

ИГОРЬ БРОСКА*

ТИПОМОРФНЫЕ АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ ГРАНИТОИДОВ КРИСТАЛЛИНИКУМА МАЛОЙ ФАТРЫ

(Рис. 3, Таб. 4)



Резюме: В гранитоидных породах кристалликума Малой Фатры алланит, монацит, циркон, апатит, гранат являются типоморфными акцессорными минералами. Монацит и алланит проявляют сильный антагонизм. Магматический монацит, в отличие от алланита, возникал в относительно низших РТ условиях в высших магматических дифференциатах. С магматическим монацитом в гранитах связан циркон с повышенным содержанием гафния. Типоморфизм апатита проявляется в образовании его плеохроических форм в магурском типе гранитов. Гранат встречается в лейкократовых гранитах, но прежде всего в гибридных гранитах юго-восточной части Малой Фатры.

Abstract: Allanite, monazite, zircon, apatite and garnet have been determined as typomorphic minerals in granitoid rocks of the crystalline of the Malá Fatra Mts. Monazite and allanite are strongly antagonistic. The magmatic monazite, in contrast to allanite, originates in relatively low PT conditions in later magmatic differentiates. Magmatic monazites in granites are associated with high Hf zircons. Typomorphism of apatite can be seen by the presence of the pleochroic form of apatite in the Magura type of granite. Garnet occurs in leucocratic granites, but mainly in hybrid granites of the southern part of the Malá Fatra Mts.

Введение

При решении ряда вопросов генезиса и корреляции пород большое значение имеют особенности состава ассоциации акцессорных минералов. Среди ассоциации акцессорных минералов особенно важное значение имеют типоморфные акцессорные минералы — минералы с характерным распределением и особенностями состава в определенных типах пород. В гранитах Малой Фатры такими особенно генетически важными акцессорными минералами являются следующие типоморфные минералы: алланит, монацит, циркон, апатит и гранат (Таб. 1).

Акцессорные минералы были выделены методом тяжелых фракций по Ляховичу — Родионову (1961). Все пробы весом до 12 кг, из которых изучались акцессорные минералы, были изучены петрографически и петрохимически (Cambel — Walzel, 1982; Masek, 1982; Petrik, 1982; Kamenický et al., 1985).

Алланит

Прежде чем приступить к описанию типоморфных минералов, ввиду того, что алланит и монацит являются редкоземельными минералами,

* Д-р. И. Броска, канд. наук, Геологический институт САН, Дубравска цеста 9, 814 73 Братислава.

Таблица 1

Ассоциация и содержание типоморфных акцессорных минералов в гранитах Малой Фатры (г/т)

минерал	циркон	апатит	монацит	алланит	гранат
KMF — 1	49	1050	4	<0,5	2
KMF — 2	114	1176	—	337	—
KMF — 3	7	180	<0,5	128	2
KMF — 4	20	829	0,5	242	—
KMF — 5	29	572	19	<0,5	<0,5
KMF — 6	30	1051	32	1	2
KMF — 8	4	154	13	<0,5	0,5
KMF — 9	30	1802	2	120	—
KMF — 10	47	335	—	160	—
KMF — 11	85	134	116	—	53
KMF — 11a	21	1588	—	129	0,5
KMF — 11b	12	37	52	—	361
KMF — 15	26	50	55	—	580
KMF — 16	12	31	4	—	78
KMF — 17	5	956	15	—	1
KMF — 17a	2	628	2	—	0,5
KMF — 17b	4	839	9	—	0,5
KMF — 18	12	651	19	—	17
ZK — 21	10	10	11	—	4
ZK — 38	17	721	<0,5	348	2
ZK — 97	9	240	11	<0,5	0,5
ZK — 98	2	110	5	<0,5	—
ZK — 99	5	250	22	<0,5	<0,5

Примечание: Ассоциации ZK проб определил д-р Й. Гбелски, к. н. (G belský, 1982). Проба KMF — 1 содержит очень много эпидота (648 г/т), который повышенным содержанием элементов редких земель начинает приближаться алланитам.

необходимо остановиться на проблеме поведения элементов редких земель в расплаве.

Элементы редких земель в мафических магмах являются «не совместимыми» (Miller—Mittlefehldt, 1982). Их содержание в остаточных расплавах. Поведение легких редкоземельных элементов в фельзитовых магмах обратное, редкоземельные элементы являются «совместимыми» (Miller—Mittlefehldt, 1982). Их содержание снижается с увеличением степени магматической дифференциации, что связано с фракционной кристаллизацией акцессорных минералов являющимися главными носителями элементов редких земель. Время и место кристаллизации редкоземельных акцессорных минералов таким образом становится решающим моментом для валового распределения элементов редких земель (Ляхович, 1973; Miller—Mittlefehldt, l. c.; Gromet—Silver, 1983; Watson—Harrison, 1984). Фракционная кристаллизация редкоземельных минералов ведет к понижению валового состава редких земель конечных продуктов магматических дифференциатов.

Т а б л и ц а 2

Валовые содержания элементов редких земель в гранитоидных породах Малой Фатры (анализы проведены методом нейтронной активации) (г/т)

	ZK — 36	ZK — 37	ZK — 38	ZK — 97
La	32,0	36,0	69	6,5
Ce	75,0	81,0	149	14,9
Nd	43,0	49,0	66,5	4,2
Sm	4,9	6,9	9,0	1,75
Eu	1,25	1,35	1,85	0,82
Tb	0,28	0,28	0,60	0,39
Yb	0,63	0,60	0,98	1,20
Lu	0,12	0,14	0,15	0,26

аналитик: П. Котас

Т а б л и ц а 3

Содержание элементов редких земель в алланитах (анализы проведены рентгеновым электронным микроанализатором) (‰)

	ZK — 38		KMF — 10	
	1. зерно центр	2. зерно центр	1. зерно центр	1. зерно край
Mg	1,26	1,18	1,47	0,74
Si	33,34	33,32	32,54	35,56
Al	15,14	14,69	14,74	16,91
Ca	10,94	10,97	11,04	15,87
Fe	13,44	13,64	13,18	12,62
Ti	0,50	0,46	0,63	0,33
Y	0,00	0,00	0,00	0,00
La	5,04	4,71	6,81	4,16
Ce	10,11	10,32	10,63	6,77
Pr	0,92	0,95	0,76	0,63
Nd	4,61	4,94	3,09	2,41
Gd	0,29	0,38	0,59	0,31
сумма	95,59	95,56	95,48	96,31

аналитик: д-р И. Криштин, к. н.

На примере малофатранских гранитов показано, что алланит и монацит контролируют валовой состав редких земель. Таким образом алланит и монацит следует относить к числу типоморфных минералов. В балансе суммы элементов редких земель низкое содержание алланита и монацита имеет прямую корреляцию с понижением валового содержания редкоземельных акцессорных минералов.

Определение валового содержания редких земель в гранитах Малой Фатры приведено в Таб. 2. На диаграмме нормализованных элементов редких земель видно выразительное понижение элементов у пробы ЗК — 97, представленной гранитоидной породой с монацитом. Пробы ЗК — 36, 37, 38 представлены гранитоидами содержащими алланит (Рис. 1).

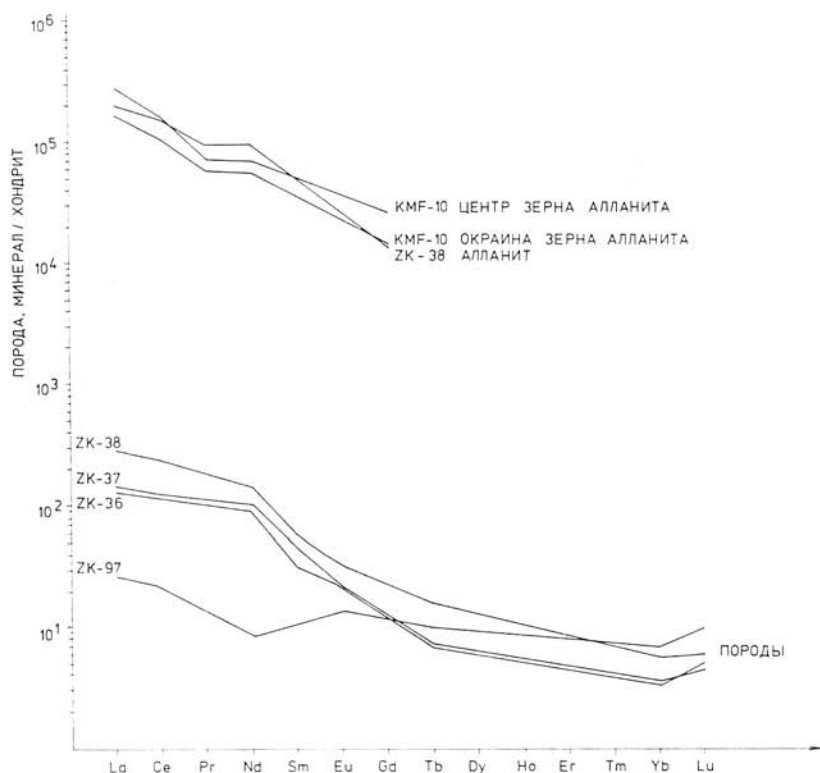


Рис. 1. TR в гранитоидных породах и алланитах кристалликума Малой Фатры. Пояснения: Здесь показана фракционация TR в алланиты и их зональность на примере проб ЗК — 38 и КМФ — 10. В пробах ЗК — 36, 37, 38 находятся алланиты, в пробе ЗК — 97 монациты. В гранитах где встречаются монациты, в отличие от гранитов где алланиты, относительно меньше содержание элементов редких земель хондрически нормализовано по Эвсенсу (Evensen et al., 1978).

Ввиду того, что в гранитах Малой Фатры мало амфибола, граната и титанит отсутствует, главная часть элементов редких земель в алланитах. Фракционирование элементов редких земель в алланите демонстрирует проба ЗК — 38, из которой имеются валовые анализы элементов редких земель (Таб. 2) и анализы элементов редких земель в алланите (Таб. 3).

Алланит в гранитах Малой Фатры эпидотового габитуса, дымчатого цвета, иногда более менее встречается с каемками эпидота. В алланитах

можно наблюдать понижение интенсивности дымчатого цвета в направлении к краям зерен, что по линейным записям TR из микрозонда связано с постепенным понижением содержания элементов редких земель. Алланит в гранитах Малой Фатры по распределению элементов редких земель является зональным минералом. Тренд зональности элементов редких земель — на краях зерен алланиты имеют пониженный состав редких земель — предполагает магматическое происхождение алланитов (Рис. 1). Редкоземельная зональность алланита отражает понижение валового содержания элементов редких земель при кристаллизационном интервале минерала.

Монацит

Исключая граниты на контактах пояса мигматитов и метаморфического обрамления, монацит в гранитах Малой Фатры явно магматического происхождения. В первом типе пород (пробы КМФ — 11, 11а, 11б, 15) монацит может принадлежать и к реликтовым или контаминационным минералам. Магматический монацит является типоморфным акцессорным минералом, который образуется в породах соответствующих конечным магматическим дифференциатам с низшим валовым содержанием элементов редких земель. Монацит в гранитах Малой Фатры является слабо магнетическим, он имеет типичную морфологию и краснокоричневой цвет. Монацит в Малой Фатре установлен в гранитах магурского типа и в гранитах на западной окраине горной цепи Малая Фатра, где в кристалликуме предполагается термическая ось (Kamenický et al., 1985). Монацит кристаллизует в гранитах, где проявляются низшие РТ условия, алланит наоборот, находится в гранитоидах Малой Фатры, где геологическая обстановка предполагает более высокие РТ условия (Kamenický et al., l. c.).

Для кристалликума Малой Фатры предпринята попытка создания модели развития алланита и монацита. При моделировании распределения алланита и монацита в гранитоидах Малой Фатры исходило из модели поведения монацита в расплавах по Миллеру — Миттлефельду (Miller — Mittlefehldt, 1982). Модель поведения монацита была дополнена представлением о поведении алланита, и параллелизировано с конкретными валовыми анализами элементов редких земель в гранитах Малой Фатры (Broska, 1985; Petrik — Broska, 1985) (Рис. 2).

При высоких температурах кристаллизации гранитоидного расплава насыщение элементов редких земель быстрее наступает на начальном этапе фракционной кристаллизации алланита, при дальнейшей эволюции расплава с понижением температуры, происходит понижение валового состава редких земель. На определенном этапе развития фельзитового расплава происходит кристаллизация монацита, а алланит не образуется. На рисунке (Рис. 2) начало образования монацита, представлено линией пересечения кривой насыщения легких редкоземельных элементов для образования монацита и алланита. Это приблизительно может быть уровень содержания редких земель в пробе ZK — 97, в которой

определено самое высокое количество монацита. Монацит образуется в высоко дифференцированных гранитоидных расплавах при относительно низших температурах, алланит образуется из более основных типов гранитоидных расплавов при относительно высшей температуре. На рисунке (Рис. 2) схематически изображены две границы, на которых проходит насыщение элементов редких земель при образовании алланита или монацита. Разница в уровнях насыщения легких элементов редких земель при образовании алланита или монацита объясняется антагонистическим поведением минеральной пары алланит — монацит.

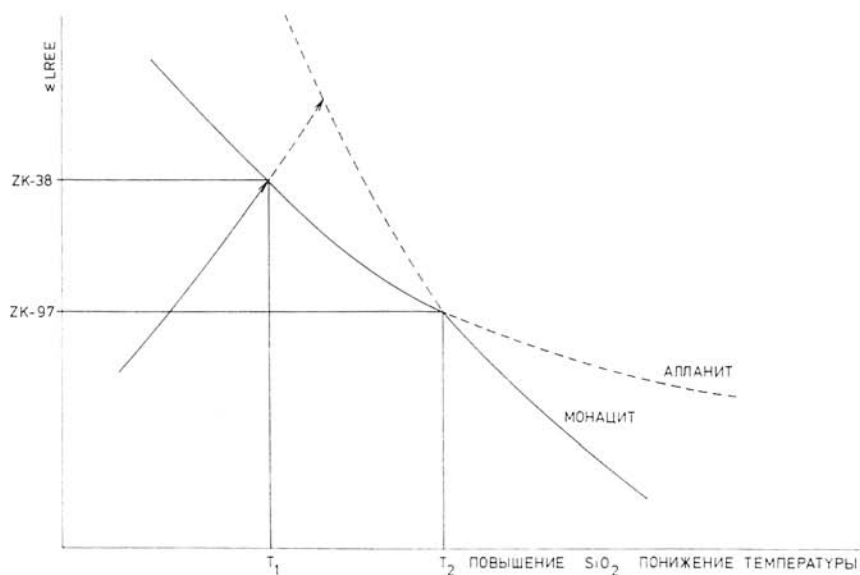
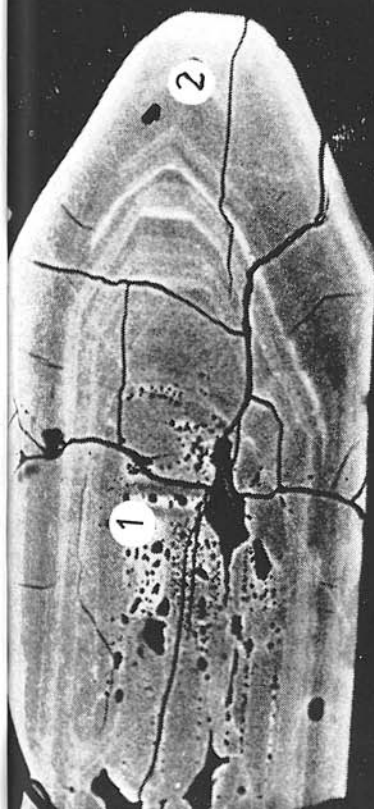


Рис. 2. Модель эволюции алланита и монацита в условиях кристалликума Малой Фатры. Алланит образуется при высших содержаниях легких элементов редких земель и при высших температурах расплава. Уровень насыщения легких элементов редких земель для образования монацита достигнется при их низших содержаниях в расплаве и при низшей температуре.

Ц и р к о н

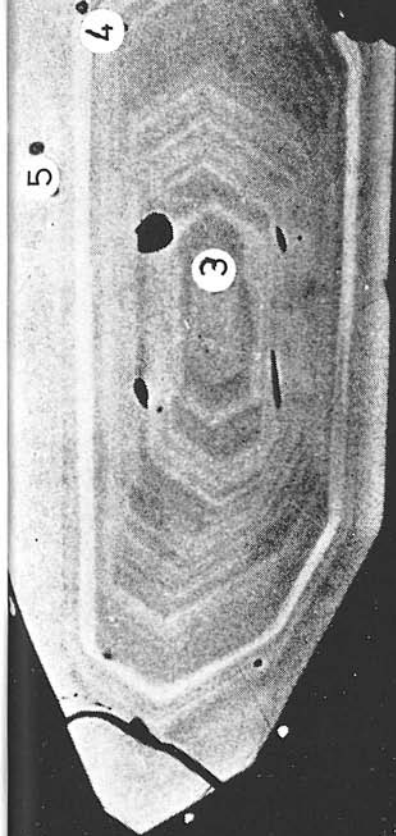
Циркон в гранитоидных породах относительно распространенный минерал. Циркон в гранитах Малой Фатры присутствует в виде розовых кристаллов с бимодальным удлинением 2,5 и 7,5. Метамиктные цирконы в гранитоидных породах Малой Фатры встречаются крайне редко.

Рис. 3. Сканирующие фотографии разрезов цирконов. Номера пунктов в разрезах цирконов обозначают приблизительные места анализов. Результаты анализов цирконов приведены в таблице 4. Фото: д-р Ф. П а н ь о



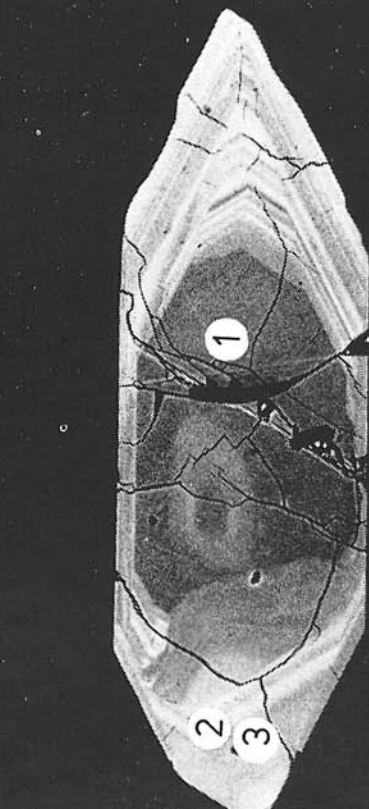
KMF-2 6728 25KV X450 10µm WD24

a



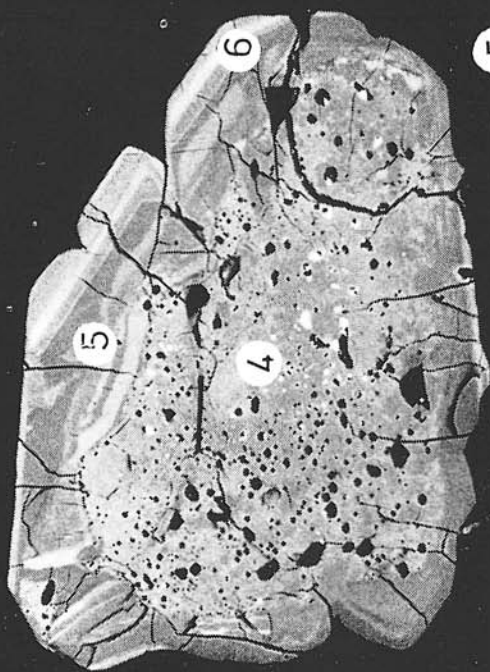
KMF-2 6729 25KV X400 10µm WD23

6



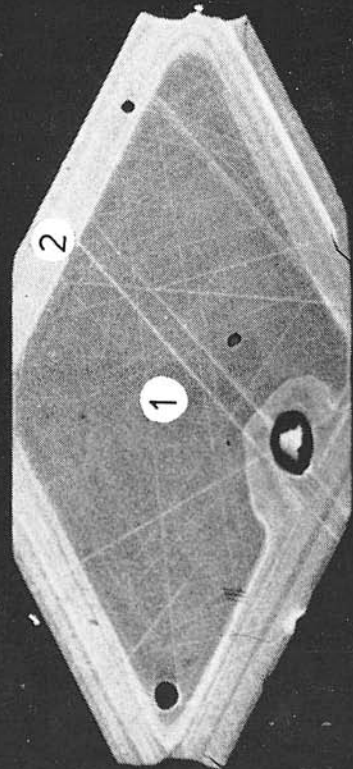
KMF-6 6807 25KV X250 100µm WD23

b



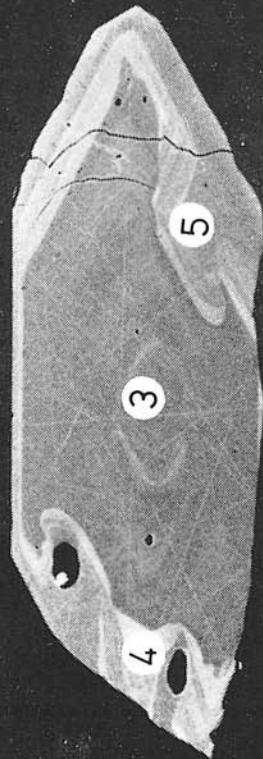
KMF-6 6808 25KV X250 100µm WD23

c



KMF-8 25KV
6813 X400 10µm WD24

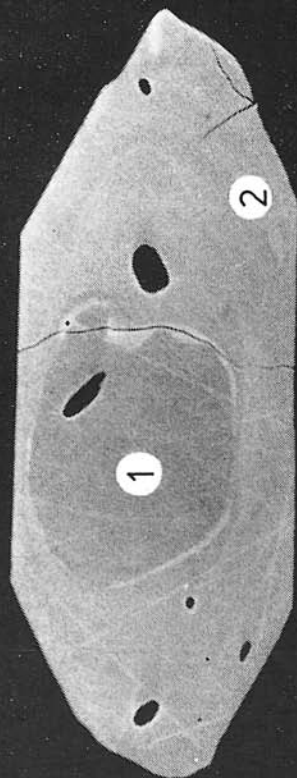
4



KMF-8 25KV
6814

e

X250 100µm WD24



KMF-11

✳



KMF-11

3

Т а б л и ц а 4

Микрозондовые анализы цирконов из гранитоидов Малой Фатры (‰)

	КМФ — 2				
	1-ое зерно		2-ое зерно		
	1 центр	2 окраина	3 центр	4 окраина	5 окраина
Al ₂ O ₃	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO ₂	60,76	63,22	63,23	63,33	63,16
La ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Ce ₂ O ₃	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
Y ₂ O ₃	0,06	0,00	0,16	0,20	0,11
FeO	0,55	0,00	0,01	0,00	0,00
SiO ₂	34,44	34,86	34,24	34,56	34,51
ThO ₃	0,00	0,03	0,01	0,06	0,01
HfO ₂	1,49	1,68	1,75	1,68	2,02
сумма	97,84	99,82	99,40	99,86	99,81
Al	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Zr	44,98	46,80	46,81	46,88	46,76
La	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Ce	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
Y	0,05	0,00	0,13	0,16	0,09
Fe	0,43	0,00	0,01	0,00	0,00
Si	16,10	16,29	16,00	16,15	16,13
Th	0,00	0,03	0,01	0,05	0,01
Hf	1,26	1,42	1,48	1,42	1,71
Zr/Hf	35,70	32,96	31,63	33,01	27,34

Интересным показалось изучение распределения гафния, который принадлежит к числу наиболее существенных примесей в цирконе. В основе изоморфное замещение циркония гафнием вызвано близостью атомных радиусов циркония и гафния и их химическим сходством. Соотношение пары цирконий гафний является одним из индикаторов геохимических процессов. При анализе характера распределения циркония к гафнию, в цирконе малофатранских гранитов показалось повышенное содержание гафния в окраинах зерен и повышенное содержание гафния в цирконах гранитов, где образовался монацит (Рис. 3, Таб. 4). Повышенное содержание гафния в цирконах в гранитах с монацитом можно связывать с повышением степени магматической дифференциации этих пород (Gottfried — Waring, 1964; Butler — Thompson, 1965; Brooks, 1970; Левковская — Царовский, 1976), что обусловлено и трендом редкоземельных элементов. Для цирконов из гранитоидов Малой Фатры, кроме зонального строения по гафнию, еще характерен существенно иттриевый состав редких земель (Таб. 4) и в некоторых случаях изменение облика цирконов в процессе их присталлизации (Рис. 3б).

Таб. 4. (продолжение — 1)

	КМФ — 6					
	1-ое зерно			2-ое зерно		
	1 центр	2 окраина	3 окраина	4 центр	5 окраина	6 окраина
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00
ZrO ₂	63,66	62,89	63,48	61,02	62,97	62,32
La ₂ O ₃	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Ce ₂ O ₃	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,02
Y ₂ O ₃	0,07	0,14	0,22	0,37	0,15	0,24
FeO	0,03	0,01	0,01	0,25	0,00	0,00
SiO ₂	33,63	33,55	34,01	33,24	34,01	33,89
ThO ₂	0,00	0,03	0,00	0,44	0,00	0,00
HfO ₂	1,56	2,35	2,25	1,44	2,04	2,22
сумма	98,96	98,98	99,97	96,92	99,19	98,69
Al	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
Zr	47,13	46,56	46,99	45,17	46,62	46,13
La	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Ce	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02
Y	0,05	0,11	0,17	0,29	0,12	0,19
Fe	0,02	0,01	0,01	0,19	0,00	0,00
Si	15,72	15,68	15,90	15,54	15,90	15,84
Th	0,00	0,03	0,00	0,39	0,00	0,00
Hf	1,32	1,99	1,91	1,22	1,73	1,88
Zr/Hf	35,70	23,39	24,60	37,02	26,95	24,53

Изменение морфологии кристаллов циркона свидетельствует о развитии кристаллов циркона в ширшем диапазоне температур (P u r i n, 1980).

А п а т и т

Апатит относится к самым распространенным акцессорным минералам гранитов Малой Фатры, и его тоже можно считать типоморфным минералом. Облик кристаллов — гексагонально призматический. Зерна апатита чаще всего бывают прозрачные, полупрозрачные, белые и реже слабо желтые. По радиоактивности апатиты можно сказать, резко отличаются по отдельным участкам Малой Фатры, а в пределах мелких массивов отличаются значительно меньше. По полуколичественным рентген-электронным микроанализам редкоземельные элементы в апатитах достигают до 2,5 вес. $\%$. Типоморфизм апатита проявляется прежде всего в том, что апатиты встречаются в виде плеохроических форм в некоторых типах гранитоидных пород.

Плеохроические апатиты имеют характерный дымчатый цвет будто в целом объеме кристаллов, или же дымчатая часть занимает более ме-

Таб. 4. (продолжение — 2)

	КМФ — 8				
	1-ое зерно		2-ое зерно		
	1 центр	2 окраина	3 центр	4 окраина	5 окраина
Al ₂ O ₃	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
ZrO ₂	63,25	62,81	62,56	61,07	62,88
La ₂ O ₃	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
Ce ₂ O ₃	0,04	0,01	0,04	0,01	0,00
Y ₂ O ₃	0,11	0,27	0,15	0,18	0,13
FeO	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
SiO ₂	34,51	34,77	34,49	34,37	33,85
ThO ₂	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03
HfO ₂	1,33	1,98	1,55	2,75	1,95
сумма	99,25	99,91	98,83	98,39	98,84
Al	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Zr	46,82	46,50	46,31	45,21	46,55
La	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Ce	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00
Y	0,08	0,21	0,12	0,14	0,10
Fe	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
Si	16,13	16,25	16,12	16,06	15,82
Th	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03
Hf	1,12	1,69	1,31	2,33	1,65
Zr/Hf	41,80	27,51	35,35	19,40	98,84

нее четко ограниченную часть внутри кристаллов. Плеохроические апатиты находятся в так называемом магурском типе гранитов, которые внедрились в основные типы малофатранских гранитов и которые прежде всего находятся в восточной части кристалликума. В пробе КМФ — 17 — по Иванову — Каменецкому (Ivanov — Kamenický, 1957) магурский тип гранитов — практически все апатиты сильно плеохроические.

Г р а н а т

Гранат в гранитоидах Малой Фатры, присутствует в лейкокракратовых гранитах и в гранитах юговосточной части Малой Фатры, где преобладают мигматиты и породы метаморфического обрамления. Значит, кроме магматического граната лейкокракратовых гранитов (проба ЗК — 21) гранат появляется в сильно гибридизованных гранитах и относится к контаминационным минералам (пробы КМФ — 11, 11б, 15, 16, 18). Эта форма граната в гранитах Малой Фатры встречается больше чем магматическая.

Таб. 4. (продолжение — 3)

КМФ — 11					
	1 центр	2 окраина	3 центр	4 центр	5 окраина
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
ZrO ₂	64,02	65,16	61,40	61,97	63,54
La ₂ O ₃	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Ce ₂ O ₃	0,04	35,17	0,03	0,00	0,03
Y ₂ O ₃	0,08	0,00	0,58	0,50	0,23
FeO	0,03	0,47	0,00	0,04	0,02
SiO ₂	34,75	0,00	33,45	34,75	33,95
ThO ₂	0,01	0,00	0,09	0,00	0,02
HfO ₂	1,41	1,76	1,28	1,27	1,97
сумма	100,35	102,56	96,85	98,53	99,77
Al	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Zr	47,39	48,23	45,45	45,88	47,04
La	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Ce	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02
Y	0,06	0,37	0,46	0,39	0,18
Fe	0,02	0,00	0,00	0,03	0,01
Si	16,24	16,44	15,63	16,24	15,86
Th	0,01	0,00	0,08	0,00	0,02
Hf	1,20	1,49	1,08	1,08	1,67
Zr/Hf	39,49	32,37	42,08	42,48	28,16

аналитик: д-р. И. Г а т а р, к. н.

Примечание: Проба КМФ — 2 представляет гранитоидную породу с алланитом; проба КМФ — 6 и КМФ — 8 гранитоидную породу с монацитом; проба КМФ — 11 гранитоидную породу с гранатом.

В гибридных гранитах из юговосточной части Малой Фатры, где присутствует гранат, присутствует тоже контаминационный (ксеногенный) циркон, который может слагать ядра новообразованных цирконов (Рис. 3ж). В этих типах гранитов можно предполагать и появление контаминационного монацита, который также, как циркон, относится к самым стабильным минералам (R a p p — W a t s o n, 1985; S a w k a et al., 1986).

Заключение

Типоморфными акцессорными минералами гранитов Малой Фатры являются алланит, монацит, циркон, апатит, гранат. В гранитоидных породах Малой Фатры для алланита и циркона — типоморфных магматических акцессорных минералов, был установлен зональный характер. В алланитах падает содержание элементов редких земель от середины

к краю зерна, в цирконах от середины к краю зерна повышается содержание гафния. В гранитах, где присутствует монацит, циркон имеет повышенное содержание гафния.

На примере алланита и монацита было показано фракционирование элементов редких земель; распределение элементов редких земель контролируют алланит и монацит.

В гранитоидах Малой Фатры наблюдается антагонизм между алланином и монацитом, причем из анализа этой пары минералов видно, что в условиях кристалликума Малой Фатры, он является функцией температуры и давления в течении кристаллизации. Монацит по сравнению с алланитом связан в гранитах Малой Фатры с гранитами для которых, вероятно, существовали более низкие РТ условия.

Зональные алланиты и цирконы, развитие морфологии циркона, развитие содержаний элементов редких земель в породах и антагонизм свидетельствует о длительном развитии фельзитовых расплавов в кристалликуме Малой Фатры при первично относительно высших температурах, а также о наличии магматической дифференциации — фракционной кристаллизации.

На основе ассоциации типоморфных акцессорных минералов в кристалликуме Малой Фатры были выделены три типа гранитоидных пород: гранитоиды с алланитом, гранитоиды с монацитом, гранитоиды с гранатом.

Перевод Я. Броскова

СПИСОК ПРОБ

- КМФ — 1 биотитовый тоналит. Малая Фатра. В разрезе шоссе Врутки — Стречно, 100 м севернее от устья ручья при заброшенной каменоломни Дубна скала.
- КМФ — 2 биотитовый монцогранит. Малая Фатра. Обнажение в разрезе шоссе Врутки — Стречно, возле ручья у заброшенной каменоломни Дубна скала.
- КМФ — 3 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. В разрезе шоссе Врутки — Стречно над южным концом малого туннеля (ближе к городу Врутки).
- КМФ — 4 биотитовый монцонит. Малая Фатра. В разрезе шоссе Врутки — Стречно, над северным концом туннеля.
- КМФ — 5 биотитовый монцогранит. Малая Фатра. В разрезе шоссе Врутки — Стречно, 100 м от устья большого туннеля (ближе к городу Врутки).
- КМФ — 6 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. Обнажение в разрезе старого шоссе Врутки — Стречно против Старого замка, 300 м западнее от окраины стоянки.
- КМФ — 8 биотитовый тоналит. Малая Фатра. Кунерад. Свитачов ручей, обнажение на северном склоне долины, 700 м от памятника советскому партизану в направлении течения ручья.
- КМФ — 9 биотитовый монцонит. Малая Фатра. Кунерадска долина. Обнажение в повороте дороги, 350 м от памятника советскому партизану в направлении течения ручья.
- КМФ — 10 биотитовый тоналит. Малая Фатра. Кунерадская долина. Обнажение возле дороги у памятника советского партизана.
- КМФ — 11 биотитовый тоналит. Малая Фатра. 250 м западнее от высоты Велка лука (Мартинске голе).
- КМФ — 11a биотитовый тоналит. Малая Фатра. Млынний ручей. Скальное обнаже-

- ние в разрезе ручья, 150 м над пересечением трапинки обозначенной с синей туристической маркой с ручьем.
- KMF — 116 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. Млынный ручей. Скальное обнажение 350 м под пересечением трапинки обозначенной синей маркой с ручьем.
- KMF — 15 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. В разрезе Млынного ручья, 220 м от устья долины.
- KMF — 16 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. Шоссе Д. Кубин — Кралованы. 300 м севернее каменоломни Быстричка.
- KMF — 17 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. Каменоломня Быстричка.
- KMF — 17a биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. Каменоломня Быстричка.
- KMF — 17b биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. Каменоломня Быстричка.
- KMF — 18 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. Шоссе Д. Кубин — Кралованы. 300 м от устья долины Быстрички.
- ZK — 21 аплитовидный гранит. Малая Фатра. Заброшенная каменоломня Кралованы.
- ZK — 38 биотитовый тоналит. Малая Фатра. Каменоломня Дубна скала.
- ZK — 97 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. В разрезе шоссе Липовец — Яношиково, возле с. Яношиково.
- ZK — 98 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. В разрезе шоссе Врутки — Стречно, 250 м перед началом малого туннеля.
- ZK — 99 биотитовый гранодиорит. Малая Фатра. В разрезе шоссе Врутки — Стречно, перед началом большого туннеля.

ЛИТЕРАТУРА

- ЛЕВКОВСКАЯ, Н. Ю. — ЦАРОВСКИЙ, И. Д., 1976: Циркон. В книге: Акцессорные минералы украинского щита. Изд. Наукова думка, Киев, с. 66—84.
- ЛЯХОВИЧ, В. В. — РОДИОНОВ, Д. А., 1961: О методике изучения акцессорных минералов в изверженных породах. Труды ИМГРЭ, (Москва), вып. 6, с. 17—55.
- ЛЯХОВИЧ, В. В., 1973: Редкие элементы в акцессорных минералах гранитоидов. Недра, Москва, 308 с.
- BROOKS, C. K., 1970: The concentrations of zirconium and hafnium in some igneous and metamorphic rocks and minerals. *Geochim. cosmochim. Acta* (New York—Oxford), 34, с. 411—416.
- BROSKA, I., 1985: Akcesorické minerály vybraných granitoidných a metamorfovaných hornín Malých Karpát a Malej Fatry. Kandid. dizert. práca. Manuscript, GÚ SAV, Bratislava, 163 с.
- BUTLER, J. R. — THOMPSON, A. J., 1965: Zirconium: hafnium ratios in some igneous rocks. *Geochim. cosmochim. Acta* (New York—Oxford), 29, с. 167—175.
- CAMBEL, B. — WALZEL, E., 1982: Chemical analyses of granitoids of the West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava)*, 33, 5, с. 573—600.
- EVENSEN, N. M. — HAMILTON, P. J. — O'NIONS, R. K., 1978: Rare-earth abundances in chondritic meteorites. *Geochim. cosmochim. Acta* (New York—Oxford), 42, с. 1199—1212.
- IVANOV, M. — KAMENICKÝ, L., 1957: Poznámky ku geológii a petrografii kryštalínika Malej Fatry. *Geol. Práce, Zoš. (Bratislava)*, 45, с. 187—212.
- GBELSKÝ, J., 1982: Katalóg akcesorických minerálov vybraných vzoriek granitoidných hornín Zpadných Karpát. Manuscript, GÚ SAV Bratislava.
- GOTTFRIED, D. — WARING, C. L., 1964: Hafnium content and Hf/Zr ratios in zircon from the southern California batholith. *U.S. Geol. Surv. profess. Pap. (Washington)*, 501-B, с. 88—91.
- GROMET, L. P. — SILVER, L. T., 1983: Rare earth element distributions among minerals in a granodiorite and their petrogenetic implications. *Geochim. cosmochim. Acta* (New York—Oxford), 47, 5, с. 925—940.
- KAMENICKÝ, L. — MACEK, J. — KRISTÍN, J., 1985: Geochemicko-mineralogický výskum kryštalínika Malej a Veľkej Fatry. Manuscript, GÚ SAV, Bratislava, 229 с.
- MACEK, J., 1982: Petrography of the West Carpathians granitoids — ZK samples. *Geol. Zbor. Geol. carpath. (Bratislava)*, 33, 5, с. 623—630.

- MILLER, C. F. — MITTLEFEHLDT, D. W., 1982: Depletion of light rare earth elements in felsic magmas. *Geology* (Boulder), 10, c. 129—133.
- PETRÍK, I., 1982: Selected samples of the West Carpathian granitoids: classification and modal composition. *Geol. Zbor. Geol. carpath.* (Bratislava), 33, 5, c. 569—572.
- PETRÍK, I. — BROSKA, I., 1985: Akcesorický allanit a monazit: význam pre interpretáciu zloženia granitoidných hornín. In: *Zbor. ref. — Akcesorické minerály a ich význam 85.*, BF VŠT Košice, c. 31—38.
- PUPIN, J. P., 1980: Zircon and granite petrology. *Contr. Mineral. Petrology* (Berlin—New York), 73, c. 207—220.
- RAPP, R. P. — WATSON, E. B., 1985: Solubility and dissolution behavior of monazite and LREE diffusion in a hydrous granite melt. *EOS* (Washington), 66, c. 416.
- SAWKA, W. N. — BANFIELD, J. F. — CHAPPELL, B. W., 1986: A weathering-related origin of widespread monazite in S-type granites. *Geochim. cosmochim. Acta* (New York—Oxford), 50, c. 171—175.
- WATSON, E. B. — HARRISON, T. M., 1984: What can accessory minerals tell us about felsic magma evolution? A framework for experimental study. *Geochemistry and Cosmochemistry*; *Proc. 27th Inter. Geol. Congress, Moscow*, 11, c. 503—520.

Рукопись получена 4 Июля 1986.

The author is responsible for content.

