

М. Д. ДОРФМАН, Е. Н. БЕЛОВА, Н. И. ЗАБАВНИКОВА

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАМЗАИТЕ

При изучении минералогии пегматитовых тел рихсдорритовой полосы Хибинского массива (М. Д. Дорфман) были обнаружены новые интересные тела с рамзаитом. Этот минерал типичен и характерен для Хибин и Ловозера, однако после сводной работы «Минералы Хибинских и Ловозерских тундр» (1937) новых сведений о нем в литературе почти не появлялось. Лишь в статье Е. И. Семенова и Т. П. Тихоненкова (1961) приведены результаты исследования главным образом вторичного рамзаита. При описании рамзаита мы сосредоточили внимание не только на новых минералогических наблюдениях, но и на дифрактограммах, ИК-спектрах, т. е. на новых сведениях, неизвестных ранее для этого минерала.

В процессе изучения рамзаита возникла необходимость в получении сравнительного материала. Для этой цели мы получили образцы рамзаитов из Средне-Татарского массива в Енисейском кряже (Е. В. Свешникова), из Инаглинского массива (А. Ф. Ефимов), из массива Бурпала (А. М. Портнов), из Хибинского массива (Е. И. Семенов и Б. Е. Боруцкий). Ловозерский материал был собран М. Д. Дорфманом при посещении этого массива.

Среди изучаемых пород Хибинского массива выделяются два генетических типа рамзаита: первичный и вторичный — продукт переработки титансодержащих минералов (ильменита, сфена, лампрофиллита). По времени образования оба типа относятся к низкотемпературному этапу минералообразования, но вторичный рамзаит более ранний, чем первичный.

Рамзаит первичный

Рамзаит этого типа наиболее широко развит в пегматитах Цирконовой перемычки, где в результате интенсивных процессов замещения от слабо минерализованного полевошпат-нефелинового тела сохраняются лишь его периферические части или отдельные реликты.

Минерал образует удлиненнопризматические кристаллы размером до $5 \times 0,4 \times 0,2$ см. Главные формы кристаллов $m(210)$, реже $a(100)$ и $e(221)$ (рис. 1). Грань $s(111)$ видна лишь тогда, когда сохраняется головка. В направлении вытянутости кристалла грань призмы m обычно усложнена везикулярной штриховкой. Грань e развита слабо и не всегда четко выражена. Грань пинакоида a чаще всего образует узкую полосу,

но в параллельных сростках эта форма нередко развита так же сильно, как и грань *m*.

Иногда некоторые кристаллы обнаруживают следы деформации, выражающиеся в искривлении отдельных участков грани или всего кристалла. В отдельных случаях на грани *m* наблюдаются следы роста, напоминающие скелетные кристаллы.

Рамзаит находится в тесной ассоциации с натролитом и темно-зеленым эгирином. Как правило, он приурочен к периферическим участкам крупнозернистых скоплений натролита или к округлым выделениям мелкозернистого натролита. Содержание рамзаита в направлении к внешним зонам натролитовых образований в интервале 2—5 см быстро увеличивается. Здесь в наиболее удаленных от периферии участках зерна рамзаита обычно неправильных очертаний. Хорошие кристаллы образуются лишь в пустотах. Часто можно наблюдать, как через два соседних «шарика» натролита проходит длинный кристалл рамзаита (рис. 2).

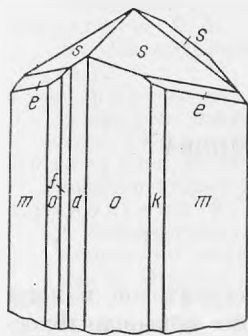


Рис. 1. Кристалл рамзаита (по В. И. Герасимовскому)

Сопровождающий рамзаит эгирин также длиннопризматического облика и примерно таких же, как рамзаит, размеров. По-видимому, оба минерала образовались в близких условиях, так как находятся в тесном сростании. Случаи, когда на несколько более крупных кристаллах пироксена нарастают кристаллы рамзаита, указывают, по-видимому, на то, что эгирин начал кристаллизоваться несколько раньше. Изредка на поверхности кристаллов рамзаита в свою очередь растут мелкие (до 1 мм) кристаллики ильменита.

Первичный рамзаит этого типа — минерал низкотемпературный, так как ассоциирует только с натролитом — типичным образованием низкотемпературных гидротермальных растворов.

Рамзаит вторичный

Рамзаит, образовавшийся в результате изменения титансодержащих минералов, наблюдается лишь тогда, когда развиты вторичные постмагматические процессы. По утверждению Е. И. Семенова и И. П. Тихоненкова (1961), не было случая, когда бы в альбитизированной породе ильменит оставался свежим. Рамзаит замещает также лампрофиллит и сфен, однако этот процесс не всегда связан с альбитизацией.

Образование рамзаита по ильмениту

Наиболее широко этот процесс проявился в пегматитах горы Поачвум-чорр. Здесь ильменит часто образует большие тонкие пластины, замещенные рамзаитом светло-розового или пепельно-серого цвета. В результате активного процесса замещения пегматит претерпевает сильное изменение, и от первичного комплекса сохраняются только реликты. Так, нефелин почти нацело переходит в гакманит и в канкринит, микроклин альбитизируется, а затем корродируется с образованием пустот выщелачивания до 30 см в поперечнике. В дальнейшем эти полости выполняются зеленым эгирином и натролитом. В зависимости от масштабов и степени развития процесса замещения вокруг пластин ильменита образуется рамзаитовая оторочка, мощность которой изменяется от 2—3 до 7 мм. Даже в пределах одного штуфа можно проследить все стадии изменения ильменита, начиная с тонкой пленки по периферии до сплошных тонковолокнистых агрегатов плотного сложения, где в ядре от первичного минерала сохраняется лишь черная полоска.

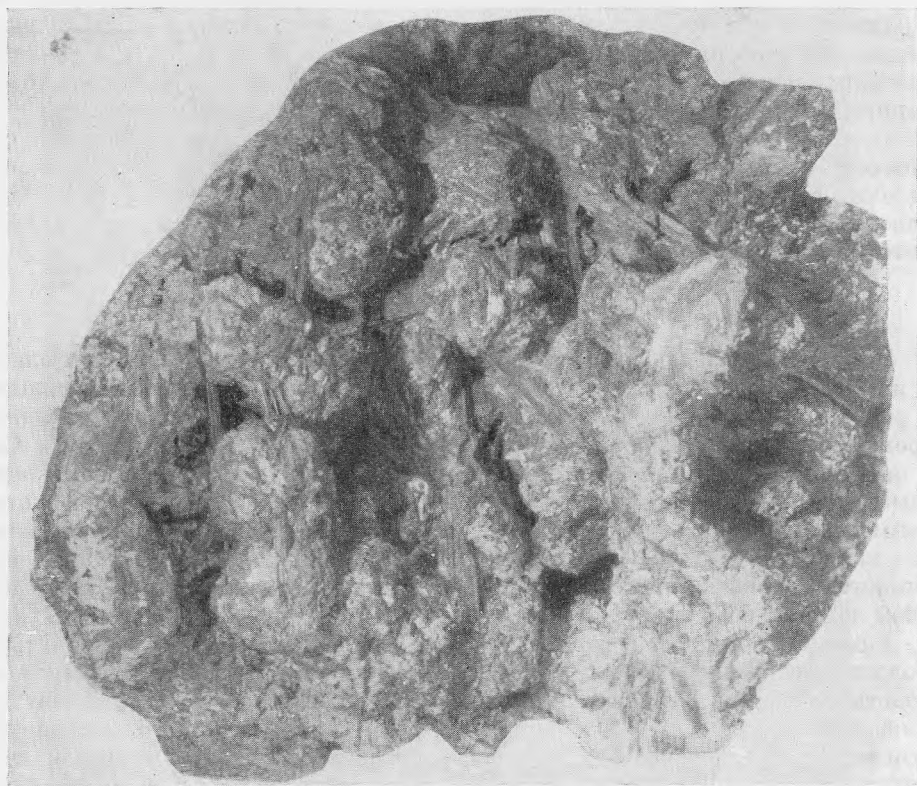


Рис. 2. Призматические кристаллы рамзайта, прорастающие «шарики» натролита.
Натур. вел.

Тонкие волокна рамзайта растут перпендикулярно к пластинчатости ильменита или под углом к той же пластине с образованием на некоторых участках складок типа пloidчатости. В периферической части рамзайтового коронита в интервале до 0,1 мм иногда наблюдается светло-зеленый эгириин в параллельном срастании с волокнистым рамзантом. При пересечении или соприкосновении зон замещения вдоль крупных пластин ильменита на стыке их образуются мелкие пустоты, выполненные прозрачными короткопризматическими кристаллами рамзайта размером до 0,5—2 мм. Цвет их коричневый, блеск стеклянный. По-видимому, эта разновидность — продукт переотложения волокнистого рамзайта.

Образование рамзайта по лампрофиллиту

В одном из пегматитов того же типа с крупнопластинчатым ильменитом на горе Поачвумчорр встречаются, по наблюдениям Г. А. Ашпенковой, и псевдоморфозы по лампрофиллиту. От последнего только иногда сохраняются мелкие (до 3 мм) реликты неправильной формы. Псевдоморфозы сиренево-розового цвета с реликтовой спайностью несколько напоминают мурманит, но отличаются высокой твердостью (равной 6) и шелковистым блеском. Размер псевдоморфоз до 3×7—8 см.

Рамзайт представляет собой агрегат тончайших волокон, вытянутых параллельно удлинению пластин измененного лампрофиллита или ориентированных косо к ограничениям кристалла. Судя по тому, что в пределах одной и той же псевдоморфозы наблюдаются оба вида ориентировки



Рис. 4. Замещение сфена волокнистым рамзаитом в полевошпат-нефелиновом пегматите
Шлиф. Увел. 15, при одном николе; 1 — сфен, 2 — рамзаит, 3 — пектолит, 4 — микроклин



Рис. 5. Псевдоморфозы пепельно-серого спутанно-волокнистого рамзаита по низкотемпературному сфену в пустотах или трещинах натролита
Увел. 1,5

Химические анализы рамзаита (в вес. %)

Окислы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	35,14	35,25	34,56	34,06	34,64	34,07	33,94	34,60	35,40	35,72	35,25	30,90	34,30
Al ₂ O ₃	0,10	1,15	1,72	0,90	0,21	—	0,30	1,06	He обн.	—	0,71	0,87	2,19
TiO ₂	43,40	42,22	41,41	46,26	45,02	47,00	42,05	43,50	43,16	45,23	43,10	46,26	43,39
ZrO ₂	0,13	—	—	—	0,11	—	0,40	—	0,07	—	—	—	He обн.
Nb ₂ O ₅	2,08	2,67	2,98	—	2,14	—	3,07	1,10	3,89	0,91	2,21	0,14	1,10
Ta ₂ O ₅	—	—	—	—	He обн.	—	—	0,30	He обн.	0,27	—	—	—
Fe ₂ O ₃	0,68	1,29	2,36	—	»	—	0,47	0,63	»	0,49	1,11	1,14	0,36
FeO	0,22	—	—	1,03	0,42	1,71	1,19	—	0,34	—	—	0,32	0,72
MgO	He обн.	0,45	0,15	сл.	сл.	сл.	0,09	0,39	He обн.	0,42	0,28	0,10	He обн.
MnO	сл.	—	—	0,02	0,02	—	0,07	—	сл.	—	сл.	0,01	0,03
TR	He обн.	—	—	0,32	0,07	—	—	—	0,07	—	—	—	—
CaO + SrO	0,05	0,82	0,21	0,35	0,09	0,09	0,25	1,16	0,20	0,26	0,19	0,57	0,21
Na ₂ O	17,51	16,95	16,55	16,20	16,79	16,88	16,61	16,55	16,23	16,12	16,70	17,40	16,54
K ₂ O	0,19	—	0,87	0,28	сл.	0,12	0,94	0,30	He обн.	0,49	0,69	0,38	0,08
H ₂ O ⁺	0,51	—	—	—	0,48	—	0,37	—	0,42	—	—	—	—
H ₂ O ⁻	He обн.	—	—	—	0,20	—	0,10	0,30	0,17	—	—	—	0,35
F	»	—	—	—	0,07	—	—	—	0,38	—	—	—	—
П. п. п.	—	—	—	0,33	—	—	—	—	—	0,41	0,19	0,50	0,73
Сумма	100,01	100,80	100,81	99,75	100,23	99,87	99,85	99,99	100,17	100,32	100,41	99,59	100,00
Уд. вес	3,446	3,469	3,407	3,43	—	—	3,42	3,4	—	3,12	3,457	3,437	3,37

Рамзаиты первичные: 1 — Хибины, «Цирконовая перемычка». Материал М. Д. Дорфмана, аналитик Н. И. Забавникова, 1965 г. 2 — Хибины, Паргомчорр. Материал Е. И. Семенова и И. П. Тихоненкова, аналитик Т. А. Капитонова, 1961 г. 3 — Хибины, Кукавумчорр. Игольчатый рамзаит из натролита. Материал Е. И. Семенова и И. П. Тихоненкова, аналитик Т. А. Капитонова, 1961 г. 4 — Ловозеро, Таваик. Материал Е. Е. Костылевой, аналитик К. Ф. Белоглазов, 1937 г. 5 — Ловозеро. Аналитик Knorring (Sahawa, 1947 г.). 6 — Ловозеро, Ангвундасчорр. Материал Е. Е. Костылевой, аналитик С. М. Курбатов, 1937 г. 7 — Ловозеро, рамзаит из фойзитов. Материал К. А. Власова и др., аналитик М. Е. Казакова, 1959 г. 8 — Якутия, Инаглинский массив. Таблитчатый рамзаит. Материалы А. Е. Ефимова, С. М. Кравченко, Е. В. Власова, аналитик Э. В. Бузова, 1963 г. 9 — Гренландия, Нарсарсук. Аналитик Knorring (Sahawa, 1947 г.). Рамзаиты вторичные: 10 — Хибины, Поачвумчорр. Рамзаит по ильмениту. Материал Е. И. Семенова и И. П. Тихоненкова, аналитик Е. И. Семенов, 1961 г. 11 — Хибины, Паргомчорр. Перестолженный рамзаит. Материалы Е. И. Семенова и И. П. Тихоненкова, аналитик Т. А. Капитонова, 1961 г. 12 — Ловозеро, Вавенбед. Радиально-лучистый рамзаит по ильмениту. Материал Е. И. Семенова и И. П. Тихоненкова, аналитик А. В. Бывова, 1961 г. 13 — Кондерский массив. Метасоматический рамзаит. Материал Г. В. Андреева, аналитик В. Худякова, 1961 г.

При пересчете анализов по элементарной ячейке и удельному весу фактор пересчета определялся из формулы

$$X = \frac{V \cdot 0,006023 \cdot d}{Z},$$

при $X = 0,978 \cdot d$ (где d — удельный вес образца); $V = abc = 649,4083 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$.

Во всех пересчитанных этим способом анализах коэффициенты в формуле занижены. По-видимому, причина этого в том, что образование микрополостей при дроблении вследствие особенностей минерала (совершенная спайность, волокнистость) дает во всех случаях заниженное значение удельного веса.

Наиболее существенная примесь в рамзаите — ниобий, замещающий титан по схеме $\text{Ti}_2 \rightarrow \text{NbFe}$. На содержание ниобия были проанализированы рамзаиты различных месторождений и генетических типов (табл. 3). Изменение в содержании Nb_2O_5 , по-видимому, отражает условия образования минерала. Как правило, первичные рамзаиты содержат его больше, чем вторичные, образованные по другим минералам. Исключением является лишь анализ 11 (табл. 1). Такое распределение ниобия в рамзаите закономерно и понятно, если учесть условия образования этого минерала. В случае замещения рамзаитом первичных титансодержащих минералов, в которых ниобий отсутствует или содержится в ограниченных количествах (пльменит, сфен, лампрофиллит), происходит главным образом перегруппировка элементов. В результате в рамзаите сосредотачиваются лишь те количества ниобия, которые были в первичном минерале.

В низкотемпературных гидротермальных условиях роль ниобия, как и других редких элементов в Хибинском массиве, заметно возрастает. Поэтому минералы, связанные с этим процессом, естественно, обогащены ниобием. Так, в первичном рамзаите содержание Nb_2O_5 достигает 2—4%, в ниоболопарите натролитового комплекса его даже 26% (Тихоненков, Казакова, 1957). В высокотемпературных рамзаитах, если таковые существуют, также можно ожидать больших содержаний ниобия.

Попытка определить Ti^{3+} с помощью измерения спектров поглощения шлифа рамзаита на спектрофотометре EPS-2 (Б. Н. Гречушников) показала, что в области 500 мμ наблюдаются слабо выраженные полосы поглощения, которые могут быть объяснены поглощением иона Ti^{3+} (Low, 1960; McClure, 1962). Количественное определение содержания Ti^{3+} из-за слабости полос затруднено. По-видимому, в соответствии с результатом химического анализа, Ti^{3+} в минерале присутствует в незначительном количестве.

Рентгеновское исследование

Структура рамзаита была опубликована Л. М. Беляевым и Н. В. Беловым в 1949 г. Они определили для него размеры ромбической элементарной ячейки: $a = 14,26 \text{ \AA}$, $b = 8,57 \text{ \AA}$, $c = 5,09 \text{ \AA}$. Эти параметры (особенно c) явно занижены. Е. Н. Белова для этого же материала установила параметры элементарной ячейки: $a = 14,41 \text{ \AA}$, $b = 8,65 \text{ \AA}$, $c = 5,21 \text{ \AA}$. Близкие размеры приведены в «Минералогических таблицах» Штрунда (1962). Нами были получены порошковые диаграммы с ряда образцов рамзаита, результаты измерения которых и расчет дифрактограмм приведены в табл. 4. Съемка производилась на дифрактометре УРС 50-И на Си-излучении с Ni-фильтром. Дифрактограммы удалось проиндифицировать с помощью приведенных выше параметров элементарной ячейки.

* В основу расчета объема элементарной ячейки приняты параметры, полученные Е. Н. Беловой.

Пересчет химических анализов

	Анализ 1			Анализ 4			Анализ 5			Анализ 7			Анализ 8		
	Атомное количество (a)	Расчет по катионам (a : 2911)	Расчет по элементарной ячейке (a · 3,37)	Атомное количество (a)	Расчет по катионам (a : 2878)	Расчет по элементарной ячейке (a · 3,35)	Атомное количество (a)	Расчет по катионам (a : 2879)	Расчет по элементарной ячейке (a · 3,35)	Атомное количество (a)	Расчет по катионам (a : 2879)	Расчет по элементарной ячейке (a · 3,34)	Атомное количество (a)	Расчет по катионам (a : 2929)	
Si	5848	2,01	1,97	5671	1,97	1,96	5651	1,97	1,91	5760	1,97	1,97	208	0,07	
Al	20	0,01	—	176	0,06	—	58	0,02	—	208	0,07	—	—	—	
Ti	5432	1,87	—	5789	2,01	—	5263	1,83	—	5444	1,86	—	—	—	
Zr	11	—	—	—	—	—	32	0,01	—	—	—	—	—	—	
Nb	150	0,05	1,93	—	—	1,99	224	0,10	—	98	0,04	—	14	—	
Ta	—	—	—	—	—	—	58	0,02	2,02	178	0,06	—	—	—	
Fe ³⁺	85	0,03	—	—	—	—	166	0,05	—	—	—	—	—	—	
Fe ²⁺	31	0,01	—	143	0,04	—	22	0,01	—	97	0,03	—	—	—	
Mg	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	
Mn	—	—	—	2	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
TiR	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	207	0,07	
Ca	—	—	—	62	0,02	—	45	0,02	—	—	—	—	5340	1,84	
Na	5050	1,94	—	5226	1,82	—	3388	1,86	—	—	—	—	64	0,02	
K	40	0,01	—	58	0,02	—	198	0,07	—	—	—	—	—	—	
H ₂ O	189	0,06	1,98	122	0,04	—	137	0,05	2,00	—	—	—	111	0,04	
Вагленность катионов	17,88	—	—	18,12	—	—	18,10	—	—	18,00	—	—	18,01	—	
O по валентности	8,94	—	—	9,06	—	—	9,04	—	—	9,00	—	—	9,00	—	
F	—	—	—	—	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	
		2,01	1,98		1,91	1,84		1,97	1,92		1,97				

Содержание Nb₂O₅ в рамзитах

Nb ₂ O ₅ , %	Тип образца	Местонахождение	Коллекция	Аналитик
0,14	Радиально-лучистый по ильмениту	Ловозеро	Семенова, Тихоненкова	Быкова
0,91	Вторичный по ильмениту	»		Семенов
1,00	Периферическая волокнистая светло-бурая зона (по первичному рамзиту)		Дорфмана	
1,1	Вторичный метасоматический	Кондер	Минералогического музея	Шулик
1,38	Псевдоморфоза по ильмениту	Хибины	Семенова	
1,60	Коронит вокруг сфена	»	Дорфмана	
1,60	Темно-бурое ядро первичного рамзита	Ловозеро	»	
1,70	Первичный светло-бурый	Енисейский край	Свешниковой	
1,73	Крупные бурые кристаллы	Хибины	Борудкого	Бурова
2,08	Первичный бурый призматический	»	Дорфмана	Шулик
2,14	Первичный	Ловозеро	Sahama	Knorring
2,21	Вторичный переотложенный	Хибины	Семенова, Тихоненкова	Капитонова
2,5	Первичный игольчатый	Инаглинский массив	Ефимова	Шулик
2,67	Первичный	Ловозеро	Семенова, Тихоненкова	Капитонова
2,98	Первичный, игольчатый из натролита	Хибины		
3,07	Первичный из фойяита	Ловозеро	Власова, Кузьменко, Еськова	Казакова
3,89	Первичный	Гренландия	Sahama	Knorring

Оставлены только те индексы, которые соответствуют пространственной группе рамзита $D_2^{14} = Pnca$. Из табл. 4 видно, что порошкограммы различных рамзитов мало отличаются друг от друга; это указывает на постоянство структуры рамзита, не зависящее от условий его образования.

Имеющиеся небольшие различия в величинах межплоскостных расстояний (а следовательно, и в параметрах элементарной ячейки рамзита), как в интенсивностях, следует, очевидно, объяснить различиями в химическом составе. Можно полагать, что увеличение содержания Ca (Sr) и закисного железа приводит к увеличению элементарной ячейки. Так, наибольшие межплоскостные расстояния (табл. 4) имеют инаглинский рамзит, содержащий 1,16% CaO + SrO (табл. 1, анализ 8), и ловозерский рамзит, содержащий 1,71% FeO (анализ 6). Это объясняется тем, что Ca (Sr) в структуре рамзита замещает Na, а Fe — титан. Ионные радиусы $Na_{0,98}^+$, $Ca_{1,04}^{2+}$, $Sr_{1,20}^{2+}$, $Fe_{0,80}^{2+}$, $Ti_{0,64}^{4+}$.

Ниобий, атомный радиус которого близок к атомному радиусу титана (Nb 0,69), по-видимому, не оказывает влияния на изменения размера

Таблица 4 (окончание)

hkl	1		2		3		4		5		6		7		8	
	d_{α}	I	d_{α}	I	d_{α}	I	d_{α}	I	d_{α}	I	d_{α}	I	d_{α}	I	d_{α}	I
142; 042; 213	1,654	4	1,664	4	—	—	1,649	4	—	—	—	—	—	—	—	—
242; 640	1,614	30	1,614	30	1,610	8	1,613	10	1,611	28	—	—	1,616	3ш	—	—
313	1,601	18	1,603	18	1,600	4	1,598	7	1,599	17	1,605	9	1,601	6	1,629	9
341	1,589	10	1,589	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
223; 450	1,568	16	1,568	14	1,564	4	1,565	6	1,565	12	1,565	1	—	—	—	—
830	1,535	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1,537	1	—	—	—	—
323	1,516	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
033	1,492	6	1,492	6ш	—	—	—	—	—	—	—	—	1,497	3	1,495	3
313; 423	1,473	6ш	1,473	6ш	—	—	—	—	—	—	—	—	1,476	3	1,474	1ш
060; 10.00	1,448	25	1,448	20	1,442	3	1,445	15	1,446	26	1,451	5	1,448	3	—	—
10.1.0	1,428	14	1,428	10	1,421	3	1,425	15	1,425	10ш	—	—	—	—	—	—
260	1,409	4ш	1,409	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
650	—	—	1,394	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
840	1,385	10	1,385	10	—	—	—	—	1,384	7	1,388	6	1,383	4	—	—
433	1,373	4ш	1,376	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.2.0	1,355	10ш	1,355	10	—	—	—	—	1,355	18	1,358	4	1,352	3	—	—
143	1,342	5	1,342	4	—	—	1,339	3	1,337	4	—	—	—	—	—	—
243	1,328	8	1,328	10	1,27	3ш	1,325	3	1,325	7	1,326	2	1,327	2	—	—
004; 104	1,295	6ш	1,300	6ш	—	—	—	—	—	—	1,299	3	—	—	—	—
204; 10.3.0	1,289	4	1,290	6	—	—	—	—	1,288	6	1,288	2	—	—	—	—
214	1,269	4ш	1,271	5	—	—	—	—	—	—	1,271	2	1,265	1ш	—	—
304	1,261	4	1,267	4ш	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
314; 024; 124	1,250	6ш	1,250	3	—	—	1,251	3	1,257	6	1,250	6	1,248	3ш	—	—
850	—	—	1,244	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
660	1,241	5	1,240	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.00; 324	1,206	16	1,207	16	—	—	1,204	15	1,204	18	1,209	5	1,206	2ш	—	—
234	1,175	5ш	1,175	4ш	—	—	—	—	—	—	1,173	4	—	—	—	—
—	1,163	4	1,163	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
334	1,150	4	1,148	4	—	—	—	—	—	—	1,149	3	—	—	—	—
—	1,143	2	1,141	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,138	4	1,138	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,130	4	1,132	4ш	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
860	1,121	4	1,125	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,113	12	1,113	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.5.0	1,109	8	1,110	10	—	—	—	—	—	—	1,111	4	—	—	—	—
—	1,098	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.80	1,079	7ш	1,080	6ш	—	—	—	—	—	—	1,078	8	1,078	6ш	1,084	3
—	1,064	3ш	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1,055	4	1,056	2	—	—	—	—	—	—	1,059	1	—	—	—	—
14.0.0	1,041	6ш	1,042	4ш	—	—	—	—	—	—	1,041	1	—	—	—	—

1 — Хибинь «Ширконовая перемычка» (анализ 1, табл. 1); 2 — Ловозеро; рамзаит из пегматита горы Пункаруйа; 3 — Ловозеро; рамзаит из пегматитов горы Тулбьюнуай; 4 — Хибинь, гора Поачвумчорр (анализ 10); 5 — Сибирь, Вурдала; 6 — Ловозеро, Ангуудасчорр (анализ 6); 7 — Сибирь, Кондерский массив (анализ 13); 8 — Якутия, Игнаглинский массив (анализ 8). С образцов 1—5 (табл. 4) авторами получены и рассчитаны дифрактограммы, интенсивности оценены по 100-бальной шкале; для образцов 6—8 результаты расчета порошкограмм взяты по литературным данным. Интенсивности оценены по 10-бальной шкале; для Игнаглинского рамзаита (№ 8) имеются результаты промера и расчеты только основных линий.

элементарной ячейки, хотя содержание Nb_2O_5 достигает 2,5—4% вместо обычных 1—1,5%.

Вызвали недоумение приведенные у Штрунца параметры элементарной ячейки лоренценита, содержащего 12% ZrO_2 , сходные с обычным рамзаитом. Как известно, аналитик Кнорринг (Sahama, 1947) повторил анализ лоренценита, установил, что цирконий в нем почти полностью отсутствует (табл. 1, анализ 9) и тем самым доказал идентичность лоренценита с рамзаитом.

ИК-спектры

В ИК-спектрах рамзаита имеются полосы поглощения в области валентных колебаний (максимумы 1110, 1050, 1000, 950, 920 $см^{-1}$) и деформационных колебаний SiO_4 (максимумы 660, 550, 495, 430 $см^{-1}$) (рис. 6). Кроме того, имеется слабое поглощение в области 700—800 $см^{-1}$. В области 400—600 $см^{-1}$ могут проявляться колебания связи $Me-O$ ($Na-O$, $Ti-O$). В ИК-спектре отсутствуют полосы поглощения воды или

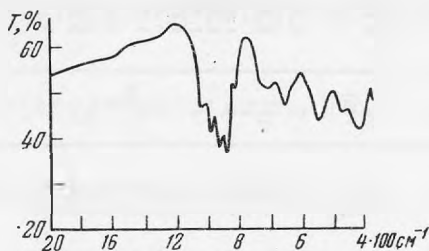


Рис. 6. Инфракрасные спектры рамзаита

ОН-группы, что находится в соответствии с малым количеством воды в минерале. ИК-спектры исследованных образцов рамзаита одинаковы. Причиной большего числа полос поглощения в области валентных колебаний SiO_4 -группы в ИК-спектре рамзаита, чем, например, в ИК-спектрах энстатита или диоксида (Saksena, 1961, Moenke, 1960), могут быть, во-первых, неодинаковые расстояния $Si-O$ в пределах одной SiO_4 -группы, во-вторых, наличие изгиба в цепочках между двумя соседними SiO_4 -группами, которого нет в цепочках обычных (классических) пироксенов.

Заключение

Исследование хибинского рамзаита и анализ литературных данных показали, что минерал образуется в относительно низкотемпературных условиях — в стадию альбитизации и особенно натролитизации (цеолитизации). Наблюдаются два типа рамзаита: более ранний, вторичный, образующийся под влиянием щелочного натрового метасоматоза при замещении титансодержащих минералов — сфена, лампрофиллита и ильменита, и более поздний, первичный, кристаллизующийся непосредственно из низкотемпературных растворов.

Несмотря на кажущуюся стабильность химического состава рамзаита, в нем отмечаются изоморфные замещения $Na \rightarrow Ca, Sr, K$; $Ti \rightarrow Fe, Zr, Nb, Mg$. Эти элементы-примеси присутствуют в минерале в небольших количествах, однако некоторые из них (Ca, Sr, Fe^{2+}) вызывают изменение параметров элементарной ячейки. Содержание Nb_2O_5 колеблется в более заметных пределах — от 0,1 почти до 4%, но замена Ti на Nb вследствие близости их ионных радиусов на размерах элементарной ячейки не отражается.

Наличие в решетке рамзаита оксония, изоморфно замещающего натрий, кажется возможным, однако ИК-спектрами из-за малых количеств воды в минерале не подтверждено.

При развитии рамзаита по титаносиликатам с образованием псевдоморфоз или коронита в последних содержание Nb_2O_5 не превышает 1,5—2%. При кристаллизации непосредственно из растворов содержание Nb_2O_5 в рамзаите увеличивается и достигает 3—4%. Это следствие условий образования минерала.

Авторы выражают благодарность М. В. Ахмановой за ИК-спектроскопию, О. К. Мельникову и Т. Н. Танакиной за получение диффрактограмм.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреев Г. В. Рамзаит из щелочных пегматитов Кондерского массива. — Сб. «Геология месторождений редких элементов», вып. 9. Госгеолтехиздат, 1961, стр. 91—98.
- Белов Н. В., Беляев Л. М. Кристаллическая структура рамзаита $Na_2Ti_2Si_2O_9$. — Докл. АН СССР, 1949, 69, № 6.
- Власов К. А., Кузьменко М. В., Еськова Е. М. Ловозерский щелочной массив. 1959.
- Ефимов А. Ф., Кравченко С. М., Власова Е. В. К минералогии щелочных пегматитов Инаглинского массива. — Труды ИМГРЭ, вып. 16, 1963.
- Костылева Е. Е. Рамзаит. — Сб. «Минералы Хибинских и Ловозерских тундр». Изд-во АН СССР, 1937.
- Семенов Е. И., Тихоненков И. П. О низкотемпературном рамзаите. — Сб. «Вопросы минералогии и геохимии редких элементов». Труды ИМГРЭ, вып. 7, 1961.
- Тихоненков И. П., Казакова М. Е. Ниоболопарит — новый минерал из группы перовскита. — Записки Всес. мин. об-ва, 1957, ч. 86, № 6.
- Штрунц Х. Минералогические таблицы. 1962.
- Low W. Solid state physics. N. Y. Acad. Press, Inc., 1960, Suppl. 2.
- McClure D. S. Optical spectra of transition-metal ions in corundum. — J. Chem. Phys., 1962, 36, N 10.
- Moенке H. Ultrarotspectralphotometer als Hilfsmittel bei der Prospektion auf Erz-lagerstätten. Jena, 1960, Jahrb. II.
- Sahama Th. G. Analysis of ramsayite and lorenzenite. — Amer. Mineralogist, 1947, 32, N 1, 2.
- Saksena B. D. Infrared absorption studies of some silicate structures. — Trans. Faraday Soc., 1961, 57 (2).