

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПЕРВЫЕ НАХОДКИ В СССР

УДК 546.64 (420.21)

А. Н. МЕРЬКОВ, д. чл. И. В. БУССЕН, д. чл. Е. А. ГОЙКО,
Е. А. КУЛЬЧИЦКАЯ, д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ и А. П. НЕДОРЕЗОВА

РАИТ И ЗОРИТ — НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ
ИЗ ЛОВОЗЕРСКИХ ТУНДР¹

Новые минералы раит и зорит обнаружены А. Н. Мерьковым и А. П. Недорезовой в той же пегматоидной залежи «Юбилейная» Ловозерского массива, в которой ими ранее найден ильмаюкит (Буссен и др., 1972). Залежь асимметрично зональная и сложена в основном микроклином, арфведсонитом, эгирином разных генераций, эвдиалитом, а также рамзаитом, ломоносовитом и содалитом. В центральной натролитовой зоне установлены нептунит, серандит (шизолит), сфалерит, чкаловит, стенстру-

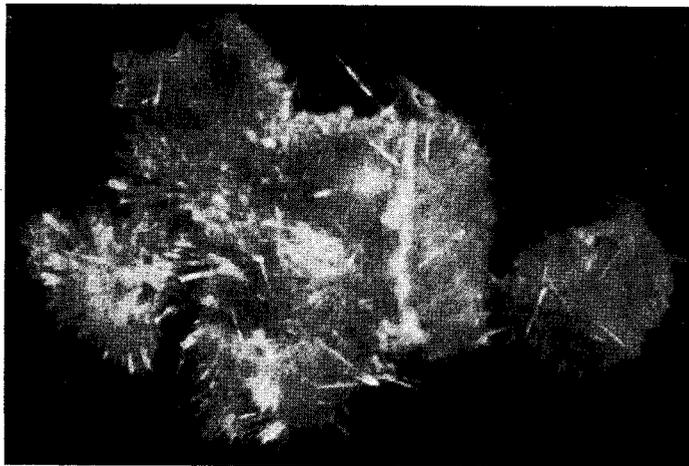


Рис. 1. Лучистый сросток игольчатых кристаллов раита.
Увел. 40. Фото А. В. Волошина.

пин, полилитионит, маунтинит, лейкофенит, галенит, галит, термонатрит, ильмаюкит, нордит, нарсарсукит, лампрофиллит и ряд неопределенных цеолитов. Раит и зорит вместе с волокнистым светлым эгирином, маунтинитом и мелкокристаллическим натролитом образуются на стенках трещин и пустот, выполняют элатолиты (чаще — в центральной зоне залежи, но иногда — и в лежащих выше фойяитах).

Раит (Raite) назван в ознаменование успешной работы международного коллектива ученых на папирусной лодке «Ра». Минерал образует корочки из радиальнолучистых сростков иголочек (рис. 1) золотистого цвета с блестящей бурой сердцевинной. Диаметр сростков 2—3 мм. Харак-

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам Всесоюзного минералогического общества 22 марта 1971 г.

Таблица 1

Результаты расчета дебаеграммы раита

I	$\frac{d}{n}$ экпер.	$\frac{d}{n}$ расч.	hkl
10	11.4	11.3	202
1р.	(9.8)		
1р.	8.9	9.1	002
1р.	7.4	7.65	400
3р.	5.7	5.64	203
1р.	(4.97)		
8	4.5	4.54	112, 004, 311
4	4.2	4.19	312
6ш.	3.8	3.74	801, 313
0.5	3.37	3.38	710, 604, 513
2	(3.24)		
2	(3.14)		
10	2.939	2.951	804, 713, 605
3	2.819	2.819	406, 911
0.5	2.715	2.712	714, 515
10	2.650	2.659	020, 021, 805
6	2.482	2.489	421, 715
5	2.351	2.351	12.0.3, 10.0.5, 620, 621
5	2.206	2.199	424, 623
3р.	2.133	2.138	13.1.1, 225, 14.0.2, 822
1	2.073	2.078	608, 425, 916
5	2.027	2.029	13.1.3
2	1.990	1.995	10.2.1, 226, 026, 10.0.7
1	1.968	1.969	824, 14.0.4, 10.2.2
3	1.895	1.894	15.1.1, 16.0.1, 119, 718
1	1.874	1.874	16.0.2, 14.0.5, 825, 609
5	1.813	1.817	15.1.3, 0.0.10, 2.0.10, 427
4	1.764	1.763	16.0.4, 12.2.3, 131, 130, 826
4	1.719	1.719	1.1.10, 228, 332, 601
2	1.680	1.681	14.2.1, 333, 17.1.2, 10.2.6
6	1.640	1.640	533, 17.1.3, 730, 801, 18.0.3
0.5	1.614	1.613	15.1.6, 029, 401, 732, 16.0.6
0.5	(1.591)		
6	1.575	1.575	335, 429, 828, 230, 1.1.11
2	(1.555)		
1	1.536	1.536	9.1.10, 15.1.7, 629, 19.1.1
6	1.514	1.514	336, 0.0.12, 8.0.11, 2.0.12
2	1.484	1.484	14.0.9, 20.0.3, 829, 18.0.6
1	1.469	1.469	16.2.4, 13.1.9, 4.2.10
6	1.442	1.441	6.2.10, 935, 736, 3.1.12
4ш.р.	1.409	1.410	8.0.12, 20.0.5, 13.3.1
4	1.373	1.374	11.1.11, 19.1.6, 22.0.2, 4.0.13
5	1.341	1.341	11.3.6, 9.1.12, 3.1.13, 21.1.4
2	1.317	1.317	0.12.2, 0.4.2, 15.1.10, 6.0.10
2	1.302	1.303	539, 18.0.9, 12.0.12, 17.1.9, 0.0.14
5	1.280	1.281	443, 4.0.14, 16.2.8, 23.1.2
0.5	1.265	1.263	17.3.6, 24.0.2, 23.1.3, 22.0.6
1	1.245	1.245	245, 842, 14.0.12, 17.1.1
1	1.238	1.238	644, 14.2.10, 0.2.13, 5.1.14
1	1.231	1.232	16.2.9, 22.2.0, 8.0.14
1	1.222	1.223	4.2.3, 15.3.6, 22.2.2, 20.0.9
1	1.203	1.203	24.0.5, 446, 13.3.8, 11.3.9
1	1.190	1.190	25.1.1, 9.3.10, 15.3.7, 19.3.1
1	1.177	1.177	26.0.0, 12.4.1, 10.4.4
1	1.157	1.157	18.1.11, 8.0.15, 10.4.5, 12.4.3
1	1.147	1.147	24.2.1, 20.2.8, 048, 10.2.13
0.5	1.139	1.139	9.3.11, 26.0.4, 24.2.2, 6.2.14
0.5	1.121	1.120	648, 12.4.5, 26.0.5, 23.1.8
0.5	1.109	1.109	11.3.11, 20.2.9, 19.3.6, 25.1.6
0.5	1.097	1.097	26.0.6, 24.2.5, 1.3.13, 12.0.5
0.5	1.092	1.092	28.0.0, 9.3.12, 3.3.13, 16.4.0
2р.	1.082	1.082	5.3.13, 17.1.13, 18.2.11
1р.	1.071	1.071	2.4.10, 17.3.9, 21.1.11
0.5	1.061	1.061	8.2.15, 14.0.15, 151

Таблица 1 (продолжение)

I	$\frac{d}{n}$ экспер.	$\frac{d}{n}$ расч.	hkl
0.5	1.055	1.055	21.3.6, 152, 351, 19.3.8
3	1.048	1.048	550, 23.3.3, 1.3.14, 18.4.0
3	1.044	1.044	3.1.17, 24.0.10, 10.4.9, 2.2.16
0.5	1.038	1.038	17.3.10, 10.2.15, 12.0.16
2р.	1.032	1.032	26.2.5, 18.4.3, 751
0.5	1.028	1.028	28.0.6, 29.1.2
1р.	1.016	1.016	355, 14.4.8, 6.4.11, 950
1р.	1.011	1.011	0.0.18, 28.2.0
1р.	1.004	1.004	17.3.11, 23.2.6, 15.3.15, 156

Примечание. Условия съемки: Fe излучение, $D=66$. Исправлено по особому снимку с NaCl. В скобках — линии, вызванные β -излучением. р. — расплывчатые, ш. — широкие линии. Аналитик Л. Г. Латышева.

терно срастание райта с маунтинитом и волокнистым эгирином, часто покрыт налетом соды (термонатрита).

Кристаллы райта игольчатые 1—2 мм длиной при толщине 0.02—0.04 мм. Габитусные грани образуют прямые углы, грани (111) сходятся под углом 146° . Э. М. Куллетской для них вычислено $\varphi=9^\circ 51'$ и $\rho=73^\circ 58'$. Спайность совершенная по (100), (010) и (001), пересекающаяся под прямыми углами.

Твердость агрегатов райта 3, иголки хрупкие, но в массе они легко сминаются. Удельный вес минерала, определенный из микронавески С. А. Егоровой, 2.39 ± 0.02 . Удлинение иголок положительное. Плеохроизм отчетливый: по Ng — золотистый или буроватый, по Nm желтоватый, по Np почти бесцветный; схема абсорбции $Ng > Nm > Np$; $cNg=0-3^\circ$; $Ng=1.550 \pm 0.002$, $Nm=1.542 \pm 0.002$, $Np=1.540 \pm 0.002$; $Ng-Np=0.010$; $+2V_{\text{вычисл.}}=53^\circ$.

Рентгеноструктурное исследование райта (рентгенограммы качания, РКВ, Си излучение, а также развертки плоскостей обратной решетки $h0l-h4l$, КФОР, Си и Mo излучение, снятые вдоль вытянутости кристалла) доказало принадлежность его к ромбической сингонии. Параметры элементарной ячейки, вычисленные по этим рентгенограммам и уточненные по дебаеграмме (в Å): $a_0=30.6 \pm 0.1$, $b_0=5.31 \pm 0.02$, $c_0=18.20 \pm 0.05$; $v_0=2957.2 \text{ Å}^3$.

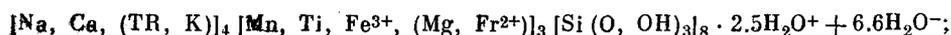
Пространственная группа по погасаниям определена однозначно: $D_2^5=C_{222}$. Для 2-го варианта формулы, предложенного И. Д. Борнеман-Старынкевич (см. ниже), $Z=4$, $\rho_{\text{рентг.}}=2.32$, включая $5H_2O$. Для варианта формулы, данного авторами, $Z=12$, $\rho_{\text{рентг.}}=2.43$ (без aq).

В табл. 1 приведены результаты расчета дебаеграммы райта. Индексирование производилось на ЭВМ «Минск-22» по программе Э. М. Медведевой. Совпадение $d_{\text{эксп.}}$ и $d_{\text{расч.}}$ удовлетворительное, что свидетельствует о надежности выбранных параметров.

Результаты химического анализа (навеска 1.2 г, аналитик Е. А. Кульничая) приведены в табл. 2. Спектральный анализ показал присутствие следов Р, Ве, Та, Pb, Ga, Ba, Си и Sr.

Рассмотрев результаты анализа, И. Д. Борнеман-Старынкевич предложил два варианта формулы райта, различающихся по положению воды в структуре:

1-й — вода не включена в структурную формулу минерала:



2-й — вода включена в радикал $[Si_2(O, OH)_7]$:

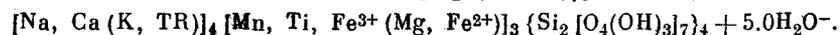


Таблица 2

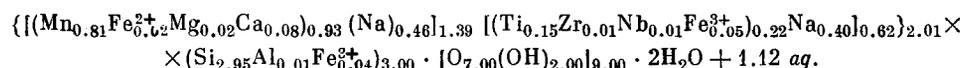
Химический состав рафта

Компоненты	Вес. %	Атомные количества катионов	Компоненты	Вес. %	Атомные количества катионов
SiO ₂	46.20	0.7689	Na ₂ O	11.24	0.3627
TiO ₂	3.11	0.0389	K ₂ O	0.17	0.0036
ZrO ₂	0.16	0.0013	(Nb, Ta) ₂ O ₅	0.44	0.0033
Al ₂ O ₃	0.12	0.0024	Σ TR	0.16	0.0010
Fe ₂ O ₃	1.86	0.0233	H ₂ O ⁺	8.01	(0.8892)
FeO	0.37	0.0051	H ₂ O ⁻	11.36	(1.2611)
MnO	15.00	0.2115	CO ₂	0.40	0.0091
MgO	0.20	0.0050			
CaO	1.24	0.0221			
			Сумма	100.04	1.4582

Примечание. Атомные количества Na, С и Н даны за вычетом 0.0182 Na, 0.0091 С и 0.0182 Н, относящихся к примеси термонаритра. Здесь и в табл. 4 цифры, взятые в скобки, в сумму не входят.

Данные термического анализа — рис. 2 (дериватограф, навеска 250 мг; смесь с 50% инертного вещества, Al₂O₃; время нагрева до 1000° 100 мин.; термопара платина—платина-родий; аналитики А. В. Волошин и С. А. Егоров) лучше согласуются со 2-м предположением. Сумма катионов в обоих случаях равна 15. Допустив возможность замены 2M⁺ ↔ M²⁺, т. е. Na и Mn, подобно тому как это принимается для Ca и Na в кальциевом эгирине (Сердюченко и др., 1961), в некоторых цеолитах (Штрунц, 1962), а также в искусственных соединениях (K₂Ca₂Si₆O₁₆ и др. — Винчелл, Винчелл, 1967) получим без воды (M²⁺M⁺)_{0.5}Si_{0.75}O_{2.0}. Приняв, что вода преимущественно входит в решетку рафта (рис. 2), получим его эмпирическую формулу (Mn, Na₂)₂Si₃[O₇(OH)₂]₀·2H₂O + 1aq. Допустим и изоморфизм: 3Mn²⁺ ← Ti⁴⁺ + 2Na⁺, 4Mn²⁺ ← Nb⁵⁺ + 3Na⁺ и 2Mn²⁺ ← Fe³⁺ + Na⁺.

При делителе D = ΣO/8 = 0.26053 результат расчета таков:



Углекислота отнесена на счет термонаритра (Na₂CO₃·H₂O). Окончательная формула рафта будет установлена после определения его структуры.

Исследуемый минерал представляет собой водный силикат натрия и марганца с изоморфной примесью титана, железа и др. Распределение воды в рафте, принятое нами, не противоречит данным его ИК спектроскопии и согласуется с результатами термического анализа. Потеря веса начинается с 60° (рис. 2), разложение минерала происходит, видимо, уже около 110°. Эндотермический эффект при 160° фиксирует конец разложения минерала, ему соответствует потеря веса 11.9%; затем, к 300°, теряется 13.4% и к 340° — 15.5%. Потеря веса продолжается и дальше. При 700° имеет место слабый экзотермический эффект (изменение фазового состояния?). Общая потеря веса 19.8% (по химическому анализу сумма H₂O и CO₂ равна 19.8%).

Перед паяльной трубкой рафт спекается в серую пузыристую массу. При 745° плавится в светло-бурое стекло с показателем светопреломления

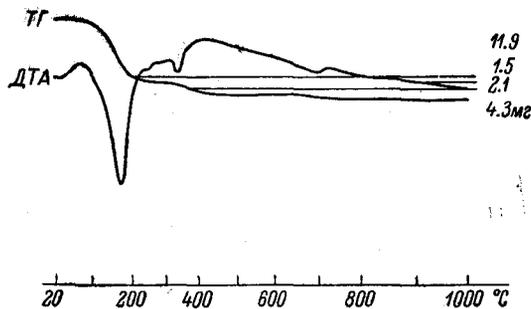


Рис. 2. Термограмма рафта.

$N=1.623$. В воде не растворяется, в 4% HCl при температуре 20° медленно разлагается, давая каркасный гель кремнекислоты, который после высыхания имеет тонковолокнистое строение. Волокна гаснут прямо и обладают положительным удлинением. Их $N=1.450$, $N_g-N_p=0.002-0.003$ (люссатит? — Винчелл, Винчелл, 1953). В 6% HNO₃ при 20° разлагается медленно, давая бесструктурный гель, в 5% H₂SO₄ при 20° не растворяется. Продукты изменения неизвестны.

Раит — позднегидротермальный минерал, образующийся совместно с волокнистым эгирином и призматическим натролитом, но ранее ильмайтита, галита и термонатрита.

Недавно раит обнаружен Л. В. Козыревой и Ю. П. Меньшиковым в Хибинах в среднезернистых эгирино-нефелиновых сиенитах на стенках

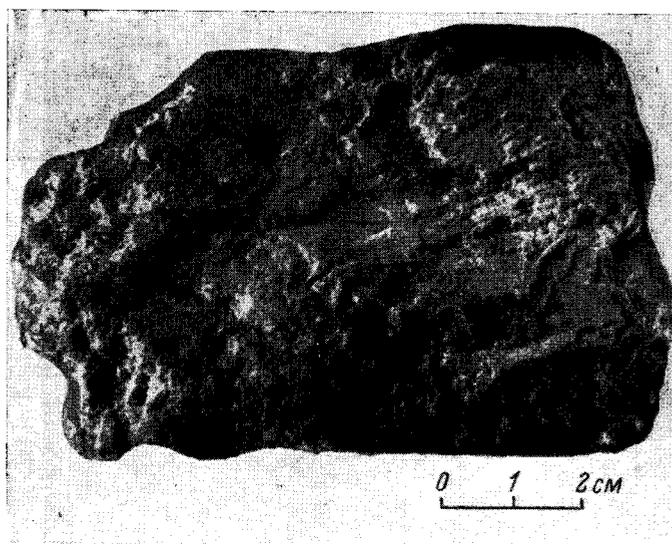


Рис. 3. Поликристаллическая пластинка зорита с реликтами спайности замещенного минерала. Фото М. П. Базанова.

пустот вместе с альбитом, содалитом, пектолитом и натролитом. Раит образует сростки светло-бурых иголочек и красно-бурых мелкопластинчатых кристаллов.

З о р и т (Zorite) назван по предложению И. Д. Борнеман-Старынкевич от слов «зори», «зорька» — по окраске. Кроме сростков призматических кристаллов образует поликристаллические пластинки размером до $10 \times 6 \times 0.5$ см, видимо псевдоморфозы, так как сохраняются реликты спайности пластинчатого минерала, параллельные большей грани (рис. 3). Пластинки сложены спутанноволокнистой массой игольчатых кристалликов около 1—2 мм длиной. Подобные иголки образуют лучистые и сфероидальные сростки на стенках пустот и трещин, иногда — на пластинчатых агрегатах зорита.

Кристаллы розовые, прозрачные, со стекляннным блеском. Спайность совершенная по (010) и (001), пересекающимся под прямыми углами. Спайность по (110) проявлена хуже. Угол между нею и гранями (100) = $73^{\circ}11'$. Для грани (110) Э. М. Куплетская вычислила $\varphi = 16^{\circ}49'$. Удлинение кристалликов положительное, погасание почти прямое (2—3°).

Твердость агрегата 3—4, призмочки хрупкие; удельный вес агрегата 2.27 ± 0.02 , кристаллов 2.36—2.40 (определено из микронавески С. А. Егоровой и Ф. Н. Тюшевой), минерал смачивается плохо. Плео-

Таблица 3

Результаты расчета дебаграммы зорита

I	$\frac{d}{n}$ экпер.	$\frac{d}{n}$ расч.	hkl
8	11.6	11.96	200
2	(7.4)		
10	6.9	6.93	110
1	(6.4)		
3	5.8	5.97	400
4	5.2	5.30	310, 111
2	4.92	4.97	112
2	(4.83)		
1	4.64	4.58	402
5	4.45	4.41	311
1	4.01	3.99	510, 600
2р.	(3.78)		
2	3.59	3.62	020, 004
5	3.43	3.41	204, 220
8	3.38	3.37	221
2	(3.30)		
1	3.20	3.23	022
8	3.067	3.062	404, 513
8	2.979	2.968	314, 800
3	2.899	2.880	023
3	(2.848)		
3	2.759	2.758	802
2	2.667	2.659	514, 604, 620
8	2.588	2.591	713, 423
2	2.505	2.508	622, 910, 315
3	2.442	2.458	911
1	2.283	2.280	331, 804, 132, 821
1	2.233	2.240	025
1	2.192	2.194	822, 332, 225
2	2.158	2.155	530
1	(2.134)		
1	2.101	2.098	425, 715
0.5	2.062	2.062	532, 11.1.1
0.5	2.031	2.042	606
1	1.992	1.991	134, 10.2.0, 12.0.0, 026, 10.0.4
3	1.934	1.936	824, 334
3	1.896	1.900	732, 317
3	(1.875)		
0.5	1.840	1.841	10.2.3, 534, 135
3	1.802	1.799	11.1.4, 040, 041, 335
1	1.781	1.784	13.1.0, 930, 626, 241, 027, 008
8	1.742	1.742	10.2.4, 12.0.4, 12.2.0, 242
0.5	1.720	1.721	916, 535, 441, 734
6	1.701	1.701	717, 427, 12.2.2
1	1.673	1.672	933, 243, 13.1.3
0.5	1.659	1.656	336, 14.0.2, 826
1	1.648	1.648	640
0.5	1.616	1.616	11.3.0, 044
0.5	1.568	1.568	12.2.4, 11.1.6
4	1.543	1.541	14.0.4, 14.2.0, 841, 840
4	1.528	1.528	12.0.6, 10.2.6, 827, 337, 045
2	1.513	1.513	842, 935, 13.1.5, 245, 736
0.5	1.494	1.496	16.0.0, 644, 12.2.5
0.5	1.478	1.480	445, 537, 15.1.3
4	1.453	1.456	11.1.7, 13.3.1
0.5	1.431	1.430	246, 936, 645, 13.1.6, 13.3.2
3	1.419	1.418	14.2.4, 844, 737, 351, 152, 0.0.10
1	1.396	1.397	352, 13.3.3, 446
3	1.384	1.383	153, 550, 10.4.3, 14.0.6, 16.2.0
3	1.347	1.344	247, 937
0.5	1.333	1.333	750, 11.3.6, 12.4.1, 553, 15.3.0
1	1.312	1.310	752
1	1.301	1.302	13.3.5, 15.1.6
1	1.294	1.292	554, 14.2.6, 846
0.5	1.274	1.274	355, 950
2	1.265	1.266	951, 11.3.7, 16.0.6

Таблица 3 (продолжение)

I	$\frac{d}{n}$ экспер.	$\frac{d}{n}$ расч.	hkl
1р.	1.254	1.254	12.4.4, 952
1р.	1.247	1.247	15.3.4, 555, 13.3.6, 18.0.4, 18.2.0
0.5	1.235	1.236	19.1.1, 10.4.6, 14.4.1, 15.1.7, 847
0.5	1.225	1.224	14.4.2
2р.	1.216	1.216	17.3.0
0.5	1.204	1.205	11.5.0, 14.4.3, 15.3.5
2р.	1.191	1.190	062
1р.	1.176	1.178	10.4.7, 17.3.3, 18.2.4
0.5	1.166	1.167	462, 357, 263, 12.4.6
1	1.160	1.160	18.0.6; 955, 15.3.6
3	1.150	1.151	17.3.4, 16.4.1, 661, 463
2р.	1.139	1.139	14.4.5, 19.1.5, 16.4.2, 13.5.0, 662
1	1.133	1.134	13.5.1, 20.0.4, 20.2.1
2	1.113	1.113	19.3.1, 15.3.7, 21.1.2
1	1.107	1.107	13.5.3, 2.6.5
2	1.101	1.101	14.4.6, 19.1.6, 19.3.2
1	1.093	1.092	465
1	1.082	1.082	17.3.6, 20.2.4
1	1.077	1.077	10.6.0, 066
2	1.067	1.067	864, 18.4.1
0.5	1.061	1.061	14.4.7, 15.5.2, 18.4.2, 19.1.7
2ш.	1.057	1.057	13.5.5
2ш.	1.054		
0.5	1.045	1.045	18.4.3, 15.5.3, 17.3.7
0.5	1.040	1.040	22.0.4, 19.3.5
1р.	1.031	1.031	10.6.4, 22.2.2, 171, 12.6.0
1р.	1.030	1.030	12.6.1, 171, 22.2.2, 23.1.0
2	1.007	1.007	17.5.1, 21.3.3, 10.6.5, 23.1.3
2	1.005	1.005	667
2	0.9979	0.9981	20.4.0
2	0.9964	0.9971	24.0.0

Примечание. Условия съемки и обозначения те же, что и в табл. 1.

хроизм ясный: по *Ng* голубоватый, по *Nm* почти бесцветный, по *Np* розоватый (определение В. В. Колесниковой).

Для рентгеноструктурного исследования был выбран монокристалл в виде тонкой иглолочки. Вдоль его вытянутости получены рентгенограмма качания (РКВ, Си излучение) и развертки плоскостей обратной решетки $h0l$, $h1l$, $h2l$ (КФОР, Си излучение), по которым установлена ромбическая сингония. Параметры элементарной ячейки минерала (в Å): $a_0 = 23.9 \pm 0.1$, $b_0 = 7.23 \pm 0.02$, $c_0 = 14.25 \pm 0.05$; $V_0 = 2462.4 \text{ Å}^3$. Параметры уточнены по дебаеграмме. $Z = 6$, $\rho_{\text{рентг.}} = 2.33$ для формулы, предложенной И. Д. Борнеман-Старынкевич (включая H_2O^-), для формулы авторов $Z = 10$, $\rho_{\text{рентг.}} = 2.49$ (включая $2\text{H}_2\text{O}$ — см. ниже).

Анализ систематических погасаний рефлексов на развертках привел к дифракционному классу, содержащему три пространственные группы: $D_{2h}^{12} = C_{\text{точ.}}$, $C_{2v}^{12} = C_{\text{точ.}}$, и $C_{2h}^{12} = C_{2\text{ст}} (A_{\text{ма2}})$.

Дебаеграмма зорита (табл. 3) проиндексирована на ЭВМ «Минск-22» по программе Э. М. Медведевой. Совпадение $d_{\text{экспер.}}$ и $d_{\text{вычисл.}}$ сравнительно хорошее, что указывает на правильность выбора параметров.

Результат химического анализа, выполненного Е. А. Кульчицкой из навески 1.6 г, приведен в табл. 4. Спектральным анализом (аналитик Е. А. Медникова) отмечены следы Ве, Рь, Та и Ва.

Зорит — сложный водный силикат натрия и титана. Присутствие ниобия и алюминия объясняется изоморфным замещением. Вода входит в состав минерала в кристаллогидратной форме, в виде гидроксила и в виде цеолитной. И. Д. Борнеман-Старынкевич рассчитана формула

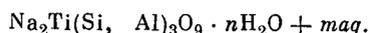
Таблица 4

Химический состав зорита

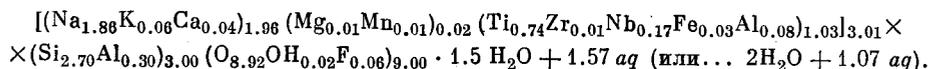
Компоненты	Вес. %	Атомные количества катионов	Компоненты	Вес. %	Атомные количества катионов
SiO ₂	41.70	0.6940	(Nb, Ta) ₂ O ₅	5.95	0.0448
TiO ₂	15.21	0.1904	H ₂ O ⁺	11.31	(1.2555)
ZrO ₂	0.21	0.0017	H ₂ O ⁻	3.17	(0.3519)
Al ₂ O ₃	4.92	0.0965	F	0.29	(0.0153)
Fe ₂ O ₃	0.53	0.0066	P ₂ O ₅	0.05	0.0007
MnO	0.10	0.0014	CO ₂	0.18	0.0041
MgO	0.10	0.0025			
CaO	0.58	0.0103	Сумма	100.08	1.5545
Na ₂ O	15.09	0.4869	—O=F ₂	0.11	
K ₂ O	0.69	0.0146			
			Сумма	99.97	

Примечание. Атомные количества Na, H, C и P даны за вычетом 0.0082 и 0.0021 Na, 0.0082 и 0.0168 H, 0.0041 C и 0.0007 P, относящихся к примеси «сода» и фосфата натрия соответственно.

зорита (Na_{2.8}K_{0.1}Ca_{0.1})₃(Ti_{1.1}Al_{0.6}Nb_{0.3})₂[Si₂(O,OH)]₇+3H₂O⁺+H₂O⁻ или, включая H₂O в радикал, . . . [Si(O,OH)₄]₄+H₂O⁺+H₂O⁻. Можно представить формулу зорита иначе: отношение суммы анионов (без H₂O) к сумме катионов (без H₂O) в нем почти 1.5, отношение суммы катионов без алюминия и кремния к сумме двух последних почти равно 1 и в формуле минерала (без H₂O и OH): [(Na+K+Ca. . .)+(Ti+Zr+Nb+. . . Fe³⁺): (Si+Al) : O ≈ 1 : 1 : 3; (Na+K+Ca) : (Ti+Zr+Nb+Fe³⁺) ≈ 2 : 1. Поэтому эмпирическая формула должна быть кратной выражению



Расчет формулы с учетом валентностей приводит к тем же результатам, причем группа Na₂Ti отвечает группе 3M²⁺. В этом случае химическая формула зорита будет аналогична катаплетиту, в котором титан занимает место циркония. За вычетом примесей (табл. 4), при $D = \frac{\sum \text{анионов (без H}_2\text{O)}}{\sum \text{катионов}} = 1.49323$, расчет дал



ИК спектр указывает на присутствие воды (но без ее разделения) и отмечает примесь CO₂.

На дериватограмме зорита — рис. 4 (навеска 560 мг, условия анализа те же, что и для райта) — потеря веса начинается с 50°, около 170° образуется пологий минимум (потеря веса 2.9%). К 290° теряется уже 6.8%. Далее отмечается эндотермический эффект с максимумом при 360° и с площадкой при 330—340°. При этом потеря веса достигает 12.1%. Общая потеря веса составляет 13.2% (по химическому анализу 14.48% H₂O+0.18% CO₂+0.29% F=14.95). Зорит начинает плавиться при 800°. Перед паяльной трубкой он спекается в белую пузыристую массу, затем плавится в бурое стекло. При 980° образуется чистый расплав (определение Л. М. Делицина). Показатель светопреломления стекла $N=1.574$. В воде не растворяется, в 4% HCl и 6% HNO₃ при 20° медленно разлагается, обес-

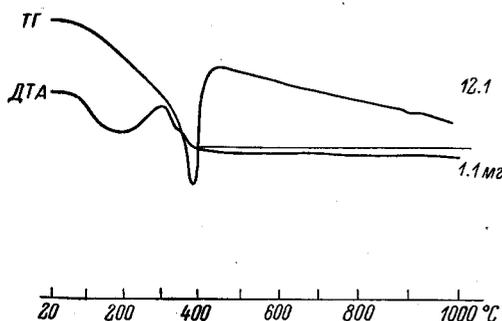


Рис. 4. Термограмма зорита.

цвечиваясь и покрываясь порошковатым гелем кремнекислоты, не действующим на поляризованный свет. В H_2SO_4 не растворяется.

Продукты изменения — белые порошковатые массы — не изучены.

Зорит — поздний, одновременный с розовым натролитом и раитом минерал. Пластинчатые агрегаты, вероятно, вторичные (по ломаносовиту?). Игольчатый зорит, образующий розетки, первичный; он часто нарастает на пластинчатую разновидность.

Авторы благодарят С. А. Егорову, Ф. Н. Тюшеву, А. В. Волошина, А. С. Сахарова и Л. Г. Латышеву за помощь в работе, И. Д. Борнеман-Старынкевич, В. А. Франк-Каменецкого и других членов КНМ за критический разбор материала.

Образцы раита и зорита переданы в Минералогический музей АН СССР, в музей Ленинградского горного института и в музей Кольского филиала АН СССР.

Литература

- Буссен И. В., Л. Ф. Ганнибал, Е. А. Гойко, А. Н. Мерьков, А. П. Недорезова. (1972). Ильмаюкит — новый минерал из Ловозерских тундр. Зап. Всесоюз. минер. общ., ч. 101, вып. 1.
- Винчелл А. Н., Г. Винчелл. (1953). Оптическая минералогия. ИЛ.
- Винчелл А. Н., Г. Винчелл. (1967). Оптические свойства искусственных минералов. Изд. «Мир».
- Сердюченко Д. П., А. В. Глебов, В. А. Павлов. (1964). Кальциозгирин — член изоморфного ряда моноклинных пироксенов. Изв. АН СССР, № 2.
- Штрунц Х. (1962). Минералогические таблицы. Госгортехиздат.

Геологический институт
Кольского филиала АН СССР,
Ловозерский ГОК,
г. Апатиты.
