

А. БОЙКО — Л. КАМЕНИЦКИ — Н. П. СЕМЕНЕНКО — Б. ЦАМБЕЛ — Н. ЩЕРБАК*

ЧАСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АБСОЛЮТНОГО ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА ЗАПАДНЫХ КАРПАТ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗНАНИЙ

(Приложение 1—7)

Резюме: В статье приводятся несколько новых геохронологических определений татровепоридных (орторул) ортогнейсов мигматитов и гранитоидов полученных методом Pb из отсепарированных цирконов или монацитов. Два сравнения приводятся такие определения для одного образца гранулитов в молданубике Чешского массива. Приводится также таблица состава акцессорных минералов и таблица более близких характеристик изучаемых цирконов. Современные авторы цитируют геологические определения сделанные до сих пор из пород кристаллических массивов Западных Карпат методом K/Ar или Rb/Sr.

Abstract: Several new geochronological data of tatrevporide orthogneisses, migmatites, pegmatite and granitoids obtained by Pb method from separated zircons or monazites are shown in the paper. The data of one sample of granulite from Moldanubikum of the Bohemian massif are shown for comparison. Tables of accessory minerals and more detail characterization of zircons studied is also shown. The authors quoted geological data obtained from crystalline rocks of Western Carpathians by K/Ar or Rb/Sr methods.

Геологический институт Словацкой Академии наук в 1971 г. заключил договор о сотрудничестве с Институтом геохимии и физики минералов Академии Наук Украинской ССР. Главной целью этого договора является обеспечение по крайней мере минимального количества данных по определению абсолютного возраста горных пород на основании содержания изотопов распада свинца в цирконе, в монаците, или же в других минералах, входящих в состав соответствующих горных пород. На первом этапе дело шло тоже о том, чтобы определились возможности сепарации этих минералов из наших горных пород, главным образом магматогенных, или из мигматитов в нужном количестве.

Известно, что в Чехословакии нет лаборатории, способной определять абсолютный возраст горных пород применением свинцового метода из акцессорных минералов и потому сотрудничество с киевским Институтом геохимии и физики минералов увеличивает наши возможности. В социалистических странах имеется очень мало лабораторий надежно работающих уже при помощи этого метода. Это только немногочисленные лаборатории в СССР, причем именно ИГФМ (Институт геохимии и физики минералов) в Киеве принадлежит к самым значительным. И потому управление Геологического института Словацкой Академии наук ориентировало содержание договора с вышеприведенным институтом в первую очередь на исследования абсолютного возраста западнокарпатских горных пород при помощи свинцового метода. Эта задача соответствует задачам минералого-геохимической секции КБГА (Карпатобалканской геологической ассоциации).

* А. Бойко, канд. геологических наук, академик Н. П. Семененко, Н. Щербак, др. наук, Институт геохимии и физики минералов Академии наук Украинской ССР, Киев, др. Л. Каменицки, академик Б. Цамбел, Геологический институт Словацкой академии наук, Братислава. Обранцов мьеру 41.

В области Западных Карпат Й. Кантором было проведено несколько геохронологических анализов горных пород при помощи калий-аргонового метода (К/А). (Смотри Приложение № 1.) Таким образом определенный возраст горных пород не был старше варисского. Результаты этих работ приводятся в приложенной таблице. Из таблицы видно, что часть горных пород вепоридового кристаллического массива на основании К/А метода доказывает меловой возраст, что вызвано выделением аргона в младшем динамометаморфическом процессе, или в других послеварисских процессах рекристаллизации.

Польский автор Й. Бурхарт (1970) подтвердил варисский возраст гранитоидных горных пород из области Высоких Татр при помощи метода Rb/Sr. По геохронологическим результатам Й. Бурхарта (1968, 1970а, б) исследования кристаллического массива Высоких Татр доказывают по Rb/Sr методу два периода метаморфизма. Один совершился 290—300 млн. лет тому назад (280—315 млн. лет тому назад) в связи с варисской интрузией гранитоидных горных пород. Этот метаморфизм настолько рекристаллизовал сланцы, что, как видно из Приложения № 1, только один анализ гнейсов (№ 7) указывает возраст выше 413 лет и два анализа (№ 40, 42) указывают возраст 346 и 345 млн. лет. Эти определения приводят Бурхарта к мнению, что существовал гипотетический метаморфизм в позднем силуре каледонского орогена, именно в период 410 и 430 млн. лет тому назад. Такие выводы можно делать только на основании изохрон кристаллических сланцев горы Горычкова (Приложение № 2).

Автор отмечает, что возникновение сланцевого габитуса Высоких Татр относится к периоду протерозоя или к старшим периодам неправильно. Если это так, то разница содержаний ^{87}Sr и ^{86}Sr должна быть намного больше, именно в пробах с малым содержанием Rb.

Й. Бурхарт далее констатирует, что хотя отношения изотопов стронция являются очень чувствительными детекторами для определения метаморфоза, все таки эти отношения изменяются в связи с альпийским орогеном в области Высоких Татр. Это свидетельствует о том, что татранский кристаллический массив в период альпийского орогена не попал в условия повышенных температур.

В течение июня месяца 1972 г. группой сотрудников в составе академика Б. Цамбела (ЧССР), доктора Л. Каменицкого (ЧССР), Н. Щербака (СССР) и А. Бойко (СССР) на территории Чехословакии из кристаллических пород Западных Карпат отобрано 12 проб весом от 30 до 50 кг. Притом отбор проб дублировался: из одних и тех же мест и в одинаковых количествах отбирались пробы для исследования в ИГФМ и в Геологическом институте Словацкой Академии наук (список проб в Приложении № 3). В то время как лаборатория для сепарации в Геологическом институте САН не получила достаточных результатов, киевский институт провел успешно сепарацию циркона и других акцессорных минералов.

За истекшее время в ИГФМ АН УССР выполнен минералогический список из всех отобранных проб (Приложение № 4), дана кристалломорфологическая характеристика акцессорных цирконов (Приложение № 5).

По пробам с достаточным содержанием акцессорного циркона и монацита выполнены определения абсолютного возраста (Приложение № 6).

Приложение № 1. Таблица геохронологических К/А данных кристаллического массива Западных Карпат опубликованных Др. - инж. И. Кантором

№	Местонахождение	Горная порода	Анализованный минерал	Возраст	Литература	Примечание
1.	Малые Карпаты: Карьер им. Ресслера, Братиславский массив	пегматит	мусковит	227×10^6 л.	Кантор 1959	
2.	дэтто	дэтто	ортоклаз	225×10^6 л.	Кантор 1959	
3.	Низкие Татры: Отвалы Sb-рудника, Предпекелна, Ю Липт. Дубрава	прашиевский гранит	розовый К-полевой шпат	280×10^6 л.	Кантор 1959a	
4.	Вблизи Sb-рудников, Предпекелна	дэтто	биотит	288×10^6 л.	Кантор 1959a	
5.	Долина р. Крижианки	дэтто	биотит	305×10^6 л.	Кантор 1959a	330×10^6 л. по постоянным λ И. Е. Старика
6.	Стрелна Боца	диомбирский гранит	полевой шпат	270×10^6 л.	Кантор 1959a	
7.	Дорога Нижна Боца — Вышна Боца	диомбирский гранит	биотит	290×10^6 л.	Кантор 1959a	
8.	Стрелна Боца	дэтто	дэтто	300×10^6 л.	Кантор 1959a	320×10^6 л. по $\lambda\alpha, \lambda\gamma$ И. Е. Старика
9.	Нижна Боца (300 м Ю контакта интрузии с триасовыми кварцитами)	дэтто	дэтто	305×10^6 л.	Кантор 1959a	
10.	Ю В Трангошки	лейкоократовый муск. гранит	мусковит	360×10^6 л.	Кантор 1959a	
11.	Вышна Боца (У гостиницы «Шпорт»)	пегматит из мусковитового гранита	мусковит	330×10^6 л.	Кантор 1959a	350×10^6 л. по новым п. λ И. Е. Старика
12.	Студенецка долина	гранит	биотит	296×10^6 л.	Кантор 1964	
13.	Липтовска Дубрава	прашиевский гранит	биотит	305×10^6 л.	Кантор 1961	

14.	Брезно над Гроном	пегматит	пегматит	315 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
15.	Брезно над Гроном	пегматит	пегматит	320 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
16.	Мале Железне	пегматит	пегматит	320 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
17.	Трангошка	пегматит	пегматит	285 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
18.	Кисла долина	мигматит	мигматит	260 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
Высокие Татры:					
19.	Батизовска долина	гранодиорит	гранодиорит	245 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
20.	Литворове седло	пегматит	пегматит	278 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
21.	Недзьяны	пегматит	пегматит	252 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
22.	Рачкова долина	мигматит	мигматит	235 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
23.	Ямницка долина	парагнейс	парагнейс	265 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
24.	Величка долина	парагнейс	парагнейс	250 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
25.	Батизовска долина	биотит-гранит	биотит	226 × 10 ⁶ л.	Кантор 19596
26.	Ямницка долина (СВ Острелка, жезлоб в В. Якубину, 1240 м)	биотит-парагнейс	биотит	264 × 10 ⁶ л.	Кантор 19596
Малая Магура:					
27.	Поруба	парагнейс	парагнейс	290 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
Стражовские горы:					
28.	Чавай	парагнейс	парагнейс	300 × 10 ⁶ л.	Кантор 1961
Вепорилы:					
29.	Римазска Баня, каменоломня у СВ подножия Залужской горы	метаморфит	метаморфит	106 × 10 ⁶ л.	Кантор 1960
30.	Каменоломни вдоль дороги Гнушта — Касновец	кварц + биотит	кварц + биотит	75 × 10 ⁶ л.	Кантор 1960
31.	Муранска Доляная Лука (недалеко от С окраины села)	сланцевой сланец с биотитом	сланцевой сланец с биотитом	80 × 10 ⁶ л.	Кантор 1960
32.	Славошовец, вresa ручья (СВ 400 м от высоты 520, 1)	гранитизированный аркоз	гранитизированный аркоз	84 × 10 ⁶ л.	Кантор 1960

№	Местонахождение	Горная порода	Анализованный минерал	Возраст	Литература	Примечание
33.	Мураньска Злихава (750 м Ю села; обнажение в ручье)	гранитизованный гранит	биотит	107×10^6 л.		
34.	Грончок (Долина Каменного потока, 0,5 км ЮВ слияния)	гранит типа Грончок	полевой шпат	110×10^6 л.		
35.	детто		биотит	115×10^6 л.	Кантор 1959д	
36.	Гемериглы: Бетлиарский гранит	гранит	порф. полевые шпаты	98×10^6 л.	Кантор 1957	
37.	Чучма, отвал штольни в селе Черна долина (СВ села)	кварцевая жилка	жидроклин	93×10^6 л.	Кантор 1959	

А К возраст был вычислен по постоянным λ Е. К. Герлинга, другие постоянные λ приводятся в примечаниях.

Приложение № 2. Результаты определения возраста кристаллического массива Высоких Татар Польши методом Rb/Sr по Й. Бурхарту

№ проб	Горная порода	Rb ppm	Sr ppm	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ нормализованный на 0,1194	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ ‰	Возраст при предполагаемом изотопном соотношении 0,708 (в млн. лет)	Результаты на основании изохрон		
								исходное отношение	возраст (в млн. лет)	
Западные Татары										
1	амфиболит, Воловец	ГП М	52,5	180,5	0,7103	0,5	295 ± 10	± 0,707 ± 0,001		
2			115	705,5	0,7103	0,5				
3		биотитовый гнейс, долина Староробианьска (Дудове Турние)	ГП П Бт Бг	73	514,5	0,7069	0,0	296 283		
4				35	983,5	0,7089	0,3			
5				268	28,7	0,8183	13,6			
6				260	39,5	0,7866	10,1			
7	лейкогранит, долина Староробианьска	ГП М	120	197,2	0,7141	0,8	296	± 0,708		
8			369	47,8	0,8026	11,8				
9		алаяскит, Орнак	ГП М	114	71,6	0,7283	2,8	311 292	± 0,001	290 ± 10
10				253	14,2	0,9559	23,5			
11	пегматит долина Староробианьска	Мг	650	7,0	1,9388	62,3	288	± 0,731 ± 0,018	280 ± 80	
12		М	458	14,4	1,1379	35,7	316			
13		Мг	560	14,0	1,1889	116,57	38,5	281		
Высокие Татары										
14	гранодиорит, Малы Кошцилец	ГП Бт Бг	104	372,2	0,7090	0,4	279 283	± 0,706 ± 0,003	300 ± 15	
15			590	62,2	0,8177	13,7				
16			571	67,0	0,8081	12,6				
17	гранодиорит, Кошцилец	ГП М	111	441,2	0,7086	0,4	291	± 0,703 ± 0,001	315 ± 15	
18			320	42,6	0,7977	11,5				
19	гранодиорит, Пошрелниа Турниа	ГП М Б	92	259,6	0,7095	0,5	311 288	± 0,703 ± 0,001	315 ± 15	
20			331	35,9	0,8269	14,6				
21			308	34,5	0,8146	13,3				
22	кварцевый диорит, Морские Око	Б М	457	51,8	0,8207	14,0	308 278	± 0,703 ± 0,001	250 ± 15	
23			284	81,8	0,7477	5,6				
24	темное включение меланократового кварцевого диорита, Пошрелниа Турниа	ГП Бг Бт	101	537,3	0,7046	0,2	305 309	± 0,708 ± 0,002	250 ± 15	
25			511	31,9	0,9129	23,0				
26			487	54,1	0,8233	14,6				
27	пегматит, Малы Кошцилец	Мг Мг К	488	16,1	1,0305	31,3	251 257	± 0,708 ± 0,002	250 ± 15	
28			410	35,7	0,8306	14,8				
29			310	309,8	0,7161	1,2				

30	пегматит, Малы Кошцелец	М	312	28,1	0,8473	31,86	16,8	297	$\pm 0,705$ $\pm 0,002$	
31		К	243	345,1	0,7140	1,99	1,2			
32	аплитовый гранит	ГП	100	91,6	0,7187	3,09	1,8		$\pm 0,706$ $\pm 0,002$	285 $\pm$ 15
33	Малы Кошцелец	М	272	12,2	0,9763	64,17	27,7	284		
34	кварцевый лиорит, Угрюние	ГП	83	477,9	0,7078	0,49	0,2			
35	Каспрове	Бг	418	54,5	0,7942	21,84	11,1	269		
36		Бг	412	63,2	0,7919	18,57	10,8	307	$\pm 0,706$ $\pm 0,004$	295 $\pm$ 20
37		П	10	473,1	0,7063	0,06	0,0			
38	гранодиорит, Каспровы Вьерх	ГП	103	421,7	0,7092	0,69	0,4	304		
39		Б	441	64,6	0,7948	19,44	11,2			
40	олигоклазовый двуслюдяной	ГП	161	103,0	0,7302	4,37	2,1	346	$\pm 0,715$ $\pm 0,005$	260 $\pm$ 30
41	гнейс с силиманитом, Угрюние	Б	383	11,7	1,0804	95,32	33,9	266		
42	Каспрове	М	218	60,4	0,7583	10,11	5,9	345		
43		П	4,2	36,9	0,7121	0,33	0,0			
44	биотитовый темный тонко-	ГП	72	118,8	0,7202	1,71	0,9		$\pm 0,714$ $\pm 0,002$	300 $\pm$ 15
45	зернистый гнейс, долина	Б	277	27,3	0,8418	28,93	15,2	315		
46	Кондратова (Мале Шерокие)	П	6,5	140,5	0,7158	0,13				
47	лейкократовый гнейс, долина	ГП	116	55,4	0,7435	5,85	3,6	413	$\pm 0,717$ $\pm 0,003$	315 $\pm$ 15
48	Кондратова (Мале Шерокие)	Б	593	5,3	2,3968	364,78	70,1	315		
49	олигоклазовый темный тонко-	ГП	70	114,4	0,7169	1,73	1,1			
50	зернистый гнейс, Сухы Кон-	П	7,0	184,4	0,7122	0,11	0,5			
51	драйки	Б	326	22,1	0,8935	41,88	20,7	301	$\pm 0,709$ $\pm 0,002$	300 $\pm$ 10
52		М	145	43,1	0,7463	9,43	5,0	276		
53	пегматит, Каспровы Вьерх	ГП	97	441,5	0,7079	0,62				
54		К	217	577,8	0,7112	1,06				
55	амфиболит, Сухе Чубы	ГП	32	205,2	0,7106	0,44				
56		П	32	501,3	0,7096	0,18				

Массив Горычковой

П — горная порода; П — плагиоклаз; К — калиевый полевой шпат; Бг биотит, фракция грубозернистая; Бг — биотит, фракция тонкозернистая; М — мусковит.

$$\text{Sr}^{87}\text{r} = \frac{\text{Sr}^{87} \text{радиоогенный}}{\text{Sr}^{87} \text{обычный} + \text{Sr}^{87} \text{радиоогенный}} \times 100$$

Были использованы следующие данные: состав рубидия (в атомных процентах): Rb⁸⁷ 27,85 %; Rb⁸⁵ 72,15 % (А. О. Нир, Е. И. Га-милтон 1965). Постоянная распада Rb⁸⁷ = $1,47 \times 10^{-11}$ год⁻¹ (Флын Глендлин 1959)

Приложение № 3. Список горных пород и месторождений совместно отобранных проб

1. Кварцевый диорит — гранодиорит, татриды, Трибеч, сев. склон, в конце лесной дороги.
2. Мигматит высокоороженный, татриды, Низкие Татры, дорога Тале-Срдичеко, км 9.
3. Пегматит из высокоороженных мигматитов, татриды, Низкие Татры, дорога Тале-Срдичеко, км. 9.
4. Ортогнейс, вепориды, Зона Когута, Мурань, карьер, юговосточнее от города.
5. Гранит лейкократовый, вепориды, Зона Когута, Хшжне, Гладоморна долина (СВ Елшавы).
6. Порфиройд, гемериды, Подсулова, долина восточнее (3,5 — 4 км на север Рожнявы).
7. Порфирит гранодиоритовый, вепориды, Зона Кракловска, Низкие Татры, Ленишка долина, 4,5 — 5 км на север реки Грон.
8. Гранодиорит думбиерского типа, татриды, Низкие Татры, Хопок (2025 м), у станции канатной дороги.
9. Гранит, синкинематический тип, татриды, Низкие Татры, поворот дороги Брезно — Кралева Легота (ЮЗ деревни Вышна Боца).
10. Габброамфиболит, татриды, Малые Карпаты, Рибничек, долина на север.
11. Молранский гранодиорит, татриды, Малые Карпаты, Гармония.
12. Гранулит, молданубикум, Чешско-моравска Высочина, Могелно, берег реки Иглава (ЮВ города Намешты).

Цифровые значения возраста, полученные по четырем пробам, находятся в пределах 320 ± 20 млн. лет. К этому возрасту относятся лейкократовые граниты Вепорид, гранодиориты Трибеча, мигматиты и синкинематические граниты Низких Татр. К данному возрастному интервалу относится и циркон из гранулитов Молданубикума (Чешский массив).

Несколько более древнюю дату 385 млн. лет дает неоднородный по составу циркон из мигматитов Низких Татр (проба № 2), в котором до 20 % присутствуют округлые зерна минерала более древней генерации. Надо отметить, что монацит из этой же пробы дал возраст 315 млн. лет.

Геологический институт Словацкой Академии наук провел химический анализ отобранных проб и теперь подготавливает как детальную минералогическую обработку, так и минералогическо-геохимические анализы отдельных породообразующих и аксессуарных минералов. (Смотри Приложение № 7.)

Полученные возрастные данные представляют большой интерес, работы следует продолжить и по договору будут в Киев посланы горные породы, которых не хватало для сепарации необходимого количества циркона (6, 7, 8 и 9).

Предполагаем, что в сотрудничестве будет проведен анализ также нескольких дальнейших проб с целью получить более полную картину о результатах датирования горных пород Западных Карпат свинцовым методом. Эти работы необходимо выполнить в ближайшее время.

С советской стороны в отборе и обработке проб и в производстве анализов принимали участие: Н. П. Семенов, Н. П. Щербак, А. К. Бойко, Е. Н. Бартницкий, Г. Д. Елисеева, Н. Ю. Левковская, Г. Я. Терещ.

С словацкой стороны (САН): Б. Цамбел, Л. Каменицки, М. Жабка, Й. Веселски.

Приложение № 4. Таблица породообразующих и акцессорных минералов в анализируемых горных породах в граммах

№ проб	Порода	Породообразующие и акцессорные минералы, выделенные из проб, г														
		Полевые платы		Биотит	Роговая обманка	Мусковит	Эпидот	Циркон	Апатит	Сфен	Моноцит	Гранат	Орпид	Ксенотим	Ильменит	Листен
		п. ш. (M, Ab)	Pl + Q													
1	Кварцевый диорит		п. ш. (50) + Q (50) 10,0	13,5			8,4	4,0	38,8	3,5	—	—	—	—	—	—
2	Мигматит	4,3	33,6	21,0				2,35	9,0		В 1,72	0,5 ал		0,15		
3	Петматит	20,05	37,6			14,0		0,05	3,3							
4	Ортогнейс	28,3		0,6			0,1	1,13				1,0	1,0 ср.			
5	Гранит лейко- кратовый	32,5	26,8					1,82	9,95			7,1				
6	Порфириод	26,7	33,6					0,75	2,7							
7	Порфирит грано- диоритовый	24,3	25,2	15,06				0,4	12,7							
8	Гранодиорит	21,3	19,6	16,6				0,89	4,85							
9	Гранит	18,5	36,4	10,5		21,0		1,0	1,5		В 1,2	0,1 ал		0,02		
10	Габбро-амфиболит		27,2		21,5			—	0,7						3,1	
11	Гранодиорит	3,9	31,7	23,8				13,8	2,9							
12	Гранулит	32,8	36,0					В 1,58				9,1 ал				14,3

В — по акцессорным минералам определен абсолютный возраст.

Приложение № 5.

№ проб	Порода	Форма зерен			Габитус кристаллов			Длина кристалла в мм
		А	Б	С	К	Г	Ц	
1	Кварцевый диорит	100	—	—	100	—	—	0,07—0,12 редко 0,20—0,30
2	Мигматит	80	—	20	100	—	—	0,05—0,07 до 0,15
3	Пегматит	80	—	20	100	—	—	0,05—0,15
4	Ортогнейс	100	—	—	—	100	—	0,07—0,15
5	Гранит лейкократов.	100	—	—	—	100	—	0,10—0,30
6	Порфиرويد	100	—	—	70	—	30	0,10—0,20 0,30
7	Порфирит гранодиорит.	100	—	—	100	—	—	0,07—0,10 редко 0,20
8	Гранодиорит	100	—	—	—	100	—	0,10—0,15 до 0,30
9	Гранит	100	—	—	70	30 изом.	—	
10	Габбро-амфиболит	нет циркона						
11	Гранодиорит	100	—	—	100	—	—	0,0
12	Гранулит	50	50	—	изом.			

А — идиоморфные кристаллы; Б — субидиоморфные кристаллы; С — округлые зерна; Габитус

Характеристика цирконов.

Удлинение	Ц в е т	Блеск, характер поверхности зерен	Внутреннее строение
2,0—2,5	бесцветный (50) желтовато-бурый (50)	бесцветный, блеск алмаз- ный; желто-бурый — матовый блеск	бесцветный — одноро- ден с палочкообразными включениями, желто-бу- рый — непроз.
1,0—1,5 2,0—2,5	розовый — окраска, бесцветный, желто-бурый	жирный, шероховатая, блестящая	бесцветный — одноро- ден; желто-бурый — слабо прозрачен, трещи- новатый
1,0—1,5 2,0—2,5	розовый — окр. бесцветный, бурый — в крист.	шероховатый, матовый; гладкая, блестящ.	однороден, прозрачен или слабо прозрачен
2,0—2,5	ржаво-бурый, очень редко бесцветный	непрозрачен, редко прозрачен; блеск жирный, поверхн. зерен неровная	бесцв. — однородн. ржаво-бурый — непрозрачен
2,0—3,0	бесцветный, красно- бурый	гладкая, блестящая	однороден
2,0—2,5 до 3,0	красноватый, розовато- сиреневый — желто- бурый	алмазный блеск, гладкая, тусклый блеск неровн.	однороден; циркониевого типа, регенерирован, с ядрами
2,0—3,0	розовый, красновато- розовый, редко коричн.	блестящая блеск алмазный	однороден
2,0—3,0	ржаво-бурый, молочно- белый, бесцветный	матовый, неравн.	бурый, слабо проз. бесцветн. — однород.
1,0 2,0—2,5	бесцветный розовой, ржавый	матовый, гладкая	однороден
н е т ц и р к о н а			
1,5—2,5	бесцветный	блестящая	однороден
1,0—1,5 2,5—3,5	бесцветный белый, св. серый	алмазн. блеск матовый, непр.	однороден слабо прозрачен

Приложение № 6. Таблица изотопов свинца и вычисление абсолютного возраста горных пород.

Минерал	Pb %	U %	Th %	Изотопный состав Pb %				Изотопный возраст (в млн. лет)			
				204	206	207	208	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁶	Pb ²⁰⁶ /U ²³⁸	Pb ²⁰⁷ /U ²³⁵	Pb ²⁰⁸ /Th ²³²
Циркон 5 (ЧССР)	0,018	0,285	—	0,314	72,35	8,34	18,99	265	315	310	—
Циркон 12 (ЧССР)	0,020	0,201	—	0,698	56,86	13,36	29,08	410	325	335	—
Циркон 1 (ЧССР)	0,025	0,081	—	1,162	33,94	18,84	46,06	200	295	285	—
Циркон 2 (ЧССР)	0,014	0,083	—	0,872	47,51	15,33	36,29	335	395	385	—
Монацит 2 (ЧССР)	0,097	0,662	3,8	0,274	30,24	5,01	64,48	—	310	170	315
Монацит 9 (ЧССР)	0,109	0,631	4,3	0,206	29,10	4,56	66,14	320	325	320	335

Количественное содержание Pb и U определялось методом изотопного разбавления. Th — фотометрическим методом с Арсенатом-III. Изотопные анализы свинца и урана выполнялись на масспектрометре МИ — 13-09.

Приложение № 7. Химизм части анализированных проб использованных для определения абсолютного возраста.

№ проб	SiO ₂ Be	TiO ₂ B	Al ₂ O ₃ Sn	Fe ₂ O ₃ Cu	FeO Mo	MnO V	MgO Ni	CaO Co	Na ₂ O Cr	K ₂ O Y	-H ₂ O Sc	+H ₂ O Sr	P ₂ O ₅ Ba	Сумма % Zr ppm
1	62,60 3	0,82 19,5	14,89 10	4,45 10,7	2,66 15,9	0,12 101	2,10 129	3,73 6,3	4,36 200	2,56 55	0,07 11	1,60 740	0,33 910	100,29 234
4	74,06 3	0,17 8,5	13,80 10	0,65 14,5	1,38 15,1	0,04 6,5	0,11 91	1,59 3	4,20 219	3,68 29,5	0,03 3	0,32 91	0,00 330	100,03 76
5	71,18 3,2	0,34 3,3	14,35 10	1,12 11,5	1,81 19,5	0,09 29,5	0,91 138	1,54 3	4,00 275	3,88 18,6	0,09 4	0,83 350	0,13 680	100,27 104
7	65,95 3,2	0,63 7,4	16,56 18,2	1,19 83	2,20 11,7	0,03 66	1,56 79	3,35 4,4	4,12 170	2,40 12,3	0,06 7,1	1,72 490	0,11 330	99,88 166
8	71,39 3,2	0,31 3,7	13,75 10	1,38 10,7	2,37 30,9	0,10 38	1,10 186	1,86 4	3,68 380	3,58 182	0,06 6,3	0,60 182	0,10 540	100,28 63
9	73,31 4,1	0,08 37	14,07 10	1,35 7,1	0,73 18,2	0,06 3	0,55 141	1,10 3	4,00 251	3,70 28,8	0,04 3,2	1,32 480	0,16 400	100,47 21
11	66,47 3	0,71 18,2	16,54 12,3	1,26 138	2,01 10,1	0,07 83	1,51 72	2,68 4,8	4,40 148	2,85 16,6	0,06 5,9	1,26 620	0,15 1150	99,97 191

Химические анализы осуществил Инж. Валцел, спектроскопические анализы Др. Мелведь из Геологического института САН.

В последнее время были произведены в СССР дальнейшее геохронологические анализы следующими институтами: Институтом геохимии и физики минералов АН УССР (амфиболит из мигматитов южного склона Низких Татр — возраст 350 млн. лет, амфиболит из ортогнейсов окрестностей Мураня — возраст 120 млн. лет), Институтом геохимии сибирского отделения АН СССР в Иркутске (гемеридный аутометаморфический гранит из Попроча — возраст 70 млн. лет, гранодиориты — граниты из палеогенных конгломератов из окрестностей села Проч — возраст 93,3 млн. лет и 140 млн. лет) ИГФМ АН СССР в Москве (гранодиорит из Сандрика западно от Банской Штиавницы — возраст 12,5 млн. лет). Эти данные нам были сообщены лично сотрудниками этих институтов и были произведены методом K/Ar. Необходимо подчеркнуть, что данные, полученные этим методом, не всегда дают совершенно объективно возраст пород, но и главным образом, возраст последнего более сильного процесса метаморфизма. Необходимо дополнить эти данные с помощью Rb/Sr или Pb, результаты которых не зависят так от метаморфизма.

ЛИТЕРАТУРА

- BURCHART, J. 1968: Rubidium-strontium isochron ages of the crystalline core of the Tatra mountains, Poland, Amer. J. Science (New Haven), 266, p. 895—907.
- BURCHART, J. 1970: Skaly krystaliczne wyspy Gorickzkiej w Tatrecz. Studia geologica polonica (Warszawa), 32.
- BURCHART, J. 1970: The crystalline core of the Tatra mountains; a case of polymetamorphism and polytectonism, Eclogae geol. Helv. (Basel), 63, 1, p. 53—56.
- KAMENICKÝ, L. 1973: Lithologische Studien und strukturelle Rekonstruktion des Kristallinums der Zentralen Westkarpaten, Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 24, 2.
- KANTOR, J. 1957: A⁴⁰K⁴⁰ metóda určovania absolútneho veku hornín a jej aplikácia na betliarsky gemeridný granit, Geol. práce, Správy (Bratislava), 11, p. 198—200.
- KANTOR, J. 1959: Príspevok k poznaniu veku niektorých granitov a s nimi spätých ložísk Záp. Karpát, Acta geol. geogr. Univ. Comeniana (Bratislava), 2, p. 63—68.
- KANTOR, J. 1959a: Príspevok ku geochronológii nízkotatranských granitoidov, Geol. práce, GUDS, (Bratislava), 55, 159—168.
- KANTOR, J. 1959b: Vek niektorých vysokotatranských granitoidov a kryštallických bridlic podľa rádioaktívneho rozpadu K⁴⁰, Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 10, 1, p. 89—92.
- KANTOR, J. 1959c: Príspevok k poznaniu veporidných granitov podľa A/K⁴⁰ metódy, Geol. práce, Správy (Bratislava), 16, p. 5—10.
- KANTOR, J. 1960: Kriedové orogenetické procesy vo svetle geochronologického výskumu veporidného kryštallinika (kohútске pásmo), Geol. práce, Správy (Bratislava), 19, p. 5—19.
- KANTOR, J. 1961: Beitrag zur Geochronologie der Magmatite und Metamorphite des westkarpatischen Kristallins, Geol. práce, Zošit (Bratislava), 60, p. 303—317.
- KANTOR, J. 1962: Izotopy obyčajného olova v niektorých západokarpatských ložiskách, Geol. práce, Zošit (Bratislava), 61, p. 175—194.
- KANTOR, J. 1964: Je studenecký granit zo záp. časti Nizkých Tatier kriedovou intrúziou? Geol. práce, Správy (Bratislava), 31, p. 213.
- TAUSON, L. V. — CAMBEL, B. — KOZLOV, V. D. — KAMENICKÝ, L. 1974: Predvaritelnoje sravnenie olovonosných granitov vostočného Zabajkalia, Krušnych gor i Spišsko-gemerského rudogorija (ČSSR), Geol. zborn. Slov. akad. vied (Bratislava), 25, (in press).

Рецензия Д. ГОВОРКУ.