

А. М. ПОДОЛЬСКИЙ, П. В. ГОЛИКОВ, Т. А. БУРОВА

## ЭШИНИТ ИЗ ГРЕЙЗЕНОВ, РАЗВИВАЮЩИХСЯ ПО АЛЯСКИТАМ

Эшинит по происхождению связан преимущественно со щелочными породами. Однако он известен и в генетической связи с кислыми породами. Так, эшинит был обнаружен в Добшоцы, Силезия (Дэна и др. 1951), в Монголии, КНР, Канаде (Семенов, 1963) и Сибири (Корнетова и др., 1963). Во всех указанных случаях эшинит встречается в пегматитах. Сообщения об эшините гидротермального генезиса появились в литературе лишь совсем недавно. Так, А. Г. Жабиным, В. Б. Александровым и М. Е. Казаковой в 1961 г. описан эшинит гидротермального генезиса из арфведсонито (гастингсито)-кварцевых прожилков в экзоконтакте Вишневогорской интрузии, миаскитов. Л. Е. Эгель (1963) указывает на наличие эшинита в магнетит-гематит-флюоритовых и эгирин-магнетитовых телах, которые предположительно связаны с граносиенитами, сиенитами и щелочными сиенитами.

Авторами статьи летом 1962 г. при изучении гранитных массивов был обнаружен эшинит в грейзенах, развившихся по аляскитам. Массив кислых интрузивных пород, с которыми генетически связаны грейзены, расположен в области позднегерцинской складчатости, образовался он в пермское время в результате посторогенной интрузии. Вмещающие породы — туфы, лавы, лавобрекчии кислого состава, песчаники и туфопесчаники нижнего карбона. Массив возник в результате внедрения магмы в две фазы. В первую фазу образовались средне-крупнозернистые аляскиты, во вторую — средне-крупнозернистые биотитовые граниты. Грейзены, содержащие эшинит, развиваются по аляскитам, которые состоят из кварца (30—44%), микроклина (30—37%), альбита № 5—9 (18—22%) и биотита (до 3%). Химический состав этих пород приведен в табл. 1. По классификации А. Н. Заварицкого породы относятся ко II классу пересыщенных кремнеземом, к группе (III) пересыщенных щелочами. На генетическую связь аляскитов и грейзенов, содержащих эшинит, указывает ряд фактов:

1. Ассоциация аксессуарных и рудных минералов аляскитов унаследуетя аутометасоматическими грейзенами площадного распространения (первого этапа по И. Ф. Григорьеву, 1953), то же наблюдается и в около-трещинных грейзенах (второго этапа).

Во всех указанных породах в ассоциации с эшинитом встречаются ильменорутил, ильменит, рутил, анатаз, сфен, монацит, ксенотим, циркон, малакон, торит, флюорит, турмалин, молибденит, пирит и галенит. В около-трещинных грейзенах иногда встречаются довольно крупные кристаллы бледно-зеленого берилла.

Таблица 1

## Химический состав аляскитов

Оксиды	Содержание оксидов, вес. %		Характеристики	Числовые характеристики, по А. Н. Заварицкому	
	образец 1	образец 2		образец 1	образец 2
SiO <sub>2</sub>	76,35	75,90	<i>a</i>	13,4	13,8
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,15	<i>c</i>	0,5	0,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,35	12,50	<i>b</i>	3,2	2,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,67	0,55	<i>s</i>	82,9	82,7
FeO	1,31	1,34	<i>a'</i>	52,0	58,1
MnO	0,03	0,06	<i>m'</i>	—	4,7
MgO	0,02	0,07	<i>f</i>	48,0	37,2
CaO	0,42	0,52	<i>n</i>	56,3	57,1
Na <sub>2</sub> O	3,60	3,80	φ	16,0	14,0
K <sub>2</sub> O	4,20	4,20	<i>t</i>	0,2	0,2
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	—	—	<i>a/c</i>	38,6	37,6
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	—	<i>Q</i>	29,9	34,5
F	0,03	0,05	Класс	2	2
П.п.п.	0,31	0,28	Группа	3	3
Сумма	99,44	99,40			
Аналитики	Е. В. Кочеткова, М. М. Бережная				

2. Высокая концентрация ниобия, тантала, р.з.э. и тория в аляскитах (табл. 2), а также в биотитах из них. В биотитах с помощью химического анализа (аналитики Е. В. Кочеткова, М. М. Бережная) установлено 0,050% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 0,003% Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Любопытно, что в биотитах гранитов второй фазы содержится лишь 0,010% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и менее 0,0005% Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Таблица 2

## Содержание некоторых редких элементов в аляскитах, г/т

Элементы	Пределы содержания	Среднее содержание	Кларк для кислых пород, по А. П. Виноградову (1962)
Nb	49—266	119 *	20
Ta	< 4—13	6,9 **	3,5
ΣTR + Y	580—1980	940 ***	292
Th	29—46	36 ****	18

Аналитики Е. В. Кочеткова, М. М. Бережная

\* Среднее значение из анализа 23 проб. \*\* Среднее из 20 проб.

\*\*\* Среднее из 24 проб. \*\*\*\* Среднее из 3 проб.

Грейзены развиты преимущественно в эндоконтактной части массива вдоль пологих и крутых трещин. Серии крутопадающих тел их протяженны, мощность изменчива. В них отчетливо выражена зональность.

Так, во внешней зоне грейзенизированных гранитов происходило замещение биотита и микроклина мусковитом. Эту зону сменяет полевошпатово-кварцевая. Полевой шпат преимущественно реликтовый, частично переотложенный (альбит № 0—6). Он замещается агрегатом кварца и мусковита. Местами мусковит образует скопления. В более близких к центру частях тел мусковит полностью замещается кварцем (зона кварцевых грейзенов). В осевой части кварц образует сливные крупнокристаллические агрегаты (кварцевое выполнение), иногда содержащие полости, заполненные кристаллами бесцветного и светло-серого кварца. Эцинит в



Рис. 1. Кристалл эцинита из грейзенов,  $\times 5,5$

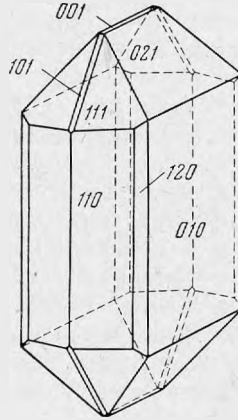


Рис. 2. Чертеж кристалла эцинита

тесном сростании с ильменитом и ильменорутилом встречается во всех зонах грейзенов. Наиболее крупные его скопления (до  $3 \times 7$  см) находятся в кварцевой зоне и кварцевом выполнении, здесь встречаются отдельные хорошо ограненные кристаллы таблитчатой формы. Кристаллы имеют максимальные размеры  $3 \times 1$  см. Грани их, как правило, матовые шероховатые. На двукружном гониометре Гольдшмидта были измерены А. М. Подольским грани одного кристалла (табл. 3; рис. 1). Его чертеж (рис. 2) построен в стереографической проекции, символы граней вычислены.

Таблица 3

Сферические координаты кристаллических форм эцинита из грейзенов

Эцинит из грейзенов, Казахстан			Эцинит (Дэна, 1951)		Формы
$\varphi$	$\rho$	Качество сигналов	$\varphi$	$\rho$	
$0^\circ 00'$	$90^\circ 00'$	Хороший крест	$0^\circ 00'$	$90^\circ 00'$	$b \{010\}$
—	0 00	Слабый	—	0 00	$c \{001\}$
90 00	55 10	Отсчет по пятну	90 00	$54^\circ 09' 1/2$	$d \{101\}$
64 15	90 00	Отчетливый крест, слабый	64 03	90 00	$m \{110\}$
64 15	58 46	Размытый крест	64 03	$56^\circ 59' 1/2$	$p \{111\}$
0 00	53 31	Хороший крест	0 00	53 25	$x \{021\}$
45 30	90 00	Средней отчетливости	$45^\circ 46' 1/2$	90 00	$r \{120\}$
	Не развита	Сильный	$34^\circ 24' 1/2$	90 00	$n \{130\}$

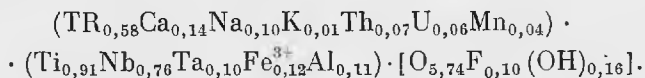
Наиболее развитыми являются грани пинакоида  $b$  {010}, призм  $m$  {110} и  $X$  {021}. Сравнительно хорошо развиты грани бипирамиды  $p$  {111}, призмы  $r$  {120}; едва заметны грани пинакоида  $c$  {001} и призмы  $d$  {101}. Таким образом, облик кристалла определяется немногочисленными гранями с большой ретикулярной плотностью. Изученный минерал имеет бурый цвет с постепенными переходами до черно-бурого, в тонких осколках — прозрачный, желтовато-коричневый. Блеск смолистый. Излом раковистый. Спайность не обнаружена. Микротвердость колеблется преимущественно от 670 до 690  $\kappa\Gamma/\text{мм}^2$ , что соответствует 5,6 единицам твердости по шкале Мооса. В проходящем свете минерал коричневато-желтый со слабым зеленоватым оттенком. Анизотропия проявляется только после прокаливании. В отраженном свете светло-серый, в дневном — отражательная способность равна 16,9% (замерена В. И. Щибриком на приборе с фотоэлементом).

Химический анализ эпинита выполнен в лаборатории ИГЕМ АН СССР Т. А. Буровой. Для сравнения в табл. 4 приведены данные анализов некоторых образцов эпинитов и «синисита». Из сравнения видно, что по количеству  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  изученный нами эпинит близок к иттриевому и цериевому эпинитам и несколько дальше отстоит от синисита. Содержание  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  в нем значительно выше, чем во всех приведенных для сравнения эпинитах из щелочных пород.

Содержание  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  в эпинитах из грейзенов и пегматитов, а также в синисите из пегматитов, генетически связанных с кислыми породами, в целом значительно выше, чем в эпинитах, связанных по происхождению со щелочными породами. Такое различие вполне объяснимо с точки зрения геохимии тантала в магматическом процессе: как известно, он накапливается в кислых и ультракислых интрузивных породах (Rankama, 1944; Turekian, Wedepohl, 1961; Виноградов, 1962).

Сравнение изученного минерала по содержанию тантала с танталовым эпинитом показывает, что он является обычным эпинитом и далек от крайних членов изоморфного ряда по ниобию и танталу. По величине отношения  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  к  $\text{TiO}_2$  эпинит из грейзенов (1 : 0,73) наиболее близок к «синиситу» (1 : 0,84) и занимает промежуточное положение между ниобиевым эпинитом, с одной стороны (1 : 0,45), и всеми остальными образцами эпинита (1 : 1), с другой. Изученный минерал характеризуется высоким содержанием  $\text{UO}_3$ , близким к таковому в «синисите».

В результате пересчета химического анализа формула эпинита из грейзенов имеет следующий вид:



Из формулы по содержанию Si исключено количество катионов и анионов, обусловленное примесью каолина:  $0,01 \text{Al}_4\text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_8$ . Каолин в виде тончайших примазок присутствует в субмикроскопических трещинках данного минерала. После исключения соответствующих количеств катионов и анионов структурная формула приобретает вид:  $AB_2X_6$ , что соответствует теоретической структурной формуле эпинита. Кроме элементов, определенных химическим путем в минерале с помощью полуквантитативного спектрального анализа, установлено значительное количество Sc (0,  $n$ %), V (0,0  $n$ %) и очень незначительное — Be, Zr и Cu (0,00  $n$ %). Определение TR и Y в эпините проведено Г. М. Варшал хроматографическим методом (табл. 5, рис. 3). Цериевый и неодимовый максимумы, типичные для группы эпинита (Семенов 1958, 1963), в изученном минерале проявлены весьма отчетливо. Церия в нем

Таблица 4

## Химический состав эшинита из грейзенов и других образцов эшинита и «синнисита»

Компоненты	Эшинит из грейзенов		Тантал-эшинит (Сибирь)	Цериевый эшинит (Урал, Ильменские горы)	Нюбиевый эшинит (Урал, Випневые горы)	Иттриевый эшинит (Урал, Ильменские горы)	«Синнисит» (Внутренняя Монголия)
	вес, %	атомные количества					
Na <sub>2</sub> O	0,89**	30	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O	0,14	2	—	—	—	—	—
MgO	Не обн.	—	Следы	Не обн.	Следы	0,21	0,33
FeO	—	—	0,77	1,14	—	1,89	Не обн.
CaO	2,24	40	4,01	2,65	4,82	2,53	1,20
MnO	0,68	10	Следы	0,10	Следы	Не обн.	0,15
SrO	—	—	0,30	—	0,00	—	—
PbO	—	—	—	0,12	—	0,11	0,84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,04	40	1,03	—	0,35	—	1,81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,49	32	0,28	1,56	2,75	—	4,44
ΣTR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	} 26,95	162*	} 22,66	24,27	} 28,18	9,96	18,66
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				0,89		9,02	6,91
SiO <sub>2</sub>	0,59	10	0,25	0,50	0,35	—	0,59
TiO <sub>2</sub>	20,09	252	18,22	23,79	18,73	25,71	24,96
ZrO <sub>2</sub>	—	—	0,00	—	—	0,20	—
SnO <sub>2</sub>	—	—	—	0,05	—	—	—
ThO <sub>2</sub>	4,96	19	1,31	17,42	2,52	20,34	8,29
UO <sub>2</sub>	—	—	Не обн.	—	—	2,94	Не обн.
UO <sub>3</sub>	4,87	17	—	—	—	—	5,98
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27,62	208	17,87	25,35	41,41	24,23	20,85
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6,20	28	32,13	0,94	Не обн.	0,58	2,75
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,57****	32	1,05	0,94	0,41	2,78	} 2,74
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	—	—	0,09	0,14	0,04	Следы	
F	0,50****	26	—	—	—	—	—
Поправка на фтор	0,21	—	—	—	—	—	—
Сумма	100,05	—	99,97	99,86	99,56	100,40	100,50
Уд. вес	5,08	—	5,87	—	5,13	5,19	4,98
Аналитик	Т. А. Бурова		М. Е. Казакова		М. Е. Казакова	К. А. Гонибесова	
Литературный источник			В. А. Корнетова, В. В. Александров, М. Е. Казакова, (1963)	И. Д. Борнеман-Старынкевич (1941)	А. Г. Жабин, В. В. Александров, М. Е. Казакова (1961)	Б. А. Макаровичкин, Е. М. Еськова и К. А. Гонибесова (1959)	Цитируется по Е. П. Семенову (1963)

\* Цифра получена с учетом расшифровки состава TR (Г. М. Варшал).

Определено: \*\* А. И. Батовой, \*\*\* Л. М. Толдовой, \*\*\*\* Е. В. Кочетковой (определено позже и в сумму не входит).

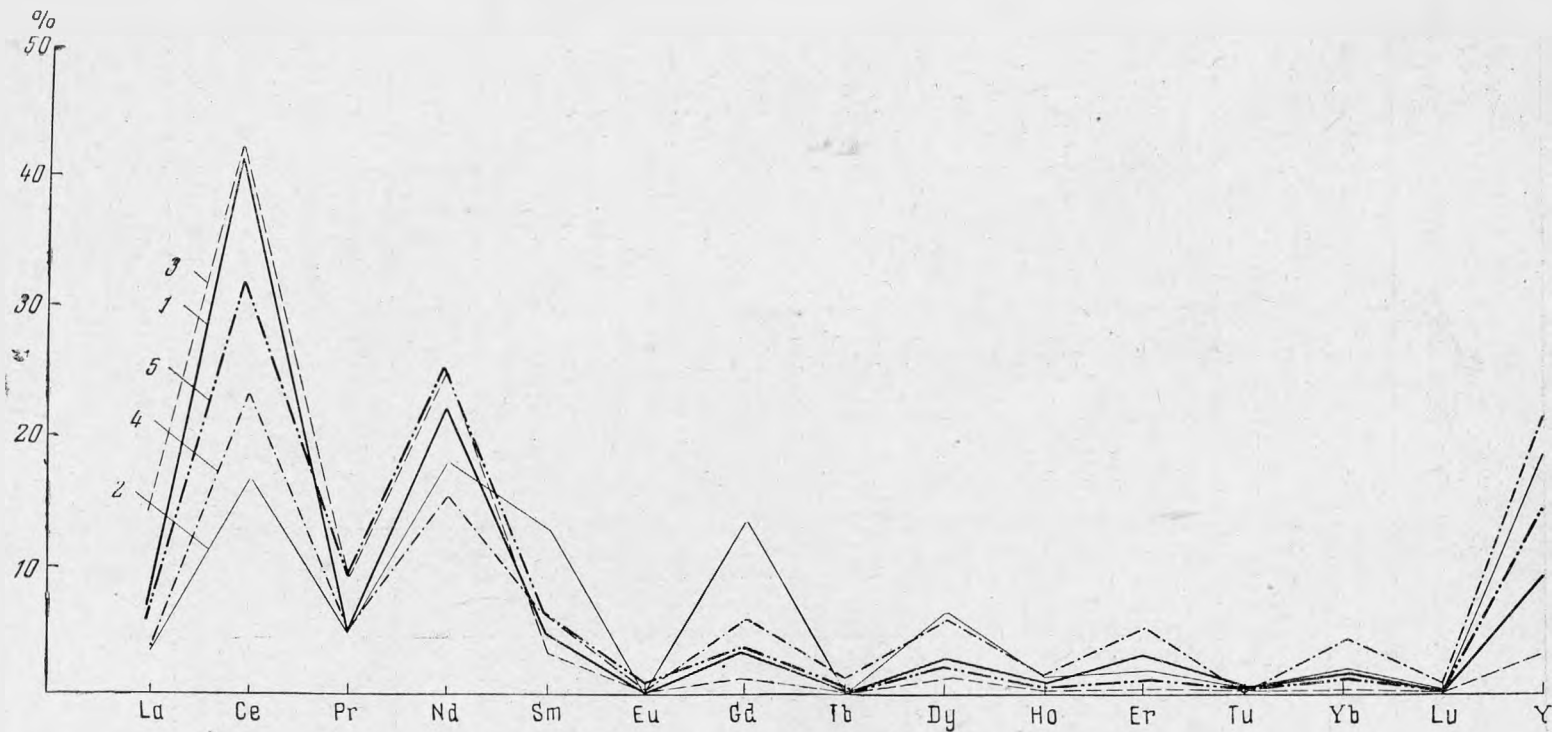


Рис. 3. Состав TR в эшините из грейзенов и других образцах эшинита

1 — эшинит из грейзенов (по Варшал); 2 — тантал-эшинит; 3 — ниобиевый эшинит; 4 — иттриевый эшинит; 5 — «синисит»

Таблица 5

Содержание TR и Y в эпините из грейзенов других регионов СССР (%)

TR (окислы)	Эпинит из грейзенов		Тантал- эпинит	Ниобиевый эпинит	Иттриевый эпинит	«Синисит»
La	7,0*	1,89**	3,4	14	3,2	6
Ce	41,1 (CeO <sub>2</sub> )	11,11	16,6 (CeO <sub>2</sub> )	42	23,2	31
Pr	4,9 (Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> )	1,34	4,8 (Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> )	9	5,5	9
Nd	22,2	5,99	18,0	25	15,3	25
Sm	4,5	1,22	13,0	3,1	5,9	6
Eu	—	—	—	0,4	0,3	0,5
Gd	3,1	0,84	13,4	1,3	6,0	3,2
Tb	—	—	—	0,2	1,1	0,4
Tb+Y	9,2	2,49	19,1	—	—	—
Dy	2,7	0,73	6,3	1,2	5,7	2,1
Ho	0,5	0,14	1,1	0,3	1,3	0,3
Er	2,8	0,75	1,7	0,3	5	0,8
Tu	0,2	0,05	Следы	—	—	0,1
Yb	—	—	1,9	0,2	4,2	1,3
Lu	—	—	Следы	—	0,7	0,3
Yb+Lu	1,4	0,39	—	—	—	—
Y	—	—	—	3	22	14
Сумма	99,8	26,95	99,4	100,0	99,4	100,0
Аналитик	Г. М. Варшал		Р. Л. Баринский			

\* Процент от  $\Sigma TR_2O_3 + Y_2O_3 = 100\%$ .

\*\* Процентное содержание в минерале.

значительно больше, чем неодима, что резко отличает его от эпинитов из гидротермальных образований щелочных граносиенитов (Семенов, 1963). По содержанию элементов цериевой группы (по терминологии Семенова, 1963) — La—Nd и Sm эпинит из грейзенов наиболее близок к ниобиевому эпиниту из гидротермальных образований миаскитов и к «синиситу». В отношении остальных элементов промежуточной и иттриевой групп эпинит из грейзенов практически аналогичен «синиситу» (кроме количества эрбия) и занимает промежуточное положение между ниобиевым эпинитом, с одной стороны, иттриевым и тантал-эпинитом, с другой. Количество иттербия в эпинитах и «синисите» из кислых пород довольно близко, а иттрия — резко различное. Эпинит из грейзенов наиболее обеднен им.

Термический анализ изученного минерала проведен на установке УТА Г. А. Макаровым. На кривых нагревания (рис. 4) первые слабые экзо- и эндотермические эффекты проявились при температуре 100—200°С. Более отчетливые изгибы кривой при 350 и 460°С видны на термограммах не всех проб. Максимальный экзотермический пик, отвечающий критической температуре рекалесценции, фиксируется при 740—746°С, что примерно соответствует температуре экзотермического пика у ниобиевого эпинита (735°). Потеря веса эпинита из грейзена сравнительно невелика (4,6—6,8 мг). Она связана с выделением воды, чем, по-видимому, и обусловлены экзо- и эндотермический эффекты до 200°С.

Таблица 6

Сравнение результатов расчета порошкограмм эшпинита из грейзенов и других образцов эшпинита

hkl	1		2		3		4		5		6	
	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)	I	d (Å)
020	1	5,54	1	5,55	1	5,50	—	—	—	—	—	—
021	1	4,47	1	4,45	1	4,40	—	—	—	—	—	—
101	1	4,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
111	1	4,08	1	4,05	1	4,03	—	—	—	—	—	—
120	1	3,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
002	1	3,76	—	—	1	3,74	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	3	3,26	7	3,29	3	3,28
022	1	3,11	3	3,10	1	3,09	1	3,10	—	—	3	3,10
130	10	3,03	8	3,02	6	3,02	—	—	—	—	10	2,98
112	9	2,96	10	2,93	10	2,93	10	2,96	10	2,96	10	2,94
131	2	2,81	2	2,80	2	2,78	3	2,82	—	—	5	2,82
200	3	2,68	3	2,66	3	2,66	—	—	1	2,65	—	—
041	1	2,588	2	2,58	2	2,57	6	2,563	2	2,563	4	2,563
140	2	2,450	2	2,44	3	2,43	3	2,468	—	—	3	2,478
—	—	—	—	—	1	2,33	—	—	—	—	—	—
221	1	2,294	2P	2,28	2	2,27	—	—	—	—	—	—
103	1	2,269		2,27								
042	1	2,220	2	2,22	3	2,19	—	—	—	—	—	—
230	1	2,164	2	2,154	2	2,15	—	—	—	—	—	—
231	1	2,078	1	2,065	2	2,06	—	—	—	—	1	2,060



222	3	2,027	4	2,016	4	2,00
151	1	1,965	1	1,959	2	1,959
133	1	1,926	2	1,923	2	1,911
004	4	1,879	5	1,873	4	1,859
043	1	1,855	2	1,850	—	—
060	1	1,833	—	—	1	1,830
061	1	1,784	2	1,776	1	1,776
301	1	1,736	1	1,728	1	1,726
242	4	1,708	5	1,701	5	1,695
062	1	1,647	2	1,645	2	1,640
330	2	1,604}				
134	8	1,597}	7	1,591	—	—
153}					7	1,583
162}	1	1,584	2	1,573	—	—
252	4	1,549}				
322	—	—}	3	1,544}		
204	—	—}	3	1,534}	4P	1,533
214	1	1,520	—	—	—	—
170	3	1,505	2	1,505	3	1,504
171}						
224}	2	1,481}	3	1,476}	2	1,478}
172	2	1,402	2	1,394	2	1,396
224	1	1,346	1	1,342	2	1,331
173	1	1,293	3	1,289	2	1,287
430	—	—	—	—	1	1,246
116						
353}						
155}	3	1,211	4	1,208	4	1,201

1 — ниобиевый эципит, Вишневые горы, Урал (Жабин и др., 1961);

2 — эципит, Ильменские горы, Урал (Жабин и др., 1962);

3 — танталовый эципит (Корнетова и др., 1963);

4, 5, 6 — эципит из грейзенов. Обр. 1, 2, 3 прокалены при 1100° С; обр.

5	1,998	3	2,001	1	2,004
2	1,957	—	—	3	1,953
—	—	—	—	—	—
2	1,885	—	—	2	1,897
—	—	—	—	—	—
10	1,815	10	1,815	9	1,815
1	1,751	1	1,744	5	1,754
—	—	—	—	—	—
4	1,707	8	1,700	2	1,700
5	1,645	4	1,647	3	1,647
—	—	—	—	—	—
3	1,582	2	1,580	4	1,582
—	—	—	—	—	—
9	1,546	10	1,547	8	1,546
—	—	—	—	—	—
1	1,515	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
4	1,481	4	1,480	3	1,489
—	—	3	1,378	—	—
—	—	—	—	—	—
3	1,284	4	1,283	5	1,286
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

4 — при 550° С; 5 — при 700° С; 6 — при 900° С.

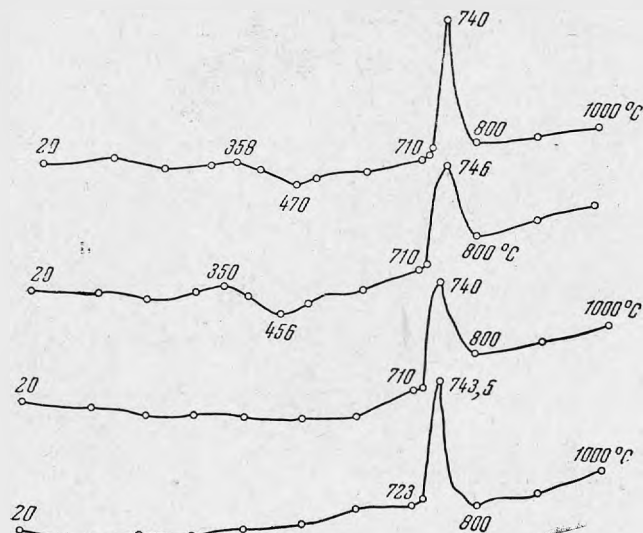


Рис. 4. Дифференциальные кривые нагрева эпинита из грейзенов

Рентгеноструктурные исследования, проведенные на установке УРС-70 Р. А. Петровой и А. М. Подольским, без прокаливания не дали дифракционной картины. Линии появляются (камера  $D = 57,3$ ; Fe-излучение) после прокаливания образца при температуре  $550^{\circ}\text{C}$ . Они еще несколько расплывчатые и становятся четкими после прокаливания при  $700^{\circ}\text{C}$  и выше. В табл. 6, кроме результатов расчета порошкограмм эпинита из грейзенов (поправка проведена по NaCl), для сравнения приведены соответствующие результаты по другим образцам эпинита.

Сравнение показывает, что изученный нами минерал по данным рентгеноструктурного анализа принадлежит к группе эпинита. Изменения решетки его не наблюдается и после прокаливания при температуре  $1100^{\circ}\text{C}$ .

По абсолютным значениям параметров элементарной ячейки и отношению параметров (табл. 7) минерал наиболее близок к эпиниту, изученному С. А. Горжевской и Г. А. Сидоренко (1962), и незначительно отличается от всех остальных образцов эпинита, которые приведены для сравнения.

Эпинит местами интенсивно замещается (вплоть до образования псевдоморфоз) неизвестным желтым минералом. Минерал имеет жирный блеск, неровный излом, очень хрупок, метамиктен. Детальное изучение этого минерала в настоящее время продолжается.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изученный нами эпинит из грейзенов обладает признаками, очень близкими к образцам эпинита, исследованным ранее различными авторами. Химический состав его, весьма типичный для эпинитов, характеризуется высоким содержанием  $\text{UO}_3$ . По этому признаку, а также по составу редкоземельных элементов он очень близок к «синиситу» из гранитных пегматитов Внутренней Монголии (Семенов, 1963). Кроме того, эпинит из грейзенов сравнительно богат  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , что вполне объяснимо с точки зрения накопления тантала в кислых изверженных породах и их

Таблица 7

Параметры элементарной ячейки эшинита из грейзенов и некоторых других образцов эшинита, А

Минерал <sup>1</sup>	$a_0$	$b_0$	$c_0$	$a_0:b_0:c_0$
Эшинит из грейзенов . . .	$5,375 \pm 0,07$	$10,91 \pm 0,01$	$7,415 \pm 0,02$	$0,4926 : 1 : 0,6796$
Эшинит (Горжевская и Сидоренко, 1962) . . . . .	5,35	10,89	7,35	$0,4913 : 1 : 0,6750$
Ниобиевый эшинит, Вишневые горы, Урал (Жабин и др., 1961) . . . . .	5,355	11,01	7,516	$0,4864 : 1 : 0,6827$
Эшинит, Ильменские горы (Жабин и др., 1962) . . . . .	5,321	10,99	7,491	$0,4841 : 1 : 0,6815$
Тантал-эшинит, Сибирь (Корнетова и др., 1963)	5,308	10,983	7,463	$0,4833 : 1 : 0,6795$
Иттриевый эшинит, Ильменские горы (Макарошкин и др., 1959 — цитируется по Корнетовой и др., 1963) . . . . .	5,285	10,975	7,443	$0,4815 : 1 : 0,6782$

послемагматических образованиях. Начало кристаллизации эшинита приходится на процессы, в которых значительную роль играет пневматолитиз, о чем свидетельствует ассоциация его во внешних зонах грейзенов с турмалином и большим количеством флюорита. Заканчивалась кристаллизация эшинита в гидротермальных условиях при образовании кварцевых выделений грейзенов и кварцевых жил с призальбандовой грейзенизацией. Здесь в ассоциации с эшинитом присутствуют сульфиды. По-видимому, изученный эшинит образовался при температурах, близких к температурам гидротермального синтеза соединения типа  $TRNbTiO_6$  —  $250-300^\circ C$  (Комков и др., 1962).

До недавнего времени находки эшинита касались лишь пегматитов — преимущественно щелочных пород. В последние годы диапазон генетических условий образования эшинита значительно расширился за счет находок его в гидротермальных образованиях щелочных пород: миаскитов, СССР (Жабин и др., 1961), щелочных граносиенитов, Монголия (Семенов, 1963), биотитовых граносиенитов, СССР (Эгель, 1963) и в карбонатитах, СССР (Гайдукова и др., 1962). Находка эшинита в грейзенах, развившихся по аляскитам, еще значительно расширяет пределы генетических условий образования этого минерала. В пневматолито-гидротермальных образованиях кислых пород эшинит встречен впервые. Возможность образования его в таких условиях была обусловлена повышенным содержанием в магме ниобия, тантала, р.з.э., урана и тория. Состав петрогенных элементов аляскитов с эшинитовой минерализацией не отличается от состава их в других регионах, где с подобными породами связана колумбитовая минерализация. Причину такой особенности послемагматической деятельности аляскитов следует искать, кроме повышенных содержаний Nb, Ta, TR, U и Th, в общности петрогенеза указанных пород со щелочными гранитами, граносиенитами и сиенитами средне- и позднегерцинского возраста описываемого района.

Авторы приносят глубокую благодарность за ценные советы и помощь в работе Е. И. Долмановой, И. Д. Борнеман-Старынкевич и Э. Д. Макрояни.

## ЛИТЕРАТУРА

- Борнеман-Старынкевич И. Д. Анализ и химическая формула эшинита.— Докл. АН СССР, 1941, 30, № 3.
- Виноградов А. П. Геохимия, 1962, № 7.
- Гайдукова В. С., Здорик Т. Б. и др. Геологическое строение и минералого-геохимические особенности редкометалльных карбонатитов.— В сб.: «Геология месторождения редких элементов», вып. 17, М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Горжевская С. А., Сидоренко Г. А. Особенности минералов структурного типа эшинита.— Минеральное сырье, 1963, № 8.
- Григорьев Ив. Ф. Грейзены, их минералогические типы и условия образования.— Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, т. VIII. Новая серия. Отд. геол., т. XXVIII, вып. 1, 1953.
- Дэна Дж. Д., Дэна Э. С., Пэлач Ч., Берман Г., Фрондель К. Система минералогии, 1, п/т 2, ИЛ, 1951.
- Жабин Г. А., Александров В. Б., Казакова М. Е. Об эшините гидротермального генезиса из Вишневых гор.— Труды ИМГРЭ, 1961, вып. 7.
- Жабин А. Г., Александров В. Б., Казакова М. Е., Фекличев В. Г. Первая находка неметамиктного эшинита.— Докл. АН СССР, 1962, 143, № 3.
- Комков А. И., Белопольский М. П., Чернорук С. Г., Колпаков Д. А. Гидротермальный синтез и рентгеновское исследование соединений типа TR NbTiO<sub>6</sub>.— Докл. АН СССР, 1962, 147, № 3.
- Корнетова В. А., Александров В. Б., Казакова М. Е. О новой разновидности эшинита, богатой танталом, из гранитных пегматитов Сибири. Труды Мин. музея, АН СССР, вып. 14, Изд-во АН СССР, 1963.
- Макарович Б. А., Гонибесова К. А., Еськова Е. М. Об иттриевом эшините из Ильменских гор.— Труды ИМГРЭ, 1959, № 3.
- Семенов Е. И. Связь состава TR с составом и структурой минералов.— Геохимия, 1958, № 5.
- Семенов Е. И. Минералогия редких земель. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Эгель Л. Е. Редкоземельные металлы.— Сб. «Оценка месторождений при поисках и разведках», вып. 21, М., Госгеолтехиздат, 1963.
- Rankama K. On the Geochemistry of tantalum and niobium in some granitic rocks.— Bull. Commis. geol. de Finlande, 1944, N 133.
- Turekian K. K., Wedepohl K. H. Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust.— Bull. Geol. Soc. Am., 1961, 72, N 2.