

Chemizmus biotitov hodrušského granodioritu a gemeric-kého granitu

MARTIN RADVANEC, DANICA RADVANCOVÁ

Geologický prieskum, n. p., 052 40 Spišská Nová Ves

(10 obr. a 2 tab. v texte)

Doručené 24. 12. 1980

Химический состав биотитов годружского гранодиорита и гемеридного гранита

Целью химического изучения этих гранодиоритов и гранитов было установить потенциальные возможности рудоносности территории Западных Карпат. Результаты химических анализов составились в трёх-угольные диаграммы и использовались для вычисления пропорциональных коэффициентов для сравнения редких элементов в биотитах. Установилось, что биотиты годружских гранодиоритов подвержены метаморфно-метасоматическому процессу. Анализы биотитов гнилецких и попрочских гранитов указывают на пегматитоидную материнскую породу, при чём бетлярский гранит указывает на более основные разновидности гранитов в СГР. Биотиты годружские имеют магнезиальный характер а биотиты гемерские и либерецкие имеют железистый характер. На основании распределения редких элементов в биотитах считаем годружско-штявницкий интрузивный комплекс более перспективным для поисков порфировых руд меди. Гнилецкие и бетлярские граниты являются перспективными для поисков оловянно-вольфрамовых руд.

Chemical composition of biotite from the Hodruša granodiorite and the Gemic granite

Chemical analyses of biotite from samples of granodiorite to diorite and that of andesite composing the Hodruša intrusive complex and from granite samples of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. aimed at evaluation of the potential ore-bearing capacity of both intrusive masses creating the backbone of two important metallogenetic areas in the Western Carpathians. According to the results, biotite from Hodruša suffered metamorphic and metasomatic alteration. Chemical composition of biotite from Hnilec and Poproč granite bodies in the Gemic unit points to pegmatitoid parent rock whereas biotite from Betliar body in the same area points to more basic granite variety. Biotite from Hodruša is a magnesium-rich variety whereas samples from the Gemic unit are iron-rich ones. Granitoids of the Hodruša intrusive complex incline to Cu-porphyrific magma type. In the case of Gemic granite bodies, the composition of biotite indicates a Sn—W bearing mother rock.

Biotit je jedným z najčastejších vedľajších horninotvorných minerálov granitu. Obsah makrokomponentov a mikrokomentov v ňom a vzájomné vzťahy medzi nimi poukazujú na prostredie jeho vzniku. Pomocou biotitu možno posudzovať aj vzťah medzi intrúziou a zrudnením.

Na základe chemizmu biotitu posudzujeme vzťah hodrušského granodioritu k Cu porfýrovému zrudneniu a vzťah gemerických granitov k Sn mineralizácii.

Lokalizácia vzoriek a príprava vzorkového materiálu

AV-2 — biotiticko-amfibolický granodiorit, Hodruša, odkryv v záreze hradskej z Kohútovskej doliny smerom na Kopanicu,

AV-3 — biotiticko-amfibolický granodiorit až diorit, Horná Hodruša, svah nad štôľňou Jozef,

AV-D — andezit, Hodruša, Banište, štôľňa Juraj,

LŽ — biotitický granit, lom pri Ruprechticiach, na S od Liberca,

GGG-13 — biotitický porfýrický granit, Betliar, odkryv vo zvernici, 50 m severne od rozvodia,

GGG-14 — biotitický porfýrický granit, Zlatá Idka, štôľňa Hennel, blízko exokontaktu,

H — odmiešaniiny pegmatitoidného charakteru v jemnozrnnom aplitickom granite, Hnilec, štôľňa č. 1, smerná chodba na V,

H 900, Betliar, Poproč — analýzy gemerických granitov prevzaté z práce Cambela et al. (1977).

Horninové vzorky sme rozdrvili na 1 cm frakciu a potom pomleli na zrnitosť 0,3 mm. Po presitovaní sme získali tri zrnitostné frakcie (0,20—0,15 mm, 0,15—0,125 mm, 0,125—0,09 mm) a upravovali sme ich na splave. Dostali sme koncentrát, medziprodukt a odpad. Ďalej sme materiál členili v bromoforme s mernou hmotnosťou 2,89. Materiál sme dočistili v Petriho miske pod binokulárnu lupou. Biotity sa analyzovali v GP Spišská Nová Ves.

Biotit ako horninotvorný minerál a jeho význam z hľadiska metalogenetického prognózovania

Biotit je v granitoidných horninách jedným z hlavných tmavých hornino-

tvorných minerálov (merná hmotnosť 3,02—3,12). Koncentruje v sebe rozličné prvky charakterizujúce geochemické prostredie vzniku a metalogenetické osobitosti granitoidných intrúzií.

Závislosť obsahu akcesorických minerálov v granitoidoch od zloženia biotitu študoval Lachovič (1965). Podľa neho zvýšený obsah Fe, Ti, V, Co má biotit hybridných granitoidov na rozdiel od biotitu nezmenených granitoidov. Vyšší obsah kovového prvku v horninotvornom mineráli poukazuje na možnú rudonostnosť intrúzie.

Lachovič (1965) porovnáva charakter zmeny obsahu železa biotitu v závislosti od obsahu magnetitu v hornine. V závislosti od hodnoty oxidačno-redukčného potenciálu je začiatok kryštalizácie biotitu a magnetitu rozdielny, pričom skôr vznikajúci minerál viaže väčšiu časť železa. Pokusy Ostrovského a Eugstera in Lachovič (1965) ukázali, že stálosť biotitu v granite vo veľkej miere ovplyvňuje parciálny tlak kyslíka. Ak tlak prevyšuje istú hranicu, biotit sa rozpadá na magnetit a ortoklas. Ak je vysoký obsah biotitu, ale magnetitu je v granite málo, poukazuje to na malý potenciál kyslíka pri kryštalizácii magmy. Biotit granitoidov platformových oblastí sa vyznačuje väčšou železitosťou ako biotity z granitoidov tektonicky aktívnych oblastí. Rozpadom vysoko-železitého biotitu vzniká druhotný magnetit, ktorý sa vyznačuje zvýšeným obsahom Mn, Zn, Cu a zníženým obsahom Cr, Ti, V a Sn.

Možný je aj obrátený proces (Kopžinskij in Lachovič, 1965), keď sa v počiatočnom štádiu kryštalizácie magmy tvoria biotitické okraje okolo zrn magnetitu, vzniká druhotný biotit, až sa magnetit celkom stráca. Podobne vo vrchnomezozoických granitoch Prímoria (Špulín in Lachovič, 1965) v prvej etape kryštalizoval biotit s magnetitom.

Nestály magnetit bol neskôr nahrádzaný biotitom.

Biotit je základným nositeľom titánu v hornine (65 %), ktorý vystupuje ako komplexný anión $(\text{TiO}_4)^{-4}$ nahrádzajúci v štruktúre biotitu Al alebo Si. Pozorovania ukazujú, že medzi obsahom Ti minerálov v granitoidoch a obsahom titánu v biotite je obrátená závislosť. Čím je vyšší obsah titanitu v hornine, tým je nižší obsah titánu v biotite.

Z výsledkov analýz podľa Lachoviča (1965) vyplýva existencia nepriamej závislosti medzi obsahom nióbu v biotite a množstvom titanitu, ilmenitu a tantaloniobátov v granite. Množstvo biotitu, titanitu a ilmenitu určuje väčšie alebo menšie množstvo akcesorických minerálov nióbu a tantalu v granite.

Lítium sa viaže hlavne v dvoch lítiových mineráloch: amblygonite a spodumene. Obidva tvoria v biotite uzavreniny.

Fe, Cr, Ti, B sa v granitoidoch zúčastňujú na stavbe silikátových minerálov alebo kyslíčnikov. Tieto formy výskytu v granitoidoch určujú kyslosť alebo zásaditosť prostredia (Dmitrijev in Lachovič, 1965). Pri väčšom rozsahu kyslíka v magme sa Sn a Fe vyskytujú v kyslíčnikovej forme (kassiterit a magnetit), čo spôsobuje ochudobnenie biotitu o Fe^{+3} . Čím väčšia časť Li, Fe, Nb, Ti a Sn sa viaže v biotite, tým menší je výskyt zodpovedajúcich akcesorických minerálov (amblygonit, spodumen, magnetit, tantaloniobáty, titanit, kassiterit), a preto z hľadiska rudonosnosti pokladáme granit za málo nádejný.

Pri kryštalizácii biotitu v magme je za špecifických podmienok ($t = 700^\circ\text{C}$, $p = 122\text{ MPa}$) možnosť vstupu Li, Fe, Nb a Sn do kryštálovej mriežky obmedzená. V takých prípadoch bude výskyt zodpovedajúcich akcesorických minerálov značný a intrúziu z hľadiska rudonosnosti posudzujeme ako perspektívnu.

Najhodnovernejším príznakom obohatenia intrúzií kovovými prvkami je zvýšený obsah rudných minerálov a kovových prvkov v horninotvorných mineráloch-nositeľoch. Z uvedeného vychodí, že čím je v biotite viac kovového prvku a čím je väčší obsah biotitu v granite, tým menej je zodpovedajúceho rudného minerálu v granite.

Sledovaním obsahu MgO , Na_2O v biotitoch granitoidov osnického komplexu v západnej Volyni v ZSSR (Dudek in Gnativ — Matkovskij, 1958) sa zistilo, že zlúčeniny MgO , CaO a Na_2O charakterizujú vznik granitu. Biotity mohli zachytiť aj časť Mg, Ca, Na z amfibolov, ktoré sa dostali do granitoidnej magmy so xenolitmi pôvodných hornín. Zvýšením obsahu SiO_2 sa v granitoidoch osnického komplexu znižuje obsah SiO_2 , TiO_2 , MgO v biotitoch granitoidov a zároveň vzrastá množstvo Al_2O_3 a $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$. Sledované biotity obsahujú značné množstvo bária pozitívne korelujúce s draslíkom.

Rodney (1978) študoval pleochroizmus biotitov v Mn fylitoch. Zmenu farby od zelenej až po červenú charakterizuje hodnota $\text{Mg/Fe} + \text{Mg} = 0,479 - 0,560$. Táto hodnota vzrastá s intenzitou oxidačného potenciálu. Štúdiom pleochroizmu biotitov vo výbrusoch možno podľa Rodneya odhadnúť oxidačno-redukčný potenciál Mn fylitov a pravdepodobne, že vzťah možno použiť pri štúdiu všetkých biotitických hornín.

Laurent Le Bel (1978) štúdiom biotitu a sericitu z magmatického a hydrotermálneho prostredia v okolí porfýrových medených rúd v oblasti Cerro Verda (Santa Rosa) v Peru poukazuje na to, že obsah Al a Ti v biotitoch, a to magmatických aj hydrotermálnych, koreluje s teplotou kryštalizácie vzniku biotitu a vzťah $\text{Mg/Fe} + \text{Mg}$ posudzuje ako invariantný. Sledovaním rozličných generácií biotitu v magmatickom a hydrotermálnom štádiu dospieva

k záveru, že chemizmus je funkciou teploty.

Podľa Neivu (1976) sa biotity odlišujú podľa obsahu hlavných a stopových prvkov, ktorý sa diferenciáciou granitov postupne mení. Obsah cínu v biotitoch diferencovaných granitov pravdepodobne nezávisí od hodnoty fugacity f (kyslíka) a celkového tlaku, ale od teploty, pričom obsah cínu s poklesom teploty stúpa a mení sa inverzne s podielom titánu v skupine Y teoretického vzorca biotitu v diferenciácii od starších po mladšie granity. Cín pravdepodobne izomorfne substituie niektoré oktaédrové katióny a prítomnosť fluóru ho neovplyvňuje. Vývoj jeho vysokého obsahu v granitoch sa priamo viaže na stupeň albitizácie, čo pravdepodobne naznačuje možnú mineralizáciu. Pri určovaní úlohy cínu v biotitoch vychádza Neiva (1976) aj z poznatkov iných autorov. Hesp (1971) in Neiva (1976) zaznamenal veľkú podobnosť medzi správaním sa Sn a Fe^{+2} , Fe^{+3} a Ti a predpokladá jeho diadochickosť s Ca. Pozitívnu koreláciu medzi Li a Sn v biotitoch potvrdil Barsukov a Durasov (1959) in Neiva (1976). Vysvetľuje koreláciu ako výsledok izomorfneho nahradenia ($\text{Fe}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$) pomocou ($\text{Li}^{+1} + \text{Fe}^{+3}$). Negatívna korelácia sa zistila medzi Sn a Ti (Hesp, 1971, in Neiva, 1976), medzi celkovým Fe a Sn a medzi Fe^{+2} (Fe^{+3} a Sn) (Rattingen, 1964, Hesp, 1971, in Neiva, 1976). Hesp navrhol podľa týchto vzťahov empirickú funkciu a nazval ju cínonosnou kapacitou biotitov:

$$\text{THC} = [(\text{Fe}^{+3} + \text{Li}^{+1})/(\text{Fe}^{+2} + \text{Mg}^{+2})] - [(\text{Ti}^{+4} + \text{Mn}^{+2})/10].$$

Biotity z granitu hnileckého telesa (Spišsko-gemerské rudohorie, ďalej SGR) a Tan-šanu porovnával Cambel, Kamenický, Matula, Pavlov a Ašichmina (1977). V obidvoch prípadoch sa zistilo,

že ide o cínonosné granity s podobnými vlastnosťami. Obidva typy granitov sa vyznačujú zvýšeným obsahom Si, K, F, B a Sn a zníženým obsahom Ca, Mg a Fe. V biotitoch hnileckých granitov je nízky obsah Cr, Ni, Co, V, čo je charakteristické pre palingénne granity. Zároveň sú chudobné na Ba a Sr, čo svedčí o kryštalizácii z kyslých roztokov. O obohatení magmy cínom sa usudzuje podľa izomorfnej prímеси cínu v biotite. Podľa autorov sa v hnileckom telese od nižších horizontov po vyššie zvyšuje obsah Si, F, B a Sn a znižuje obsah Mg, Fe, K a Cr a ostatných prvkov skupiny Fe. Znižovanie obsahu zodpovedajúcich akcesorických minerálov s hĺbkou svedčí o nahromadení rudných a nerudných komponentov v apikálnej časti masívu. Hnilecké granity a granity Tan-šanu sú z hľadiska potenciálnej rudonosnosti podobné.

Granitoidné horniny centrálnych masívov Západných Karpát na základe štúdií chemizmu biotitov porovnávala Ďurkovičová (1966). Zistila, že sa obsah niektorých kyslíčnikov v biotitoch mení v závislosti od obsahu SiO_2 v hornine. Pomer $\text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3}/\text{Mg}^{+2}$ sa v biotitoch mení v závislosti od stupňa diferenciácie magmy. Čím je pomer vyšší, tým je vyšší aj stupeň diferenciácie. Na približnú charakteristiku zloženia biotitov používa index lomu.

Výsledky vyplývajúce zo štúdiá biotitov

Pri spracúvaní výsledkov získaných analýzou biotitov sme využili niekoľko typov variačných diagramov, pomerové koeficienty (tab. 2) a sledovali sme aj závislosti vyplývajúce z obsahu stopových prvkov. Kryštalochemické vzorce biotitov sme získali prepočtom na 7 katiónov skupiny (Z + Y) podľa Bornemana — Starynkeviča (1964; tab. 1).

Tabuľka hodnôt kvantitatívnych analýza prepočtov na kryštalochemické vzorce
Table of quantitative analytical results and crystallochemical calculations

Tab. 1

	AV-2	AV-3	AV-D	LŽ	GGG-13	GGG-14	H	H 900	BETLIAR	POPROČ	
Váhové percentá	SiO ₂	35,23	34,94	36,40	35,24	40,08	34,21	39,48	33,9 ⁻	36,42	34,00
	Al ₂ O ₃	13,63	13,49	14,35	13,05	17,74	15,81	22,28	18,32	16,97	17,72
	Fe ₂ O ₃	2,73	3,86	4,91	3,23	9,57	1,39	4,67	3,02	10,90	2,43
	FeO	15,64	15,78	12,23	20,85	9,97	22,01	13,25	23,98	12,22	26,00
	CaC	0,62	0,85	0,32	1,12	1,50	1,72	0,10	0,38	1,28	1,39
	MgO	12,12	12,37	13,42	6,60	3,57	6,25	0,55	4,33	5,34	3,17
	TiO ₂	4,43	4,06	4,00	3,95	2,46	2,83	1,80	3,03	2,77	2,42
	P ₂ O ₅	0,21	0,13	0,04	0,38	0,22	0,15	0,04	-	-	-
	MnO	0,195	0,204	0,099	0,49	0,28	0,28	0,36	0,13	0,39	0,49
	Na ₂ O	-	0,21	0,57	0,20	0,32	-	0,14	0,08	0,11	0,17
	K ₂ O	-	6,75	8,08	8,10	6,55	-	8,70	8,77	8,03	5,42
	Li ₂ O	-	0,0123	0,003 ⁻	0,1054	0,0489	-	0,5810	0,12	0,06	0,07
	H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105°C	0,22	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-	
p.p.m.	Cu	-	36	20	18	38	-	150	-	-	-
	Pb	-	st	st	st	42	-	st	20	-	-
	Zn	-	145	196	450	375	-	810	500	-	-
	Cd	-	st	st	st	st	-	2	-	-	-
	Mo	-	st	-	st	st	-	st	5	-	-
	W	-	st	-	st	11	-	51	-	-	-
	Cr	-	st	-	51	40	-	st	10	-	-
	V	-	383	-	219	135	-	8	70	-	-
	B	-	st	-	st	20	-	880	-	-	-
	Sn	-	16	15	91	148	-	1700	60	150 ?	29 ?
F %	-	0,19	0,59	0,76	0,26	-	1,94	0,06	-	-	
Z	Si	2,80	2,76	2,82	2,93	3,33	3,21	3,28	2,69	2,98	2,77
	Al ^{IV}	1,20	1,24	1,18	1,07	0,67	0,79	0,72	1,31	1,02	1,23
Y	Al ^{IV}	0,08	0,02	0,13	0,21	1,07	0,03	1,46	0,40	0,62	0,47
	Ti	0,26	0,24	0,23	0,25	0,15	0,20	0,11	0,18	0,17	0,15
	Mn	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,03
	Li	-	0,004	0,0009	0,03	0,02	-	0,19	0,04	0,02	0,02
	Fe ³	0,16	0,23	0,29	0,20	0,60	0,10	0,29	0,18	0,67	0,15
	Fe ²	1,04	1,04	0,79	1,45	0,69	1,73	0,02	1,59	0,84	1,77
	Mg	1,44	1,46	1,55	0,82	0,44	0,87	0,07	0,51	0,65	0,38
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X	Ca	-	0,07	0,03	0,10	0,13	-	0,01	0,03	0,11	0,12
	Na	-	0,09	0,09	0,03	0,03	-	0,02	0,01	0,02	0,03
	K	-	0,68	0,80	0,17	0,35	-	0,92	0,88	0,84	0,56

- neurčovaný obsah

Z výpočet obsahu vo vzťahu THC-Sn regresným odhadom

Variačné diagramy

Heinrichov variačný diagram dáva do pomeru hodnoty MgO, FeO + MnO, Fe₂O₃ + TiO₂ (obr. 1). Úsečky rovnobežné so stranou MgO, Fe₂O₃ + TiO₂ vymedzujú oblasť biotitov plutonických hornín, kde patria všetky analyzované

Sledovaný obsah stopových prvkov (tab. 1) delí biotity podľa intruzívnych komplexov do dvoch skupín. Poukazujú na bázičný charakter betliarskeho granitu.

biotity. Gokhale (1968) in Kabesh (1973) rozdelil diagram priamkou rovnobežnou so stranou FeO + MnO, Fe₂O₃ + TiO₂, podľa ktorej sa rozlišujú biotity z vyvretých a metamorfovano-metasomatických hornín. Biotity gemerických granitov a libereckého granitu, patria do oblasti vyvretých hornín, zatiaľ čo biotity hodrušských granodioritov patria do oblasti hornín metamorfo-metasomatického pôvodu.

Závislosť MgO, Al₂O₃, FeO + Fe₂O₃

Tabuľka hodnôt pomerových koeficientov
Table of ratio coefficient values

Tab. 2

	AV-2	AV-3	AV-D	LZ	GGG-13	H	H900m	Betliar	Poproč	GGG-14
$\frac{Fe^{2+} + Fe^{3+}}{Mg}$	0,83	0,87	0,69	2,01	2,93	17,28	3,47	2,32	5,05	2,10
$\frac{Al}{Fe + Mg}$	0,48	0,46	0,49	0,52	1,01	1,7	0,75	0,76	0,75	0,32
$\frac{Mg}{Fe + Mg} \cdot 100$	55	53	59	33	25	5	22	30	17	32
$\frac{FeO \cdot 100}{FeO + MgO}$	56,34	56,03	47,68	75,96	73,63	96,01	84,71	69,59	89,13	88,61
$\frac{Al_2O_3 + Fe_2O_3}{FeO + MgO + MnO}$	58,52	61,19	74,80	58,27	197,6	190,32	75,04	155,26	67,94	60,27
$\frac{Fe \cdot 100}{Fe + Mg}$	45,50	38,08	41,06	66,80	74,57	94,53	77,63	69,91	83,48	67,75
$\frac{Al \cdot 100}{Al + Mg + Fe + Si}$	19,1	18,7	19,4	19,2	25,6	32,3	25,6	24,2	25,1	12,8
$\frac{Al_{VI}}{Al_{VI} + Fe_{VI}}$	0,4	0,08	0,72	3	-3,24	-5,2	1,29	31	2,04	-0,38
$\frac{Si \cdot 100}{Si + Mg + Fe + Mn + Ti}$	49	48,1	49,6	51,6	63,7	69,8	52,1	55,8	52,8	52,4
$\frac{Na + K}{Al}$	-	0,61	0,70	0,16	0,22	0,43	0,52	0,52	0,35	-
$\frac{Fe^{3+}}{Fe^{2+}}$	0,15	0,22	0,37	0,14	0,87	0,32	0,11	0,80	0,08	1,99
$\frac{Li}{Mg}$	-	0,003	0,0005	0,04	0,05	2,71	0,08	0,03	0,05	-

vyjadruje trojuholníkový Nockoldsov variačný diagram (in Kabesh, 1973; obr. 2). Rovnobežky so stranou MgO , $FeO + Fe_2O_3$ určujú oblasť biotitov plutonických hornín, do ktorej patria všetky vzorky s výnimkou biotitov vzorky H a GGG-13, pri ktorých aj po separácii pripúšťame malé znečistenie ovplyvňujúce ich postavenie v diagrame. Podobne ako v predchádzajúcom diagrame podľa úsečky, ktorú navrhol Gokhale (1968), dostávame oblasť biotitov vyvretých hornín (gemerických a libereckých) a oblasť biotitov z hornín vzniknutých metamorfo-metasomatickými procesmi, kde patria biotity hodrušských granodioritov—dioritov.

V Nockoldsovom diagrame sa biotity členia do troch zón (obr. 3):

1. biotity koexistujúce s muskovitom, topásom atď.,

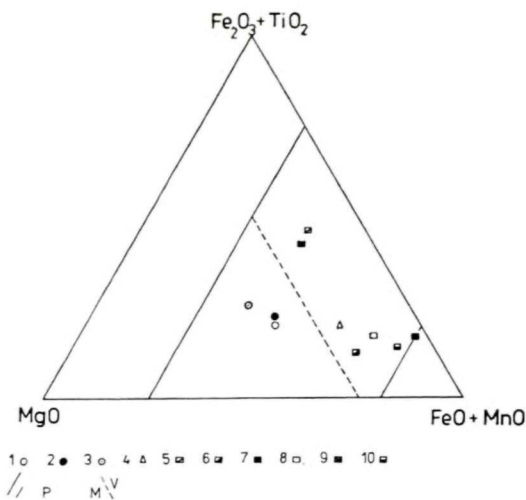
2. biotity nevznikajúce súčasne s inými tmavými minerálmi,

3. biotity vznikajúce súčasne s amfibolom, pyroxénom a olivínom.

Väčšina biotitov, ktoré sme analyzovali, patrí do 2. oblasti, len biotity z pegmatitoidu H spolu s biotitom vzorky GGG-13 a Betliar sú v oblasti biotitov koexistujúcich s muskovitom.

Zaradiť biotity do rozličných typov granitoidov umožňujú diagramy na obr. 4 a 5.

Diagram A. E. J. Engela a C. G. Engela (Kabesh, 1973) predstavuje závislosť MgO , $Fe_2O_3 + TiO_2$ a $FeO + MnO$ (obr. 4). Biotity granitov zo Zlatej Idky, Hnilca a Poproča charakterizuje prechod do pegmatitoidného granitu, pričom najkyslejšou varietou je popročský granit. Spomenuté granity sú kyslejšie ako liberecký granit. Biotity betliarskeho granitu majú podľa diagramu najbázickejší charakter. Obidve betliarske vzorky patria až do oblasti dioritov. Variačný diagram klasi-

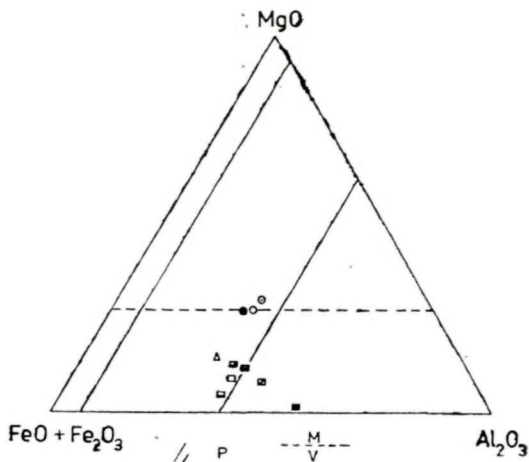


Obr. 1. Heinrichov variačný diagram

P — oblasť plutonických hornín (Heinrich, 1946), M — oblasť metamorfo-metasomatických hornín, V — oblasť vyvretých hornín, 1 — AV-2, 2 — AV-3, 3 — AV-D, 4 — LZ, 5 — GGG-13, 6 — GGG-14, 7 — H, 8 — H 900 m, 9 — Betliar, 10 — Poproč

Fig. 1. Heinrich's (1946) variation plot

P — area of plutonic rocks, M — area of metamorphic to metasomatic rocks, V — area of igneous rocks. Sample notation: 1 — AV-2, 2 — AV-3, 3 — AV-D, 4 — LZ, 5 — GGG-13, 6 — GGG-14, 7 — H, 8 — H 900 m, 9 — Betliar, 10 — Poproč

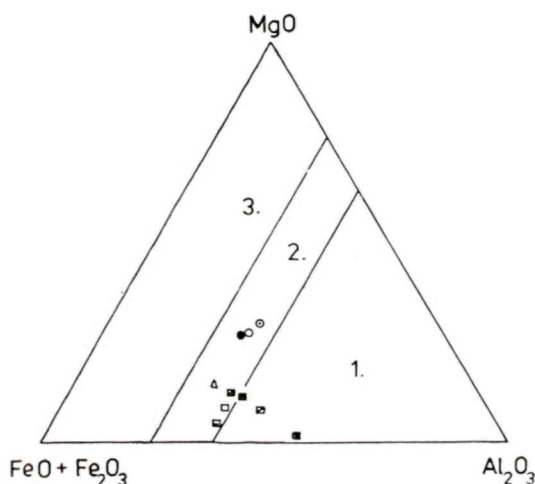


Obr. 2. Nockoldsov variačný diagram

P — oblasť plutonických hornín (Nockolds, 1947), M — oblasť metamorfo-metasomatických hornín, V — oblasť vyvretých hornín (Gokhale, 1968)

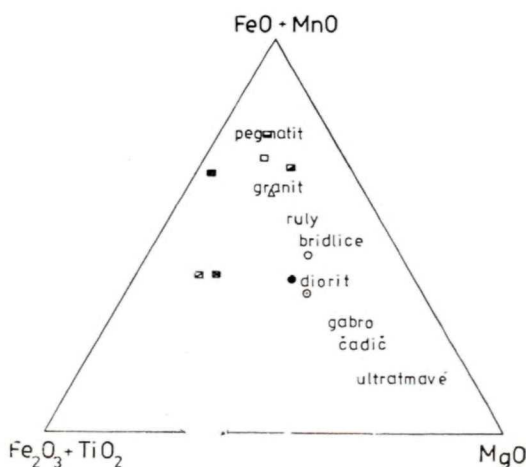
Fig. 2. Nockold's (1946) triangle

P — area of plutonites, M — area of metamorphites, V — area of igneous rocks (Gokhale 1968)



Obr. 3. Nockoldsov variačný diagram (1947)

Fig. 3. Nockold's (1947) variation plot



Obr. 4. Diagram A. E. J. Engela a C. G. Engela (1960)

Fig. 4. Engel — Engel's (1960) variation plot

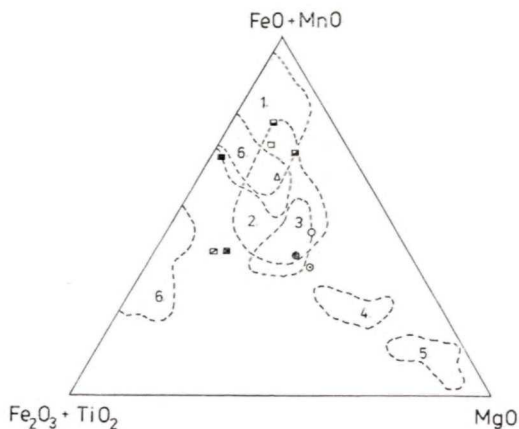
fikuje granity SGR v dvoch výrazne odlišných skupinách, a tak upozorňuje na genetickú alebo vekovú heterogenosť granitov, ktorú treba komplexne riešiť. Zaujímavé je postavenie biotitov hodrušských granodioritov až dioritov. Do dioritovej oblasti patria vzorky AV-3 a AV-D (biotiticko-amfibolický granodiorit až diorit a andezit). Ide teda o hlbinnú horninu a jej výlevný ekvivalent, čo sa dioritovou oblasťou v diagrame potvrdilo. Engel (1960) a Engel (1960) vymedzili v diagrame oblasť rúl a bridlic, ktorú v našom prípade možno pokladať za oblasť granodioritov. Do nej patria biotity zo vzorky AV-2, ktorá sa ako granodiorit hodnotí aj petrograficky.

Výsledky vyplývajúce z diferenciácie biotitov vo variačnom diagrame, ktorý navrhol Engel (1960) a Engel (1960), možno stotožniť s výsledkami variačného diagramu MgO , $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$, $\text{FeO} + \text{MnO}$ (Heinrich in Ďurkovičová, 1966; obr. 5).

Ďalšie variačné diagramy zostrojili vynášaním hodnôt získaných prepočtom z kyslíčnikov na kationy.

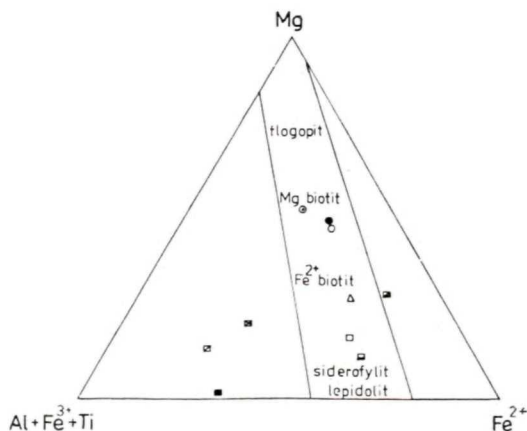
Podľa diagramu $\text{Al}^{\text{VI}} + \text{Fe}^{+3} + \text{Ti}$, Fe^{+2} , Mg^{+2} (Foster, 1960, in Kabesh — Refaat, 1973; obr. 6) medzi Mg biotity patria biotity hodrušských granodioritov a andezitu, medzi Fe^{+2} — biotity zasa biotity libereckého a zlatoidskeho granitu. Biotity z hnileckého granitu z hĺbky 900 m a biotity z popročského granitu sa blížia k oblasti siderofylitu a lepidolitu. Biotity betliarskeho granitu inklinujú k siderofylitu. Biotity hnileckého pegmatitoidu patria do oblastí vymedzenej pre lepidolit — sľudu indikujúcu greizenizačné procesy aj výskyt pegmatitov.

Variačný diagram $\text{Ti} - \text{Al}^{\text{VI}} - \text{Fe}^{+3}$ Albuquerquea (1973) in Neiva (1976; obr. 7) vymedzuje tri základné oblasti: oblasť biotitov koexistujúcich s amfibolom. Sem patria vzorky AV-3, AV-D



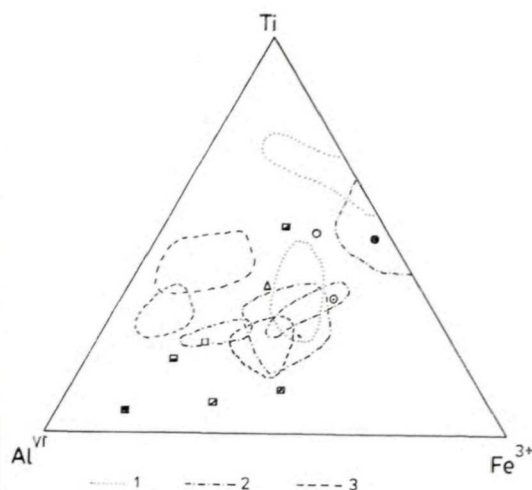
Obr. 5. Heinrichov variačný diagram (1946)
1 — biotity z granitových pegmatitov, 2 — biotity z granitov, kremitých monzonitov a granodioritov, 3 — biotity z tonalitov, 4 — biotity z gabrier, 5 — biotity z peridotitov a ultrabázických hornín, 6 — biotity zo syenitových pegmatitov

Fig. 5. Heinrich's (1946) variation plot
1 — biotite from granite pegmatite, 2 — biotite from granite, quartz monzonite and granodiorite, 3 — biotite from tonalite, 4 — biotite from gabbro, 5 — biotite from peridotite and ultrabasic rocks, 6 — biotite from syenite and syenite pegmatite



Obr. 6. Fosterovej variačný diagram (1960)
Fig. 6. Foster's variation plot (1960)

a H 900 m. Druhú oblasť autor určil pre biotity koexistujúce s pyroxénom a trefou oblasťou klasifikoval biotity



Obr. 7. Albuquerqueov variačný diagram (1973)
1 — biotity koexistujúce s pyroxénom, 2 — biotity koexistujúce s amfibolom, 3 — biotity nekoexistujúce s inými Fe—Mg minerálmi alebo koexistujúce s muskovitom alebo aluminosilikátmi

Fig. 7. Albuquerque's (1973) variation plot
1 — biotite coexisting with pyroxene, 2 — biotite coexisting with amphibole, 3 — biotite not coexisting with other mafic minerals or coexisting with muscovite or aluminosilicates

koexistujúce s muskovitom alebo inými aluminosilikátmi, pričom biotity nevznikajú súčasne s inými Fe—Mg minerálmi. Do posledných dvoch skupín sme jednoznačne nezaradili ani jednu vzorku. Diagram dáva málo spoľahlivé výsledky, pretože sa jednotlivé polia veľmi prekrývajú.

Vo variačnom diagrame Fe^{+3} — Fe^{+2} — Mg Wones a Eugster (1965) in Neiva (1976; obr. 8) zostrojili krivky odhadujúce rýchlosť tuhnutia magmy za predpokladu konštantného tlaku. Väčšina našich vzoriek patrí do blízkosti $\text{Ni} - \text{NiO}$ a $\text{Fe}_2\text{SiO}_4 - \text{Fe}_3\text{O}_4$, o ktorej Wones hovorí, že je to oblasť pomalého tuhnutia granitoidnej magmy, teda hlbinných hornín. Krivka $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ je zasa odvodená od podmienok v biotitoch rýchlo tuhnucej magmy. Sem patrí vzorka AV-D (andezit) a biotity porfyrických betliarskych granitov. Vzorka

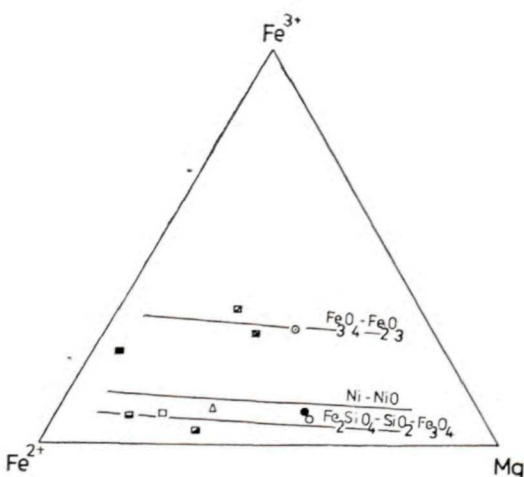
H z pegmatitoidu má osobitné postavenie a inklináciu ku krivke $\text{Fe}_3\text{O}_4 - \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Osobitné postavenie betliarskych biotitov s klasifikáciou rýchleho stuhnutia granitoidnej magmy podľa variačného diagramu opäť upozorňuje na komplexnosť riešenia vekových a genetických otázok granitov SGR.

Aj množstvo magnetitu vo vzorkách, ktoré sme sledovali pri ručnej separácii magnetom, hlavne vo vzorkách v hodrušskej oblasti, poukazuje na hĺbku tuhnutia granitoidnej magmy (Lachovič, 1965) a potvrdzuje fakty zistené z Wonesovho variačného diagramu. Magnetit sa vyskytoval vo veľkej miere vo vzorkách AV-2, AV-3 (granodiorit, granodiorit až diorit), ktoré sú charakteristické pomalým tuhnutím. Vo vzorke AV-D (andezit) sa už magnetit vyskytuje v oveľa menšom množstve.

Charakteristika biotitov pomerovými koeficientmi

Vlastnosti a pôvod biotitov dobre vystihujú pomerové koeficienty, ktoré uvádza tab. 2.



Obr. 8. Wonesov a Eugsterov variačný diagram (1965)

Fig. 8. Wones — Eugster's (1965) variation plot

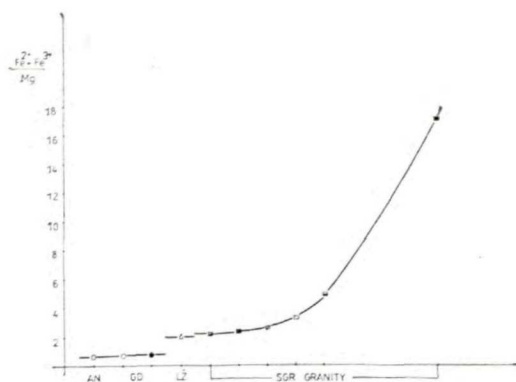
Pomer $\text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3}/\text{Mg}$ je až trojnásobne vyšší pri biotitoch gemerických granitov a libereckého granitu ako pri biotitoch hodrušských granodioritov. Všeobecne platí, že sa pomer $\Sigma \text{Fe}/\text{Mg}$ zvyšuje so stupňom diferenciácie magmatického zdroja (Ďurkovičová, 1966). Gemerické granity a liberecký granit sú teda kyslými magmatickými diferenciátmi, zatiaľ čo hodrušské granodiority patria medzi bázeckejšie diferenciáty.

Závislosť stupňa diferenciácie v sledovaných vzorkách znázorňuje obr. 9. Vzorky sú zoradené podľa stúpajúceho koeficienta $\text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3}/\text{Mg}$ s konštantným krokom vo vodorovnej osi po popročský biotit. Horizontálna súradnica vzorky H je vypočítaná z rovnice paraboly určenej z biotitov ostatných granitov SGR. Grafické znázornenie trendu diferenciácie sa skladá z troch častí. V mierne stúpajúcom trende sú vzorky hodrušských biotitov. Diferenciácia hodrušských hornín nie je podľa grafu preukázaná. Osobitné postavenie má biotit libereckého granitu, charakterizujúci nediferencovaný granit. Veľmi zaujímavá je oblasť granitov SGR, kde je diferenciácia vyjadrená parabo-

lickou závislosťou. Zlatoidske a betliarske granity pravdepodobne nie sú produktom vyššej diferenciácie. Biotity týchto hornín sú z hľadiska koeficienta $\text{Fe}^{+2} + \text{Fe}^{+3}/\text{Mg}$ v identických podmienkach vzniku. Hnilecké a popročské granity sú produktom vyššej diferenciácie granitovej magmy ako zlatoidske a betliarske.

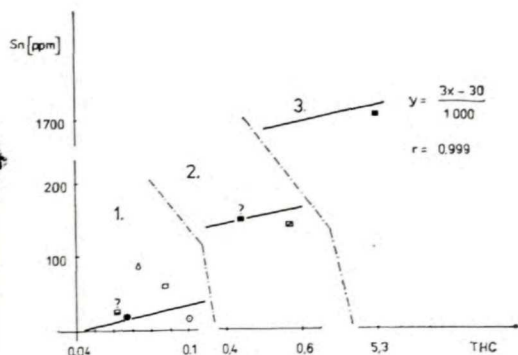
Granitoidy sme z hľadiska cínonosnej kapacity (Hesp, 1971, in Neiva, 1976) na základe vzoriek biotitov zaradili do troch oblastí (obr. 10).

Do 1. oblasti patria vzorky granodioritu a andezitu z Hodruše. Je zaujímavé, že sem patria aj biotity popročského (premenná obsahu Sn pre popročské biotity a biotity betliarskeho granitu — Betliar je určená regresným odhadom) a hnileckého granitu (H 900). V apikálnych častiach hnileckého masívu sa však dnes overuje Sn mineralizácia s priemyselným významom. Biotity v hĺbke granitu (900 m) neindikujú potenciálnu rudonosnosť granitu na Sn a ani nepoukazujú na vysokú diferenciáciu (obr. 9) granitoidnej magmy, ktorá je prítomnosťou pegmatitoidu (vzorka H) v exokontakte telesa dokázaná. Z toho vychodí, že vzorka H 900 m je odobratá z geneticky a vekove odlišného granitu existujúceho v podloží cínonosného granitu ako vzorka H. Štúdiom biotitov sme betliarsky granit charakterizovali ako najbázeckejšiu varietu granitov SGR a zároveň ho podľa vzťahu THC hodnotíme v druhej skupine z hľadiska možného výskytu Sn—W mineralizácie ako nádejný. V 3. oblasti je vzorka z pegmatitoidu Hnilca, kde sa spolu vyskytuje kassiterit s biotitom. Tretia oblasť je vyjadrením najkrajnejšej genetickej podmienky súčasného výskytu týchto dvoch minerálov. Lineárna regresia korelačného poľa (závislosť THC od (Sn) s vypočítaným poradovým korelačným koeficientom $r = 0,999$ pouka-



Obr. 9. Variačný diagram diferenciácie granitoidných hornín

Fig. 9. Differentiation plot of granitoid parent rocks



Obr. 10. Závislosť obsahu Sn od hodnoty THC
 1. stupeň — oblasť neperspektívna na potenciálnu rudonosnosť Sn. 2. stupeň — oblasť významná z hľadiska potenciálnej rudonosnosti Sn. 3. stupeň — oblasť veľmi významná z hľadiska potenciálnej rudonosnosti Sn
Fig. 10. Correlation between tin holding capacity (THC) and tin content of biotite
 1st degree — area with no perspectives for tin, 2nd degree — significant area for potential tin mineralization, 3rd degree — very significant area

zuje na veľmi vysokú závislosť obidvoch premenných.

Rozdelenie korelačného poľa do troch skupín vyplynulo z prirodzenej dislokácie vzoriek okolo lineárnej regresie závislosti THC od Sn.

Železitosť biotitov vyjadruje vzťah $f = \text{Fe}0.100/\text{FeO} + \text{MgO}$ (Nagajcev, 1973; tab. 2) a $\Sigma\text{Fe}/\Sigma\text{Fe} + \text{Mg}$) Rub et al., 1977). Obidva koeficienty jasne odlišujú gemerické granity a hodrušské granodiority a potvrdzujú klasifikáciu biotitov podľa trojuholníkového diagramu Fostera (1960).

Koeficient $al = [(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{FeO}_3)/(\text{FeO} + \text{MnO})] \cdot 100$ (Kovalenko, 1976) neumožňuje skúmané biotity rozlíšiť, čo pravdepodobne spôsobuje samotná stavba vzťahu, do ktorého vstupuje viac premenných, a tak sa ich vplyv na konečný výsledok prekrýva.

Výrazne možno rozlíšiť biotity gemerických granitov a hodrušských gra-

nodioritov pomocou koeficienta horečnatosti $h = \text{Mg} \cdot 100 / \text{Mg} + \text{Fe}$ (Ford, 1978). Koeficient potvrdzuje výsledky diagramu Fosterovej o horečnatej povahe hodrušských biotitov. Sledovaním koeficienta v širšej oblasti granitoidných hornín v blízkosti Cu porfýrových rúd Papuy (Nová Guinea) Ford (1978) zistil, že smerom k zrudneniu sa jeho hodnota zvyšuje. Porovnaním výsledkov koeficienta biotitov hodrušských granodioritov s koeficientmi Forda možno konštatovať, že jeho hodnoty, pohybujúce sa od 59 do 74 ‰, sú našim hodnotám blízke, čo naznačuje širšiu oblasť výskytu Cu porfýrových rúd v granitoidoch Hodruše.

Súčasný prieskum v hodrušskom intruzívnom komplexe potvrdil výskyt Cu porfýrových rúd (Konečný, 1970, Rozložník, Šalát, 1979).

Na odlišnosť gemerických a hodrušských biotitov upozorňuje aj vzťah Li/Mg Rub et al., 1977). Ostatné vzťahy, ktoré autorka navrhuje v tab. 2, posudzujeme z hľadiska klasifikácie biotitov ako invariantné, a preto ich nedokumentujeme.

Diferenciácia biotitov vyplývajúca z obsahu niektorých stopových prvkov

Ďalej uvádzame závislosti vyplývajúce z obsahu stopových prvkov v biotitoch (tab. 1).

Lachovič (1965) upozorňuje na to, že sa zvyšovaním obsahu Zn v biotite znižuje obsah biotitu v hornine. Takáto závislosť platí aj v našich vzorkách. Biotit v granitoidoch z metasomaticky zmenených oblastí obsahuje menej Zn,

Pre malý počet vzoriek pokladáme výsledky na obr. 9 a 10 za informatívne. Z hľadiska možného výskytu Cu-porfýrových rúd považujeme za potrebné sledovať koeficient horečnatosti (Ford, 1976) v hodruško-štiavnickom intruzívnom komplexe.

čo naznačuje jeho vynášanie z roztoku v hydrotermálnej fáze. Biotity hodrušských granitoidov majú v porovnaní s biotitmi granitov SGR polovičný obsah Zn, a preto sú z hľadiska potenciálnej rudonosnosti nádejné na Zn.

Volfrám má tendenciu obohacovať neskoré diferenciáty magmy. Zvýšenie od strednej hodnoty je pozorovateľné vo vzorkách GGG-13 a H.

Chróm sa viaže na prvé štádium kryštalizácie, preto aj jeho najvyššie koncentrácie sú v biotitoch dioritov a granodioritov a vo vzorke GGG-13 (49 ppm), čo poukazuje na bázejšie charakter betliarskeho granitu.

Meď je vnášaná do biotitu v procese hydrotermálnej fázy vývoja horniny. Jej priemerný obsah je 52 ppm. Trikrát vyšší obsah má vzorka H, čo signalizuje inklúzie samostatných Cu minerálov v biotite.

Biotity z hlbinných hornín obsahujú väčšie množstvo F ako biotity hornín, ktoré vznikali v menšej hĺbke (Lachovič, 1965). Obsah F v hodrušských granodioritoch je 1900 ppm, zatiaľ čo biotity gemerických granitov majú obsah od 5900—19 400 ppm. Fluór je produktom hydrotermálnych fáz kyslých diferenciátov magmy, teda jeho vyšší obsah v granitoch je logický. Vysoký obsah F v biotite vzorky H spôsobili inklúzie fluoritu.

Z hľadiska koncentrácie Sn je z horninotvorných minerálov biotit najdôležitejší. Obsahuje 80—90 % celkového obsahu Sn v hornine (Lachovič, 1965). Obsah Sn však zvyčajne závisí od petrografického charakteru horniny, ako to potvrdil Seryj (1966). V granodioritoch je jeho obsah minimálny, v leukokratných granitoch maximálny. V procese diferenciácie sa zvyčajne nahromadil Sn v biotite granitov posledných fáz alebo v pegmatitoch. V počiatočných produktoch diferenciácie sa hromadil v titanite a v amfibole. Mus-

kovitizáciou a greizenizáciou biotitických granitov sa znížil jeho obsah, pričom Sn prešla do samostatného minerálu — kassiteritu. Preto vo vzácnych prípadoch výskytu biotitu v greizenizovaných horninách je obsah cín v biotite vysoký. V našich analýzach je nižší obsah cín v hodrušských granodioritoch (16 ppm), liberecký granit obsahuje 91 ppm, vyššia je hodnota vo vzorkách Betliar a H-900 m (100 ppm) a najvyšší obsah je vo vzorke H (1700 ppm), čo spôsobujú inklúzie kassiteritu v biotite.

Najvyššie hodnoty Li (tab. 1) sú vo vzorke H (5810 ppm) a v libereckých biotitoch (1054 ppm). Biotity granitov Zlatej Idky obsahujú 485 ppm Li a biotity hodrušských granodioritov 123 ppm. Veľmi nízky obsah Li majú biotity vzorky AV-D (37 ppm). Obsah Li závisí od petrochemického zloženia granitoidnej horniny. Najnižšie hodnoty dosahuje v dioritoch a granodioritoch, najvyššie v leukokratných granitoch, pričom je obrátená závislosť medzi obsahom Li v biotite a obsahom biotitu v hornine. Biotity zmenených granitoidov v porovnaní s nezmenenými obsahujú viac Li. Potvrdzujú to aj naše výsledky.

Obsah Mo v biotite (tab. 1) je malý 3—19 % celkového obsahu v hornine. Asi 60—90 % Mo sa viaže na živec, a to plagioklas a K-živec v pomere 1 : 1. Naše hodnoty to potvrdzujú. Vo všetkých vzorkách okrem H 900 m — 5 ppm sú len stopy Mo.

Hlavným nositeľom V v hornine (tab. 1) je biotit. Jeho koncentrácia závisí od fáz tuhnutia. Koncentruje sa vo väčšej miere v bázejšiejších varietách a jeho obsah smerom ku kyslým klesá (Ostafijčuk, 1964, in Lachovič, 1965). Potvrdzujú to aj naše analýzy. Betliarsky granit sa obsahom V v biotitoch zaraďuje medzi bázejšie granity.

Bór do mriežky biotitu izomorfne vstupuje veľmi ťažko. Prevažná časť sa

viaže v mechanickej prímеси v podobe B minerálov. Vysoký obsah bóru vo vzorke GGG-13 spôsobilo znečistenie vzorky turmalinom.

Na základe obsahu olova v biotitoch veľmi ťažko hodnotiť granitoidy z hľadiska potenciálnej rudonosti na ten prvok. Doterajšie poznatky zhrnuté v práci Lachoviča (1965) sú protirečivé. V našich vzorkách je vyšší obsah Pb v biotitoch granitov.

Len komplexným výskumom zameraným na vekové, diferenciačné, genetické a potenciálne problémy granitov SGR, podložené oveľa väčším množstvom spracovaného materiálu, spoľahlivejšie odpovieme na otázky vyplývajúce zo štúdia biotitov, preto výsledky zobrazené na obr. 9 a 10 pokladáme za informačné, naznačujúce iba istý smer v diferenciácii a cínosnej kapacite granitoidov.

V závere ďakujeme prof. L. Rozložníkovi a RNDr. I. Matulovi za poskytnutý vzorkový materiál a Ing. K. Jakabskej za separáciu vzoriek v ťažkých kvapalinách. Za petrografické hodnotenie výbrusov vzoriek ďakujeme p. g. J. Hodermarskému a RNDr. M. Fabianovi, za cenné pripomienky RNDr. P. Greculovi, CSc.

Recenzoval J. Kamenický

LITERATÚRA

- Borneman-Starynkevič, I. D. 1964: Rukovodstvo po rascotu formul mineralov. *Moskva, Nauka*.
- Cambel, B. — Kamenický, L. — Matula, I. — Rub, M. G. — Pavlov, V. A. — Ašichmina, N. A. 1977: Srovnání geologo-petrografická charakteristika olovonosných granitů Slovákii i některých regionů SSSR. *Moskva, Nauka*.
- Đurkovičová, J. 1966: Mineralogicko-geochemický výskum biotitů a granitoidných hornin Západných Karpát. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 39.
- Ford, J. H. 1978: A chemical study of alteration at the Pangau porphyry copper deposit. *Bougainville, Papua, New Guinea*, pp. 703—720.
- Gnativ, G. M. — Matkovskij, O. J. 1958: O biotitoch granitoidů Západoj Volyni. *Mineral. Sbor. (Lvov)*, 12, s. 332—350.
- Guillot, P. L. 1979: Les micas dans les roches „paraderivées“ d'origine graywackeuse de la série métamorphique du Bas-Limousin, Massif central, France. *Bull. Mineral.*, pp. 42—47.
- Kabesh, M. L. — Refaat, A. M. 1973: The significance of biotites as a guide to the petrogenesis of the granitic rocks of Umm Naggat stock, Eastern desert, Egypt. *Geol. Jb.*, 3, pp. 55—67.
- Konečný, V. 1970: Vývoj neogénneho vulkanického komplexu štíavnického ostrova. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 51, s. 5—46.
- Kovalenko, N. G. — Kovalenko, A. K. 1976: Biotit iz železitokremičeských porod Konsko-Belozerskej zony. *Mineral. Sbor. (Lvov)*.
- Le Bel, L. 1979: Micas magmatiques et hydrothermaux dans l'environnement du porphyre cuprifère de Cerro Verde-Santa Rosa, Pérou. *Bull. Mineral.* s. 35—41.
- Lachovič, V. V. 1965: O závislosti soederžanij mineralov v granitoidoch ot sostava biotita. *Akad. nauk SSSR, Geologia i geofizika*, 8, s. 105—115.
- Nagajcev, J. V. 1973: O vlijanii davljenja i temperatury na sostav granata i biotita metamorfičeských porod. *Moskva, Nauka*.
- Neiva, A. M. R. 1976: The geochemistry of biotites from granites of northern Portugal with special reference to their tin content. *Mineralogical magazine*, 40, pp. 453—466.
- Peikert, E. W. 1963: Biotite variation as a guide to petrogenesis of granitic rocks in the Pre-Cambrian of northeastern Alberta. *Petrology*, 4, part 3, pp. 432—459.
- Rodney, H. G. 1978: Manganiferous schists and their origin Hidaku Mountains, Hokkaido, Japan. *Contr. Mineral. Petrology*, pp. 23—25.
- Rozložník, L. — Šalát, J. 1979: Chemizmus hodrušského intruzívneho komplexu z hľadiska metalogenézy. *Sympóziom o petrogenéze a geochemii geologických procesov. Bratislava, SAV*.
- Rub, M. G. — Pavlov, V. A. — Cambel, B. — Veselskij, J. 1977: Tipomorfnyje osobennosti slud i akcesorných mineralov gemitidnych granitov Slovákii. *Geol. zbor. Slov. akad. vied*, s. 193—352.
- Tauson, L. V. — Kozlov, V. D. — Cambel, B. — Kamenický, L. 1977: Geochemija i voprosy rudonosti olovonosných gemitidnych granitov Slovákii. *Geol. zbor. Slov. akad. vied*, 28, s. 193—352.

Chemical composition of biotite from the Hodruša granodiorite and the Gemeric granite

MARTIN RADVANEČ — DANICA RADVANCOVÁ

Biotite from two samples of granodiorite to diorite composition and from a sample of andesite all taken at the Hodruša intrusive complex (Middle Slovakia) besides six samples of biotite from granite mother rock varieties from the Gemeric intrusive have been analysed with the aim to compare chemical compositions. For the sake of comparison, a biotite sample from the Liberec granite (Bohemian massif) has been analyzed as well. Both Slovakian regions represent metallogenetically important areas of the Western Carpathians.

Results are plotted in several diagrams. According to the Nockold's (1947) triangle, biotite from Hodruša originated under, or suffered, metamorphic to metasomatic alterations. Similar results yields the diagrammatic plot according to Heindrich (1946).

In the Nockold's (1947) variation plot, biotite from Hnilec and Poproč granite bodies (Gemic unit) appears in coexistence with muscovite. Other biotite samples did not originate with further mafic minerals. In the diagrammatic plot according to Engel — Engel (1960), biotite in the Gemeric granite is confined to pegmatitoid (Hnilec and Poproč bodies) or slightly basic (Betliar body) parent rock. Similar affinity appears in the Heindrich's (1946) diagrammatic plot.

In the Foster's (1966) diagramme, Mg-biotite is concerned for samples from the Hodruša complex whereas Fe-biotite is present in Gemeric and Liberec granite samples.

A tendency towards siderophyllite and lepidolite composition characterizes the biotite from Hnilec pegmatite but also from the Poproč granite body. Proportional coefficients introduced in tab. 2 complement the variation plots and allow to distinguish biotite samples of both regions. The meaning of some ratios is however unknown.

The differentiation plot of mother granitoid rocks is presented in fig. 9. A slight positive correlation between granite magma differentiation and biotite composition appears for samples of the Hodruša complex but the relation is parabolic one for samples of the Gemeric unit.

The correlation between tin capacity and tin content of biotite (fig. 10) allows to divide all biotite samples into three groups reflecting different ore-bearing potentials of the mother rock (insignificant, significant, very significant). Due to the low amount of samples indicated, results are but provisional.

The Hodruša intrusive complex appears as potential source for porphyry copper mineralization according to the Ford's (1976) Mg-coefficient of biotite.

According to trace element contents, investigated biotite samples fall into two distinct groups (tab. 1). The basic nature of the Betliar granite (Gemic unit) is clearly indicated.

Preložil I. Varga