

Mineralia slov.
15 (1983), 5, 437—447

Bázické intruzívne horniny v oblasti Rochovce — Chyžné a ich niklonosnosť

MIROSLAV IVANOV

Geologický ústav D. Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

(4 obr. a 6 tab. v texte)

(Doručené 6. 11. 1982)

Основные интрузивные породы в районе Роховце-Хижне и вопросы связанные с никелевой минерализацией

На основании петрографическо-минералогическо-геохимическим изучением основных интрузивных пород в районе Роховце-Хижне было установлено, что основные породы северо-восточнее Хижного представляют дайки основной интрузии обогащенных никелем. При сравнении этих пород с амфиболическими габро-горнблендитами скважины КВ-3 (Роховце) подтверждают их генетическую аналогию. Оба основные гипобазисальные тела предполагаемые в этом районе автор считает перспективными возможного никель-кобальтового оруденения.

Basic nickeliferous intrusive rocks in the Rochovce — Chyžné area (Slovak Ore Mts., Eastern Slovakia)

Detailed mineralogical, petrographic and geochemical studies of basic rocks in the Rochovce — Chyžné area revealed that the outcrops north-easternly from Chyžné village represent dykes of a deeper nickeliferous intrusion. Comparison of these rocks with the amphibole gabbro to hornblendite from the KV-3 drill-hole near Rochovce points to a common genesis. Both presumed basic hypoabyssal bodies are perspective for nickel and cobalt ore mineralization.

V oblasti Rochovce — Chyžné (Slovenské rudohorie) vystupuje medzi biotiticko-chloritickými fylitmi typu Hladomorná dolina skupina menších niekoľko m mocných východov intruzívnych bázických hornín.

Prvé výskyty týchto bázik zmapoval a opísal M. Mišík (1953) v oblasti Homôľky

a Skalky a pokladá ich za žilné horniny gabrodioritového zloženia. Ďalších päť zistil pri mapovacích prácach L. Kamenický (1959) a I. Lehotský (1962) a v rokoch 1979—1980 ich M. Ivanov doplnil o ďalšie tri lokality. Dovedna je doteraz odtiaľ známych 10 východov bázických intruzív.

Po zistení Ni-Co(Cu) zrudnenia likvačno-magmatického charakteru v amfibolických gabrách vo vrte KV-3 pri Rochovciach (Ivanov, 1979a) a po zhodnotení zrudnenia M. Ivanov (1981) vyslovil predpoklad, že spomenuté východy bázičských hornín by mohli byť dajkami hlbšej bázičkej materskej intrúzie s podobnými predpokladmi vzniku Ni-Co(Cu) zrudnenia likvačno-magmatického charakteru ako v amfibolických gabrách-hornblenditoch vo vrte KV-3 (Rochovce). Tieto dajky by podľa neho mohli slúžiť ako vyhľadávacie kritérium na skryté Ni-Co zrudnenie v tejto oblasti. Vypracoval projekt (Ivanov, 1976b), v ktorom v oblasti Rochovce — Chyžné vymedzil dve oblasti perspektívne na tento typ zrudnenia.

Výskyty spomenutých bázič zobrazuje mapka (obr. 1; označenie I—X'; geológia na mapke je z práce Mišika, 1953 a Klinca — Lehotského, 1962, a má slúžiť iba na rámcovú orientáciu a zachytenie situácie vymedzených perspektívnych rajónov).

Medzi bázičskými horninami územia možno rozlíšiť tri petrografické typy: a) amfibolické gabrodiority, b) usmernené amfibolicko-biotitické gabrodiority, c) amfibolické gabrá až hornblendity.

Amfibolické gabrodiority

Patria do najrozšírenejšieho typu hornín. Vystupujú vo výskyte I, II, III, VII, VIII, IX, X. Väčšinou ich možno študovať len z obliakového materiálu (in situ), ale na výskyte II (Skalka) sa dá zistiť aj ich mocnosť (8 m) podobne ako na výskyte X (5 m). Vystupujú vždy medzi fylitmi — svormi typu Hladomornej doliny.

Ich styk s okolnými horninami je ostrý. Tieto bázičké žilné horniny zrejme sledujú tektonické línie prevažne smeru V—Z s úklonom na J.

Amfibolické gabrodiority sú makroskopicky celistvé strednozrnné sivozelené horniny s iba minimálnym sekundárnym usmernením horninotvorných minerálov. Vyznačujú sa rovnomerným kryštalizačným rázom. Pomer tmavých a svetlých súčiastok sa najčastejšie blíži hodnote 60 : 40.

Štruktúra hornín je hypidiomorfne zrnitá. Z tmavých súčiastok dominuje obyčajný amfibol. V strede jednotlivých minerálov si spravidla zachováva silný (pôvodný) pleochroizmus, ktorý sa smerom k okrajom stráca. Podlieha sekundárnym premenám — aktinolitizácii, chloritizácii, miestami biotitizácii. Tieto premeny pokla-

Obr. 1. Prognóza a situačná mapa areálov s predpokladanými Ni-Co nosnými bázičskými magmatickými intrúziami v oblasti Rochovce — Chyžné. Zostavil M. Ivanov (1982). 1 — migmatit s porfýroblastmi živcov, 2 — biotitický granodiorit — veporský typ, 3 — biotiticko-chloritický fylit typu Hladomorná dolina, devón, 4 — telieska — dajky amfibolického gabrodioritu až gabra, karbón, 5 — polymiktný zlepenec, karbón, 6 — tmavá grafitická bridlica, karbón, 7 — svetlý konglomerát až kremenec — spodný karbón, 8 — svetlý sericitický fylit až arkóza, spodný karbón, 9 — kvartérne uloženiny, 10 — schematické ohraničenie telies amfibolického gabra s Ni-Co zrudnením, 11 — označenie navrhovaných vrtov: Ni-1 až Ni-15, 12 — tektonické a zlomové línie

Fig. 1. Prognostic map and location of basic intrusions with the presumed nickel-cobalt mineralization in the Rochovce — Chyžné area. Designed by M. Ivanov (1982). 1. migmatite with feldspar porphyroblasts, 2 — biotite granodiorite of the Vepor type, 3 — biotite-chlorite phyllite of the Hladomorná dolina group, Devonian, 4 — bodies and dykes of amphibole gabbrodiorite to gabbro, Carboniferous, 5 — polymict conglomerate, Carboniferous, 6 — dark graphitic schist, Carboniferous, 7 — light conglomerate to quartzite, Lower Carboniferous, 8 — light sericite phyllite to arkose, Lower Carboniferous, 9 — Quarternary sediment, 10 — schematic outlines of amphibole gabbro bodies carrying the nickel-cobalt mineralization, 11 — proposed drill-hole site (Ni-11 to Ni-15), 12 — tectonic line and fault



dáme za výsledok alochemickej alpínskej dynamometamorfózy.

Plagioklasy sú v týchto horninách druhými hlavnými horninotvornými minerálmi (cca 25 % objemu), ale ich bazicita sa dá zistiť už len na reliktoch (zodpovedajú andezínovo-labradorovému zloženiu, 50 až 55 % An).

Ostatná časť plagioklasov podľahla už sekundárnej saussuritizácii (niekde aj sericitizácii). V horninách tohto typu je pomerne hodne undulózneho kremeňa (10—15 %; vo výskyte VII a VIII až 20 %). Vystupuje skoro vždy v asociácii so živcami a býva rovnomerne rozložený v hornine, čo poukazuje na jeho magmatický pôvod. M. Ivanov (1965) už skôr zistil, že sa karbónske vulkanity v Spišsko-gemerskom rudohorí vyznačujú vysokým obsahom magmatického kremeňa.

Z akcesórií je miestami (výskyt I, II, III) pomerne hojný apatit. Svedčí to o istom vytlačení magmy do nadložných sérií. Z ostatných akcesorických minerálov sa zistil rutil (najmä uzavretý v amfiboloch) a ojedinele aj zirkón.

Z rudných minerálov je pre tieto horniny charakteristická prítomnosť ilmenitu, pričom titanomagnetity chýbajú, alebo vystupujú iba sporadicky. Sulfidy sa v hornine zistili len v malej miere. Ide o pyrity aj pyrotíny. Tvoria drobné minerály oválneho tvaru.

Usmernené amfibolicko-biotitické gabrodiority

Tento typ hornín sa doteraz zistil iba vo východnej časti územia v oblasti Homôľky (Osikov bán, kóta 774,3 m; na mape je označený č. IV). Ide opäť o žilné horniny vystupujúce v cca 10 m mocnosti medzi biotiticko-chloritickými fylitmi — svormi typu Hladomornej doliny. Makroskopicky sa od predchádzajúcich výskytov odlišujú už zreteľnejším usmerne-

ním horninotvorných minerálov a viditeľnými lupienkami novovytvoreného biotitu. Celý komplex hornín tu zrejme intenzívnejšie postihla alpínska dynamometamorfóza.

Mikroskopicky možno pri týchto bazických horninách pozorovať intenzívnejšiu premenu pôvodných minerálov. Obyčajné amfiboly dominujú v horninách, ale sú už značne chloritizované, inde aktinolitizované. Na hraniciach plagioklasov a amfibolov vznikajú zhľuky epidotu. Zoisitu je menej. V reliktoch plagioklasov sa dá stanoviť obsah anortitovej zložky (55 %). Výrazne pribúda novotvoreného biotitu (10 %). Magmatického kremeňa je menej ako na predchádzajúcich lokalitách (do 5 %).

Z akcesórií sa spozoroval apatit, zirkón a rutil. Z rudných súčiastok je prítomný ilmenit, limonitizované pyrity a v menšej miere pyrotíny.

Z uvedeného vychodí, že ide opäť o intruzívnu formu amfibolického gabrodioritu, v ktorom sa výraznejšie prejavuje alpínska sekundárna paragenéza minerálov.

Amfibolické gabrá — hornblendity

Tento typ hornín sa zistil v dvoch lokalitách: 1. na hrebeni cca 500 m na SV od ústia Hladomornej doliny (výskyt č. V.) a 2. na hrebeni medzi Skalkou a Ostrým vrchom (výskyt č. VI.). Vzdušnou čiarou sú od seba vzdialené cca 1 km. Možno ho skúmať iba z obliakov (in situ). Mocnosť sa nedá zistiť.

Zo štruktúrno-petrografického hľadiska je zaujímavé, že na týchto výskytoch možno nájsť jemnozrnnejšie aj hrubozrnnejšie variety vedľa seba. Hrubozrnnejšie variety dosahujú cca 0,5 cm veľkosť minerálov. Makroskopicky sú to celistvé sivozelené horniny všermernej textúry bez náznakov pôsobenia usmerného tlaku počas ich kryštalizácie.

Mikroskopicky pri obidvoch spomenutých varietách badať rozdiely hlavne v percentuálnom zastúpení obyčajných amfibolov. V jemnozrnnejších varietách — v amfibolických gabrách — je ich 70—75 %, kým v hrubozrnnejších hornblenditoch vyše 90 %. Amfiboly sa vyznačujú slabým pleochroizmom a sekundárna chloritizácia, príp. aktinolitizácia, ich postihla iba čiastočne. V amfibolických gabrách sa akcesoricky zistil novotvorený biotit. Plagioklasy sú zväčša bez dvojčatného lamelovania. Bázicitou v obidvoch varietách zodpovedajú stredne bázickému labradoru (60 % An). Sú saussuritizované a pri premene vzniká hlavne zoisit. Pri amfibolických gabrách je ich percentuálne zastúpenie pochopiteľne vyššie ako pri hornblenditoch. V malej miere je prítomný aj magmatický kremeň.

Z akcesórií sa spozorovalo hodne rutilu (uzavretého v strednej časti obyčajných amfibolov), menej apatitu a ojedinele aj zirkón.

Z rudných minerálov je zastúpený hlavne ilmenit, menej pyrit v asociácii s pyrotínom (často spolu aj v jednom zrne). Napriek tomu, že v týchto typoch hornín je najvyšší obsah Ni, nepodarilo sa mikroskopicky, ale ani mikrosondou zistiť sulfidy, príp. arzeničnany niklu.

Amfibolické gabrá — hornblendity z vrty KV-3

Vo vrte KV-3 pri Rochovciach bolo v úseku 605—700 m prevrtané bázické hypobasálne teleso (najpravdepodobnejšie karbónske) petrograficky zodpovedajúce amfibolickým gabrám — hornblenditom. V jeho bazálnej časti sa sústreďuje Ni-Co likvačno-magmatické zrudnenie.

Na porovnanie opísaných povrchových výskytov bázických intruzív s bázickými horninami navŕtanými vo vrte KV-3

uvádzame výsledky petrografického štúdia tohto bázického telesa.

Makroskopicky ide o strednozrnne až hrubozrnne horniny masívneho vzhľadu (veľkosť minerálov dosahuje až 1 cm), všesmerne zrnité, sivozelenej až čiernej farby.

Mikroskopicky možno vidieť, že sú to holokryštalické horniny hypidiomorfnej štruktúry. Absolútnu prevahu v hornine majú obyčajné amfiboly (70—90 %). Smerom k báze intrúzie ich percentuálne zastúpenie rastie, takže horniny nadobúdajú až ráz anchimonominerálnej horniny. Amfibolické gabrá prechádzajú do hornblenditov.

Pôvodnú minerálnu paragenézu týchto hornín značne ovplyvnili kontaktno-termické účinky a látkový prínos alpínskej granitoidnej intrúzie (v podloží). Z tmavých súčiastok dominuje obyčajný amfibol (so slabým pleochroizmom), ktorý býva chloritizovaný alebo postihnutý biotitizáciou. Novotvorený biotit pritom tvorí pomerne veľké jedince, ktoré spravidla nie sú už pozmenené (ich percentuálne zastúpenie je 4—6 %).

Z tmavých súčiastok sa ďalej v malom množstve zistil primárny jednoklonný pyroxén — diopsid a v jednom výbruse aj serpentinizovaný olivín. Bežne nie je olivín v týchto horninách zastúpený. Zo svetlých súčiastok sú v hornine prítomné bázické plagioklasy — labratory (60 % An; 10—20 %), ktoré bývajú zväčša bez lamelovania a sú saussuritizované. Akcesoricky je prítomný aj magmatický kremeň. Vo výbruse, kde sa zistil serpentinizovaný olivín, sú zastúpené aj minerály skupiny spinelu (bližšie sa neurčovali). Pozoruhodnosťou je, že tak ako v okolných biotiticko-chloritických fylitoch aj v samotných bázikách možno pozorovať pomerne veľké jedince cordieritu, ktorý zjavne vznikol kontaktným účinkom mladého alpínskeho biotitického granitu. Z akcesórií je zastúpený apatit, zirkón a rutil.

Z rudných minerálov sa našiel ilmenit, menej titanomagnetit aj magnetit (posledný ako produkt serpentinizácie olivínu), pyrit (ojedinele chalkopyrit) a pyrotín (často majú oblý tvar). Samostatné minerály Ni (Co) sa mimo bazálnej časti tejto hypoabysálnej intrúzie mikroskopicky nezistili.

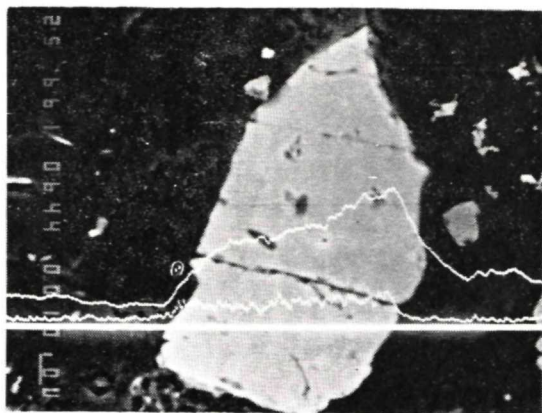
Doplňujúce štúdiá a závery

Zo štúdiá bazických hornín v oblasti Rochovce — Chyžné vyplynulo, že skúmané výskyty nemajú všade jednotný petrografický charakter. Možno pozorovať variety, ktoré zložením zodpovedajú amfibolickým gabrodioritom (niekde s podstatným zastúpením magmatického kremeňa), inde amfibolickým gabrám až hornblenditom. Primárnu minerálnu paragenézu výskytov neovplyvnila alpínska dynamometamorfóza v rovnakej miere. Najslabšie sa prejavila v západnej, najsilnejšie vo východnej oblasti (Homôlka), kde vznikol sekundárny biotit a horniny sú výrazne paralelnej textúry. Ale pôvodnou horninou aj tu boli amfibolické gabrodiority.

Amfibolické gabrodiority pokladáme za leukokratnejšie diferenciáty (vzdialenejšie od materskej intrúzie) gabroidnej magmy karbónskeho veku. Sme toho názoru, že táto materská hornina je najbližšia k povrchu v oblasti s výskytmi amfibolických gabier — hornblenditov a je petrograficky blízka amfibolickým gabrám — hornblenditom z vrtu KV-3.

Na základe štruktúrno-textúrnych znakov bazických hornín, úložných pomerov a petrografického zloženia pokladáme povrchové východy bazík za horniny dajkovitého charakteru.

Na niektorých lokalitách (výskyt I, II, III; oblasť Skalky) sa v týchto bazikách mikroskopicky zistila relatívne zvýšená koncentrácia apatitu (až do obj. 1 %).



Obr. 2. Líniový záznam chlóru na mikrosonde (krivka s vyššou eleváciou) a líniový záznam fluóru (krivka s nižšou eleváciou) z apatitu gabrodioritov. Dajka z výskytu na SV od Chyžného (oblasť Skalky)

Fig. 2. Linear record of chlorine (curve with higher elevation) and fluorine content in electron microprobe analysis of apatite from gabrodiorite. Dyke northeasternly from Chyžné (Skalka area)

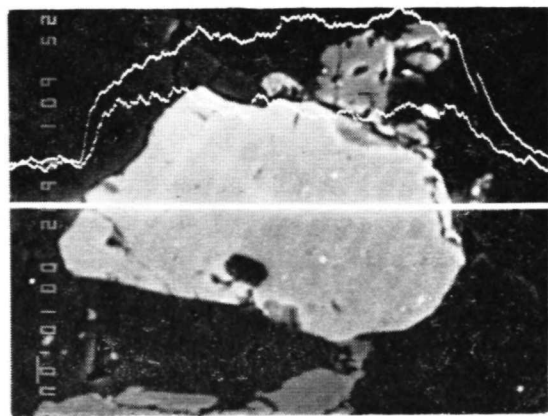
Na overenie genézy bazických hornín vychádzajúcich na povrch a toho, či sa tieto baziká naozaj môžu odvodzovať od materských magiem, s ktorými je späté Ni-Co zrudnenie likvačno-magmatického charakteru v tejto oblasti, sme vykonali na mikrosonde analýzu apatitov z gabrodioritov zameranú na obsah fluóru a chlóru (iba semikvantitatívnu).

Apatit patrí medzi minerály, ktoré z magmy kryštalizujú medzi prvými. Vo svojej kryštálovej mriežke viažu okrem Ca, P aj isté množstvo F, Cl a OH iónov, ktoré sa môžu navzájom zastupovať. Zistilo sa, že magma vzniknávajúca vo vyšších častiach zemskej kôry máva pomer F : Cl vyšší v prospech fluóru. Tento pomer sa s bazicitou a hĺbkou vzniku magmy znižuje. Bazické magmy (gabrá, nority, pyroxenity), s ktorými sú geneticky späté Ni-Co rudy, vznikli v hlbších častiach zemskej kôry.

Z výsledkov líniových analýz (obr. 2, 3) vidieť jednoznačnú prevahu chlóru nad fluórom (čiara vyššej elevácie patrí chlóru). Na porovnanie uvádzame aj výsledky analýzy apatitu gabrodioritov od Hnilčíka (obr. 4), kde sa tento pomer F:Cl blíži k 1:1. Tieto výsledky dokresľujú obraz o vzniku týchto bázických hornín a potvrdzujú predpoklad, že ide o dajky bázickej intrúzie pochádzajúcej z hlbšej časti zemskej kôry.

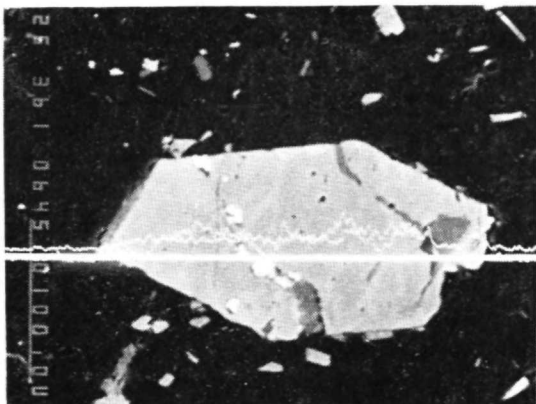
Čiastočný petrochemický obraz bázických intruzív môžu poskytnúť analýzy v tab. 1.

Z analýz povrchových výskytov bázik možno oproti amfibolickým gabrám — hornblenditom z vrtu KV-3 pozorovať istý prírastok SiO_2 a Al_2O_3 a naopak úbytok MgO a CaO . Veľmi výrazne je to pri vzorke z metráže vrtu 683,2 m, kde sa okrem obyčajných amfibolov mikroskopicky zistili pyroxény a serpentinizovaný olivín.



Obr. 3. Líniový záznam chlóru na mikrosonde (krivka s vyššou eleváciou) a líniový záznam fluóru (krivka s nižšou eleváciou) z apatitu gabrodioritov. Dajka z výskytu na SV od Chyžného (oblasť Skalky)

Fig. 3. Linear record of chlorine (curve with higher elevation) and fluorine content in electron microprobe analysis of apatite from gabbrodiorite. Dyke northeasternly from Chyžné (Skalka area)



Obr. 4. Líniový záznam chlóru a fluóru na mikrosonde z apatitu gabrodioritov — lok. Hnilčík, lom pri hlavnej ceste (spodná čiara patrí fluóru, vrchná chlóru — obidve sa takmer prekrývajú)

Fig. 4. Linear record of chlorine and fluorine content in electron microprobe analysis of apatite from gabbrodiorite, Hnilčík locality, site No III. (the lower curve is that of fluorine)

Z výskytov bázik lokality I, II, III s mikroskopicky zisteným zvýšeným množstvom apatitu sa analýzy nerobili, a preto porovnanie s obsahom P_2O_5 nie je možné.

Zhodnotenie výsledkov vybraných indikačných prvkov v bázických horninách

Na posúdenie rudonosnosti (Ni-Co) bázických intruzív sme sledovali obsah Ni, Co, Cu, Zn v amfibolických gabrách — hornblenditoch z vrtu KV-3, kde sa preukázala genetická spätosť Ni-Co zrudnenia na tejto hypoabysálnej bázickej intrúzii, a v povrchových východoch bázik jednotlivých lokalít (I—X).

Z porovnania výsledkov s klarkovým obsahom (príslušného petrografického typu hornín), ako aj s ostatnými výskytmi bázických hornín v Spišsko-gemerskom rudohorí (ktoré budú zverejnené neskôr) nám

vyplynuli pozoruhodné výsledky (rozvedieme ich po uvedení faktického materiálu).

V tab. 2—6 sú výsledky analýz zoradené podľa petrografických typov hornín (v ppm).

Pred zhodnotením výsledkov sa treba aspoň stručne zmieniť o distribúcii a geochemii sledovaných prvkov v magmatických procesoch.

Nikel a kobalt

Patria medzi siderofilné prvky. V zemskej kôre sa viažu hlavne na ultrabázické a bazické horniny. Príbuzné polomery iónov $\text{Ni}^{2+} = 0,78 \text{ Kx}$ a $\text{Mg}^{2+} = 0,88 \text{ Kx}$; $\text{Fe}^{2+} = 0,83 \text{ Kx}$ a $\text{Co}^{2+} = 0,82 \text{ Kx}$ určujú ich paragenetické vzťahy. Nikel v Mg alumosilikátoch zastupuje horčík, kobalt zasa železo. Z horninotvorných minerálov sú na

nikel bohatšie tmavé súčiastky, pričom možno pozorovať kdesajúcu tendenciu: olivíny $\rightarrow$ pyroxény $\rightarrow$ amfiboly $\rightarrow$ biotity

Magmatické horniny podľa Goldschmidta (1937, Rankama — Sahama, 1950) vykazujú nasledujúce klarky Ni a Co:

peridotit	Ni = 3160 ppm	Co = 237 ppm
gabro	Ni = 158 ppm	Co = 79 ppm
gabrodiorit	Ni = 94 ppm	Co = 55 ppm
diorit	Ni = 40 ppm	Co = 32 ppm

Kyslé magmatické horniny majú iba hodnoty pod 10 ppm Ni. Čím vyššia koncentrácia niklu bola v primárnej materkej magme, tým vyšší obsah je aj v Mg silikátoch týchto bázik. Melanokratické bazické horniny, teda tie, ktoré mali na magmatickú akumuláciu Ni-Co rúd najväčšie predpoklady, majú aj vyšší obsah niklu.

Meď a zinok

Meď je chalkofilný prvok a jeho hlavná časť sa v zemskej kôre viaže na sulfidy a sulfosoli. V magmatických horninách sa

Silikátové analýzy z bazických intruzívnych hornín v oblasti Rochovce — Chyžné Silicate analyses of basic intrusive rocks from the Rochovce — Chyžné area

Tab. 1

Lokalita	Chyž Roch				
	V	IV	VII	KV-3	KV-3
Geol. zn.	CH-1	CH-1	CH-3	611,0 m.	683,2 m.
SiO_2	50,18	51,33	52,69	48,00	47,18
TiO_2	1,09	1,12	1,08	0,83	0,41
Al_2O_3	14,47	13,56	15,37	10,05	7,26
Fe_2O_3	3,22	2,73	2,90	3,06	4,08
FeO	6,97	6,04	5,53	5,05	4,02
MnO	0,10	0,11	0,12	0,13	0,13
MgO	9,27	11,10	8,38	16,08	19,90
CaO	7,22	5,76	7,02	9,20	11,33
Na_2O	3,17	2,58	2,90	1,36	0,95
K_2O	1,60	1,60	1,56	2,56	0,50
P_2O_5	0,30	0,31	0,29	0,33	0,23
SO_3	0,13	0,10	0,13	0,15	0,40
$-\text{H}_2\text{O}$	0,14	0,02	0,03	0,07	0,08
$+\text{H}_2\text{O}$	1,75	2,56	1,32	2,71	3,42
Súčet	99,61	98,92	99,32	99,58	99,89

Amfibolické gabrodiority
Amphibole gabbrodiorite

Tab. 2

	vz. č.	Ni	Co	Cu	Zn
Výskyt I	CH-2	200	70	5	
	CH-2/a	210	70	5	
	CH-9	219	29	21	129
	CH-10	207	30	25	155
	CH-11	215	31	29	164
Výskyt II	CH-5	140	30	34	75
	CH-6	123	30	39	90
	CH-7	107	30	33	96
Výskyt IX	CH-23	170	20	15	71
	CH-25	140	22	19	74
		151	18	24	68
		143	22	34	73
		121	18	29	72
Výskyt X	CH-3	237	27	17	116
	CH-4	202	25	20	92

Amfibolické gabrodiority s vyšším obsahom kremeňa
Amphibole gabbrodiorite with higher quartz content

Tab. 3

	vz. č.	Ni	Co	Cu	Zn
Výskyt III	CH-36	109	27	37	82
	CH-37	114	27	35	84
	CH-38	97	18	24	69
	CH-39	220	70	22	
	CH-40	140	60	8	
Výskyt VII	CH-30	118	31	38	96
	CH-31	105	25	34	89
	CH-32	100	24	38	82
Výskyt VIII	CH-33	109	26	38	86
	CH-34	114	29	41	88
	CH-35	94	27	40	15

Usmernené amfibolicko-biotitické gabrodiority
Amphibole-biotite gabbrodiorite preferredly oriented

Tab. 4

	vz. č.	Ni	Co	Cu	Zn
Výskyt IV	CH-12	278	32	24	89
	CH-13	195	26	37	75
	CH-14	224	27	31	74
	CH-15	292	31	26	110
	CH-16	265	30	17	101

Amfibolické gabrá — hornblendity
Amphibole gabbro to hornblendite

Tab. 5

	vz. č.	Ni	Co	Cu	Zn
Výskyt V	CH-1	346	50	6	
	CH-17	432	48	17	194
	CH-18	453	36	39	175
	CH-19	427	53	13	176
	CH-20	428	33	14	175
	CH-21	236	28	13	138
	CH-22	457	38	14	178
Výskyt VI	CH-28	465	41	13	157
	CH-29	546	50	10	155

našla vo všetkých tmavých mineráloch, ale nie ako izomorfná prímies, lež ako samostatná mineralogická fáza (najčastejšie chalkopyrit). Klarky medi v jednotlivých magmatických horninách sú podľa údajov rozličných autorov veľmi rozdielne. Pre gabrá sa najčastejšie udáva hodnota od 50—100 ppm (Sandell — Goldich, 1943, udávajú až 149 ppm), pre diority 40—60 ppm. Obsah medi v horninách veľmi závisí od hydrotermálnych procesov v magme a od postmagmatických procesov. V klarkových hodnotách zinku v magmatických horninách sa autori rozchádzajú ešte viac. Vychodí to z toho, že zinok je tiež chalkofilným prvkom (vystupuje ako sulfid a jeho akumulácie závisia od hydrotermálnych procesov v magme), ale jeho polomery iónov (0,83 Kx) sú totožné s polomermi iónov Fe^{2+} (0,83 Kx) a veľmi blízke s Mg^{2+} (0,78 Kx). Tým sa zas vysvetľuje jeho paragenetická závislosť od Mg-Fe alumosilikátov v horninách. Pritom je zaujímavé, že sa pri olivínoch udáva veľmi nízky obsah Zn (50 až 82 ppm), zatiaľ čo pri pyroxénoch, amfiboloch a biotitoch je niekoľkonásobne vyšší (140—700 ppm).

V sledovaných magmatických horninách

Amfibolické gabrá — hornblendity z vrtu KV-3
Amphibole gabbrodiorite to hornblendite from the KV-3 drill-hole

Tab. 6

	metráž	Ni	Co	Cu	Zn
Vrt KV-3	611,0	292	48		
	629,3	270	45		
	629,5	303	37	15	
	650,0	324	55		
	682,7	342	41	52	69
	683,2	426	50	93	62
	683,7	487	53	106	63
	684,5	320	61		
	695,4	317	43	51	82
	699,0	528	36		

sa najpozitívnejšie výsledky prejavili práve v distribúcii niklu. Pri amfibolických gabrách — hornblenditoch z vrtu KV-3 mimo úseku gabier s výskytom pyroxénu a serpentinizovaného olivínu (vz. 683,2 a 683,7) a bazálnej časti tohto hypoabysálneho bazického telesa (vz. 699,0; kde sú vyššie hodnoty) sa priemerný obsah niklu v horninách tohto typu pohybuje okolo 310 ppm, čo je oproti klarkovým hodnotám gabier evidentne anomálne zvýšenie. Naproti tomu kobalt, meď a zinok anomálne koncentrácie v horninách nevykázali.

Pri povrchových východoch bázik (v relácii k petrografickému charakteru horniny) takmer vo všetkých telesách možno pozorovať anomálne hodnoty niklu sprevádzané aj čiastočným zvýšením obsahu zinku.

Najvýraznejšie sa takéto anomálie prejavili v amfibolických gabrách — hornblenditoch (výskyt V, VI), kde hodnoty Ni prevyšujú aj hodnoty z amfibolických gabier — hornblenditov z vrtu KV-3, a menej pri amfibolických gabrodioritoch s vyšším obsahom kremeňa (výskyt III, VII, VIII).

Ostatné výskyty bázických intruzívnych hornín v Spišsko-gemerskom rudohorí nikde nedosahujú takú koncentráciu niklu ako v oblasti Rochovce — Chyžné. Aj lamprofýry na Z od Rochoviec, ktoré uvádza M. Mišík (1953), vykázali nízke hodnoty Ni — 72 ppm, Co — 20 ppm, Cu — 8 ppm. To podopiera jeho názor, že ide o lamprofýry žulovej magmy.

Zo semikvantitatívnych spektrálnych analýz, ktoré sa urobili z každej vzorky, sa na všetkých výskytoch bázických hornín tejto oblasti stopovo stanovil As, pričom na výskyte V a VI arzén vystupuje spravidla vo vyššej koncentrácii (0,1—0,01 ‰). Arzén je totiž jedným z prvkov asociujúcich v paragenézach likvačno-magmatických typoch Ni-Co-(Cu) zrudnení.

Podľa celkového hodnotenia výskumov v bázických horninách v oblasti Rochovce — Chyžné pokladáme túto oblasť z hľadiska akumulácie Ni-Co rúd magmatického pôvodu za jednu z najperspektívnejších v Spišsko-gemerskom rudohorí. Je možné, že v západnej časti (väčší vymedzený areál) nejde o jedno väčšie intruzívne teleso, ale o niekoľko menších hypoabysálnych intruzívnych bázických telies.

Záverom by som chcel poďakovať dr. J. Határovi, CSc., za spoluprácu na mikrosonde.

Recenzoval D. Hovorka

Poznámka: Recenzent sa s genetickou interpretáciou telesa bazitov prezentovanou v tejto práci nestotožňuje.

LITERATÚRA

- Ivanov, M. 1965: Litológia, petrografia a metamorfizmus paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria. Zbor. geol. vied, rad ZK, 3, s. 43—92.
- Ivanov, M. 1979a: Nálezová správa o Ni-Co(Cu) zrudnení likvačno-magmatického charakteru vo vrte KV-3 (Rochovce). Manuskript — Geofond Bratislava.
- Ivanov, M. 1979b: Projekt na výskum a sledovanie Ni-Co(Cu) zrudnenia likvačno-magmatického typu v amfibolických gabrách, lokalita Rochovce-Chyžné. Manuskript — Geofond Bratislava.
- Ivanov, M. 1981: Niklovo-kobaltové zrudnenie likvačno-magmatického typu v amfibolických gabrách styčnej zóny gemerika a veporika. Mineralia slov. 13, s. 193—208.
- Kamenický, L. 1959: Kryštalínium veporíd v oblasti Trešníka — Stolice a Kôhuta. Manuskript — GÚDS Bratislava.
- Lehotský, I. 1962: Geologická mapa 1:50 000, list Revúca. Manuskript — GÚDS Bratislava.
- Mišík, M. 1953: Geologické pomery medzi Jelšavou a Stítnikom. Geol. zbor. Slov. akad. vied, 1, s. 557—588.
- Rankama, K. — Sahama, Th. G. 1950: Geochemistry. Chicago. 848 p.
- Sandell, E. B. — Goldich, S. S. 1943: The rarer metallic constituents of some American igneous rocks. Part I, II. Washington, 51, pp. 99—167.

Basic nickeliferous intrusive rocks in the Rochovce — Chyžné area (Slovak Ore Mts., Eastern Slovakia)

MIROSLAV IVANOV

The paper gives detailed petrography, mineralogy and geochemistry of basic intrusive rocks from the Rochovce — Chyžné area.

Basic intrusives represented by amphibole gabbrodiorite, gabbro to hornblendite and outcropping amidst biotite-chlorite phyllite of the Hladomorná dolina group, are parts of an intrusive body. High nickel concentrations in these rocks exceeding several times the clark value reveal that the parent magma had to be considerably enriched primarily in nickel (and cobalt). The bodies attaining only several metres in thickness, may be regarded as dykes of a deeper nickeliferous intrusion. Based on fluorine and chlorine content of apatite (proved by electron microprobe analysis), the magma had to be derived from deeper levels.

The considerable similarity, both geochemical and petrographical, of these basic intrusive dyke rocks with the amphibole gabbro and hornblendite drilled by the KV-3 drill-hole near Rochovce, reveals also similar genetic conditions in both areas.

Since a genetic relation of the liquid-magmatic nickel-cobalt mineralization with the hypoabyssal intrusion of amphibole gabbro to hornblendite has been proved for the Rochovce body, it is possible to assume a similar ore mineralization process in the presumed deeper intrusion located northeasternly from Chyžné.

Preložil I. Varga

RECENZIA

A. Sopko: Ťažba a zdroje nerastných surovín. 1. vyd. Bratislava, Alfa 1983. 196 s.

Charakteristickým znakom druhej polovice 20. storočia je exponenciálny rast spotreby takmer všetkých druhov nerastných surovín. O tejto veľmi aktuálnej téme vzniklo v ostatných rokoch mnoho optimistických, ale aj pesimistických úvah a prognóz (napr. D. Meadows: Hranice rastu, 1972), ktoré sa pokúšajú nájsť spoľahlivú odpoveď na budúcnosť v zabezpečovaní zdrojov nerastných surovín. Táto problematika bola viac ráz aj predmetom rokovania svetových baníckych kongresov (napr. Callot, Wimpfen, Knoerr, Uzkut a i.), z ktorých autor čerpal materiál pri zostavovaní publikácie. Vcelku sú v prevahe optimistické náhľady a podľa nich ľudskej civilizácii v blízkej budúcnosti nehrozí nedostatok nerastných surovín, ak sa budú postupne objavovať nové ložiská ako náhrada za ložiská s vyčerpanými zásobami.

Recenzovaná publikácia vyplňa u nás medzeru v literatúre tohto druhu a na základe

autorovi dostupných údajov sa zaoberá súčasným stavom a perspektívami v zásobovaní nerastnými surovinami na jednotlivých kontinentoch a v troch sociálno-ekonomických sústavách sveta. Je rozdelená na 6 samostatných kapitol s neúplným prehľadom použitej literatúry.

Po krátkom úvode autor v prvej kapitole (Ložisko nerastných surovín) vysvetľuje niektoré základné pojmy a poukazuje na niektoré zásadné aspekty pri využívaní ložísk nerastných surovín hlavne z pohľadu banského zákona (41/1957 Zb.). V druhej kapitole s názvom Zdroje a zásoby nerastných surovín na svete sa okrem charakteristiky zdrojov a zásob vybraných druhov nerastných surovín, všeobecnej situácie rastu ich celosvetovej spotreby uvádzajú rozličné koncepcie na určovanie ich zásob v zemskej kôre a najčastejšie používané klasifikačné systémy vo svete. V klasifikačnom systéme RVHP nie sú uvedené prognózne zásoby kategórie D (pozri napr. Gabriel, 1981; Slavkay, 1982). Zaujímavý je návrh na jednotnú