

Príspevok terénnej gamaspektrometrie k poznaniu niektorých granitoidov Západných Karpát

(1 obr. a 6 tab. v texte)

LUDOVÍT KUCHARIČ*

Применение полевой гамаспектрометрии для изучения некоторых гранитоидов Западных Карпат

В работе приведены основные статистические данные по распределению радиоактивных элементов в некоторых гранитоидных телах Западных Карпат полученных региональными гамаспектрометрическими измерениями. Были сопоставлены результаты гранитоидов разных тектономагматических циклов. Особое внимание при этом уделялось взаимным соотношениям и корреляции данных концентраций радиоактивных элементов. На основании полученных результатов предложена классификация изучаемых гранитов в зависимости от их общей радиоактивности.

Contribution of field gammaspectrometry to the knowledge of some granitoid types of the Western Carpathians

The paper presents main statistical parameters of distribution of radioactive elements in some granitoid massifs of the Western Carpathians obtained during regional gamma-spectrometric measurements. Granitoids representing presumably individual tectono-magmatic cycles are compared. Attention is paid not only to average values of concentrations of radioactive elements but also to their mutual ratios and correlations. Results allowed to classify the investigated granitoid bodies according to their total radioactivity.

Hlbinné magmatické horniny granitoidného charakteru so zvýšeným obsahom uránu sú v súčasnosti veľkým, ale vo väčšine prípadov len potenciálnym zdrojom uránu. Pritom vysoký stredný obsah uránu v masíve nemusí byť zárukou vzniku ložiska priamo v masíve alebo na jeho periférii. Z literatúry sú známe ložiská v masívoch, v ktorých klarková hodnota U neprevyšuje priemer, a naopak, v masívoch s vysokým obsahom U sa nezistili významnejšie indície priemyselného významu (O. Pluskal — M. René 1977). Z toho vychodí, že klasifikovať granitoidné masívy z hľadiska výskytu U-zrudnenia na základe distribúcie rádioaktívnych prvkov je ťažké a ani súčasná literatúra neprináša dostatok podkladov na zovšeobecňujúce závery.

* RNDr. Ludovít Kucharič, Uránový prieskum, závod IX, 052 80 Spišská Nová Ves.

Rádioaktívite granitoidov západokarpatskej sústavy sa vo väčšej práci venoval M. Matolín (1972), laboratórnou gamaspektrometriou tieto horniny skúmal J. Bartošek — M. Chlupáčová — I. Kašparec (1972), meraním ich alfaaktivity sa zaoberal J. Repčok (1972) a rádiogeochemickú špecifikáciu niektorých gemeridných granitov skúmal M. Tréger (1972).

Predmetom nášho výskumu boli granitoidné masívy Suchého, Malej Magury, Žiaru, Malej Fatry, Veľkej Fatry, autometamorfované granity typu Prašivá z Nízkych Tatier, hrončocký granit, granitoidy širšieho okolia Kráľovej hole (oblasť kót Kráľova hoľa—Orlová) a masív Kohúta. Z gemeridných granitov sme bádali hnilecký granit (masív Suľová, Delava, Peklisko) a granit popročského a betliarskeho masívu.

Metodika merania a spracovania výsledkov

Prevažná časť meraní sa vykonala na prirodzených, resp. umelých odkryv v náhodnej sieti závisiacej od stupňa denudácie územia, morfológie terénu, moci a charakteru pokryvných útvarov. Pri súboroch, v ktorých sa merania vykonávajú v jamkách (súbor Hnilec, Poproč), sa v súlade s teoretickými predpokladmi (Changelskij et al. 1970) stanovil opravný koeficient na geometrické po-

merania s priestorovým uhlom 2π . Merania sme urobili sovietskym jednonábovým gamaspektrometrom zn. pri dostatočnej presnosti (stredná relatívna chyba pri všetkých troch n prvkoch nepresiahla 10 %). Základné štatistické charakteristiky sme spracovali. I. Drabanta (1967). Rovnako sme analyzovali aj vzájomné vzťahy medzi aktívnymi prvkami formou tzv. združených závislostí. Pre jednoduchosť sme vytvorili empirickú funkciu v tvare $X = a + bY$, t. j. rovnicu priamky. Tesnosť koeficientu korelácie sme posudzovali podľa t-Studentovho rozdelenia. Ďalej sme testovali rozdiel medzi dvoma disperziami podľa Fischerovho testu pre hladinu významnosti 0,05. Prepočtom stredných koncentrácií K, U, Th do integrálneho spektra rádioaktivity sme zistili hodnotu rádioaktivity jednotlivých súborov vyjadrenú v koncentracii Uekv. (ppmeU).

Výsledky meraní

Výsledky spracovania sú v tab. 1, 2, 3. Z porovnania zistených stredných hodnôt koncentrácií rádioaktívnych prvkov s klarkovými údajmi A. P. Vinogradova (1962) ($K = 3,34 \%$; $U = 3,5 \text{ ppm}$; $Th = 18 \text{ ppm}$) možno konštatovať nasledujúce:

Koncentráciou draslíka skúmané granitoidy Západných Karpát prevažne nedosahujú klarkovú hodnotu. Najbohatšie na draslík sú granitoidy hrončockého masívu (3,9 %) a popročského masívu (3,75 %). Obsah tesne pod klarkom vykazujú betliarske granitoidy (3,26 %) a granitoidy Iubochnianskeho masívu (3,18 %). Variačné rozpätie súborov je od 2,2 % do 4,4 %. Disperzia a smerodajná odchýlka nedosahujú výrazné hodnoty, čo sa analogicky prejavuje aj v koeficiente variácie, ktorý varíruje od 16 do 34 %. Zaujímavé je, že tie granitoidy, ktoré postihla K-metasomatóza (Hrončok, Prašivá), majú nízky koeficient variácie draslíka. Prašivský granit sa okrem toho vyznačuje nízkou strednou hodnotou draslíka, čo je vzhľadom na jeho mineralogické zloženie prekvapujúce. Podobné zistenie uvádza aj J. Bartošek et al. (1972). Hodnoty miery šikmosti (strmosti) sa prezentujú rozličným znamením, ale prak-

Štatistické charakteristiky koncentrácie draslíka — the potash concentration.

Tab. 1

P. č.	Granitoidy	U (ppm)					v	A	E
		N	M _e	R	σ^2	σ			
1.	Suchý + Magura	22	3,38	3,00	0,56	0,75	30	0,4915	—0,5588
2.	Žiar	27	3,00	2,2	0,24	0,49	16	0,2416	—0,6654
3.	Malá Fatra	23	2,75	2,70	0,60	0,77	30	—0,5459	—0,6772
4.	Veľká Fatra	46	3,18	2,90	0,33	0,58	18	—0,1822	—0,2267
5.	N. Tatry, záp. časť								
	Prašivá	38	2,88	2,74	0,45	0,67	22	—0,0007	—0,7719
6.	Hrončok	54	3,91	4,40	0,94	0,97	20	—0,7271	—0,0846
7.	N. Tatry, vých. časť								
	Kráľova hoľa	52	2,50	4,10	0,74	0,86	34	0,3086	—0,8015
8.	Kohút	141	2,90	3,20	0,55	0,74	25	0,2586	—0,3130
9.	Hnilec	148	2,76	3,80	0,54	0,73	20	0,6579	0,6545
10.	Poproč	88	3,75	4,30	0,74	0,86	17	—0,1933	—0,7155
11.	Betliar	17	3,26	2,40	0,34	0,58	18	—0,4376	—0,5030

N — počet vzoriek, M_e — medián, R — variačné rozpätie, σ^2 — disperzia, σ — smerodajná odchýlka, v — koeficient variácie, A — miera šikmosti, E — miera špicatosti (strmosti) Explanations: N — sample site, M_e — median, R — variation span σ^2 — dispersion, σ — standard deviation, V — variation coefficient, A — skewness, E — kurtosis

Štatistické charakteristiky koncentrácie uránu — Statistical parameters of the uranium concentration.

Tab. 2

P. č.	Granitoidy	U (ppm)						v	A	E
		N	M _e	R	σ ²	σ				
1.	Suchý + M. Magura	22	3,09	4,20	0,89	0,95	30	2,6867	—3,5255	
2.	Žiar	27	2,95	4,10	1,05	1,02	33	0,4676	—0,0400	
3.	Malá Fatra	23	4,91	9,30	4,86	3,06	65	1,2895	0,2976	
4.	Veľká Fatra	46	3,82	7,50	2,77	1,66	41	1,4320	1,8481	
5.	N. Tatry, záp. časť Prašivá	38	3,38	9,07	0,44	0,66	20	1,6132	2,8403	
6.	Hrončok	54	3,35	6,30	1,54	1,24	29	0,8509	0,5560	
7.	N. Tatry, vých. časť Kráľova hoľa	52	3,87	9,30	3,05	1,75	43	0,9154	1,1234	
8.	Kohút	141	3,48	9,40	2,22	1,49	43	1,4926	3,8989	
9.	Hnilec	148	7,17	23,10	23,04	4,80	42	1,3019	1,6991	
10.	Poproč	88	3,60	12,60	5,81	2,41	45	1,2025	1,5876	
11.	Betliar	17	3,44	5,30	1,79	1,34	37	1,8125	2,4080	

tický všetky sa pohybujú okolo nuly. Miera špicatosti (ekces) má pri všetkých skúmaných súboroch zápornú hodnotu (s výnimkou hnileckého granitu), čo predstavuje plochovrcholovú krivku rozdelenia.

Zo všetkých súborov majú najväčšiu koncentráciu uránu hnilecké granitoidy (7,17 ppm). Touto hodnotou sa blížia koncentrácii uránu v niektorých ryolito-vých telesách stredoslovenských neovulkanitov, ktoré sú „najrádioaktívnejším“ horninovým typom v Západných Karpatoch (J. Daniel — L. Kucharič 1977). Relatívne vysokú koncentráciu U sme zistili v malofatranskom masíve (4,91 ppm). Treba však poznamenať, že vzhľadom na plošnú rozsiahlosť masívu pestrosť jeho zloženia (najmä hybridné varianty) a malopočetný súbor treba brať všetky zistené výsledky z malofatranského masívu za veľmi málo hodnoverné. Napriek tomu je pozoruhodne vysoká hodnota disperzie (4,86 ppm) a najvyšší koeficient variácie — 65 %. Ostatné súbory varirujú okolo klarkovej hodnoty s pomerne malými odchýlkami. Najnižšiu koncentráciu uránu sme zaznamenali v granitoidoch Suchého, Malej Magury (3,09 ppm) a Žiaru (2,95 ppm). Tieto súbory ako jediné vykazujú zápornú hodnotu ekcesu. Ostatné súbory majú prevažne výrazné ostrovrcholové rozdelenie lognormálneho charakteru. Koeficient variácie je pri uráne výrazne vyšší ako pri draslíku. Koliše od 20 % do 60 %, s priemernou hodnotou okolo 40 %.

Zaujímavé je porovnanie stredných hodnôt alpínskych a varískych granitoidov. Okrem hnileckých granitoidov nevystupuje anomálne nijaký zo súborov alpínskych granitov voči varískym granitoidom. To znamená, že všeobecné tvrdenie o vyššej koncentrácii uránu v granitoidoch mladšieho veku v tomto prípade neplatí.

Vysoký obsah U v hnileckom granite podľa M. Trégera (1972) spôsobuje prínos a obohatenie uránom v hydrotermálno-pneumatolytickom štádiu. Podľa C. Varčeka (1975) nemusí byť vysoký obsah uránu juvenilného pôvodu, ale môže ísť o dôsledok obohatenia sa magmy o U z bituminóznych hornín (tmavé fylity, lydity), cez ktoré granity v hlbších častiach kóry prenikali a sčasti ich aj asimilačne prepracovali.

Podľa koncentrácie tória možno skúmané granitoidy Západných Karpát zaradiť v zmysle A. P. Vinogradova (1962) medzi granitoidy „chudobné“ na tórium. Hodnotu nad klarkom sme zistili len v granitoidoch masívu Kohúta (19,08 ppm). Stredná hodnota ostatných súborov variruje od 12 do 15 ppm. Najmenší obsah bol v granitoidoch Suchého a Malej Magury (8,05 ppm), Veľkej Fatry (8,49 ppm), v hnileckom granite (8,98 ppm) a v granitoidoch masívu Žiar (9,02 ppm). Gemeridné granity netvoria jednoliaty súbor ani strednou hodnotou, ani ďalšími štatistickými charakteristikami. Napríklad koeficient variácie je v hnileckom granite len 18 %, kým v granite popročského masívu stúpa až na 44 %. Nízky obsah Th v hnileckom granite zdôvodňuje J. Bartošek et al. (1972) vysokým stupňom alterácií. Hodnota mier šikmosti a špicatosti je veľmi variabilná, a preto ťažko korelovateľná s ďalšími charakteristikami.

Pomer Th : U sa mení od 1,25 do 5,48 (tab. 4). Najnižšia hodnota (1,25) príslúcha hnileckému granitu a zapríčiňuje ju nielen vysoký obsah U, ale aj podklarkový obsah Th. Najvyššiu hodnotu (5,48) majú granitoidy masívu Kohúta. V priemere najvyššie hodnoty pomeru sú vo veporských granitoidoch, čo je v súlade s poznatkami J. Bartoška et al. (1972). Pre tatridné granitoidy je charakteristická hodnota 2,2—3,05 (s výnimkou granitu typu Prašivá). Ani

P. č.	Granitoidy	Th (ppm)							
		N	M_e	R	σ^2	σ	v	A	E
1.	Suchý + M. Magura	22	8,05	14,50	14,83	3,85	45	1,4021	1,3700
2.	Žiar	27	9,02	13,90	6,89	2,62	28	2,0669	5,6412
3.	Malá Fatra	23	14,39	13,70	12,96	3,60	26	-0,0882	-0,7341
4.	Veľká Fatra	46	8,49	14,50	11,60	3,32	36	0,7645	-0,0927
5.	N. Tatry, záp. časť								
	Prašivá	38	14,12	13,87	8,46	2,90	20	0,0212	0,0969
6.	Hrončok	54	12,12	13,10	11,55	3,40	22	-0,0444	-0,7720
7.	N. Tatry, vých. časť								
	Kráľova hoľa	52	14,98	16,90	12,60	3,55	24	-0,0202	-0,7850
8.	Kohút	141	19,08	27,30	36,81	6,10	31	0,3203	-0,3475
9.	Hnilec	148	8,98	12,60	4,77	2,18	18	-0,1350	0,2178
10.	Poproč	88	14,82	20,80	95,06	9,75	44	0,8486	-0,0713
11.	Betliar	17	12,82	16,30	27,53	5,25	35	1,6835	0,7977

Stredné hodnoty pomerov rádioaktívnych prvkov a ich vzájomné korelácie.
Average values of radioactive element ratios and mutual correlation.

Tab. 4

Granitoidy	Stredné hodnoty pomerov			Korelácia medzi		
	U/K	Th/U	Th/K	Th-U	U-K	Th-K
Suchý + Malá Magura	2,61	1,30	3,38	+0	+1 _{0,05}	+0
Žiar	3,05	0,98	3,00	+0	+1 _{0,05} ; 0,01	-0
Malá Fatra	2,93	1,79	5,23	+0	+1 _{0,05}	+0
Veľká Fatra	2,22	1,20	2,67	-0	+1 _{0,05}	-0
N Tatry, záp. časť, Prašivá	4,17	1,17	4,90	+0	+1 _{0,05} ; 0,01	+0
Hrončok	3,62	0,86	3,10	+1 _{0,05}	-0	+0
N. Tatry, vých. časť, Kráľova hoľa	3,87	1,55	5,99	-0	+1 _{0,05} ; 0,01	+1 _{0,05} ; 0,01
Kohút	5,48	1,25	6,84	-0	-0	+1 _{0,05} ; 0,01
Hnilec	1,25	2,60	3,25	+1 _{0,05} ; 0,01	+1 _{0,05} ; 0,01	-0
Poproč	4,23	0,96	4,06	-0	+1 _{0,05} ; 0,01	+1 _{0,05} ; 0,01
Betliar	3,72	1,05	3,93	+0	+0	+0

+ — kladná korelácia, — — záporná korelácia, 0 — nelineárny charakter korelácie, 1_{0,05} (0,01) — lineárny charakter korelácie pre hladinu významnosti 0,05 (0,01) Explanations: + — positive, — — negative correlation, 0 — nonlinear correlation, 1_{0,05} (0,01) — linear correlation for 0,05 (0,01) significance level

gemeridné granity nemožno zaradiť do jednotnej triedy. Problematikou pomeru $Th : U$ a z toho vychodiacou charakteristikou masívu z hľadiska možného výskytu uránovej mineralizácie sa zaoberali viacerí autori (V. Černyšev — V. Geceva — V. Kotova 1965, A. Smyslov — E. Pluščev 1968, M. Tréger 1972), ale nedospeli k rovnakým výsledkom. Ani z našej práce nevyplývajú zovšeobecňujúce závery, podľa ktorých by bolo možno zostaviť aspoň približnú klasifikáciu masívov v závislosti od pomeru $Th : U$ a výskytu U -mineralizácie.

Pomer U/K vykazuje relatívne stálu hodnotu od 1 do 1,8. Hodnoty pod nižšou hranicou sme zistili v hrončockom a popročskom granite (0,86, resp. 0,96). Nad hornou hranicou anomálne vystupuje hnilecký granit (2,6). Z toho vidieť, že ani hodnotou pomeru U/K netvoría mladšie gemeridné granity jednotnú triedu. S výnimkou hnileckého granitu sa gemeridné granity zaraďujú k typu tatroveporidného intruzívneho komplexu.

Hodnota pomeru Th/K má najväčšie variačné rozpätie: 2,67—6,84. Najvyššiu hodnotu sme zaregistrovali pri granitoidoch veporského kryštalinika (s výnimkou masívu Hrončok). Tatridné granitoidy majú variabilné rozpätie hodnôt pomeru Th/K . Gemeridné granity nie sú v tomto prípade nijakou „anomálnosťou“.

Výpočet korelačných koeficientov a ich testovanie uvádza tab. 4.

Tatridné granitoidy

Pre túto skupinu súborov je charakteristická kladná korelácia medzi Th a U (s výnimkou Ľubochnianskeho masívu). Koeficienty korelácie však nedosahujú hodnoty, ktoré by nás oprávňovali uvažovať o lineárnej závislosti medzi týmito prvkami.

Najvýznamnejším znakom skupiny je lineárny charakter korelácie medzi uránom a draslíkom pre hladinu významnosti najmenej 0,05 (to potvrdzuje lineárnosť s pravdepodobnosťou 95 %). Táto tesná korelácia dovoľuje v miestach zvýšenej koncentrácie K predpokladať zvýšenú koncentráciu U a naopak.

Korelácia medzi Th a K nie je taká jednoznačná ako predchádzajúce. Má striedavo kladný i záporný zmysel, ale ani v jednom prípade nemožno uvažovať o jej lineárnosti.

Veporidné granitoidy

Z tohto komplexu máme k dispozícii iba výsledky z troch súborov, ale na prvý pohľad je jasná odlišná pozícia hrončockého granitu oproti ostatným súborom. Svojím kladným, lineárnym charakterom korelácie medzi Th a U poukazuje na príbuznosť s hnileckým granitom. Pretože sme takýto charakter korelácie zistili iba pri dvoch súboroch, bolo by možno uvažovať o istej podobnosti týchto granitov, čo by potvrdilo niektoré náhľady o alpínskom veku hrončockého granitu (J. Kantor 1959). Lenže ďalšia korelácia medzi uránom a draslíkom je anomálna nielen pri veporidnom kryštaliniku, ale aj pri všetkých skúmaných súboroch. Pomerne výrazná záporná korelácia nelineárneho charakteru zapríčiňuje osobitné postavenie tohto masívu medzi ostatnými granitoidmi. Zápornú koreláciu sme síce zaznamenali aj v masíve Kohúta, ale je

taká nevýrazná ($-r \rightarrow 0$), že v aproximácii možno hovoriť o nezávislosti U a K, resp. K od U (tento jav možno čiastočne pripísať zahrnutiu rozličných typov granitoidov do jedného súboru). Touto závislosťou sa granitoidy masívu Kohúta odlišujú od granitoidov širšieho okolia Kráľovej hole. Ostatnými koreláciami $Th - U$ (záporná, nelineárna) a $Th - K$ (kladná, lineárna) sú si podobné.

Gemeridné granity

Predpokladá sa, že gemeridné granity sú apikálnou časťou rozsiahlej intrúzie rozprestierajúcej sa pod gelnickou sériou. Poukazuje na to však len jeden spoločný znak, a to lineárna korelácia medzi U a K v hnileckom granite a v popročskom granite. V ostatných koreláciách sa diametrálne odlišujú. Napr. medzi Th a U je lineárna korelácia len v hnileckých granitoch, kým popročský a betliarsky masív takúto koreláciu nemajú a zistená korelácia má v oboch súboroch rozličný charakter. Podobný obraz poskytuje aj korelácia medzi Th a K. Lineárny charakter kladného zmyslu vyhovujúci hladine významnosti 0,01 má len popročský granit. Takáto korelácia sa zistila len pri súboroch z masívu Kohúta a širšieho okolia Kráľovej hole. Súборы Hnilec a Betliar sú bez lineárnej korelácie, navyše každý s opačným charakterom. Hodnoty súboru betliarskeho granitu čiastočne skresľuje to, že sme pri výpočte použili aj extrémne hodnoty, čím sme chceli zvýrazniť nehomogénnosť aj v rámci takého malého telesa, akým je betliarsky granit.

Ako vyplýva z predchádzajúcich výsledkov, rádiogeochemické charakteristiky poukazujú na variácie v chemickom zložení gemeridných granitov. Príkladáme sa preto k predpokladu I. Vargu (1973), že nie všetky telesá reprezentujú identickú úroveň vo vývoji diferenciácie magmy gemeridných žúl.

Na ďalšie zistenie vzájomných vzťahov medzi koncentraciami rádioaktívnych prvkov sme testovali rozdiel medzi dvoma disperziami (odhadmi disperzie) podľa R. N. Fischera (I. Drabant 1967) pre hladinu významnosti 0,05 (tab. 5).

Pri tatrídnych granitoidoch porovnanie disperzií draslíka medzi jednotlivými súbormi poukazuje prevažne na nepodstatný rozdiel. Štatisticky významný rozdiel je medzi disperziou draslíka z masívu Suchého a Malej Magury oproti Žiaru; Žiaru oproti Malej Fatre; Žiaru oproti Prašivej a Malej Fatry oproti Veľkej Fatre.

Zaujímavý výsledok vyplynul z porovnania disperzií uránu. S výnimkou nepodstatného rozdielu disperzií Suchého a Malej Magury oproti Žiaru sme pri všetkých kombináciách súborov zaznamenali medzi disperziami uránu štatisticky významný (podstatný) rozdiel.

Porovnanie disperzií Th poskytuje úplne opačný obraz: nepodstatný rozdiel medzi disperziami tória pri všetkých skúmaných tatrídnych masívoch s výnimkou podstatného rozdielu Suchého a Malej Magury oproti Žiaru.

Skupinu súborov granitoidov veporidného kryštalinika charakterizuje striedanie podstatných i nepodstatných rozdielov bez osobitných zvláštností.

Skupina gemeridných granitov je charakteristická štatisticky významnými rozdielmi pri všetkých prvkoch a kombináciách súborov okrem nepodstatného rozdielu v disperzii draslíka medzi popročským a betliarskym masívom. Domnievame sa, že aj tento poznatok do istej miery charakterizuje heterogenosť skúmaných gemeridných granitov.

Testovanie rozdielu medzi dvoma disperziami
komponentov
Test of differences between two dispersions.

Tab. 5

Testova- né súbory	K	U	Th
1-2	+	0	+
1-3	0	+	0
1-4	0	+	0
1-5	0	+	0
2-3	+	+	0
2-4	0	+	0
2-5	+	+	0
3-4	+	+	0
3-5	0	+	0
4-5	0	+	0
6-7	0	+	0
6-3	+	0	+
7-8	0	0	+
9-10	+	+	+
9-11	0	+	+
10-11	0	+	+

Čísla súborov sú totožné s číslami v tab. 1-3
0 — nepodstatný rozdiel, + — štatisticky významný rozdiel
Sample set numbers refer to sample site numbers in Tables 1-3.

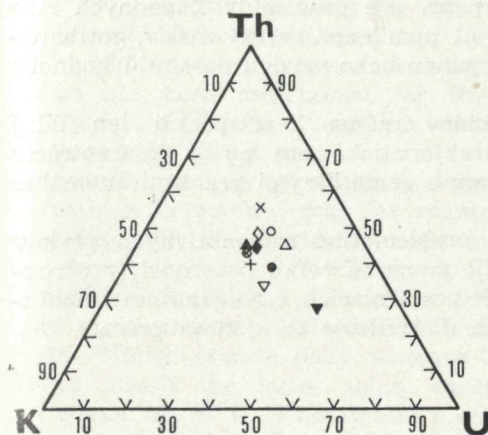
Vyjadrením úhrnnej rádioaktivity v koncentrácii Uekv. sme zistili nasledujúce hodnoty rádioaktivity a percentuálneho podielu jednotlivých komponentov do integrálneho spektra.

Z tab. 6 vychodí, že hranicu 12,5 ppmeU, charakterizujúcu rádioaktívnejšiu horninu, ktorú určil M. Matolín (1972), presahuje masív Kohúta, malofatranský masív, hnilecký a popročský granit a granitoidy zo širšieho okolia Kráľovej hole.

Najmenej rádioaktívnymi sa javia granitoidy Suchého a Malej Magury a granitoidy masívu Žiar.

Granitoidy z Veľkej Fatry, zo západnej časti Nízkych Tatier a granity betliarskeho a hrončockého masívu tvoria prechod medzi uvedenými skupinami.

Grafickým zobrazením hodnôt z tab. 6 do trojuholníkového diagramu (obr. 1) zisťujeme, že sa od súborov granitoidov najviac odlišuje hnilecký granit. Jeho extrémnosť spočíva vo zvýšenej koncentrácii uránu pri podklarkovom tóriu. Čiastočnú anomálnosť sme registrovali aj pri granitoidoch masívu Kohúta. Spôsobuje ju najvyšší obsah tória, a tým apriori najväčší energetický príspevok do integrálneho spektra rádioaktivity. Z obr. 1 vyplýva, že rozptyl hodnôt v smere osi draslíka je oveľa menší ako pri ostatných dvoch komponentoch. Prejav granitoidov postihnutých K-metazomatózou nie je badateľný a v rámci skúmaných súborov ho registrujeme iba v priemernom „draslíkovom poli“ (súbory Nízke Tatry — Prašivá, Hrončok).



Obr. 1. Trojuholníkový diagram vyjadrujúci relatívne príspevky (%) gamažiarenia K, U, Th do integrálneho spektra granitoidov

● Suchý a M. Magura, + Žiar, Δ Malá Fatra, ▽ Veľká Fatra, ◇ Prašivá, ○ Hrončok, □ N. Tatry (Kráľova hoľa) x — Kohút ▽ Hnilec, ▲ Poproč, ⊗ Betliar

Fig. 1. Relative contribution of gamma-radiations for potash, uranium and thorium into the integral radioactivity spectrum of granitoids in the Western Carpathians. Ternary diagram recalculated to 100 % of the total radioactivity. Symbols for single granitoid massifs: ● — Suchý — Malá Magura massif, + — Žiar massif, Δ — Malá Fatra massif, ▽ — Veľká Fatra massif, ◇ — Prašivá massif, ○ — Hrončok massif, □ — Nízke Tatry massif (the Kráľova hoľa range), x — Kohút massif, ▽ — Hnilec massif, ▲ — Poproč massif, ⊗ — Betliar massif

Rádioaktivita skúmaných granitoidov vyjadrená v koncentrácii U_{ekv} (Q) s vyjadrením percentuálnych príspevkov jednotlivých komponentov

Total radioactivity of investigated granitoid bodies expressed in equivalent uranium concentrations Q(eU) i np. p. m. Contribution of single elements is expressed in p. c. recalculated to 100 %

Tab. 6

Granitoidy	Q (ppm eU)	K (%)	U (%)	Th (%)
Suchý a M. Magura	8,91	26	35	39
Žiar	9,80	30	30	40
M. Fatra	13,82	19	36	45
V. Fatra	10,64	30	36	34
N. Tatry (Prašivá)	12,32	23	27	49
Hrončok	11,63	26	29	45
N. Tatry (Kráľ. h.)	12,79	20	30	50
Kohút	14,55	20	24	56
Hnilec	13,76	20	52	28
Poproč	13,68	27	26	47
Betliar	12,18	27	28	45

M. Matolín (1972) zaraďuje granitoidy Západných Karpát medzi horniny vyznačujúce sa podnormálnou rádioaktivitou. To potvrdzuje aj naša práca. Lebo aj keď niektoré granitoidy presahujú hranicu 12,5 ppm eU, nie je to v takej miere, ktorá by dovoľovala hovoriť o vysokorádioaktívnych granitoidoch. Napr. v Českom masíve nie sú zriedkavé granitoidy s rádioaktivitou presahujúcou 20 ppm U_{ekv} . (říčanská žula, sedlčiansky typ atď.).

Z porovnania koncentrácie U vo variských granitoidoch Západných Karpát s koncentráciou U granitoidov alpsko-meditérnej oblasti opäť vychodí, že sú týmto prvkom nasýtené slabšie.

O. Pluskal — M. René (1977) napr. pre granitoidy Západných Álp udávajú koncentrácie U v intervale 6,6—14,1 ppm (napr. aarský masív, gotthardský masív, masív Mt. Blanc). Granitoidy panónskeho masívu dosahujú hodnotu 6,0—7,3 ppm.

Na porovnanie laramijských granitoidov máme k dispozícii len údaj z plaenského plutónu (balkanidy). Charakteristická pre ne je koncentrácia U 0,9—2,1 ppm. Tento údaj je v porovnaní s gemeridnými granitmi anomálne nízky.

Z uvedeného vyplýva, že aj keď sa problematike rádioaktívnych prvkov v acidných intruzívnych horninách venuje pomerne veľká pozornosť (v porovnaní s ostatnými horninami), veľa otázok prameniach z nejednotnosti náhľadov na ich genézu zostáva nevyriešených. Potvrdzuje to aj naša práca.

Doručené 22. 5. 1978
Odporúčil P. Grecula

LITERATÚRA

- Archangelskij, S. — Klevcov, P. — Vetrov, A. 1970: Metodické pokyny pre gamaspektrometrické určovanie K, U, Th v podmienkach zložitej geometrie. Manuskript — UP Sp. Nová Ves. 68 s.
- Bartošek, J. — Chlupáčová, M. — Kašparec, I. 1972: Výzkum prirodzenej radioaktivity slabě aktivních hornin. Manuskript — Geofond Bratislava. 199 s.
- Daniel, J. — Kucharič, L. 1977: Rádiogeochemická charakteristika niektorých ryolitov stredoslovenských neovulkanitov podľa výsledkov terénnej gamaspektrometrie. Mineralia slov., 9, s. 133—146.
- Drabant, I. 1967: Spracovanie výsledkov pozorovaní. (Skriptum.) Bratislava, SVTL. 455 s.
- Kantor, J. 1959: Príspevok k poznaniu veporidných granitov podľa A/K^{40} metódy. Geol. práce, Spr. (Bratislava), 16, s. 5—9.
- Matolín, M. 1973: Interpretace aeroradiometrické mapy ČSSR 1 : 200 000 (II. etapa Západní Karpaty). Manuskript — archiv UP Sp. Nová Ves. 212 s.
- Pluskal, O. — René, M. 1977: Základní problémy metalogeneze uranu evropského Alpidika. Manuskript — ÚGV PřFUK Praha. 241 s.
- Tréger, M. 1972: Rádiogeochemická charakteristika niektorých gemeridných granitov. Mineralia slov., 4, s. 267—278.
- Varček, C. 1975: Mineralogický výskum žilnej uránovej mineralizácie v centrálnej časti SGR. Manuskript — UP Sp. Nová Ves. 215 s.
- Varga, I. 1973: Petrochémia hornín a okolodrudné premeny. GLŠ — SGR, kniha 8. Manuskript — UP Sp. Nová Ves. 298 s.
- Vinogradov, A. P. 1962: Sredneje sodержаниje chimičeskich elementov v glavnyh tipach izveržennyh gornyh porod zemnoj kory. Moskva, Geochemija. 555 s.

Contribution of field gammaspectrometry to the knowledge of some granitoid types in the Western Carpathians

LUDOVÍT KUCHARIČ

Several granitoid types of the Western Carpathians were measured using the method of field gammaspectrometry. Statistically treated results of these measurements are presented in the paper.

The average potash concentrations in West Carpathian granitoid bodies, except for two granite bodies do not exceed the world-wide average value for granite given by A. Vinogradov (1962), i. e. 3.34 %. Higher averages

have been ascertained solely for the Hrončok and Poproč granite body being 3.9 % and 3.75 % respectively.

The highest average uranium concentration in West Carpathian granitoid bodies has been ascertained for the Hnilec granite mass, here achieving 7.15 p. p. m. Average uranium contents for other granite varieties range between 2.95—4.91 p. p. m.

According to average thorium concentration, granitoid bodies in the West Carpathian crystalline may be enlisted to "thorium-poor" varieties. Values exceeding the world-wide average given by A. P. Vinogradov (1962) as 3.5 p. p. m. reveal solely granitoid samples of the Kohút massif in the Veporide unit (19.08 p. p. m.). The thorium/uranium ratio of granitoids generally varies between 1.25—5.48. Lowest values of this ratio have been found in the Hnilec granite body whereas highest values reach samples from the Kohút massif the latter solely exceeding world-wide value of this ratio (5.1 given by A. P. Vinogradov). Generally, highest values of the ratio have granitoid bodies located in the Veporide crystalline.

The uranium/potash ratio of granitoides varies in relatively narrow span between 0.86 and 1.8. The Hnilec granite body in the Gemeride unit reveals against anomalous value (2.6). Other granite bodies in the Gemeride unit do not differ according to this ratio from granitoid bodies in the Veporide or Tatride units.

The highest thorium/potash ratio have granitoid bodies in the Veporide crystalline (except for the Hrončok massif) i. e. between 5.99 and 6.84. Relatively high value of the ratio has been measured for the Malá Fatra massif as well (5.23). Values for remaining bodies vary between 3 and 4.

Mutual correlations of radioactive elements led to some interesting results.

Granitoid bodies of the Tatride crystalline are characterised by linear positive correlation between uranium and potash contents at the least for 0.05 significance level. Correlations between pairs U/Th and Th/K are unlinear. The Hrončok granitoid body differs from remaining bodies of the Veporide crystalline due its linear Th/U correlation. Granitoid bodies in wider vicinity of the Kráľová hofa range and granitoids in the Veporide Kohút massif reveal certain similarity due to their resembling linear Th/K correlation.

The set of granite bodies in the Gemeride Paleozoic revealed only a sole common pattern. The sole resemblance is the unitarily linear U/K correlation ascertained only for the Hnilec and Poproč granite bodies. According to other characteristics of radioactive element distribution, granite bodies in the Gemeride unit differ mutually considerably. Therefore their recent erosion level probably does not represent the same magma differentiation level (I. Varga 1973).

Comparison of two dispersion levels ascertained an interesting pattern for granitoid bodies in the Tatride crystalline. Except for one case, statistically significant differences of uranium dispersion, characterise this group whereas differences are not significant for the thorium dispersion. In granitoid bodies of the Veporide crystalline, statistically significant dispersion values are replaced by insignificant ones without any regularity of distribution. For the granite bodies in the Gemeride unit, except for two cases where insignificant differences of dispersion values

appeared, statistically significant differences have been ascertained for all other combinations of radioactive elements.

Total radioactivity of granitoid bodies has been evaluated converting averages for potash, uranium and thorium content into equivalent uranium concentrations (eU). The highest average value of the total radioactivity has been ascertained for granitoids of the Kohút massif in the Veporide crystalline (14.55 p. p. m. eU), for the Malá Fatra massif in the Tatride crystalline (13.82 p. p. m. eU), for the Hnilec granite body (13.76 p. p. m. eU) and for the Poproč granite (13.68 p. p. m. eU) the latter two in the Gemeride Paleozoic. The lowest radioactivity reveal granitoid bodies of the Suchý — Malá Magura range (8.91 p. p. m. eU) as well as the Žiar massif (9.8 p. p. m. eU).

Preložil I. Varga

Pokračovanie zo str. 526

žilovine argentitu. Na ložisku Dúbrava sa pracovne vyčleňujú tieto minerálne asociácie viažúce sa na samostatné štruktúrne plány v rudnej zóne charakteristickej opakovanou tektonickou i mineralizačnou aktivitou: 1. kremeňovo-antimonitová (kremeň je biely až ružový), 2. kremeňovo-scheelitovo-pyritová (kremeň je biely), 3. kremeňovo-pyritovo-karbonátová (kremeň je sivý až tmavosivý), 4. barytovo-sulfidická.

Scheelit prevažne vytvára idiomorfne kryštály a agregáty a vyznačuje sa zvýšeným obsahom vzácnych zemín cériovej skupiny. Spektrálna analýza vykázala aj zvýšený obsah molybdénu a stroncia. Elektronová mikrosonda tieto údaje nepotvrdila.

Pozícia kremeňovo-scheelitovo-pyritovej minerálnej asociácie na ložisku a geochemická charakteristika scheelitu sú v súlade so závermi výskumov geochemie scheelitov z ložísk rozličnej genézy M. A. Naučiteľa et al. (1977) a predstavami H. Rölla a A. Mauchera o genéze východoalpských ložísk scheelitu a dôvodom na predpoklad polygénneho pôvodu tejto asociácie ako termodynamicky stabilnejšieho člena pôvodne exhalčno-sedimentárnej rudnej formácie Sb—W—Hg. Formovanie kremeňových žíl so scheelitom je pravdepodobne produktom regionálnych metamorfných procesov kryštalinika Nízkych Tatier.

Doručené 15. 9. 1978

*Geologický prieskum, geologická oblasť,
Banská Bystrica
Katedra mineralógie PFUK, Bratislava*