

Е. В. СВЕШНИКОВА, Т. А. БУРОВА

**МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ ЭВДИАЛИТА И КАТАПЛЕИТ  
ИЗ НЕФЕЛИНОВЫХ СИЕНИТОВ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА**

Для минерализации нефелиновых сиенитов весьма специфична группа эвдиалита. В то же время их состав в различных регионах развития нефелиновых сиенитов не остается постоянным, вследствие чего эти сложные цирконосиликаты приобретают генетическое значение. Авторы в течение пяти лет имели возможность собирать материалы по аксессуарным эвдиалитам и катаплеиту из нефелин-сиенитового комплекса Енисейского кряжа, которые ранее не описывались.

Эвдиалиты широко распространены в альбитизированных нефелиновых сиенитах и в жилах щелочных пегматитов. Минералы, относящиеся к этой группе, имеют переменный состав и оптические свойства. Нами выделяются как главные разновидности малиново-бурый, медово-желтый и бурый эвдиалиты. Первая разновидность широко распространена в щелочных пегматитах, реже встречается в альбитизированных нефелиновых сиенитах. Медово-желтый эвдиалит обычно развивается как вторичный по малиново-бурому эвдиалиту пегматитов. Бурый эвдиалит характерен для альбитизированных нефелиновых сиенитов, где встречается также и малиново-бурая разновидность. Взаимоотношения их неясны, так как они наблюдались на разобщенных участках.

Малиново-бурые эвдиалиты имеют разнообразные оттенки окраски: светло-розовый, малиновый, малиново-бурый, густо-малиновый. Минералы этой разновидности полупрозрачные до непрозрачных, просвечивают в тонком сколе, излом неровный, спайность незаметна. Твердость около 5, удельный вес высокий, он колеблется от 2,991 до 3,109. Эвдиалиты образуют ксеноморфные зерна в пегматитах или сетчатые пойкилобластические выделения в альбитизированных нефелиновых сиенитах. Изредка в пегматитах встречаются мелкие идиоморфные кристаллы эвдиалита, имеющие призматический облик и изометричные поперечные разрезы (рис. 1, а). Для малиново-бурых эвдиалитов характерна неоднородность состава кристаллов, о чем свидетельствуют неясное зональное строение (рис. 1, б) и пятнистая окраска (рис. 1, в) с темно-малиновыми пятнами, постепенно переходящими в светло-розовые (в шлифе бесцветные). Плеохроизм ясный, особенно резкий у ярко окрашенных разновидностей — от светло-бурого или бледно-желтого до густо-малинового или розового тона. Оптический знак минерала непостоянен, в пределах одного кристалла отмечаются оптически отрицательные и оптически положительные участки, первые распространены шире. Показатели преломления малиново-бурых эвдиалитов меняются в широких пределах, но даже самые низкие из них гораздо выше показателей преломления кольских эвдиалитов (Костылева, 1937):

Таблица 1

Сравнение межплоскостных расстояний и интенсивности излучений эвдиалитов  
( $D$  57,9,  $d$  0,6, Fe-излучение, аналитики ИГЕМ АН СССР Н. И. Органова,  
М. Т. Янченко)

Малиновый эвдиалит (анализ 1, табл. 2)		Густо-малиновый эвдиалит (анализ 2, табл. 2)		Медово-желтый эвдиалит (анализ 6, табл. 2)		Бурый эвдиалит (анализ 7, табл. 2)		Эвдиалит (эталон ИГЕМ)		Эвдиалит г. Юкспор (анализ 3, табл. 3)	
$I$	$d_{\alpha}$	$I$	$d_{\alpha}$	$I$	$d_{\alpha}$	$I$	$d_{\alpha}$	$I$	$d_{\alpha}$	$I$	$d_{\alpha}$
2	4,30	3	4,30	2	4,27	7	4,28	2	4,30	8	4,21
1	3,93	3	3,94	—	—	—	—	1	3,87	4	3,96
5	3,57	1	3,50	8	3,53	5	3,50	2	3,52	4	3,63
—	—	1	3,42	2	3,37	6	3,34	1	3,40	4	3,44
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3,31
7	3,14	9	3,16	8	3,14	10	3,14	5	3,13	8	3,11
10	2,97	10	2,97	10	2,97	10	2,95	10	2,97	8	2,91
9	2,85	7	2,85	10	2,84	10	2,83	10	2,85	—	—
2	2,71	5	2,66	2	2,70	7	2,66	3	2,69	8	2,66
1	2,61	5	2,57	7	2,59	7	2,57	4	2,59	4	2,63
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2,53
2	2,38	3	2,37	4	2,38	3	2,36	1	2,38	2	2,36
—	—	—	—	—	—	2	2,30	—	—	—	—
6ш	2,19—2,13	—	—	6	2,12	2	2,25	3	2,17	2	2,12
—	—	—	—	1	2,10	7	2,10	1	2,06	—	—
—	—	—	—	—	—	3	2,04	—	—	—	—
7	1,982	7	1,976	4	1,985	5	1,973	2	1,991	—	—
—	—	2	1,925	—	—	3	1,894	1	1,911	—	—
—	—	5	1,900	—	—	—	—	—	—	—	—
7	1,843	5	1,832	7	1,832	7	1,827	3	1,843	—	—
8	1,780	7	1,783	10	1,805	8	1,759	7	1,785	2	1,803
2	1,682	5	1,677	2	1,682	3	1,699	2	1,690	4	1,741
1	1,647	—	—	3	1,641	3	1,651	1	1,651	—	—
—	—	—	—	—	—	3	1,631	—	—	—	—
4	1,612	—	—	7	1,612	6	1,596	4	1,610	2	1,580
—	—	7	1,588	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1,543	4	1,550	5	1,547	3	1,542	1	1,558	—	—
7	1,481	5	1,481	5	1,480	6	1,474	2	1,494	—	—
—	—	—	—	2	1,440	3	1,425	—	—	—	—
5	1,410	4	1,397	4	1,407	6	1,400	1	1,413	—	—
4	1,375	5	1,371	3	1,374	7	1,368	5	1,380	—	—
—	—	—	—	3	1,360	5	1,348	3	1,356	1	1,356
—	—	—	—	2	1,337	5	1,329	—	—	—	—
5	1,273	6	1,268	—	—	2	1,275	—	—	—	—
—	—	3	1,232	—	—	4	1,229	—	—	—	—
3	1,189	3	1,199	6	1,189	7	1,183	2	1,193	—	—
3	1,163	3	1,166	7	1,163	7	1,158	2	1,166	—	—
4	1,142	—	—	8	1,140	9	1,136	2	1,145	—	—
6	1,121	7	1,113	8	1,120	9	1,114	3	1,122	—	—
—	—	—	—	8	1,080	8	1,076	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3	1,060	—	—	—	—
—	—	7	1,050	—	—	2	1,048	—	—	—	—
—	—	7	1,037	—	—	9	1,035	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	10	1,023	—	—	—	—
—	—	7	1,015	—	—	9	1,012	—	—	—	—

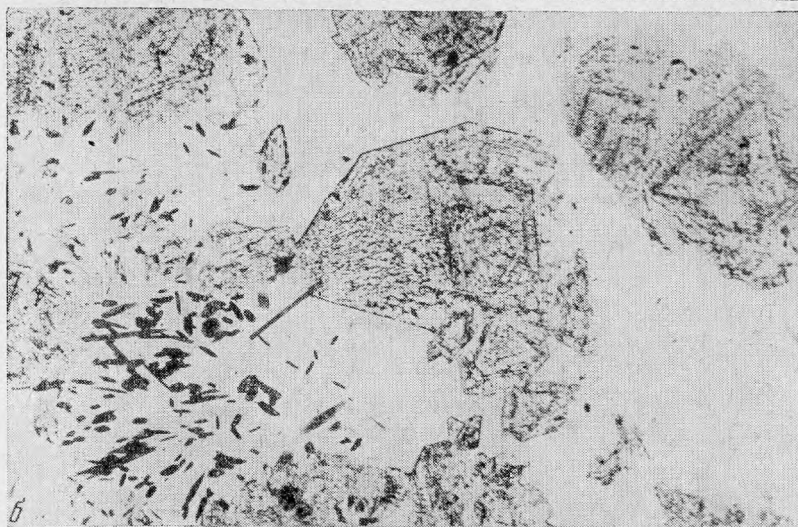
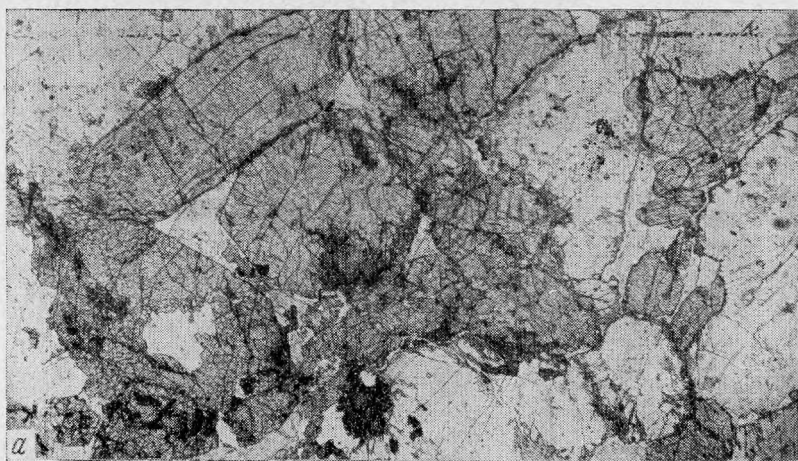


Рис. 1. Акцессорный эвдиалит в породах и пегматитах  
 а — идиоморфные кристаллы эвдиалита (микрофото,  $\times 20$ , без анализатора); б — зональное строение кристаллов эвдиалита (микрофото,  $\times 7$ , без анализатора); в — пятнистая окраска сетчатого зерна эвдиалита (микрофото,  $\times 20$ , без анализатора)

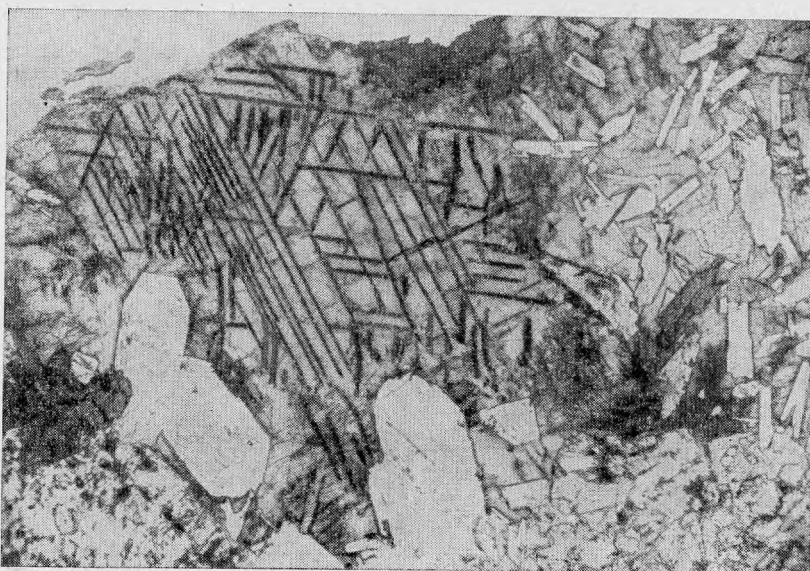


Рис. 2. Развитие гидроокислов железа и марганца по спайности, выявляющейся при выветривании эвдиалита (микрофото,  $\times 10$ , без анализатора)

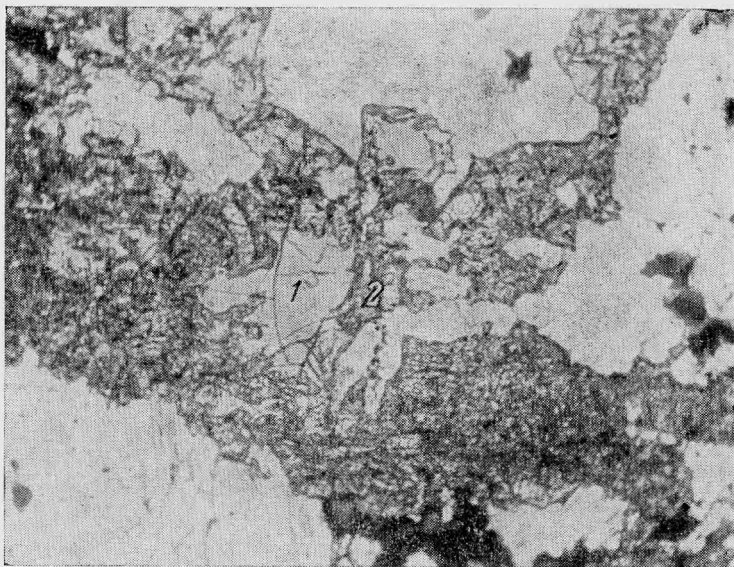


Рис. 3. Замещение эвдиалита 1 цирконом 2 (микрофото,  $\times 46$ , без анализатора)

для самых бледноокрашенных розовых эвдиалитов  $N_g = 1,628$ ,  $N_p = 1,619 (\pm 0,003)$ , для наиболее густоокрашенных темно-малиновых эвдиалитов  $N_g = 1,668$ ,  $N_p = 1,657$ . Наблюдались все промежуточные показатели преломления между этими крайними типами как в пределах одного зерна, так и в разных образцах пород (45 замеров иммерсионным методом). Двупреломление довольно высокое (0,006—0,014), для кольских эвдиалитов характерно двупреломление 0,002—0,008.

Таблица 2

Химический состав, удельный вес и оптические свойства минералов группы эндиалита (1—7) и каташлента

Компоненты	Малиновый (1)		Густо-малиновый (2)	Густо-малиновый (3)	Малиново-бурый (4)	Малиново-бурый (5)	Медово-желтый (6)		Бурый (7)		Каташлент	
	вес. %	атомные отношения					вес. %	атомные отношения	вес. %	атомные отношения	вес. %	атомные отношения
SiO <sub>2</sub>	45,73	762	—	—	—	—	46,48	774	47,73	795	43,86	730
TiO <sub>2</sub>	0,08	1	—	—	—	—	0,16	2	0,32	4	Следы	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49	10	—	—	—	—	0,54	11	0,53	11	2,37	47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,29	42	3,90	4,50	3,40	2,58	1,56	19	0,82	10	0,26	3
FeO	0,94	13	—	—	—	—	2,53	35	3,49	49	—	—
MnO	7,02	98	8,16	5,25	4,55	8,65	5,92	83	4,17	59	—	—
MgO	0,17	4	—	—	—	—	Следы	—	0,24	6	—	—
CaO	8,32	148	—	—	—	—	7,92	141	10,16	181	1,05	19
Na <sub>2</sub> O	9,99	322	—	—	—	—	11,50	370	11,33	366	13,00	420
K <sub>2</sub> O	0,53	10	—	—	—	—	0,55	11	0,74	16	0,37	7
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,20	22	—	—	—	—	0,12	13	1,42	158	0,19	20
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	2,80	310	—	—	—	—	2,07	230	—	—	9,19	1020
SrO	0,64	6	—	—	—	—	0,61	6	1,07	11	—	—
TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,64	28	5,72	5,88	6,09	4,55	5,36	32	2,83	16	—	—
ZrO <sub>2</sub>	13,62	110	—	—	—	—	12,50	101	13,22	107	28,54	232
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,02	15	—	—	—	—	2,33	17	1,89	13	0,32	2
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	—	—	—	—	—	0,12	—	0,09	—	—	—
Cl	0,06	2	0,32	0,37	0,34	0,50	He обл.	—	0,22	6	—	—
F	0,07	4	—	—	—	—	—	—	—	—	0,50	11
Сумма за вычетом O=F <sub>2</sub> +Cl <sub>2</sub>	100,18	—	—	—	—	—	100,27	—	100,23	—	99,65	—
Удельный вес	3,016	—	3,109	3,061	3,016	2,991	3,031	—	1,991	—	2,760	—
Оптический знак	+ и —	—	+ и —	+ и —	+ и —	—	—	—	—	—	+	—
Ng(Ne)	1,635	—	1,668	1,650	1,647	1,641	1,630	—	2,617	—	1,623	—
Np(No)	1,629	—	1,657	1,632	1,631	1,627	1,622	—	1,615	—	1,589	—

Дебаеграммы разных по окраске эвдиалитов (табл. 1, анализы 1, 2) близки к эталонным, но отличаются интенсивностью некоторых второстепенных линий (по сравнению с эталонами более интенсивны линии  $d_x$  1,976—1,922, 1,843—1,832).

Химический состав малиново-бурых эвдиалитов (табл. 2, анализы 1—5) характеризуется преобладанием щелочей над кальцием (даже если присоединить к последнему Sr, TR, Fe<sup>2+</sup>, Mg, Mn), отношение  $\frac{\text{«Na»}}{\text{«Ca»}}$  составляет более единицы.

В составе малиново-бурых эвдиалитов большую роль играют окислы марганца (4,55—8,65%), р.з.э. (4,55—6,09%), ниобия и тантала (2,16%). Эти компоненты имеют здесь более высокое содержание, чем во многих кольских и других описанных в литературе эвдиалитах (табл. 3). Содержание железа примерно такое же, как и в других эвдиалитах, очень небольшое содержание окиси титана (0,08%). Обязательный в составе эвдиалитов хлор присутствует в данных минералах в пониженном количестве (0,50—0,06%). Кроме него в состав минерала входят F и OH.

По данным спектрального анализа в минералах присутствуют свинец (0,01—0,1%), барий (0,01%), галлий и бериллий (0,001%).

Малиново-бурые эвдиалиты довольно устойчивы к выветриванию, но в условиях интенсивного развития гипергенеза по ним развиваются гидроокислы железа и марганца (рис. 2), или черный непрозрачный минерал состава цирфесита, а также мелкочешуйчатый агрегат катаплеита и цирфесита. При альбитизации пегматитов по эвдиалиту часто образуется циркон (рис. 3).

Медово-желтая разновидность эвдиалита распространена в пегматитах, она является более поздним образованием и частично или полностью замещает малиново-бурую разновидность. Кристаллы ксеноморфные, иногда довольно крупные (до 2—3 см). Это прозрачный, медово-желтый, желто-бурый или светло-желтый минерал со стеклянным блеском без заметной спайности, излом неровный. Твердость около 5, удельный вес 3,031. В шлифе окраска светло-желтая, плеохроизм незаметен; минерал одноосный, оптически отрицательный,  $N_e$  колеблется от 1,642 до 1,630, а  $N_o$  — от 1,632 до 1,622; двупреломление 0,006—0,008. Дебаеграмма минерала близка к эталонным и малиновым эвдиалитам. Подобно последним часть второстепенных линий имеет более высокую интенсивность, чем у эталонов ( $d_x$  3,50; 2,59; 1,832; 1,612 и др.).

Химический состав медово-желтого эвдиалита (см. табл. 2, анализ 6) характеризуется также преобладанием щелочей над кальцием и другими элементами группы А, высоким содержанием марганца, редких земель и ниобия с танталом. Хлор аналитически не обнаружен. Продукты выветривания медово-желтого эвдиалита не наблюдались.

Бурый эвдиалит распространен в альбитизированных нефелиновых сиенитах. Это светло-бурий полупрозрачный минерал со стеклянным блеском, без заметной спайности, образует ксеноморфные пойкилобластические зерна. Твердость около 5, удельный вес 2,991. В шлифе минерал бесцветный, одноосный, оптически отрицательный,  $N_e = 1,617—1,611$ ,  $N_o = 1,615—1,608$ ; двупреломление низкое (0,003). Дебаеграмма бурого эвдиалита близка эталонным и описанным выше разновидностям енисейских эвдиалитов, также отмечается более высокая интенсивность некоторых второстепенных линий ( $d_x$  2,57; 2,10; 1,827 и др.).

По данным химического анализа (см. табл. 2) бурый эвдиалит близок к первым двум разновидностям, у него немного ниже содержание окислов р.з.э. (2,83%) и марганца, больше суммарного железа и титана. Хлор присутствует также в небольшом количестве (0,22%). Следует отметить,

Сравнение особенностей химического состава и оптических свойств разных эвдиалитов

Особенности состава и оптических свойств	Енисейский крик			Ловозерский массив	Хибинский массив					Турый мыс	Коргердабинский массив	Таласский хребет
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na <sub>2</sub> O : CaO	1,2	1,4	1,1	1,7	1,2	1,2	1,3	1,2	0,7	0,8	1,2	0,7
(Na+K+Ba) : (Ca+Sr+TR)	1,9	2,1	1,8	3,2	2,3	2,1	2,2	2,0	1,4	1,5	2,1	1,2
Si : Zr	6,9	7,6	7,4	8,0	8,6	6,8	8,2	6,8	9,6	8,6	8,4	7,6
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,16	0,32	0,39	0,46	1,51	0,27	0,25	0,49	1,13	0,45	0,33
Сумма Fe (ат. %)	3,01	3,01	3,22	1,78	4,39	3,81	4,05	4,56	2,21	3,48	5,09	4,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : FeO	3,5	0,6	0,2	0,3	0,1	—	—	0,2	2,0	0,3	—	0,3
MnO	7,02	5,92	4,17	2,31	0,60	0,28	3,00	2,29	7,06	0,82	3,70	1,50
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,16	2,45	1,98	0,60	0,11	—	—	2,56	1,96	0,61	1,08	1,22
TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,64	5,36	2,83	2,12	0,37	0,52	2,85	4,13	1,66	—	1,68	2,45
Cl	0,06	Не обнаружен	0,22	0,74	1,82	1,66	1,35	0,99	0,78	0,62	1,10	1,77
H <sub>2</sub> O	3,00	2,19	1,42	3,06	1,19	1,05	1,32	0,60	1,04	1,45	1,20	1,43
Удельный вес	3,016	3,031	2,991	2,855	2,87	2,84	2,952			2,855	2,823	
Ng	1,635	1,630	1,617		1,605					1,606	1,610	1,620
Np	1,629	1,622	1,615		1,602					1,603	1,605	1,617
Оптический знак	+ и -	-	-	+	+	+	-			-	+	-

Примечание. 1, 2, 3 — эвдиалиты из пегматитов и альбитизированных нефелиновых сиенитов (№ 1, 6, 7, табл. 2). Материалы Е. В. Свешниковой, аналитик Т. А. Бурова; 4 — эвдиалит из пегматита (?) плато Ангвундасчорр, аналитик П. П. Влодавец (Е. Е. Костылева, 1937); 5 — эвдиалит из Юкспора, аналитик З. И. Горощенко (М. Д. Дорфман, 1958); 6 — эвдиалит из Лявчорра, аналитик И. Д. Борнман (Е. Е. Костылева, 1937); 7 — эвдиалит из Лопарского перевала, аналитик П. П. Влодавец (Е. Е. Костылева, 1937); 8 — эвдиалит из пегматита, г. Петреслуца. Материалы Б. Е. Борудского, аналитик Н. И. Забавникова (Сборник анализов ИГЕМ, 1962); 9 — эвдиалит. Материалы Л. С. Бородин, аналитик Т. А. Канитопова (Л. С. Бородин, И. И. Назаренко, 1957); 10 — эвдиалит из эгирин-полевошпатовых пород. Материалы Л. С. Бородин, аналитик И. И. Назаренко (Л. С. Бородин, И. И. Назаренко, 1957); 11 — эвдиалит из пегматоидного фойита. Материалы Р. М. Яшиной, аналитик Л. Б. Тумилович (Р. М. Яшина, 1959); 12 — эвдиалит из щелочного сиенита. Материалы П. С. Козловой, аналитик П. И. Забавникова (П. С. Козлова, 1960. Сборник анализов ИГЕМ, 1962).

что, если в малиново-бурых эвдиалитах окисное железо преобладает над закисным, то в буром эвдиалите отношение обратное. Спектральным анализом дополнительно установлено присутствие свинца (0,05%) и бария (0,005%)<sup>1</sup>.

Выделенные разновидности, по-видимому, представляющие собой члены одного изоморфного ряда, можно отличать по признакам, приведенным в табл. 4.

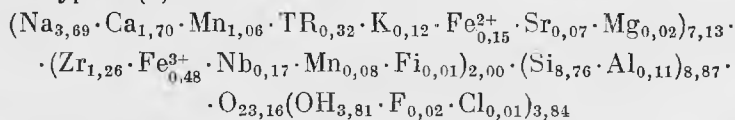
Таблица 4

Отличие разновидностей описываемых эвдиалитов

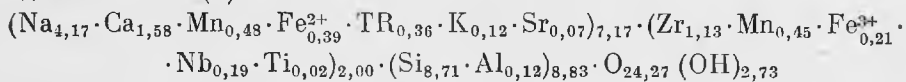
Характерные особенности	Малиново-бурый	Медово-желтый	Бурый
Цвет . . . . .	Малиновый	Желто-бурый	Светло-бурый
Степень прозрачности . .	Слабопрозрачный	Прозрачный	Полупрозрачный
Блеск . . . . .	Матовый	Стеклообразный	Стеклообразный
Удельный вес . . . . .	3,109—2,991	3,031	2,991
Ng(Ne) . . . . .	1,668—1,628	1,642—1,630	1,617—1,611
Двупреломление . . . . .	0,006—0,014	0,006—0,008	0,003
Оптический знак . . . . .	(+) и (—)	(—)	(—)
Содержание MnO, вес. %	8,65—4,55	5,92	4,17
Содержание TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , вес. %	6,09—4,55	5,36	2,83
Содержание TiO <sub>2</sub> , вес. %	0,08	0,16	0,32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /FeO, вес. % . . . .	3,5	0,6	0,2

Химические анализы трех разновидностей эвдиалитов были пересчитаны на структурные формулы. Нами был просмотрен любезно предоставленный И. Д. Борнеман-Старынкевич материал по пересчетам большого числа анализов эвдиалитов, на основании которых ею был выведен ряд эмпирических формул. Из их числа данные анализы енисейских минералов лучше всего укладываются в формулу A<sub>7</sub>B<sub>2</sub>Si<sub>9</sub>O<sub>27</sub>, хотя постоянно отмечается некоторый избыток в группе А и недостаток в группе «Si». Ниже приводятся структурные формулы эвдиалитов (номера поставлены те же, что и в табл. 2):

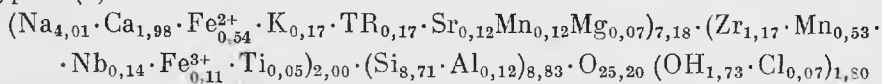
Малиново-бурый (1)



Медово-желтый (6)



Бурый (7)



<sup>1</sup> Пегматиты Енисейского кряжа изучались И. П. Тихоненковым, но материалы его не опубликованы, за исключением одного анализа эвдиалита, приведенного в сводке анализов минералов, выполненных в ИМГРЭ АН СССР в 1954—1957 гг. (В. С. Салтыкова, 1959). Химический состав этого эвдиалита близок к описанной нами бурой разновидности.



Состав редких земель эвдиалитов довольно постоянен. На основании расшифрования их состава из осадка редких земель пяти минералов (Р. Л. Баринский, ИМГРЭ АН СССР) установлены главные максимумы: Ce (34—43%), Y (12—25%) и Nd (7,0—10%); отношения Ce/La меняются в пределах 1,6—1,4, Ce/Nd 3,5—4,8, La/Nd 2,2—3,4, Y/Nd 1,6—3,6. По сравнению с составом р.з.э. ловозерских эвдиалитов (Ю. А. Балашов, Н. В. Туранская, 1960) в енисейских эвдиалитах больше церия и лантана и несколько меньше неодимия, гадолиния, диспрозия, иттербия. Состав р.з.э. одного из эвдиалитов (анализ 2, табл. 2) следующий: La 25%, Ce 41%, Pr 3,6%, Nd 9,4%, Sm 0,9%, Eu 0,1%, Gd 0,75%, Tb 0,1%, Dy 1,2%, Ho 0,2%, Er 0,8%, Tm 0,15%, Yb 1,3%, Lu 0,20%, Y 15,3%.

В описанных эвдиалитах установлен гафний (лаборатория ГЕОХИ АН СССР), отношение Zr/Hf колеблется от 58 до 144.

Все три описанные разновидности эвдиалитов заметно отличаются от эвдиалитов Хибин, Ловозера и других мест (см. табл. 3) повышенным содержанием марганца, редких земель и ниобия, с чем связаны более высокие удельные веса минералов, а также малым содержанием или даже отсутствием хлора. Недостаток хлора в данных эвдиалитах связан с общими геохимическими чертами щелочного комплекса, в котором среди летучих элементов главную роль играет фтор (Е. В. Свешникова, 1962). Суммарное количество железа в енисейских эвдиалитах не превышает или даже меньше количества железа в кольских эвдиалитах. Что касается отношения Si/Zr, то для всех приведенных в табл. 3 минералов оно колеблется в небольших пределах (6,8—9,6). Отношение щелочей к кальцию (+Sr + TR) для всех случаев, включая эвколит Таласского хребта, больше единицы. Поэтому, согласно классификации группы эвдиалит-эвколит Е. Е. Костылевой (1937), при определении минерала следует ориентироваться на оптический знак. Однако в случае широкого распространения кристаллов с участками разного оптического знака этот критерий также не может применяться.

Из исследованных нами минералов два первых относятся к разностям, обогащенным марганцем и р.з.э., а первая разновидность, кроме того, характеризуется преобладанием окисного железа над закисным.

Сравнение данных рентгенометрического анализа для трех выделенных разновидностей показывает, что структуры эвдиалитов близки друг другу, а также эталонным эвдиалитам. Вместе с тем сравнение межплоскостных расстояний и интенсивности излучений выявляет некоторое отличие между разновидностями. Прежде всего наблюдается уменьшение значений межплоскостных расстояний главных, наиболее интенсивных линий от малиновой разновидности к бурой. Из них малиновая обогащена Mn и TR, ионы которых больше замещаемых ими  $Fe^{2+}$  (Mg) и Ca. Особенно выделяются линии с  $d_{\alpha}$  2,85 у малиновой и 2,83 у бурой разновидности. Кроме того, медово-желтый и бурый эвдиалиты имеют интенсивные линии с  $d_{\alpha}$  1,140—1,136; 1,120—1,114; 1,080—1,076, менее четкие у малиновых разновидностей. Эти различия между указанными разновидностями нивелируются при расчетах параметров ячейки (вычисленных Н. И. Органовой), из которых значения  $a_0$  близки (14,28 кХ), а  $c_0$  колеблется в больших пределах из-за неточностей в замерах углов дебаеграмм.

Катаплект был обнаружен в ряде пегматитовых жил, подвергшихся позднему метасоматическим преобразованиям. Это светло-бурый или розовато-бурый пластинчатый непрозрачный минерал с длиной кристаллов от 0,5 до 20 мм. В краях катаплект просвечивает, скол неровный, твердость около 5, удельный вес 2,760. По наблюдениям в шлифах минерал прозрачный, бесцветный, образует розетковидные или шестоватые сростки, замещающие эвдиалит или дающие самостоятельные выделения. Минерал

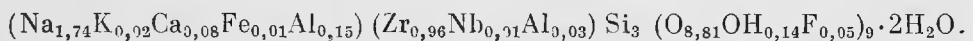
Таблица 5

Межплоскостные расстояния катаплетов (Fe-излучения,  $D$  57,9;  $d$  0,6)

Енисейский край		Ловозерский массив		Енисейский край		Ловозерский массив	
$I$	$d_{\alpha}$	$I$	$d_{\alpha}$	$I$	$d_{\alpha}$	$I$	$d_{\alpha}$
5	6,99	—	—	6	1,528	6	1,533
8	6,32	3	6,36	8	1,492	7	1,492
1	5,79	—	—	6	1,452	5	1,459
8	5,31	3	5,41	7	1,413	6	1,420
4	4,35	—	—	1	1,382	—	—
9	3,93	8	3,96	8	1,349	7	1,357
4	3,69	1	3,72	5	1,315	3	1,325
1	3,52	—	—	1	1,299	—	—
4	3,37	—	—	1	1,279	—	—
4	3,32	—	—	6	1,260	4	1,261
4	3,19	—	—	5	1,236	3	1,240
10	3,05	8	3,06	5	1,225	2	1,225
10	2,98	9	2,93	7	1,177	4	1,184
9	2,70	8	2,70	2	1,165	2	1,162
5	2,53	2	2,51	2	1,156	—	—
5	2,41	3	2,43	7	1,145	4	1,148
—	—	1	2,30	4	1,121	3	1,121
6	2,18	4	2,19	6	1,109	4	1,109
4	2,08	1	2,08	3	1,106	—	—
4	2,04	—	2,06	2	1,097	1	1,095
9	1,970	10	1,976	2	1,088	—	—
5	1,925	1	1,931	5 ш.р.	1,071	3	1,075
8	1,848	8	1,859	1	1,060	1	1,057
1	1,807	—	—	—	—	4	1,050
1	1,771	1	1,785	8	1,044	4	1,042
9	1,736	9	1,752	2	1,039	—	—
5	1,673	4	1,656	5	1,032	1	1,029
1	1,645	—	—	8	1,009	—	—
4	1,626	3	1,629	8	0,993	—	—
1	1,572	—	—	3	0,983	—	—
1	1,555	—	—	—	—	—	—

одноосный, оптически положительный,  $N_o = 1,623$ ,  $N_e = 1,589 (\pm 0,003)$ , характерно высокое двупреломление.

В дебаеграмме катаплетита (табл. 5) межплоскостные расстояния и интенсивность линий близки к таковым для катаплетита Ловозерского массива (Власов К. А. и др, 1959). Химический состав (см. табл. 2)<sup>1</sup> характеризуется высоким содержанием окиси циркония и небольшим количеством алюминия и ниобия, а также кальция; сравнительно с ловозерским катаплетитом в енисейском катаплетите больше окиси натрия. Анализ минерала укладывается в формулу:



<sup>1</sup> Анализ катаплетита был выполнен В. А. Клитиной (ИГЕМ АН СССР).

Спектральным анализом в катаплеите установлены также примеси Ве ( $\sim 0,1\%$ ), Рь ( $0,05\%$ ), Sn ( $0,005\%$ ), Сг ( $0,005\%$ ), Ва ( $0,005\%$ ). Рентгено-химическим анализом обнаружено  $0,5\%$  иттрия. На кривой нагревания катаплеита (рис. 4), выполненной в лаборатории ИГЕМ АН СССР,

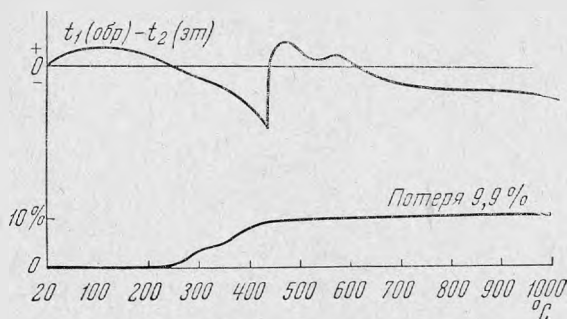


Рис. 4. Кривая нагревания катаплеита

имеется один эндотермический пик с максимумом при  $415^\circ\text{C}$ , связанный, вероятно, с выделением воды, которая, судя по кривой потери веса, при этой температуре почти целиком уходит из состава минерала. Данные термического анализа сходны с таковыми для ловозерского катаплеита (К. А. Власов и др., 1959).

При выветривании катаплеит превращается в светло-кремовый порошковатый агрегат, содержащий большое количество окиси циркония и воды. Такое гипергенное образование, по-видимому, близко к гельциркону, обнаруженному Е. И. Семеновым (1960) в коре выветривания щелочных пегматитов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Балашов Ю. А., Туранская Н. В. Особенности состава редкоземельных элементов в эвдиалитах и лопаритах Ловозерского массива.— *Геохимия*, 1960, № 2.
- Бородин Л. С., Назаренко И. И. Эвдиалит из щелочных пород Турьего мыса и химическая формула эвдиалита.— *Докл. АН СССР*, 1957, 112, № 2.
- Власов К. А., Кузьменко М. В., Еськова Е. М. Ловозерский щелочной массив. Изд-во АН СССР, 1959.
- Дорфман М. Д. Новые данные по минералогии Юкспора в Хибинских тундрах.— *Сб. «Вопросы геологии и минералогии Кольского полуострова»*. Изд-во АН СССР, вып. 1, 1958.
- Жабин А. Г. О катаплеите из Вишневых гор.— *Труды ИМГРЭ АН СССР*, вып. 7, 1961.
- Козлова П. С. Эвдиалит из щелочных сиенитов Таласского хребта.— *Труды Минералог. музея АН СССР*, вып. 10, 1960.
- Костылева Е. Е. Эвдиалит и эвколит.— В кн.: «Минералы Хибинских и Ловозерских тундр». Изд-во АН СССР, 1937.
- Салтыкова В. С. Анализы минералов, содержащих редкие элементы, выполненные химической лабораторией ИМГРЭ АН СССР за 1954—1957 гг.— *Труды ИМГРЭ АН СССР*, 1959, вып. 2.
- Сборник химических анализов минералов.— *Труды ИГЕМ АН СССР*, 1962, вып. 1.
- Свешникова Е. В. Закономерности поведения некоторых групп химических элементов при формировании нефелиновых сиенитов Енисейского кряжа.— *Труды ИГЕМ АН СССР*, 1962, вып. 76.
- Семенов Е. И. Гельциркон в щелочных пегматитах.— *Труды ИМГРЭ АН СССР*, 1960, вып. 4.
- Яшина Р. М. О находке эвдиалита в щелочных породах юго-восточной Тувы.— *Докл. АН СССР*, 1959, 129, № 3.