

Д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ

**ПЕРЛИАЛИТ $K_9Na(Ca,Sr)[Al_{12}Si_{24}O_{72}] \cdot 15H_2O$ —
НОВЫЙ КАЛИЕВЫЙ ЦЕОЛИТ
ИЗ ХИБИНСКОГО МАССИВА¹**

В нефелино-микроклиновых с пектолитом жилах, нефелино-полево-шпатовом пегматите, содалито-микроклиновом пегматите и в содалито-астрофиллитовых жилках из гнейсовидных ричесорритов горы Эвеслог-чорр и Юкспор Хибинского массива установлен калиевый цеолит, не имеющий природных аналогов. В честь Перекрест Лилии Алексеевны, преподавателя минералогии Кировского горного техникума, минерал назван перлиалит (perlialite).

Наибольшие концентрации нового минерала сосредоточены в нефелино-микроклиновой с пектолитом жиле на горе Юкспор в гнейсовидных ричесорритах. Мощность жилы до 1 м, падение СЗ 330° под углом 50°. По простиранию жилы прослежена на 15 м. Жильное пространство от кровли до подошвы выполнено сталактито- и сталагмитоподобными образованиями до 20 см в диаметре. Пространство между ними заполнено тонкопризматическим эгирином и пектолитом. В разрезах эти образования имеют

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 2 апреля 1982 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 28 февраля 1984 г.

зональное строение (рис. 1, а, б): в центре их нефелин, снаружи опаловидный микроклин, между ними перлиалит. Мощность зоны перлиалита от долей миллиметра до 2 см в зависимости от диаметра «стагмалита». Перлиалит представлен либо лучистым агрегатом (рис. 1, а), либо опаловидным (рис. 1, б). В лучистых агрегатах нового минерала установлены

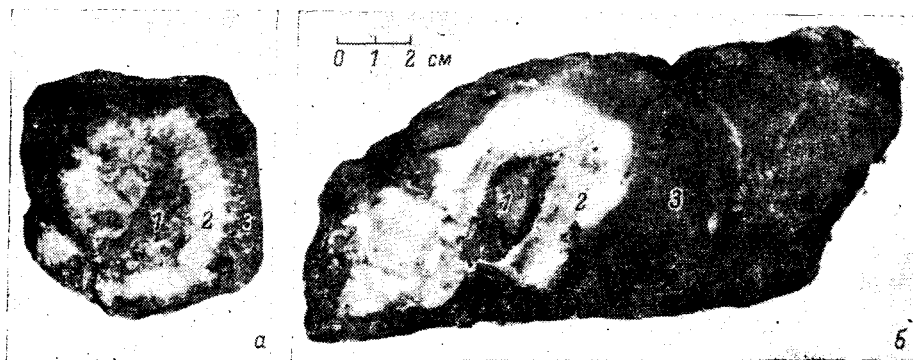


Рис. 1. Зональные желваки с лучистым (а) и опаловидным (б) агрегатами перлиалита. Центральная часть (1) — нефелин, средняя (2) — перлиалит, внешняя (3) — опаловидный микроклин.

включения кальсилита (рис. 2). В опаловидном микроклине присутствуют гнезда юкспорита. С пектолитом тесно ассоциируют саффорит, галенит, сфалерит, халькопирит, образующие мелкие гнезда и прожилки.

В других постмагматических образованиях, указанных выше, перлиалит присутствует в виде мелких радиально-лучистых и сноповидных тонко-

волокнистых агрегатов размером до 4 мм. Здесь он обычно включен в кристаллы нефелина, микроклина и вадеита или локализуется в прожилках астрофилита в тесном соседстве с рамзаитом, ринколитом, розовым и зеленым содалитом.

Цвет перлиалита белый. В кристаллических агрегатах под



Рис. 2. Дендритовидные включения кальсилита (серое) и эгирина (белое) в перлиалите. Снимок (250×250 мкм) в поглощенных электронах (негатив, MS-46 («Камера»).

микроскопом тонкие кристаллы просвечивают. Блеск перламутровый. Волокнистые кристаллы гибки, упруги и растираются до порошка с трудом, образуя войлокоподобную массу. Твердость фарфоровидных агрегатов 4—5. Плотность, измеренная методом микробюретки, $2.14 \pm 0.05 \text{ г/см}^3$, вычисленная 2.15 г/см^3 . $N_g = 1.488$, $N_p = 1.483 \pm 0.002$, $N_g - N_p = 0.005$. Удлинение положительное, угасание прямое (аналитик Л. М. Федорова).

Сходство рентгенограмм нового минерала и синтетических цеолитов L и K, Ва — G (табл. 1) позволяет предположить их структурную близость и принять для перлиалита подобную им гексагональную элементарную ячейку с пространственной группой $D_{6h}^1 = P6/mmm$. На рентгенограмме нового минерала наблюдается 99 линий. Параметры элементарной ячейки —

Результаты расчета рентгенограммы порошка перлиалита

Перлиалит				Цеолит L (Сендеров, 1970; Брек, 1976)		Цеолит K, Ba — G, L (Ваггелер, 1972; Брек, 1976)		
I	$d_{\text{эксп}}$	$d_{\text{вмч}}$	hkl	I	d	I	d	hkl
10	16.0	16.0	100	100	15.8	100	16.196	100
2	9.2	9.2	110		—	4	9.35	110
1	8.0	8.0	200	14	7.89	1	8.098	200
	—	—	—	15	7.49	16	7.501	001
	—	—	—		—	3	6.806	101
7	6.0	6.0	210	25	5.98	1	6.121	210
1	5.7	5.8	111	11	5.75	1	5.851	111
1	5.6	5.5	201		—	1	5.503	201
	—	—	—		—	3	5.398	300
1	4.74	4.74	211		—	7	4.743	211
10	4.62	4.62	220	32	4.57	3	4.675	220
4	4.44	4.44	310	13	4.39	1	4.492	310
2	4.37	4.35	301	13	4.33	3	4.382	301
1	4.00	4.00	400		—	1	4.049	400
7	3.94	3.94	221	30	3.91	46	3.968	221
1	3.83	3.82	311	13	3.78	7	3.854	311
	—	—	—		—	2	3.750	002
	—	—	—	19	3.66	2	3.716	320
2	3.65	3.65	102		—	2	3.654	102
	—	—	—		—	1	3.563	401
2	3.49	3.496	410	23	3.48	1	3.534	410
2	3.48	3.475	112		—	10	3.481	112
1	3.39	3.396	202		—	<1	3.403	202
4	3.30	3.300	321	14	3.26	16	3.329	321
9	3.20	3.204	500		—	19	3.239	500
	—	—	—	34	3.17	10	3.198	212
	—	—	—		—		3.197	411
3	3.08	3.083	330	22	3.07	26	3.117	330
	—	—	—		—		3.080	302
2	3.03	3.027	420	15	3.02	4	3.061	420
	—	—	—		—	2	2.974	501
4	2.92	2.912	222	23	2.91	31	2.926	222
	—	—	—		—		2.909	510
	—	—	—		—	5	2.879	312
1	2.85	2.851	331		—		2.872	331
1	2.811	2.807	421		—	4	2.834	421
	—	—	—		—	2	2.751	402
	—	—	—		—	27	2.712	511
8	2.674	2.670	600	19	2.65		2.699	600
	—	—	—	8	2.62	2	2.662	430
1	2.627	2.624	322		—	10	2.639	322
1	2.564	2.565	520		—	1	2.593	520
	—	—	—		—		2.572	412
3	2.518	2.515	601	8	2.53	2	2.540	601
1	2.487	2.485	431		—	5	2.509	431
	—	—	—		—	<1	2.500	003
	—	—	—		—	5	2.471	103
4	2.444	2.443	610	9	2.45		2.470	610
	—	—	—		—	8	2.451	502
3	2.430	2.427	521	11	2.42		2.451	521
	—	—	—		—	<1	2.416	113
	—	—	—		—	3	2.397	332
	—	—	—		—		2.389	203
<1	2.386	2.386	203		—	1	2.371	422
<<1	2.352	2.355	422		—	1	2.346	611
<<1	2.322	2.323	611		—	4	2.338	440
1	2.314	2.312	440		—		2.315	213
	—	—	—		—	3	2.314	700
	—	—	—		—		2.314	530
1	2.290	2.288	530		—	2	2.298	512
	—	—	—		—			
4	2.211	2.209	441	11	2.19			
<1	2.152	2.155	432		—			

Таблица 1 (продолжение)

Периодит				Цеолит L (Сендеров, 1970; Брек, 1976)		Цеолит K, Ва - G, L (Ваеглюшер, 1972; Брек, 1976)		
I	$d_{\text{экв}}$	$d_{\text{выч}}$	hkl	I	d	I	d	hkl
<1	2.118	2.117	522					
4	2.046	2.047	612					
1	2.016	2.018	630					
3	1.955	1.953	702					
1	1.876	1.875	810					
3	1.851	1.849	550					
1	1.827	1.825	204					
3	1.794	1.796	551					
1	1.769	1.769	304					
4	1.752	1.752	731					
3	1.732	1.735	722					
7	1.705	1.702	821					
5	1.682	1.679	650					
1	1.640	1.638	651					
4	1.627	1.626	830					
1	1.607	1.608	902					
6	1.586	1.585	543					
8	1.545	1.544	921					
6	1.535	1.534	750					
1	1.491	1.492	832					
1	1.455	1.454	922					
3	1.431	1.429	11.0.1					
1	1.411	1.410	850					
3	1.396	1.396	761					
3	1.390	1.389	11.1.0					
2	1.378	1.377	932					
4	1.359	1.358	10.3.0					
7	1.337	1.337	10.3.1					
1	1.330	1.330	515					
2	1.322	1.321	770					
10	1.306	1.307	605					
1	1.284	1.284	951					
2	1.280	1.278	12.1.0					
3	1.268	1.264	10.4.1					
1	1.258	1.257	12.0.2					
2	1.249	1.250	006					
4	1.234	1.235	206					
6	1.215	1.214	943					
4	1.193	1.193	406					
1	1.179	1.177	844					
1	1.173	1.171	815					
3	1.166	1.165	12.3.0					
1	1.155	1.155	426					
1	1.145	1.144	10.6.0					
4	1.137	1.135	13.2.0					
3	1.114	1.113	745					
1	1.107	1.105	873					
3	1.089	1.089	626					
2	1.079	1.077	864					
1	1.062	1.061	207					
1	1.059	1.058	12.5.0					
1	1.052	1.053	726					
1	1.046	1.044	11.0.5					
1	1.041	1.040	10.6.3					
1	1.030	1.029	874					
3	1.022	1.021	15.1.1					
6	1.012	1.012	337					
4	1.010	1.009	12.6.0					
1	0.989	0.989	10.8.2					
1	0.986	0.985	10.0.6					
3	0.976	0.976	14.2.3					

Примечание. Рентгенограмма порошка получена в камере РКУ-114.6 мм на Fe излучении. Внутренний стандарт NaCl.

$a_0 = 18.49 \pm 0.03 \text{ \AA}$, $C_0 = 7.51 \pm 0.01 \text{ \AA}$, $V = 2223.5 \text{ \AA}^3$ — рассчитаны по 19 линиям, индексы для которых были заимствованы из рентгенограммы цеолита *L* (Брек, 1976). Индцирование всей рентгенограммы по этим параметрам выполнено на ЭВМ «Напри-2» А. А. Ленци.

На ДТА перлиалита (рис. 3) наблюдается эндотермический эффект с максимумом 200 °С, соответствующий удалению большей части цеолитной воды (см. кривую ТГ) в интервале температур от 20 до 450 °С. Незначительное количество воды удаляется затем медленно до 700—800 °С без

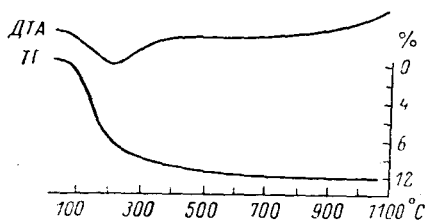


Рис. 3. Термограмма перлиалита.

Навеска 50 мг, ДТА получена на установке ТУ-1, ТГ — на дериватографе.

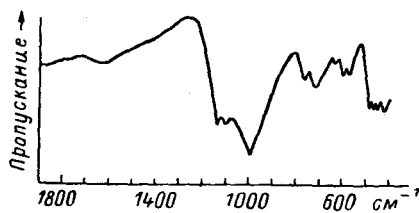


Рис. 4. ИК спектр перлиалита.

Получен на ИК-спектрометре UR-20 В. Т. Машлакиной.

видимых эффектов. Термографическое изучение различных образцов нового минерала показало общую потерю веса в интервале 9.5—12.0 мас.%, что, видимо, обусловлено цеолитным характером воды в перлиалите. Для выяснения природы экзотермического эффекта на ДТА в области 1100 °С навески нового минерала прокаливались в силитовой печи при 800, 900, 950, 1000, 1100 и 1150 °С и исследовались рентгенометрически. Устанавливается, что прокаливание до 900 °С не вызывает изменения рентгенограммы нового минерала, в интервале 950—1000 °С минерал полностью аморфизуется, далее в интервале 1100—1150 °С фиксируется рентгенограмма лейцита. Интересно отметить аналогичное поведение при нагревании и искусственного цеолита *L-D* (Рагимов и др., 1978): устойчивость его при прокаливании до 900 °С, аморфизация при 1000 °С и превращение в лейцит при 1100 °С.

ИК спектр перлиалита (рис. 4) характеризуется наличием хорошо разрешенных максимумов поглощения, согласующихся в основном с тако-

Таблица 2

Полосы поглощения в ИК спектре перлиалита и синтетического цеолита *L*

Минерал	Деформационные колебания Н ₂ O	Полосы поглощения, см ⁻¹			
		Асимметричные валентные колебания	Симметричные валентные колебания	Колебания двойных колец	Деформационные колебания
Цеолит <i>L</i>		1160 сл. пл., 1080 с., 1015 с.	767 ср. сл., 721 ср. сл., 642 сл. пл.	606 ср.; 580 сл. пл.	474 ср. с., 435 сл. пл.
Перлиалит	1640 ш.	1140 сл., 1110 сл., 1040 пл., 1000 с., 980 сл. пл.	770 ср. сл., 730 ср., 650 сл.	615 ср. сл., 590 ср. сл.	490 пл., 475 сл., 455 ср., 430 ср. с.

Примечание. с. — сильная, ср. — средняя, сл. — слабая, пл. — плечо, ш. — широкий, ср. с. — умеренно сильная, ср. сл. — умеренно слабая, сл. пл. — слабое плечо. Интерпретация полос поглощения ИК спектра дана по Д. Бреку (1976).

выми для искусственного цеолита *L* (табл. 2) и подтверждающих близость их структур.

Химический анализ перлиалита (табл. 3) выполнен Т. С. Романовой из мономинеральной навески 300 мг, отобранной из радиально-лучистых

агрегатов нового минерала. Расчет его на 36 (Si+Al) приводит к формуле $K_{9.07}Na_{0.91}(Ca_{0.49}Sr_{0.46}Fe_{0.08})_{1.03}[Al_{11.35}Fe_{0.33}^{3+}Mg_{0.05}]_{11.73}Si_{24.27}O_{72.12} \cdot 15 \cdot 2H_2O$ (при $Z=1$) или в идеализированном виде $K_9Na(Ca, Sr)[Al_{12}Si_{24}O_{72}] \cdot 15H_2O$.

Таблица 3
Химический состав перлиалита

Окислы	Мас. %	Коэффициент в формуле
K ₂ O	14.86	9.07
N ₂ O	0.98	0.91
CaO	0.96	0.49
SrO	1.65	0.46
FeO	0.21	0.08
MgO	0.07	0.05
TiO ₂	0.01	0.00
Fe ₂ O ₃	0.92	0.33
Al ₂ O ₃	20.13	11.35
SiO ₂	50.72	24.27
H ₂ O	9.52	15.20
Сумма	100.03	

По величине отношения Si/Al, равного 2, и другим физическим свойствам перлиалит занимает среднее положение в ряду искусственных цеолитов *L* и *K*, *Ba* — *G* (Брек, 1976; Baerlocher, 1972). Не исключено, что у него есть и прямой аналог — новый искусственный недостаточно полно охарактеризованный калиевой цеолит *L-D* (Рагимов и др., 1978).

Находка перлиалита в тесной ассоциации с минералами, богатыми калием — вадеитом, астрофиллитом, юкспоритом, микроклином и кальситом, — является еще одним показателем существенно калиевой специализации постагматических образований, локализованных в гнейсовидных ризчорритах в тектонически ослабленной зоне, которая прослеживается с перерывами от горы Ньорпахк до горы Ризчорр по контакту ризчорритов и фойяитов.

Образцы перлиалита переданы в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана АН СССР (Москва) и Геологический музей Кольского филиала АН СССР (Апатиты).

Литература

- Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 781 с.
 Рагимов Н. Г., Ганбаров Д. М., Амиров С. Т., Мамедов Х. С. Синтез и исследование нового цеолита *L-D*. Изв. АН СССР. Неорганические материалы, 1978, т. 14, с. 1338—1340.
 Сендеров Э. Э., Хитаров Н. И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. М.: Наука, 1970. 283 с.
 Baerlocher Ch., Barrer R. M. The structure of the synthetic zeolite (K, Ba) — G, L. — Z. Kristallogr., 1972, vol. 136, p. 245—254.

Геологический институт
Кольского филиала АН СССР,
Апатиты.

УДК 549.525

Н. К. МАРШУКОВА, А. Б. ПАВЛОВСКИЙ, д. чл. Г. А. СИДОРЕНКО МУШИСТОНИТ (Cu, Zn, Fe)Sn(OH)₆ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ОЛОВА¹

Мушистонит (mushistonite) — медный гидростаннат с переменным содержанием железа и цинка обнаружен в рудах оловянных месторождений Средней Азии. Наиболее распространен в рудах месторождения Мушистон в Таджикистане, относящегося к колчеданно-сульфидному типу оловянных

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 3 сентября 1981 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 26 октября 1982 г.