, г). Обычно в ассоциации с анкилитом-(Ce) присутствуют существенно иттриевые минералы: эвальдит-(Y), маккельвиит-(Y) и доннейит-(Y), а иногда кристаллы анкилита-(Ce) кристаллизуются внутри футляровидных кристаллов эвальдита-(Y) (рис. 2, д).

Анкилит-(La) $\text{SrLa}(\text{CO}_3)_2(\text{OH}) \cdot$

H_2O обнаружен в единственной натролито-полевошпато-нефелино-эгириновой жиле из рисчорритов северного склона г. Кукисвумчорр, пик Марченко (Козырева, Меньшиков, 1974). Зональная жила линзообразной формы до 50 см в поперечном сечении имеет меридиональное простирание и вертикальное падение в северной части, которые к югу почти под прямым углом изменяются на широтное простирание и почти горизонтальное падение с уменьшением мощности до 5 см. Краевые зоны линзы наряду с преобладающими нефелином, калиевым полевым шпатом и крупнокристаллическим черным эгирином сложены агрегатом позднего зеленого тонкоиглочатого эгирина, астрофиллита и эвдиалита. Центральная зона сложена агрегатом натролита радиально-лучистого облика, в массе которого заключены сферокристаллы лепидомелана, хорошо образованные двойники лопарита, таблитчатые кристаллы катаплеита и ильменита, небольшие призматические кристаллы замещаемого виноградовитом лоренценита и апатита, зерна флюорита и галенита.

Анкилит-(La) приурочен к мелким пустотам выщелачивания первичных минералов, в которых он образует щетки хорошо образованных бледно-желтых кристаллов (размером 0.3–0.7 мм, крайне редко до 2 мм). Кристаллы дипирамидальные, с гранями ромбических призмы {120} и дипирамиды {111}, часто сильно расщеплены (рис. 3). Агрегаты кристаллов образуют скелетные и дендритоподобные формы. Довольно часто анкилит-(La) образует полные псевдоморфозы по гексагональным кристаллам неизвестного минерала.

Физические свойства. Анкилит-(Ce) в образцах имеет светло-желтую, розовую до коричневато-бурой окраску. В проходящем свете он бесцветный или бледно-желтый, без плеохроизма, двуосный, отрицательный. Показатели преломления: $N_g = 1.745\text{--}1.755$, $N_m = 1.715\text{--}1.735$, $N_p = 1.620\text{--}1.645$. Черта белая. Блеск стеклянный. Хрупкий. Твердость 4–4.5. Спайность отсутствует.

Анкилит-(La). Минерал просвечивает, полупрозрачный. В проходящем свете бесцветный, двуосный, отрицательный. Показатели преломления: $N_p = 1.640$ (3), $N_m = 1.717$ (выч.), $N_g = 1.731$ (3), $N_g - N_p = 0.098$, $2V = 70$ (5)°. Блеск стеклянный. Черта белая. Хрупкий. Твердость 4–4.5. Спайность отсутствует. Плотность минерала (г/см^3), измеренная в водных растворах Клеричи, 3.88 (3), вычисленная на эмпирическую формулу 3.69 (5), рассчитанная по правилу Гладстоуна–Дэйла 3.93. Легко, со вскипанием растворяется в 10 %-ной соляной кислоте.

Химический состав изучен на рентгеновском микроанализаторе MS-46 Сатеса

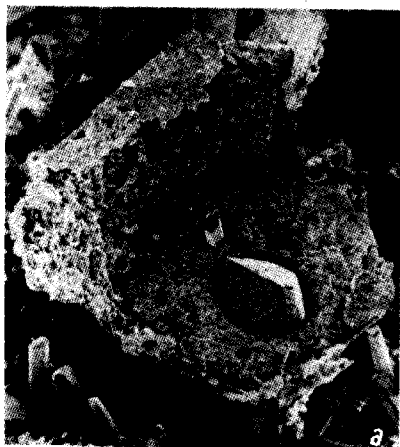
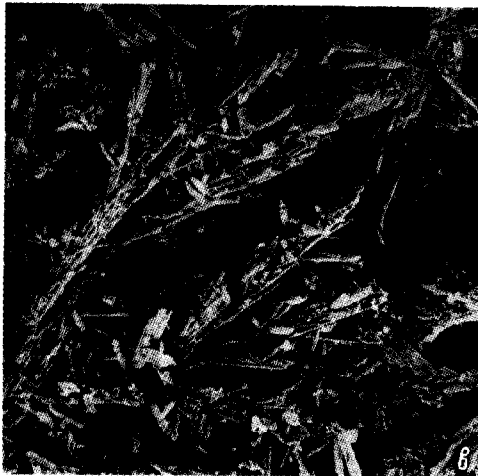
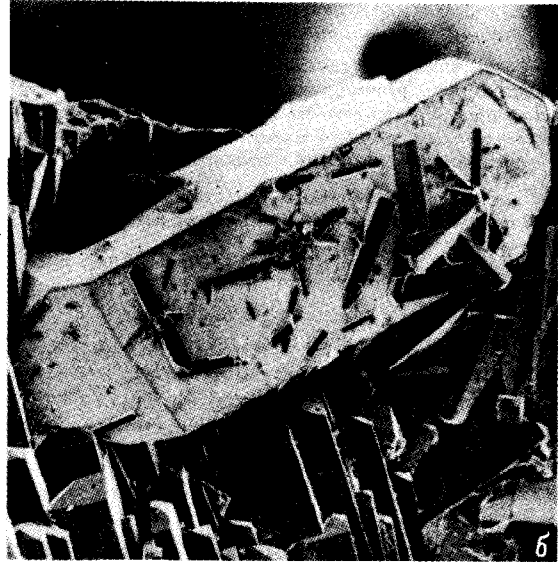
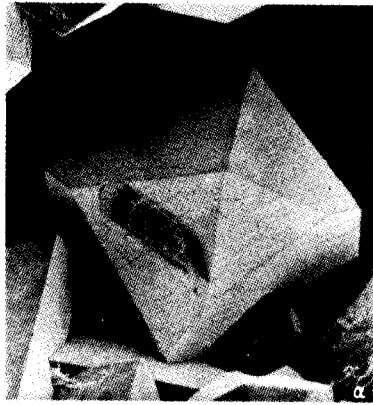


Рис. 2. Морфология кристаллов анкилита-(Ce).

РЭМ, фото, увеличение: а - 180, б - 75, в - 150, г - 456, д - 117.

Fig. 2. Morphology of ancyllite-(Ce) crystals. SEM-photo.

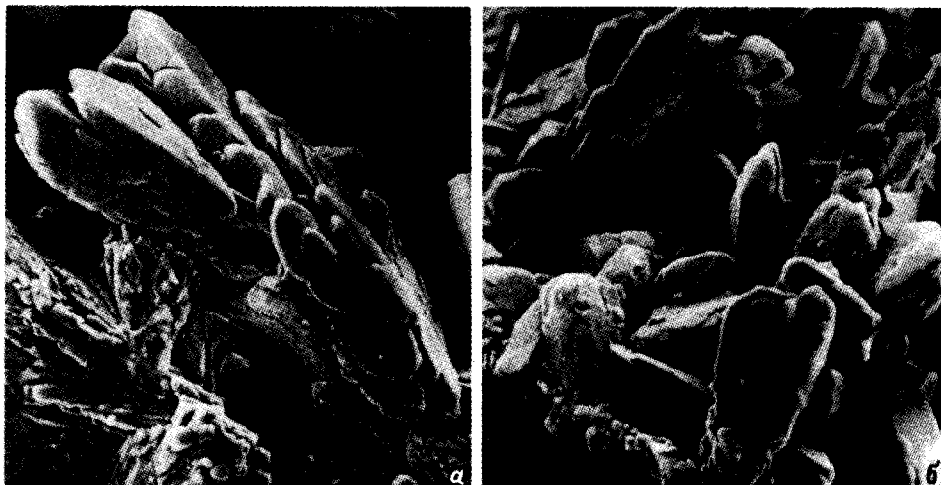


Рис. 3. Морфология кристаллов анкилита-(La).

РЭМ фото, увеличение: а – 230, б – 195.

Fig. 3. Morphology of ancyllite-(La) crystals. SEM-photos.

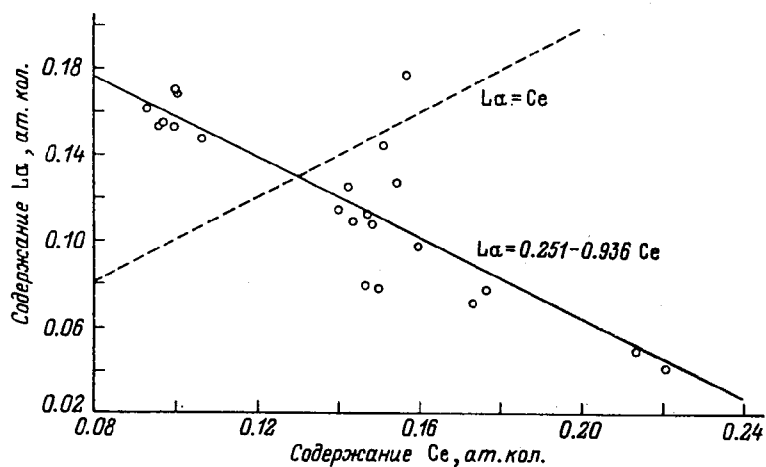


Рис. 4. Соотношение атомных количеств La и Ce в составе анкилитов Кукисвумчоррского месторождения.

Fig. 4. Ce-La ratio (at. vol.) in ancyllites of Kukisvumchorr deposit.

в 8 образцах из различных жил Кукисвумчоррского месторождения (табл. 1). Анализ полученных данных показывает, что в пределах Кукисвумчоррского месторождения встречаются и высоколантановые разновидности анкилита-(Ce) (с отношением La/Ce 0.70–0.96). Соотношение церия и лантана лучше всего аппроксимируется прямой линией (рис. 4). Заметим, что все прочие редкоземельные элементы характеризуются высокими положительными корреляционными связями с церием (табл. 2) и соответственно при переходе от анкилита-(Ce) к анкилиту-(La) их количество закономерно уменьшается.

Особо следует подчеркнуть, что количество стронция положительно коррелирует с содержанием лантана и отрицательно с содержанием церия и остальных

Результаты микрозондового анализа анкилитов

Chemical composition of the

Образец	NaO	CaO	SrO	BaO	Y ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Pr ₂ O ₃
Анкилит-(Ce)								
1	0.00	1.15	22.93	0.91	0.00	18.67	22.97	1.02
	0.00	1.66	22.97	0.68	0.00	20.33	23.30	0.64
2	0.00	3.03	19.82	0.00	0.00	18.34	24.12	1.07
	0.00	2.90	21.84	0.00	0.00	17.72	23.54	0.99
3	0.00	0.78	20.13	0.00	0.00	23.50	24.71	0.62
	0.00	1.19	16.18	0.00	0.00	23.84	25.68	0.73
4	0.00	2.83	16.24	1.27	0.56	7.99	35.04	1.64
	0.00	2.27	18.00	1.47	0.09	6.71	36.22	1.82
5	0.00	1.20	21.41	0.69	0.00	17.52	24.30	1.11
	0.00	0.55	18.96	0.52	0.00	15.82	26.19	1.25
	0.00	1.49	18.32	0.33	0.00	20.69	25.34	0.88
6	0.00	1.41	17.71	0.05	0.00	11.63	28.46	2.73
	0.00	1.27	16.80	0.00	0.00	12.59	28.97	2.78
7	0.00	1.62	23.58	0.57	0.00	12.95	24.03	1.15
	0.18	1.83	23.09	0.92	0.00	12.62	24.55	1.13
Анкилит-(La)								
8	0.00	1.40	24.89	0.54	0.00	24.92	15.72	0.00
	0.00	2.56	23.41	0.74	0.00	26.21	15.28	0.06
	0.00	1.54	23.94	0.72	0.00	25.24	15.93	0.17
	0.00	1.36	25.30	0.54	0.00	23.97	17.46	0.14
	0.00	1.80	22.83	0.58	0.00	27.36	16.46	0.08
	0.00	1.76	23.26	0.55	0.00	27.66	16.38	0.11
	0.00	1.38	25.94	0.82	0.00	24.91	16.38	0.14

Примечание. Ан. 3, 8 – северные отроги г. Кукисвумчорр; ан. 6 – экзоконтактная зона Хибинского массива; остальные – Кукисвумчоррское месторождение. Анализы выполнены на рентгеновском микроанализаторе MS-46 Cameca при ускоряющем напряжении 20 кВ (30 кВ для Sr) с использованием в качестве эталонов диоксида (для Ca), целестина (Sr), барита (Ba) и синтетических La_{0,5}Ce_{0,5}S (La и Ce),

редкоземельных элементов. В результате практически все проанализированные образцы анкилита-(Ce) обогащены двухвалентными катионами группы А примерно настолько же, насколько обеднены трехвалентными катионами группы В, тогда как составы анкилита-(La), за единственным исключением, близки к стехиометрическому отношению этих катионов, равному 1 (рис. 5). Избыток трехвалентных элементов (вплоть до двухкратного), по-видимому, может быть скомпенсирован соответствующей заменой молекулярной воды OH-группами (Negro e. a., 1975) или части OH-групп кислородом: REE(Sr_{1-x}, REE_x)[CO₃]₂(OH)_{1+x}(1-x)·H₂O или REE(Sr_{1-x}, REE_x)[CO₃]₂[(OH)_{1-x}, O_x]·H₂O.

На первый взгляд, линейная зависимость между содержаниями трех- и двухвалентных катионов позволяет полагать, что их вообще следует объединить в единую позицию, как это сделано, например, в работе Р. Мияваки и И. Накаи (Miyawaki, Nakai, 1993). Однако удивительное постоянство отношения А : В ≈ 1 : 1 в анкилитах, и прежде всего в анкилите-(La), заставляет усомниться в правомерности такого заключения.

Таблица 1

Хибинского массива (мас. %)
ancylites, mas. %

Nd ₂ O ₃	Sm ₂ O ₃	Gd ₂ O ₃	Dy ₂ O ₃	ThO ₂	CO ₂	H ₂ O	Сумма
3.83	0.19	0.00	0.00	0.00	23.42	4.92	100.00
1.05	0.07	0.00	0.00	0.00	23.46	5.82	100.00
2.62	0.00	0.00	0.00	0.00	23.18	7.82	100.00
2.63	0.07	0.00	0.00	0.00	23.62	6.68	100.00
2.14	0.00	0.00	0.00	0.26	22.90	4.97	100.00
2.04	0.00	0.00	0.00	0.85	21.96	7.53	100.00
4.81	0.62	0.11	0.12	0.00	23.15	5.64	100.00
5.20	0.37	0.25	0.22	0.00	23.45	3.93	100.00
3.05	0.18	0.00	0.00	0.00	22.62	7.98	100.00
3.83	0.23	0.00	0.00	0.00	21.32	11.34	100.00
3.02	0.28	0.00	0.00	0.00	22.51	7.15	100.00
8.97	0.39	0.00	0.00	0.00	22.58	6.08	100.00
7.30	0.23	0.00	0.00	0.00	22.01	8.05	100.00
5.20	1.06	0.00	0.00	0.00	23.32	6.51	100.00
4.70	0.73	0.00	0.00	0.00	23.47	6.78	100.00
0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	21.81*	8.77*	98.84
0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	20.65*	7.86*	97.21
0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	22.13*	8.66*	99.20
0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	23.36	7.07	100.00
0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	23.23	7.17	100.00
0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	23.30	6.00	100.00
0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	23.67	6.06	100.00

LiPr(WO₄)₂ и LiNd(MoO₄)₂. Другие элементы с атомным номером больше 11, кроме указанных в таблице, при локальном рентгеноспектральном анализе не обнаружены. В помеченных звездочкой образцах содержание воды определено методом Пенфилда, CO₂ – химическим анализом. В остальных случаях приведены расчетные значения.

При факторном анализе состава анкилита получены следующие главные факторы, в сумме учитывающие 87 % изменчивости данных: 1) Pr₉₄Nd₉₃Ce₉₃Sm₆₈/La₉₅Sr₇₅ – 56 %; 2) Ba₈₇Ca₄₈Sm₄₄/La₃₀ – 19 %; 3) Ca₈₃/Sm₃₄ – 12 %.

На рис. 6 в координатах двух первых факторов показано распределение факторных весов компонентов состава минерала (а) и факторных нагрузок на отдельные составы (б). На первой диаграмме фигуративные точки компонентов образовали три группы: 1) La; 2) Sr; 3) Ba, Ca, Sm, Ce, Nd, Pr. Причем, как и следовало ожидать, Sr тяготеет к La, все остальные элементы – к Ce. На диаграмме факторных нагрузок фигуративные точки анкилита-(Ce) с соотношением La/Ce, большим 0.7, попадают в центр и характеризуются, таким образом, равными соотношениями всех компонентов. Из этой области расходятся три ветви: в Sr-La часть диаграммы [все точки анкилита-(La)], Ca-Ba-Sm и Pr-Nd-Ce.

Результаты ИК-спектроскопии. ИК-спектры анкилита-(Ce) и анкилита-(La) получены на спектрометре UR-20 в стандартном диапазоне частот (рис. 7). По положению максимумов поглощения – 700, 710, 730, 870, 1070, 1400, 1430, 1480, 1680,

Парные коэффициенты корреляции между компонентами состава анкилита (%)
Coefficients of the pair correlation between components in the ancylite composition (%)

Sr	-5 l						
Ba	18 l	44 e					
La	32 r	57 e	48 r				
Ce	14 l	-82 l	-25 m	-89 e			
Pr	-10 r	-73 l	-21 m	-85 l	82 m		
Nd	-10 m	-67 e	-23 m	-89 e	88 m	96 l	
Sm	9 l	-41 e	32 l	-83 e	74 e	73 e	80 m
	Ca	Sr	Ba	La	Ce	Pr	Nd

Примечание. *m* – степенная зависимость, *l* – линейная, *r* – дробно-линейная, *e* – экспоненциальная.

3490 и 3540 cm^{-1} – и соотношению их интенсивностей эти спектры практически неразличимы, хотя в анкилите-(La) наблюдается незначительное смещение некоторых основных максимумов в коротковолновую область. Триплет в области 695–725 cm^{-1} обусловлен валентными колебаниями С–О связи типа ν_4 (Плюснина, 1977). Узкие полосы поглощения в области 865 и 1070 cm^{-1} соответствуют валентным колебаниям С–О связей типа ν_2 и ν_1 . А триплет в области 1410–1485 cm^{-1} обусловлен валентными колебаниями С–О связей типа ν_3 . Четкая асимметрия последней объясняется влиянием полосы поглощения кристаллизационной воды в области 1680 cm^{-1} . Другая, более интенсивная полоса поглощения воды появляется в области 3490 cm^{-1} . Наконец, на спектрах минералов однозначно фиксируется максимум в области 3545 cm^{-1} , соответствующий валентным колебаниям связи О–Н в гидроксильных группах.

Термические исследования. Поведение анкилита-(La) при нагревании изучалось дифференциально-термическим и термогравитационным методами (рис. 8)

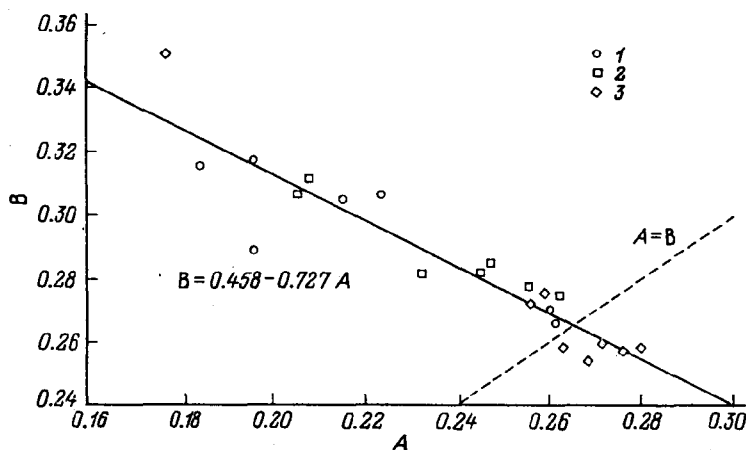


Рис. 5. Соотношение между содержанием катионов групп А и В в составе анкилитов из Хибинского массива (ат. кол.).

Здесь и на рис. 6: 1 – анкилит-(Ce), $\text{La/Ce} < 0.7$; 2 – анкилит-(Ce), $\text{La/Ce} > 0.7$; 3 – анкилит-(La).

Fig. 5. Relationship between cation groups in A and B positions (at. vol.) in composition of ancylites from Khibiny massif.

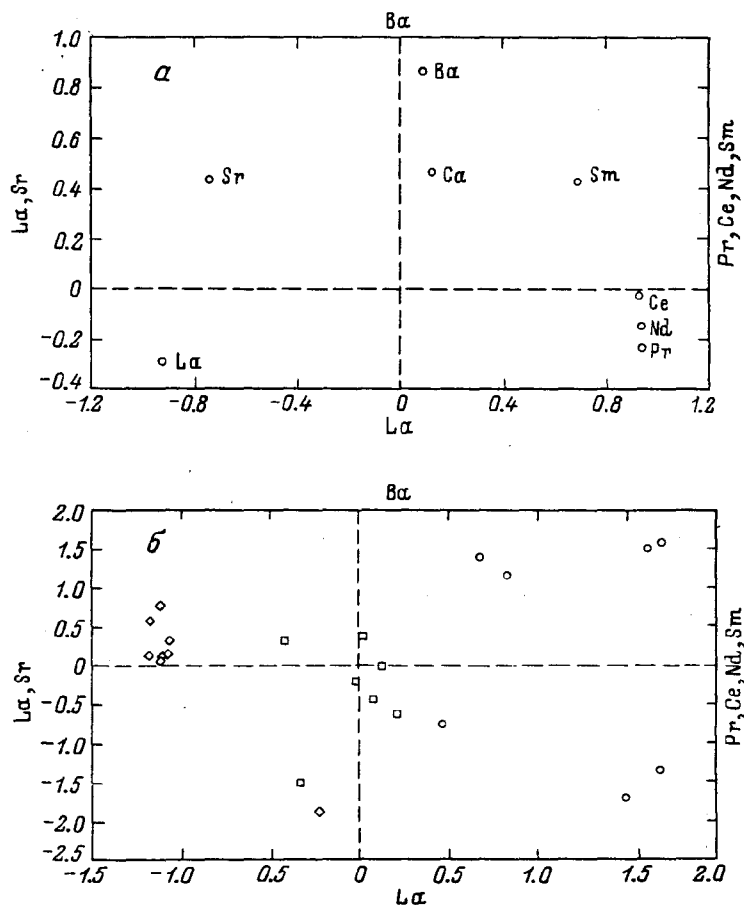


Рис. 6. Результаты факторного анализа состава анкилитов.

Fig. 6. Results of the ancyelite composition factor analysis.

с параллельным анализом ИК-спектров продуктов прокаливания. На кривой ДТА фиксируются всего 2 четких эндотермических максимума при 510 и 1080 °С. Соответственно на графике ТГА наблюдаются две ступени потери веса (20 и 10 %) в этих же температурных интервалах – 440–640 и 970–1100 С°. Как показало изучение продуктов прокаливания методом ИК-спектроскопии (рис. 9), первый из указанных максимумов может быть связан только с выделением воды, поскольку при прокаливании образца до 650 °С исчезают характерные полосы поглощения воды в районе 3400 см⁻¹. При дальнейшем нагревании сначала уменьшается интенсивность, а потом и вовсе исчезают уже полосы, отвечающие колебаниям CO₃-групп. Отметим хорошее соответствие массы удаленных при нагревании анкилита воды и углекислого газа (около 30 мас.%) дефициту суммы компонентов при микронзондовых исследованиях состава минерала.

Рентгеноструктурные исследования. Порошковые дифрактограммы анкилита-(La) и анкилита-(Ce), записанные на дифрактометре ДРОН-2 в одинаковых условиях с монохроматизированным Си-излучением, как это и следовало ожидать, оказались полностью идентичными. Ввиду этого монокристалльное изучение анкилита-(La) не проводилось. По аналогии с анкилитом-(Ce) новый минерал был

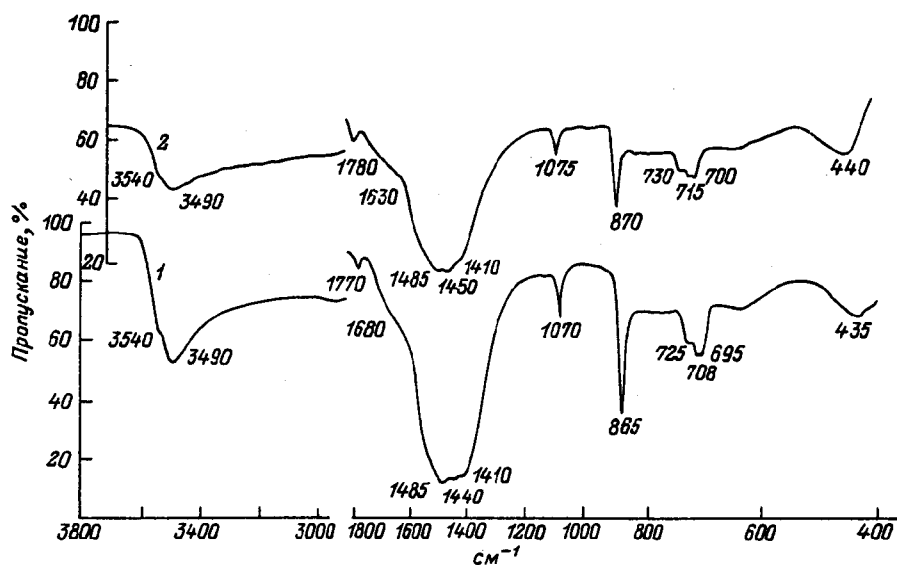


Рис. 7. ИК-спектры анкилита-(La) (1) и анкилита-(Ce) (2).

Fig. 7. IR spectra of ancyllite-(La) (1) and ancyllite-(Ce) (2).

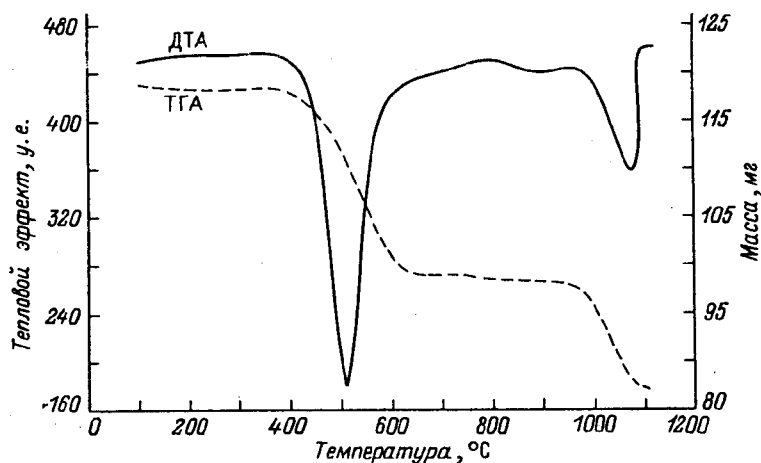


Рис. 8. Результаты термических исследований анкилита-(La).

Fig. 8. Results of the ancyllite-(La) thermic analysis.

отнесен к ромбической сингонии, а его дифрактограмма проиндцирована в рамках пространственной группы $R\bar{3}m$ (табл. 3). Уточненные по дифрактограмме порошка параметры элементарной ячейки анкилита-(La) следующие: $a = 5.072(3)$, $b = 8.589(3)$, $c = 7.276(3)$ Å, $V = 317.0(2)$ Å³, $Z = 2$.

Вместе с тем следует отметить, что исследования кристаллической структуры кальциоанкилита-(Nd) не только подтвердили главные особенности кристаллической структуры анкилита-(Ce) и выявили его моноклинную сингонию, но и

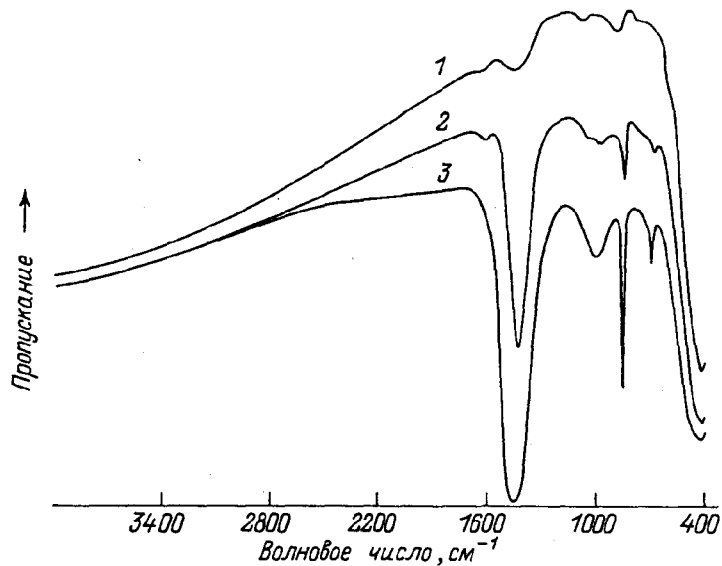


Рис. 9. ИК-спектры продуктов прокаливания анкилита-(La) при 650 (3), 1000 (2) и 1100 °С (1).
 Fig. 9. IR spectra of products after ancyllite-(La) annealing at 650, 1000 and 1100 °C.

доказали различное распределение щелочноземельных и редкоземельных элементов. Принимая во внимание уточнение структуры анкилита-(Ce), о котором сообщили К. Шимански и Г. Чао в 1986 г. на ежегодном совещании Американской Кристаллографической Ассоциации в г. Гамильтоне (Канада), П. Орланди с коллегами сделал вывод о том, что все „анкилиты” и „кальциоанкилиты”, по-видимому, являются моноклинными с упорядоченным распределением двух- и трехвалентных катионов (Orlandi e. a., 1990; Miyawaki and Nakai, 1993). Т. е. вопрос о сингонии и пространственной группе минералов этого ряда остается открытым.

Таким образом, не только морфологические особенности, но и практически все физические свойства цериевого и лантанового анкилитов чрезвычайно близки (табл. 4). Вполне понятно, что между этими крайними членами ряда существуют все промежуточные разновидности, действительно обнаруженные в ряде жил Кукисвумчорского месторождения. Мы полагаем, что материал карбонатной минерализации был мобилизован гидротермальными растворами из вмещающих нефелиновых сиенитов и первичных минералов пегматитовых и гидротермальных жил (Иванюк и др., 1996). В породах Хибинского массива церий заметно доминирует над другими REE-элементами (Слепнев, 1957; Боруцкий и др., 1975; Костылева-Лабунцова и др., 1978), что нашло свое отражение в составе большинства редкоземельных минералов. Однако в породах пика Марченко широко распространены содержащие редкоземельные элементы мозандрит и эвдиалит, которые изменялись под воздействием поздних гидротермальных процессов. Следует подчеркнуть, что оба этих минерала отличаются высоким отношением La/Ce (от 0.8 до 1.0). Последним обстоятельством, возможно, и обусловлено образование анкилита-(La), а также анкилита-(Ce) с весьма высоким отношением La/Ce (табл. 1, обр. 3) в гидротермальных жилах, размещенных среди этих пород.

Эталонные образцы переданы в Минералогический музей Санкт-Петербургского горного института и Геологический музей Кольского научного центра РАН (г. Апатиты).

Таблица 3

Результаты рентгеновского анализа анкилита-(La) и анкилита-(Ce)
X-ray powder diffraction data on ankyrite-(La) and ankyrite-(Ce)

I	Анкилит-(La)				Анкилит-(Ce)				Анкилит-(La)				Анкилит-(Ce)					
	d _{изм}	d _{расч}	h k l	I	d _{изм}	d _{расч}	h k l	I	d _{изм}	d _{расч}	h k l	I	d _{изм}	d _{расч}	h k l	I	d _{изм}	
42	5.55	5.521	0 1 1	50	5.57			13	1.635	1.6389	2 4 0							
92	4.36	4.3677	1 1 0	100	4.34			20	1.627	1.6272	1 5 0							
66	4.29	4.2950	0 2 0							1.6229	2 2 3							1.623
88	3.738	3.7448	1 1 1					12	1.618	1.6175	3 1 1							
90	3.705	3.6987	0 2 1	100	3.71			12	1.599	1.5988	2 4 1							1.598
21	3.645	3.6381	0 0 2					13	1.554	1.5535	0 5 2							1.558
35	3.351	3.3500	0 1 2	40	3.36			19	1.535	1.5354	0 3 4							
47	2.986	2.9885	1 2 1							1.5333	3 0 2							1.535
100	2.955	2.9563	1 0 2	100	2.96					1.5327	1 4 3							
19	2.779	2.7760	0 2 2	20	2.78			16	1.496	1.4950	2 3 3							1.495
89	2.664	2.6644	0 3 1	40	2.66					1.4943	2 4 2							
42	2.536	2.5362	2 0 0	40	2.53			4b	1.476	1.4782	2 0 4							
16	2.495	2.4935	1 3 0					7	1.456	1.4567	2 1 4							1.459
23	2.436	2.4352	1 2 2	20	2.44					1.4559	3 3 0							
87	2.358	2.3588	1 3 1	80	2.35			15	1.430	1.4317	0 6 0							1.430
52	2.334	2.3442	0 1 3					5	1.395	1.3960	2 5 1							
13	2.181	2.1839	2 2 0	10	2.18					1.3880	0 4 4							1.390
57	2.147	2.1475	0 4 0	30	2.15			7	1.380	1.3806	1 1 5							
13	2.121	2.1204	1 1 3					4	1.355	1.3538	1 6 1							
80	2.092	2.0917	2 2 1	70	2.09			21	1.324	1.3247	2 5 2							
32	2.060	2.0597	0 4 1					23	1.321	1.3199	3 2 3							1.321
57	2.021	2.0221	2 1 2	70	2.02			11	1.288	1.2885	1 6 2							1.287
44	1.950	1.9497	1 2 3	50	1.953			7	1.267	1.2681	4 0 0							1.265
21	1.908	1.9083	1 4 1	10	1.908			11	1.257	1.2569	1 3 5							
42	1.851	1.8507	0 3 3	30	1.855			10	1.247	1.2483	3 3 3							
20	1.838	1.8370	2 3 1							1.2479	3 4 2							
10	1.820	1.8191	0 0 4	30	1.829					1.2467	2 6 0							

5	1.781	1.7796	0 1 4		8	1.227	1.2288	2 6 1	10	1.230
31	1.739	1.7386	1 3 3	30	1.743		1.2270	2 5 3		
16	1.716	1.7175	2 1 3	20	1.718	1.222	1.2176	2 4 4		
		1.7123	1 0 4				1.2162	4 2 0	30	1.214
20	1.680	1.6831	2 3 2			1.212	1.2128	1 5 4		
20	1.679	1.6792	1 1 4	30	1.683		1.2127	0 0 6	10	1.183
10	1.658	1.6590	3 1 0	10	1.658					

Примечание. Данные для анкилита-(Ce) приведены по ASTM-JCPDS Card, № 29-384.

Таблица 4

Сравнительная характеристика анкилита-(La) и анкилита-(Ce)
Comparative characteristics of ankyrite-(La), ankyrite-(Ce) and some relative minerals

Параметр	Анкилит-(La)	Анкилит-(Ce)	Кальциоанкилит-(Ce)	Кальциоанкилит-(Nd)
Сингония				
a (Å)	Ромбическая (?) 5.072	Ромбическая (?) 5.062	Ромбическая (?) 7.240	Моноклиная 4.976
b (Å)	8.589	8.586	8.490	8.468
c (Å)	7.276	7.303	5.020	7.212
β	90	90	90	90.04
V (Å)	317.0	317.4	308.6	300.6
Z	2	2	2	1
Сильные линии на рентгенограмме <i>d</i> изм (Г)	4.36 (92), 4.29 (66), 3.738 (88), 3.705 (90), 2.955 (100), 2.664 (89), 2.358 (87), 2.334 (52), 2.147 (57), 2.092 (80), 2.021 (57)	5.57 (50), 4.34 (100), 3.71 (100), 2.35 (80), 2.09 (70), 2.02 (70), 1.953 (50), 1.321 (50)	5.51 (8), 4.31 (10), 2.935 (9), 2.330 (7)	5.50 (6), 4.30 (10), 3.67 (7), 2.910 (9), 2.320 (7), 2.050 (8)
Плотность (г/см ³)	3.88	3.84	4.15	4.02
Твердость	4-4.5	4.5	5.0	4.5
Np	1.640	1.620	1.680	1.660
Nm	1.717	1.695	1.725	1.725
Ng	1.731	1.730	1.768	1.765
2V, град	-70	-70	-89	-70

Авторы признательны А. Ю. Бахчисарайцеву и Л. И. Константиновой за оказанную помощь в изучении минерала. Работа выполнена в рамках проектов 94-05-17037а и 95-05-16503а Российского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

- Боруцкий Б. Е., Варшал Г. М., Павлуцкая В. И. и др. Редкие земли в минералах Хибинского массива // Изоморфизм в минералах. М.: Наука, 1975. С. 221-246.
- Иванюк Г. Ю., Яковенчук В. Н., Горяинов П. М. Основные черты крабонатобразования в гидротермальных жилах Кукисвумчоррского месторождения // ЗВМО, 1996. № 3. С. 9-23.
- Козырева Л. В., Меньшиков Ю. П. К минералогии натролитовой жилы горы Кукисвумчорр // Щелочные породы Кольского полуострова. Л.: Наука, 1974. С. 139-145.
- Костылева-Лабунцова Е. Е., Боруцкий Б. Е., Соколова М. Н. и др. Минералогия Хибинского массива (Минералы). Т. 2. М.: Наука, 1978. 585 с.
- Плюснина И. И. Инфракрасные спектры минералов. М.: Изд. ЛГУ, 1977. 173 с.
- Слепнев Ю. С. О минералах группы ринкита // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1957. № 3. С. 63-75.
- Negro A. D., Rossi G. Tazzoli V. The crystal structure of ancylite, $(RE)_x(Ca, Sr)_{2-x}(CO_3)_2(OH)_x \cdot (2-x)H_2O$ // Amer. Miner. 1975. Vol. 60. P. 280-284.
- Miyawaki R., Nakai I. Crystal structures of Rare Earth minerals // Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths Elsevier Sci. Publ. B. V. 1993. Vol. 16. P. 249-290.
- Orlandi P., Pasero M., Vezzalini G. Calcioancylite-(Nd), a new REE-carbonate from Baveno, Italia // Eur. Miner. J. 1990. Vol. 2. N 3. P. 413-418.

Поступила в редакцию
19 июля 1996 г.