

Б. ЦАМБЕЛ — Н. П. ЩЕРБАК — Л. КАМЕНИСКИ — Е. Н. БАРТНИЦКИЙ —
Й. ВЕСЕЛЬСКИЙ*

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГЕОХРОНОЛОГИИ КРИСТАЛЛИНИКУМА ЗАПАДНЫХ КАРПАТ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ U-Th-Pb МЕТОДА

(Рис. 1—4)

Резюме: Авторы, исходя из данных уран-торий-свинцового метода по цирконам пород Западных Карпат делают заключение о том, что даже гранитоидные породы и породы типа порфироидов и также цирконы из кристаллических сланцев не подтверждают докембрийский возраст пород Западных Карпат. В статье приведенные анализы отмечены на карте отбора проб. Построенные изохроны Pb-Pb не являются решающими для определения возраста, но они показывают на условия образования пород Западных Карпат. Только дальнейшие подробные исследования цирконов смогут в будущем объяснить пригодность использования Pb-Pb изохронного метода для определения возраста пород Западных Карпат.

Abstract: On account of U-Th and Pb analyses of zircons from various rocks from the West Carpathians, the authors state that neither the granitoid type rocks, nor the porphyroid type ones and zircons from crystalline schists have confirmed Precambrian age of the West Carpathian rocks. Particular analyses are presented in maps and the constructed Pb-Pb isochrones do not determine age but only indicate genetic conditions of the formation of rocks in West Carpathians. Future complementary studies will show further possibilities of using isochrones for age determinations in the West Carpathian rocks.

В последнее время уделяется широкое внимание геохронологическому исследованию метаморфических и изверженных пород кристаллических комплексов центральных Западных Карпат. В настоящей статье авторы продолжают в изложении новейших результатов ядерно-геохронологических исследований. Приводятся новейшие результаты определения возраста по изотопно-свинцовому методу по цирконам и монацитам (два образца). В большинстве случаев при отборе проб участвовали Б. Цамбел, Л. Каменицкий, Н. П. Щербак и А. К. Бойко. В таблице 1 приводится обзор результатов радиометрических определений 14 образцов. Часть этих данных была уже опубликована в статье А. К. Бойко и др. (1974) и статье Н. П. Семененко, Б. Цамбел, Н. П. Щербак и др. (1977). След и обозначение образцов в данной таблице такой же, как и в статье А. К. Бойко и др. (1976).

Описание геологического строения мест отбора проб

Так как описание геологического строения в местах взятия образцов № 1—6 (таблица 1 рис. 1) было дано в работах авторов статей (1974 и 1977), мы

*Академик Б. Цамбел, д-р. Л. Каменицкий — Геологический институт Словацкой академии наук, Братислава 88625, Дубравска дорога; д-р. Й. Весельский к. г. м. н. — Кафедра геохимии Факультета естественных наук Университета Коменского, у. Паулини 1, 801 00 Братислава; ул. кор. Н. П. Щербак, д-р. г. м. н., Е. Н. Бартницкий, д-р. г. м. н. — ИГФМ АН УССР, проспект Палладина 34, Киев — 68, СССР.

Таблица 1

№ пробы	Минерал	Содержание в %				Изотопный состав свинца				Возраст по изотопному отношению в млн. лет					
		Pb	U	Th		204 Pb	206 Pb	207 Pb	208 Pb	207 Pb	206 Pb	207 Pb	235 U	206 Pb	238 U
1.	Z	0,025	0,081	—	—	1,162	33,94	18,84	46,06	200	285	295	—	—	—
2.a	M	0,097	0,662	3,8	—	0,274	30,24	5,01	64,48	—	170	310	—	315	—
2.b	Z	0,014	0,083	—	—	0,872	47,51	15,33	36,29	335	385	395	—	—	—
3.	Z	0,0241	0,323	—	—	0,327	71,83	8,803	19,04	450	370	360	—	—	—
4.	Z	0,018	0,28	—	—	0,314	72,35	8,34	18,99	265	310	315	—	—	—
5.	Z	0,0157	0,0835	—	—	0,869	42,63	14,96	41,54	230	350	370	—	—	—
6.	Z	0,0274	0,253	—	—	0,309	38,69	6,85	54,15	630	300	264	—	—	—
7.	M	0,109	0,631	4,3	—	0,206	29,10	4,56	66,14	320	320	325	—	335	—
8.	Z	0,020	0,201	—	—	0,698	56,86	13,36	29,08	410	335	325	—	—	—
9.	Z	0,170	0,196	—	—	1,297	28,62	20,18	49,60	—	—	320	—	—	—
10.	Z	0,0248	0,217	—	—	0,829	45,48	14,61	39,08	380	270	260	—	—	—
11.	Z	0,0066	0,0547	—	—	0,611	54,19	12,02	33,18	500	395	380	—	—	—
12.	Z	0,0127	0,0796	—	—	0,538	57,90	11,44	30,12	705	580	550	—	—	—
13.	Z	0,0098	0,0887	—	—	0,716	52,18	13,78	23,32	795	380	315	—	—	—
14.	Z	0,0434	0,0629	—	—	1,190	33,11	19,36	46,34	745	615	575	—	—	—
15.	Z	0,0129	0,0802	—	—	0,668	47,58	12,28	39,47	270	395	420	—	—	—
16.	Z	0,0145	0,0827	—	—	0,808	45,38	14,12	39,69	110	355	395	—	—	—
17.	Z	0,0074	0,0536	—	—	0,214	71,05	10,24	18,50	1700	945	665	—	—	—
18.	Z	0,0085	0,0567	—	—	0,404	68,31	10,41	20,87	850	710	660	—	—	—

Таблица 1:

Результаты ядерно-геохронологических определений по циркониям обозначены буквой «Z» и монацит «M». Более подробное описание или монацитам из пород методом уран-торий-свинцовым. Цирконие исследуемых образцов приводятся выше. Пробы, для которых не приводятся результаты анализа, находятся в обработке или нельзя было из них отспаривать циркон. Пробы, обозначенные №№ 19, 20, 21 и 22 отобраны в Геологической разведке Спешка Нова Вес д-ром П. Гречулой и проанализированы в ИГФМ АН УССР в Киеве. Самым достоверным значением возраста этих образцов авторы считают определение по отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$.

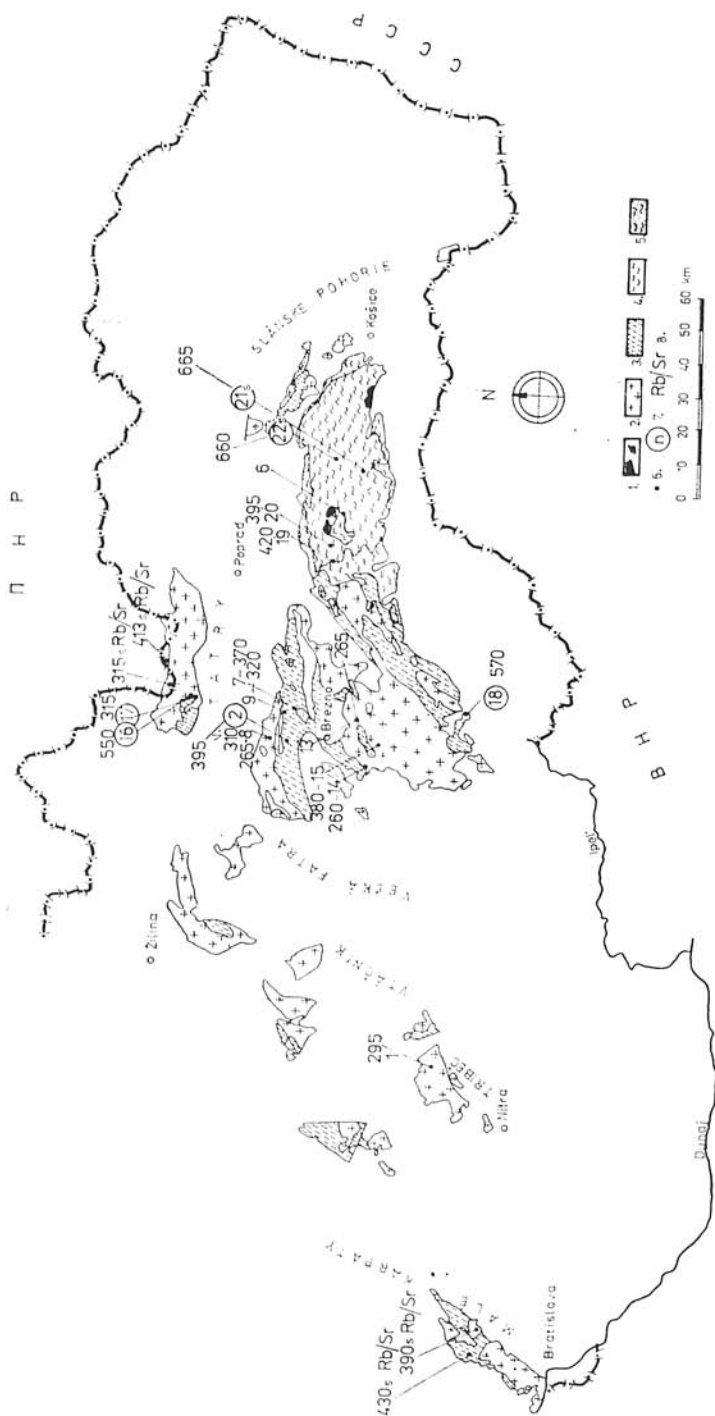


Рис. 1.: 1. меловые граниты — 2. гранодиориты и герцинские (варисские) граниты — 3. метаморфические породы, кристаллические сланцы — 4. метаморфические породы гемерид — 5. верхний палеозой — 6. уран-торий-свинцовые анализы по цирконам магматических пород — 7. анализы осадочных пород (№№ проб в кружках) — 8. породы, возраст которых определен рубидий-стронциевым методом.

Рубидий-стронциевые определения пород Высоких Татр выполнены Я. Бурхартом — примерно 50 определенных минералов и пород (гранитоидов и гнейсов).

Рубидий-стронциевые определения пород Малых Карпат выполнены в Геологическом институте Академии наук Армянской ССР в Ереване.

здесь приводим это описание только для остальных образцов проанализированных в Институте геохимии и физики минералов в Киеве.

Образец № 13 отобран из карьера находящегося юговосточно с. Доброц. Это лейкократовый гибридный гранодиорит, который участвует в постройке части северной окраины вепоридного плутона который, в свою очередь, довольно сложного строения. Вепоридный плутон большей частью построен гранодиоритом типа Сигла, который является разнообразным по отношению содержания биотита и разного состава плагиоклазов. В вепоридном плутоне находятся также породы с повышенным содержанием калиевых полевых шпатов — которые называются вепорским типом с порфиробластами калиевых полевых шпатов. В анализированном гранодиорите можно наблюдать мало четкие полосы обогащенные биотитом, что может свидетельствовать о гибридном характере той части интрузии, которая несколько севернее места отбора пробы переходит в мигматитовые гранодиориты и в обратном, южном направлении, эти породы переходят в порфировидные типы, которые по характеру близки вепорскому гранодиориту. Несколько севернее карьера (места взятия пробы) выступают мигматиты, в которых мы находим апофизы гранодиорита, что может свидетельствовать о гибридизме и постепенной гранитизации и мигматитизации осадочного чехла частей северной окраины вепорского плутона. Рассматриваемая проба № 13 была взята как особый тип, представляющий граниты вепорского плутона и исследование этой пробы производится комплексно совместно с остальными породами серии ZK представляющими гранитоидный магматизм Западных Карпат. Образец № 14 в данной серии обозначен номером ZK-29 и результаты химического и планиметрического анализов приведены в таблице № 2.

Образец № 8 отобран из обрыва примерно 40 м западнее станции канатной дороги на вершине горы Хопок в Низких Татрах. Место взятия пробы находится в центральной части дюмбиерского плутона Низких Татр и при геологическом картировании этот тип породы отнесен к дюмбиерскому типу гранодиорита, который подробно охарактеризовал Я. Коутек (1931). По Я. Каменицкому (1967) это прежде всего светлосерые, средне и равномернозернистые породы постоянного минерального состава. Порода прежде всего состоит из плагиоклазов (50—60 %), кварца (10—26 %), биотита (10—20 %) и калиевого шпата (0—7 %). Плагиоклаз — представлен преимущественно олигоклазом $A_{n\ 26-30}$.

Варисский возраст этих гранодиоритов определил Я. Кантор калий-аргоновым методом. Петрографический и химический состав данной породы № 8 приводится в таблице № 2 и в серии представительных проб с обозначением ZK-3.

Образец № 7 отобран из обнажения гранодиорит-порфиров краклевской зоны вепорид в долине Ленюшка близ села Бенюш несколько севернее источника минеральной воды вверх долины примерно 5 км от долины реки Грон. Эти породы В. Зубек (1932, 1935) описывает как гипоабиссальные эквиваленты экстрезивных пермских кварц-порфиров. Кварцевые порфиры являются светлосерыми сланцевидными среднезернистыми породами с неравномернозернистой структурой. Они образованы прежде всего кварцем, плагиоклазом, ортоклазом и небольшим количеством биотита. Из полевых шпатов преобладает плагиоклаз. В других местах эквиваленты этих пород как правило представлены преимущественно явно сланцевидными порфироидами

Таблица 2

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O—	H ₂ O+	P ₂ O ₅	Suma
8	71,39	0,31	13,75	1,38	2,37	0,10	1,86	1,10	3,58	3,68	0,05	0,60	0,10	100,28
4	74,06	0,17	13,80	0,65	1,38	0,04	1,59	0,11	3,68	4,20	0,03	0,32	0,00	100,03
7	65,95	0,63	16,56	1,19	0,03	3,35	1,56	2,40	4,12	4,12	0,06	1,72	0,11	99,88
14	71,98	0,37	12,84	1,81	1,90	0,12	2,09	0,60	4,32	3,38	0,03	0,94	0,12	100,50
15	65,81	0,87	15,71	2,13	2,09	0,07	3,75	1,61	2,61	4,06	0,04	0,96	0,25	99,96
13	72,44	0,39	13,60	1,03	1,49	0,04	2,26	0,64	3,60	3,56	0,03	0,84	0,02	99,94
	Кварц %	К-полевые шпаты %	Плагиоклазы %	Биотит %	Мусковит + акцессории %									
8	30	22	34	11	3									
4	34	21	30	5	9									
7	27	7	22	25	19									
14	30	25	34	7	4									
15	22	8	52	15	3									
13	31	15	39	8	3									

Таблица 2:

Таблица химических и планиметрических анализов пород. Химические анализы проведены в ГИ САН — инж. Э. Вальцел, планиметрические анализы — д-р. Ю. Матеев, к. г. м. п. Пояснения к списку образцов приведены выше.

(например недалеко деревни Бацух). Л. Ка м е н и ц к и (1973) считал порфиroidы совместно с амфиболитами и кристаллическими сланцами этого района, древнепалеозойского возраста. А. К л и н е ц с соавторами (1975) битуминозные составные кристаллических сланцев так называемого гронского комплекса, подстилающие многочисленные тела мелкозернистых порфиroidов и их туфов района Бацущской долины подвергли палинологическому исследованию и определили их возраст как верхний силур — нижний девон. Этим и косвенно доказан возраст сингенетических порфиroidов. Анализ цирконов порфиroidа уран-торий-свинцовым методом дает возраст 370 млн. лет, что совпадает с данными палинологии. Образец № 7 этой породы также включен в серию комплексов изучаемых представительных проб ЗК-7. Результаты химического и планиметрического анализов приведены в таблице № 2.

Образец № 4 отобран из карьера на юговосточной окраине с. Мурань близ перекрестка шоссе с железной дорогой. Карьер заложен в породе принадлежащей к зоне Когута вепорид. В прошлом В. З о у б е к (1954) эту породу обозначил названием ортогнейс и некоторые другие авторы эту породу называют мураньским гранитгнейсом. Л. Ка м е н и ц к и (1973) называет эту породу лептинитовым гнейсом. Решением генезиса этой породы занималось много исследователей, которые дошли к разным представлениям. По Л. Ка м е н и ц к о м у (1973) порода эта первично вулканогенно осадочной свитой, в которой сильно преобладают продукты кислых эффузивов в заключительной фазе излияния, которые в подчиненной мере переходили в продукты основного характера.

Мураньский гранитогнейс светлорозового цвета, иногда серого с выраженной гнейсовидной структурой. Минералы обычно мелкозернистые, тем не менее можно хорошо наблюдать, что эта порода в первичном состоянии была более крупнозернистой. Порода состоит из мутноватого плагиоклаза (альбита, альбит-олигоклаза), прозрачного ортоклаза, в котором находятся включения минералов более раннего происхождения. В породе присутствуют кварц, биотит, который подвергся слабой хлоритизации и эпидотизации и иногда содержащий сагениит. Мусковит образуется по биотиту и мелкочешуйчатый развивается по полевым шпатам. Часто встречающимся акцессорным минералом является апатит. Местами можно наблюдать развитие мirmekита и проявления слабой милонитизации. По В. З о у б е к у (1960) и Я. Ка м е н и ц к о м у (1968), эта свита вепоридных пород имеет протерозойский возраст. По Л. Ка м е н и ц к о м у (1973) протерозойский возраст имеет только вышеупомянутая эффузивно-осадочная толща. Д. Г о в о р к а и П. Г в о ж д я р а (1965) данные породы считают осадочного происхождения. Изучаемая порода (образец № 4) принадлежит также в серию комплексно изучаемых типов гранитоидных пород Западных Карпат, в которой она обозначена цифрой ЗК-6 и результаты химического и планиметрических анализов приведены в таблице № 2.

Образец № 16 взят из скального обнажения в долине Рачкова в Высоких Татрах и представлен биотитовыми парагнейсами, которые выступают на поверхность примерно в 500 метрах по дороге вверх долины, севернее плотины Уран-свинцовым методом (отношение $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) по цирконам, из которых примерно 75—80 % кластогенных (довольно сильно окатанных), определен возраст в 550 млн. лет.

Образец № 17 взят из имбибиционных гнейсов содержащих порфориблассы полевых шпатов в обнажении по дороге вверх долиной Рачкова (Высокие Татры) близ плотины. В пробу частично входят также мигматиты выступающие в виде отдельных обломков в обнажениях по дороге долины Рачкова — в удалении примерно 1500 м от начала долины обозначенного шлагбаумом. В обломках пород пробы часто в виде прожилков находились также силитоидный и пегматитовый материал. По отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ определен возраст данной пробы по цирконам в 315 млн. лет. В породе находится только примерно 30 % окатанного циркона, большая часть (70 %) циркона в виде идиоморфных хорошо ограненных зерен циркона (вероятнее всего аутигенного). Кристаллы циркона из этой пробы очень разные по своим размерам, облику и окраске. В обоих случаях имеем дело с породой содержащей большое количество биотита и относительно граната. Для этих пород предполагаются разные возраста. В. З о у б е к (1960) и также Я. К а м е н и ц к и (1968) их считали протерозойскими, остальные палеозойского возраста. Л. К а м е н и ц к и (1973) у этих пород предполагает поздние протерозойский — ранне палеозойский возраст.

Проба № 18 взята из карьера близ с. Калиново, где происходит добыча каолинизированных кварц-биотитовых сланцев и гнейсов, или же кристаллических сланцев зоны Когута вепорид. В породе находятся полностью каолинизированные минералы. Не разрушенными остались только кварц и акцессорные минералы. Некоторые исследователи эти сланцы считают докембрийскими, другие, палеозойского возраста. Возраст циркона из пробы № 18 по отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ определен значением 575 млн. лет. В породе из всего количества акцессорного циркона 90—100 % кластогенного, хорошо окатанного, овального облика. В породах настолько много циркона, что для получения 2—3 граммов циркона достаточно обработать 50—80 кг порола. В общем цирконы бесцветные, иногда желтоватого или коричневатого цвета и относительно однородные.

Характер акцессорных минералов

Определения возраста приведенных образцов пород уран-торий-свинцовым методом, проводились через определение возраста отсепарированного циркона, и только в нескольких случаях — монацита. Наиболее надежным для определения возраста являются цирконы интрузивных и эффузивных пород. Циркон эффузивных пород обычно отчетливо идиоморфный и гомогенный. Циркон гранитоидов Западных Карпат не так отчетливо идиоморфен, и можно наблюдать очень большую разнообразность в его облике, которая еще больше для лейкократовых типов гранитоидов этой области. Более подробное описание разнообразия форм и характера акцессорных минералов магматических и вулканических пород дано в работах авторов и соавторов статьи (Н. П. Семененко, Б. Ц а м б е л, Н. П. Щ е р б а к и др., 1977 и А. К. Б о й к о и др., 1974). В кристаллических сланцах и мигматитах цирконы неоднородны и часть цирконов (иногда и существенная) кластогенного характера. Это овального облика цирконы, поверхность которых различной степени корродирована и они представляют собой материал, который в осадки попадал после транспорта из разрушенных комплексов пород предыдущих циклов. Изучению морфологии, характера однородности и генезиса акцес-

сорных цирконов, также и других качественных свойств, уделялось особое внимание и эти результаты будут предметом других статей. Акцессорные минералы и особенно цирконы в образцах № 16, 17 и 18 изучил Й. Весельский. Цирконы из сланцев (проба № 18 — каолиновый карьер близ с. Калиново) желтоваты, частично коричневатые, иногда бесцветные, жирного блеска. Из всех кристаллов более 85 % высокой степени окатанных и частично корродированных. Изометрично овальных примерно 30 % и примерно 70 % зерен продолговато-овальных. Для слабо окатанных характерно присутствие остатков граней гиаинтового типа циркона. Кроме цирконов присутствуют апатит, очень много рутила, анатаса, пирита и турмалин.

Для имбибиционных мигматитов — сланцев (проба № 17, Рачкова долина Высокие Татры) характерны цирконы коричневатого-желтого цвета, иногда фиолетово-красного цвета, нередко мутноватые непрозрачные с очень хорошо сохранными гранями, изометричного облика. Призматические — гиаинтового типа с хорошо развитыми гранями (100), (110) и (111), редко (311) копьевидного облика. Окатанностью средней интенсивности обладает примерно 20—30 % зерен. Из остальных акцессорий присутствуют: апатит, рутил, пирит, монацит, флюорит.

Цирконы парагнейсов (проба № 16, Рачкова долина, Высокие Татры) бледно-розового цвета, почти бесцветные, редко «дымчатые», алмазного блеска. У примерно 75—80 % зерен цирконов наблюдается окатанность от слабой до среднесильной степени. Только у 20—25 % кристаллов сохранены грани. Облик зерен изометричен, редко встречаются таблитчатые зерна, короткостолбчатые-гиаинтового типа с хорошо развитыми гранями (110), иногда (111) и (311). Отношение призматических зерен цирконов к таблитчатым примерно 70 % : 30 % от всех зерен. Из остальных акцессорных минералов в породе находятся апатит, пирит и также рутил и отдельные зерна флюорита.

Гранитоиды

В согласии с полученными до настоящего времени результатами калий-аргонового и рубидий-стронциевого методов, для всех гранитоидных пород центральных Западных Карпат получается варисский возраст. Цифры возраста, полученные по калий-аргоновому методу не сходятся с радиометрическими данными уран-торий-свинцового метода для гранитоидных комплексов сигланского и грончочкого. Для этих образцов калий-аргоновым методом по сравнению со свинцовым методом по цирконам получается более молодой возраст. Такое омолаживание является следствием наложенных процессов, которые в южной части вепорид имели свое место. К этим омолаживающим процессам можно причислить и процесс поднятия целого массива вепорид во время верхнего мела, вследствие поднятия которого была дана возможность большей утечке аргона из пород данного массива (Я. Краль 1977, Г. Б. Багдасарян, Б. Цамбел и др. 1977).

Исключительный результат дает геохронологический анализ гранодиорита типа Сигла из вепорид, для которого по изотопному отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ определен возраст 380 млн. лет и калий-аргоновый анализ биотита образца той же породы дал 190 млн. лет. Возраст 380 млн. лет является самым древним, который был получен по цирконам для гранитоидов Западных Карпат (нижний девон).

О вепорском плутоне Л. Каменецки (1973) говорит как о интрузии каледонской эпохи, что в разрез всех остальных представлений господствующих для этой области Западных Карпат, считающих этот массив варисского возраста. Правда, выше приведенные полученные возрасты показывают на то, что в вепоридах находятся по возрасту разные типы гранитоидных пород. По уран-торий-свинцовому методу были для этих пород определены следующие значения: гранит типа Грончок — 260 млн. лет; гранит типа Синец близ с. Хижне — 315 млн. лет; гибридный гранит района с. Доброч — 320 млн. лет. Последнюю по счету цифру можно считать определением возраста порфировидного гранодиорита, который был назван вепоридным типом гранита, так как лейкократовый гибридный гранит в районе с. Доброч постепенно переходит в порфировидный гранит. Определение возраста в 380 млн. лет для гранодиорита типа Сигла нам говорит о том, что наверное уже до девонского времени существовал магматизм, который способствовал проявлению прогрессивного метаморфизма, мигматитизации и образованию палингенной гранитоидной магмы в области кралевогольского кристаллического комплекса вепорид.

Цирконы гранитоидов

Обр. № 8 — гранодиорит дюмбиерского типа — Хопок (Низкие Татры) — содержит цирконы столбчатого облика темнорозового цвета с проявлениями метамиктизации. Относительно часты включения. В общем цирконы обладают относительно простым обликом типичным для цирконов поздних стадий магматической кристаллизации. Ассоциация акцессорных минералов этих гранитоидов (ксенотим, монацит, ортит) свидетельствует об относительно обогатении магмы элементами редких земель и радиоактивными элементами.

Гранит типа Грончок (обр. № 14) содержит преимущественно цирконы продолговатого призматического облика с преимуществом простых морфологических форм и кристаллы небольших размеров. Большинство кристаллов циркона метамиктизировано. Длиннопризматический облик и маленькие размеры кристаллов свидетельствуют о коротком времени кристаллизации (очень быстрое затвердевание расплава). Относительно крупные кристаллы, редко встречающиеся, обладают более темнорозовой и даже розовокоричневатой окраской, имеют неравномерный характер, они часто метамиктизированы и содержат большое количество включений. Включения эти нередко образуют мелкие по размерам цирконы 1 генерации.

Гранодиорит типа Сигла (обр. № 15) содержит цирконы, из которых преобладают мелкокристаллические формы призматического облика. Цвет цирконов розовый, реже желтый и отдельные зерна метамиктизированные. В сравнении с остальными гранитами, цирконы этой породы более короткого и толстого облика и обладают более сложной комбинацией форм.

Лейкократный гранит из области с. Доброч (обр. № 13) отличается присутствием цирконов бледнорозового до темнорозового цвета, кристаллы которых очень мелких размеров, коротко столбчатого облика, нередко копьевидного окончания преобладают формы граней (311) с множеством включений. Для относительно больших по размерам кристаллов цирконов, которые

очень редки, характерна неравномерность распределения темнорозовой окраски, что может свидетельствовать о началах метамиктных изменений.

Акцессорные минералы, особенно цирконы, выше приведенных образцов гранитоидов, изучил д-р. Й. Гбелски, которому авторы приносят свою благодарность за предоставленную им возможность использовать эти данные.

Порфиroidы

Самостоятельным типом пород являются кислые магматиты порфиroidного характера, которые многие геологи считают гранодиоритами и другие гранодиорит-порфиритами или же порфиroidами в зависимости от того, в которых местах их проявлений отбирали пробы и изучали (Л. Каменницки 1973, 1974, А. Клинец и др. 1974). Тела кислых пород выступают не только в краклевской и любитовской, но и даже в кралевогольской зоне (Э. Крист 1976). В. Зубек (1932, 1935) приписывает этим породам характер пород, заполняющих приводные каналы пермского вулканизма, проявлением которого являются эффузивные кварц-порфиры выступающие в некоторых местах пермских отложений любитовской толщи. Проанализированный образец породы № 7 отобранный из краклевской зоны вепорид в долине Ленюшка близ с. Бенюш по изотопному отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ дает возраст 370 млн. лет.

В последнюю группу пород можно включить и породу представленную образцом № 4 — так называемым мураньским гранитогнейсом вепорид зоны Когута. По цирконам этой породы получен возраст 360 млн. лет, который очень близок возрасту полученному для породы образца № 7. Эту породу можно включить в группу гипоабиссальных пород кислого характера (смотри рис. 2).

Изучаемые до сих пор порфиroidы (Н. П. Семеновко, Б. Цамбел, Н. П. Щербак, П. Греццла и др. 1977) гельницкой серии из района Добшина (№ 19), как это не странно, дают возраст 420 млн. лет и порфиroid образца № 20 из района Мнишек, вершина горы Стромыш, дает возраст 335 млн. лет. Нами уже упомянутый порфиroid вепоридного комплекса кристаллических пород из долины Ленюшка близ Бенюш (№ 7) дает возраст 370 млн. лет и образец № 4 — мураньский гранитоигнейс вепоридной зоны Когута дает 360 млн. лет. Все эти значения находятся в интервале значений возраста 360—420 млн. лет. К данной группе можно еще причислить возраст магматического происхождения породы кислого характера согласно залегающей в кристаллических сланцах Малых Карпат, в районе с. Часта. Калий-аргоновым методом для этой породы получено значение возраста 342 ± 6 млн. лет; и рубидий-стронциевым методом для этих пород или же непосредственно ее подстилающих сланцев гармонской серии получено значение 390 млн. лет. Альбитовая порода из цайланского месторождения антимонита в Малых Карпатах дает по калий-аргоновому методу возраст 390 ± 10 млн. лет. Все эти полученные значения могут более или менее свидетельствовать о одно-возрастности и генетической общности всех этих пород. Для того, чтобы получить возможность лучшего рассмотрения дальнейших связей и генетической взаимосвязи между породами, был построен график зависимости отношений $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Оказалось, что некоторые типы пород, у которых можно предполагать общие генетические связи, на графике отноше-

ний изотопов свинца проявляют линейную зависимость отношений изотопов свинца.

На рис. 2 изображено, что все наши, до настоящего времени проанализированные породы порфиroidного характера (два порфиroidа Спишско-гемерского рудогорья, обр. № 19 и 20 и образец № 4, карьер близ с. Мурань, и порфиroid, обр. № 7 из долины Ленюшка близ с. Бенюш — Низкие Татры) ложатся на одну прямую линию.

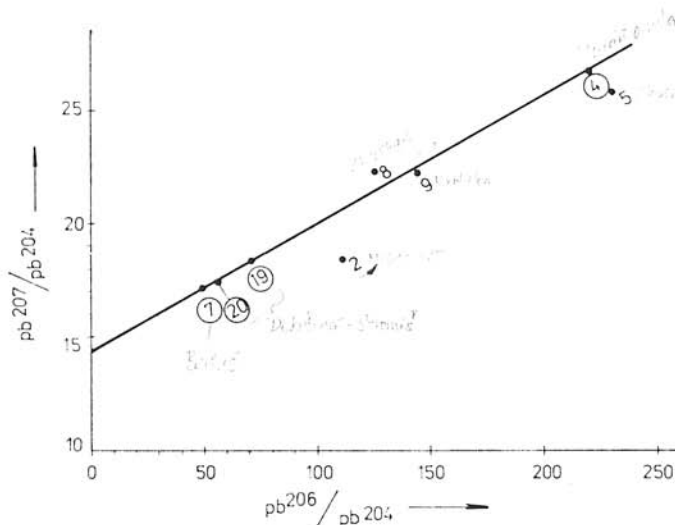


Рис. 2. Изображение изохроны — графическое изображение зависимости изотопных отношений $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ для пород порфиroidного характера из области Западных Карпат (образцы № 7, 20, 19, 4 — номера в кружке). На основе уравнения $y = 0,05734 + 14,320x$ вычислено $T = 505 \times 10^6$ лет. Пояснения к номерам проб находятся в отдельном приложении к таблице 1.

Метаморфизированные осадки и генетическая интерпретация горных пород

Следующая группа пород имеющая свои отличительные черты, состоит из более или менее метаморфизированных осадочных пород. Как это явно из таблицы № 1, для всех этих пород (образцы № 2, 16, 17, 18) получены по изотопному отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ разные значения возраста. Если взять возраст цирконов осадочных пород гальницкой серии (образец № 21 — 665 млн. лет и № 22 — 660 млн. лет), тогда значения возраста еще больше отличаются друг от друга. Получение этих больших расхождений закономерно, так как определение возраста в значительной мере зависит от количественного отношения кластогенного и аутигенного циркона, и также происхождения и возрасты всех типов цирконов, которые из окружающих пород в виде кластогенного материала попадали в осадки. Определенное влияние также оказали метаморфические и другие воздействия на эти осадки и с ними связанные изменения минералов.

Очень интересным является также тот факт, что на одну прямую линию на рис. 3 ложатся также изотопные отношения свинца для гранитоидных пород кралевопольской вепоридной кристаллической толщи (тип Сигла, обр. № 15; тип Грончок, об. № 14; лейкократный гранит из окрестности с. Доброч, обр. № 13). Нет сомнения, что эти породы имеют гибридный характер (они палингенного происхождения). В эту группу против ожидания не входит вепоридный гранит из области с. Хижне — обр. № 5 (тип Синец), а наоборот, что неожиданно, на прямую ложатся соотношения изотопов гранита из горной цепи Трибеч (обр. № 1) и гранодиорит из вершины Хопок (Низкие Татры — обр. № 8). Этот факт можно объяснить таким образом, что все выше приведенные гранитоидные породы являются продуктом переплавления и гибридизации осадков, которые первично имели относительно сложный характер и кластогенный циркон происходит из более или менее одинаковых источников. И нахождение этих гранитов в зоне мигматитов, их палингенные текстуры, полосы и неоднородность расположения минералов являются подтверждением этого мнения.

Выше указанная прямолинейность связи соотношений изотопов, которые вынесены по координатам графиков № 3 и 2, может являться свидетельством того, что и даже более сильного воздействия метаморфическая перекристаллизация или другого рода изменения (выветривание, каолинизация) соотношение содержания изотопов радиогенного и обычного свинца в цирконах настолько не изменили, чтобы этим было нарушено «унаследованное» соотношение изотопов свинца.

Если это представление верно, выше приведенные соотношения изотопов могут иметь решающее значение генетической интерпретации пород.

Это обстоятельство может свидетельствовать о том, что в докембрийское время вероятнее всего существовал большой по распространению комплекс гранитоидных пород магматического происхождения, или же комплекс сверхметаморфизованных пород, которые были источником для образования относительно однообразных глинисто-кварц-песчанистых осадков, которые, в сущности, непрерывно и без больших металлогенетических изменений накапливались в палеозое (с верхнего докембрия до явно геологически доложенного варисского складчатого цикла).

На рис. 3 обозначены и точки соотношений изотопов свинца для остальных гранитоидных пород из области Западных Карпат. Как видно, гранит типа Синец из окрестности с. Хижне (зона Когута) а также и синкинематический гранит типа Краличка из Низких Татр, имеют другое происхождение по сравнению с другими выше упомянутыми типами и это отражается в том, что точки соотношений изотопов попадают вне прямой линии. Очень интересно то, что и аутигенный монацит из мигматитов выступающих на дневную поверхность около дороги к отелю Сречко (Низкие Татры) — для которого определен возраст 315 млн. лет — обладает другим соотношением изотопов свинца чем неоднородного характера цирконы из той же породы (обр. № 2), для которых определен возраст 390 млн. лет.

Выше сказанное показывает на то, что в области Западных Карпат имеем гранитоидные породы разного происхождения. Одни гранитоиды прежде всего позднеорогенные, которые внедрялись на большое расстояние от очага и они часто более лейкократового характера и для них типично другое соотношение изотопов свинца или же можно предполагать, что магма в этих

случаях достигла такой степени гомогенизации, что влияние первичных кластогенного происхождения цирконов не проявляется в изотопном соотношении новообразующихся цирконов, в отличие от гранитов субавтохтонного происхождения, которых внедрение происходило на большие расстояния из магматитового и сланцевого автохтона.

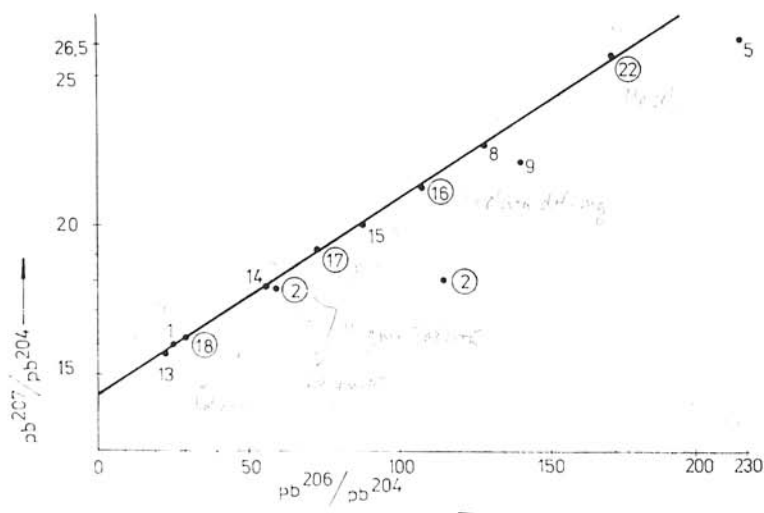


Рис. 3. Изображение изохроны — графическое изображение зависимости $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ для осадочного происхождения и разной степени метаморфизованных пород. На изохрону ложатся и некоторые типы гранитоидных пород серий ЗК. Пояснения к анализируемым породам находятся на отдельном приложении к таблице 1. Возраст кластогенного циркона рассчитан по уравнению $y = 0,00669x + 14,324$ достигает значений $T = 835 \times 10^6$ лет.

Надо сказать, что выше приведенные соотношения изотопов могут быть использованы как изохроны, которые дают возможность объяснения возрастных соотношений исследуемых пород. Для определения возраста породы по уран-торий-свинцовому методу, решающим является отношение значений $^{206}\text{Pb} : ^{238}\text{U}$.

Очевидно, что изучение характера цирконов и правильное определение их происхождения является решающим для интерпретации рассчитанного возраста породы. По-другому надо в интерпретации рассматривать цирконы кластогенные, окатанные и корродированные и по-другому аутигенный, морфологически сохранный, первичный и однородный, по которому получен возраст, и этот возраст в свою очередь можно считать возрастом породы из которой циркон извлечен. Также изучение влияния метаморфических процессов (зональные цирконы с ядром и более поздние каймы и включения и т. д.) — решающие для того, если определенный возраст цирконов можно считать одновременно возрастом породы, или же таким образом определенный возраст является возрастом других процессов, которые не связаны с пер-

вичным образованием породы. Коротко, интерпретация результатов полученных уран-торий-свинцовым методом по цирконам может отвечать действительности лишь тогда, если хорошо изучены цирконы и если при интерпретации полученных значений возраста учитываем и другие процессы, которые на анализированные цирконы произвели явное воздействие.

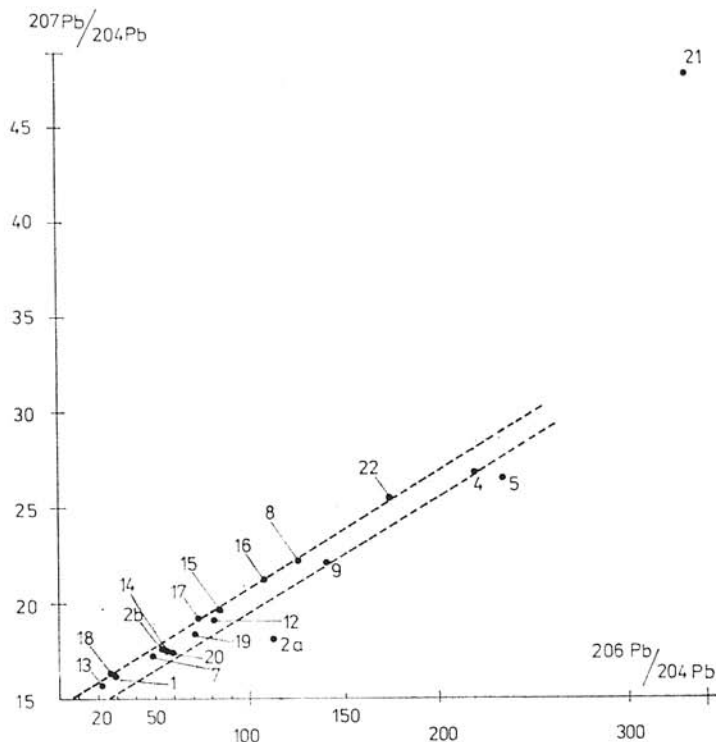


Рис. 4. График прямолинейной зависимости взаимосвязей изотопных отношений $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Очень интересен факт, что проба № 12 из Могельно—Чешскоморавская верховина — 325 млн. лет, попадает в околурегульный участок.

Изохроны

На использование изохроны для определения возраста пород влияет константа, которая используется при расчете возраста а также способ интерпретации, на который в свою очередь, сильно влияет подход геолога к оценке геологической и литогенической истории, изучаемой породы.

Одним из возможных изложений (у одного из авторов — Л. Каменицкий — другие представления об изложении геологической позиции и геохронологических данных для некоторых проб изучаемых пород) прямой зависимости изотопов свинца, изображенной на рис. 3 и рис. 2 — как изохрон следующие:

Если считать прямую (рис. № 2) изохроной, тогда при расчете $y = 0,05734x + 14,320$ получаем возраст $505 \cdot 10^6$ лет. Вблизи этой изохроны, на которой находятся точки изображенных соотношений 4 порфириидов Западных Карпат, попадает и изотопное соотношение для гранита типа Краличка (№ 9), определенное по анализу монацита и возраст которого — 325 млн. лет; на изохрону на рис. 3 ложится совместное попадание порфириидов, которые несколько древнее (они залегают согласно в сериях пород, возраст которых палинологическим методом в Малых Карпатах и рубидий-стронциевым методом определен как нижний девон, верхний силур или же силур) и варисского возраста гранитоидов на одну прямую изотопных соотношений являются очень сложным вопросом, который невозможно рационально объяснить с одной только точки зрения однородности вещественного состава и как свидетельство малой геохимической разобщенности всех магматических пород кислого состава проявляющихся в отношении изотопов свинца ($^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ и $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$). Подтверждается, что все магматические породы кислого состава и вулканические породы Западных Карпат в генетическом смысле очень близки, чем и охарактеризованы все проанализированные палеозойские магматические породы кислого состава, пусть они образовались в каледонское или варисское время. Об этом свидетельствует и рис. 4. Поэтому, исходя из однотипности отношений изотопов свинца, нельзя говорить о самостоятельных каледонского или докембрийского возраста тектономагматическом и осадочных циклах. Результаты подтверждают представление о том, что здесь имело место постоянное и непрерывное развитие магматизма кислого состава в ранепалеозойское время, которого деятельность достигает самых крупных масштабов во время варисских позднеорогенных карбонских интрузий. Таким образом можно объяснить то, что соотношения изотопов свинца для гранитоидов и порфириидов ложатся на одну прямую.

Если считать прямую линию на рис. 3 — изохроной, тогда возраст кластогенных цирконов рассчитанный на основе данных $y = 0,06690x + 14,324$ является 835^6 лет. Если считать это определение решающим, тогда может действительно то объяснение этого возраста, которое дано выше, т. е. что западнокарпатские гранитоиды имеют палингенное происхождение и в них сохранено то соотношение изотопов свинца, которое унаследовано у цирконов осадочных комплексов, в которые цирконы попадали из других, более древних пород. Гранит из области с. Доброц (№ 13) — 320 млн. лет; гранодиорит типа Сигла (№ 15) — 380 млн. лет; из массива Трибеч (№ 11) — 295 млн. лет и типа Грончок (№ 14) — 260 млн. лет. Таким образом в эту группу попадают и граниты, возраст которых определен как поздние варисский за исключением гранодиорита типа Сигла, возраст которого 380 млн. лет т. е. нижний девон).

Очевидно, что приведенное изложение является предварительной обработкой данных, так как нужны дальнейшие данные для ее подтверждения. Также нужны еще и другие сравнения (изотопов свинца, урана и тория), которые могут показать на новые зависимости и генетические соотношения изучаемых пород. Также надо произвести сопоставление результатов по этим и дальнейшим пробам пород другими ядерногеохронологическими методами, прежде всего рубидий-стронциевым и калий-аргоновым.

Приведенная выше интерпретация данных не является единственной и единственно возможной. Она отражает мнение прежде всего Б. Ц а м б е л а

и Й. Весельского. Интерпретация эта является своего рода вкладом в дискуссию по стратиграфии кристаллика Западных Карпат, расчленение которого было произведено еще в то время, когда не было доступных ядерно-геохронологических и палинологических данных. Перестройка сложившихся ранее мнений, исходя даже из новых данных является всегда сложной. Поэтому нельзя ожидать, что изложенное выше будет единодушно приниматься особенно в силу ранее сложившихся и сильно вжитых представлений о стратиграфии Западных Карпат.

ЛИТЕРАТУРА

- БОЙКО, А. К. — КАМЕНИЦКИ, Л. — СЕМЕНЕНКО, Н. П. — ЦАМБЕЛ, Б. — ЩЕРБАК, Н. П. 1974: Часть результатов определения абсолютного возраста горных пород кристаллического массива Западных Карпат и современное состояние знаний Geol. zborník — Geologica Carpathica, (Bratislava), 25, 1, p. 25—39.
- BURCHART, J. 1968: Rubidium-strontium isochron ages of the chystalline core of the Tatra Mountains, Poland, Amer. J. Science (New Haven), 266, p. 895—907.
- BURCHART, J. 1970: Skály krystaliczne wyspy Goryczkowej 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.
- CAMBEL, B. 1976: Problémy stratigrafie kryštalínika Západných Karpát z hľadiska rádiometrického datovania. Acta Caroiinae, (в печати).
- ЦАМБЕЛ, Б. — ВЕСЕЛЬСКИЙ, Й. — БАГДАСАРЯН, Г. П. — ГУКАСЯН, Р. Х. — АГАМАЛЯН, В. А. 1976: Изучение возраста пород и более молодых процессов надвига в областях Малых Карпат (в печати), (Москва).
- ЦАМБЕЛ, Б. — ЩЕРБАК, Н. П. — БАРТНИЦКИЙ, Е. Н. — КАМЕНИЦКИ, Л. 1977: Результаты изотопно-геохимических и минералогических исследований кристаллических пород Карпатского региона выполненных в ИГФМ АН УССР в 1973—1975 годах. Geol. zborník — Geologica Carpathica (Bratislava), 28, No 2, (в печати).
- GRECULA, P. 1970: K stratigrafii staršieho paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria. Mineralia slov. (Spišská Nová Ves), 2, č. 7, p. 125—191.
- HOVORKA, D. — HVOŽDARA, P. 1965: Akcesorické minerály veporidných granitoidných hornín, Acta geol. et geogr. UC, Geologica, (Bratislava), p. 145—180.
- KAMENICKÝ, J. 1967: in MAHEL et al. Regionální geologie ČSSR, II. díl. Západní Karpaty, zv. 1, (Praha), p. 486.
- KAMENICKÝ, L. 1973: Lithologische Studien und strukturelle Rekonstruktion des Kristallinkums der Zentralen Westkarpaten. Geologický zborník — Geologica Carpathica, (Bratislava), 24, 2, p. 275—281.
- KANTOR, J. 1961: Beitrag zur Geochronologie der Magmatite und Metamorphite des westkarpathischen Kristallins. Geol. práce, (Bratislava), 60, p. 303—317.
- KLINEC, A. 1967: K problému stavby a vzniku veporského kryštalínika. Sborník geol. vied. Západné Karpaty (Bratislava), 6, p. 7—28.
- KLINEC, A. — PLANDEROVÁ, E. — MIKO, O. 1975: Staropaleozoický vek horného komplexu veporid. Geol. práce, Správy, 63, (Bratislava), p. 95—104.
- KRÁL, J. 1976: Fission track ages of apatites from the West Carpathians. Geol. zborník — Geologica Carpathica, (Bratislava), (в печати), 2, 1977.
- KRÁL, J. 1977
- KRÁL, J. — MACEK, J. 1976: Distribution and content of uranium in the granitoid glasses. Geol. zborník, Geologica Carpathica, (Bratislava), 1, 1976.
- KRIST, E. 1976: Leptite rocks in the crystalline complex of the Central West Carpathians. Acta geol. et geogr. Univ. Comen. (Bratislava) (в печати).
- MAŠKA, M. — ZOBEK, V. in Buday, T. a kol. 1961: Tektonický vývoj Československa. ČSAV, (Praha), p. 232.
- СЕМЕНЕНКО, Н. П. — ЦАМБЕЛ, Б. — ЩЕРБАК, Н. П. — ГРЕЦУЛА, П. БАРТНИЦКИЙ, Е. Н. — КАМЕНИЦКИ, Л. — ЕЛИСЕЕВА, Г. Д. — ЛЕВКОВСКАЯ, Н. Ю. 1977:

- Геохронологическое сопоставление кристаллического основания Западных и Восточных Карпат по данным уран-торий-свинцового метода (Москва), (в печати).
- ZOUBEK, V. 1931: Les montagnes du Vepor dans les environs de Podbrezová. *Knih. Stát. geol. úst. ČSR*, 12 A, (Praha), p. 182—191.
- ZOUBEK, V. 1931: Tektonická skizza širšieho okolí Brezna nad Hronom. *Věst. Stát. geol. úst. ČSR*, 7, (Praha), p. 204—207.
- ЗОУБЕК, В. 1960: Основные черты геологического развития центральных Карпат в домезозойский период. *Материалы КБГА 1* (Киев), p. 31—39.
- СОБОТОВИЧ, Е. В. 1970: Изотопы свинца в геохимии и космохимии. Атомиздат, (Москва) p. 348.

Рецензия Я. КАНТОРА.

Пояснения к таблицам 1 и 2 (№№ образцов):

1. ZK-1) — гранодиорит — горная цепь Трибеч (татриды), северная часть, долина близ лесничества — обнажение на дороге.
2. Сверхороженный мигматит, Низкие Татры, дорога между Тале и отелем Срдичко — около десятого километра.
3. Пегматит из сверхороженных мигматитов, Низкие Татры, обнажение то же, как у образца № 2. Порода содержит циркон.
4. (ZK-6) — мураньский гранитогнейс, вепориды, зона Когута, карьер на ЮВ окраине с. Мурань, близ железной дороги у реки.
5. (ZK-2) — лейкократовый гранит типа Синец, с. Хижие, вепориды, зона Когута (Гладоморна долина СВ города Елшава).
6. Порфиroidы, гемериды, Подсулова; 3,5 км долиной на СВ от домов (порода изучается).
7. (ZK-7) — гранодиорит-порфирит (порфиroid) — вепориды, краковская зона, Низкие Татры, долина Ленишка близ с. Бенюш, 4,5—5 км севернее реки Грон.
8. (ZK-3) — гранодиорит думбьерского типа, татриды, Низкие Татры, вершина Хлоп (2025 м) близ станции канатной дороги.
9. (ZK-4) — гранит типа Краличка (синкинематический тип). Татриды, Низкие Татры, обнажение по дороге ЮЗ с. Вышна Боца.
10. Габброамфиболит, татриды, Малые Карпаты, г. Пезинок, долина севернее лесничества Рибничек под вершиной Чмела. Порода не содержит циркон.
11. Модранский биотитовый гранодиорит, татриды, Малые Карпаты, с. Гармония, каменоломня (порода изучается).
12. Гранулит, молданубикум, Чешскоморавская верховина, с. Могельно, взято на берегу р. Иглавы (ЮВ с. Намешть).
13. (ZK-29) — гибридный лейкократовый гранит, каменоломня близ с. Доброч, долина Паленично, кракевогальская зона вепорид.
14. (ZK-26) — гранит типа Грончок, в долина за озером, обнажение в конце асфальтированной дороги. Кракевогальская зона вепорид.
15. (ZK-28) — гранодиорит типа Сигла — кракевогальская зона вепорид; дорога Черный Балог — Гриньева.
16. Биотитовый парагнейс, Рачкова долина, примерно 500 м далее плотины. Высокие Татры.
17. Имбидиционные гнейсы и мигматиты — Рачкова долина, около плотины, прибавлены мигматиты содержащие пегматоидные прожилки. Обнажение около дороги вверх долиной примерно 1,5 км далее шлагбаума. Высокие Татры.
18. Каолинизированные кварцбиотитовые филлиты — сланцы, с. Калиново, разрабатывающийся каолиновый карьер.
19. (AV-1) — порфиroid гельнической серии из области с. Добшина.
20. (AV-2) — кислый метаэффузив гельнической серии, вершина Стромыш, около с. Гельница.
21. (AV-3) — кварцевой сланец (порфиroidовая серия), нижняя часть разреза — близ г. Смоляк, Спишко-гемерское рудогорье.
22. (AV-5) — кварцитовый сланец — порфиroidная серия из окрестности с. Мнишек (Спишко-гемерское рудогорье).