

Alterácia hornín v okolí žily Schrämen a Hlavnej žily v ložisku Kremnica-Šturec

LUBOSLAV MAŤO*, SLAVOMÍR ŠTUBŇA**

* Geologický ústav SAV, oddelenie nerastných surovín, Horná 15,
974 01 Banská Bystrica

** Rudné bane, n. p., závod Kremnica, geologicko-meračské oddelenie, ul. J. Horvátha,
967 01 Kremnica

Doručené 5. 9. 1985

Гидротермальные изменения вмещающих пород жил Шрэмен и Главной на месторождении Кремница-Штурец

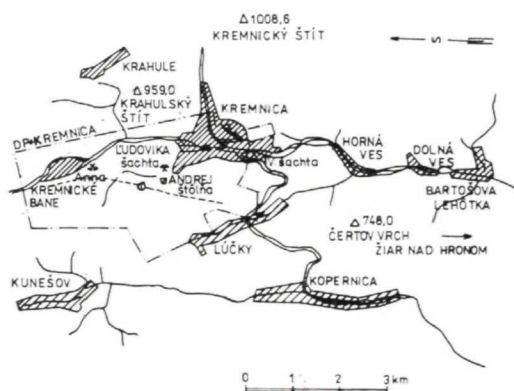
Составной частью детальной геологической разведки золотосеребряной минерализации территории месторождений Кремница-Штурец является геохимическое и минералого-петрографическое изучение измененных рудовмещающих пород жил Шрэмен и Главной на горизонте штолни Андрей. В горизонтальном направлении выделенные зоны интенсивного К-метасоматоза (адуляризация), силицификация, серицитизация, карбонатизация и аргилитизация. В минеральной ассоциации околожилых измененных пород встречаются адуляр, серицит, кварц, карбонаты, пирит, хлорит, эпидот, лимонит и глинистые минералы.

Altered country rocks of the Schrämen and Hlavná žila veins on the Kremnica-Šturec deposit

Geochemical, petrographical and mineralogical investigations of the altered country rocks in the Schrämen and Hlavná žila vein surroundings, at the Andrej gallery level, are the part of a detailed geological prospection of the Au-Ag mineralization in the Kremnica-Šturec deposit area. Horizontal zones of intensive K-metasomatism (adularization), silicification, sericitization, carbonatization and argillitization have been separated here. Following minerals are present in the mineral assemblage of the altered country rocks: adular, sericite, quartz, carbonates, pyrite, chlorite, epidote, limonite and clay minerals.

Do konca 60. rokov sa v kremnickom rudnom rajóne realizovali viaceré geologickoprieskumné práce, ktoré však úplne nedoriešili otázky kvality i objemu zásob. Od roku 1982 sa preto robí podrobný geologický prieskum ložiska Kremnica-Šturec,

a to štôlnou Andrej, ktorý má dať podklady na obnovenie ťažby Au a Ag rúd povrchovým spôsobom. Nadložie ložiska, ktorého značnú časť tvoria K metasomaty, sa má využívať ako nerudná surovina obohatená o draslík.



Obr. 1. Situačná mapa okolia Kremnice

Fig. 1. Situation map of the Kremnica area

Priestorové vymedzenie kremnického rudného rajónu

Ložisko Kremnica-Šturec je časťou kremnického rudného rajónu a nachádza sa v severozápadnej časti katastrálneho územia Kremnice (obr. 1). Jedná sa o východy rudných žíl Schrämen a Hlavná na východnom svahu hrebeňa Schullersberg, predovšetkým smeru S—J. V tejto časti ložiska sa už v minulosti intenzívne ťažilo. Štôlna Andrej je situovaná v podpovrchových častiach horského masívu (asi 40 m) v úrovni 654 m n. m. Ústie štôlny sa nachádza asi 100 m na SZ od šachty Ludoška. Úvodná časť štôlny (300 m) je razená západným smerom, skoro kolmo na žilné štruktúry Schrämen a Hlavná (obr. 2). Stočením banského diela na juh sa vytvorili podmienky pre razenie 4 prekopov (P_1 až P_4) na mocnosť rudných žíl.

Geologické a ložiskové pomery

Kremnický rudný rajón sa nachádza v centrálnej časti Kremnických vrchov. Tvoria ho produkty subsekventného vulkanizmu, ktorému ako výstupové cesty

slúžili zlomy smeru SSV—JJZ a S—J. So zreteľom na litostratigrafické členenie formácií a novú sukcesnú schému vývoja Kremnických vrchov (Konečný — Lexa — Planderová, 1983) buduje oblasť Kremnice-Šturec formácia Zlatá studňa, ktorá predstavuje reliktu rozsiahleho stratovulkánu propylitizovaných a metasomaticky alterovaných pyroxenických andezitov bádenského veku.

Hlavná časť hydrotermálnych žíl sa koncentruje v centre rudného rajónu do dvoch žilných systémov. Kremenné zlatoносné žily Schrämen a Hlavná, ktoré prechádzajú stredom zlomového pásma (1. žilného systému), sa v depresii Šturec spájajú do jednej mohutnej žily s mocnosťou okolo 90 m, no smerom na juh sa znova rozvetvujú a prenikajú K metasomatitový komplex Schullersberg po východnom i západnom svahu.



Obr. 2. Priečný geologický rez ložiskom Šturec. 1 — andezitové brekcie, 2 — intenzívna silicifikácia a K metasomatizácia, 3 — kremenná žilovina, 4 — vyťažená kremenná žilovina, 5 — protisklonné žilky, 6 — banské diela — prekopy, 7 — tektonické línie, 8 — staré banské diela

Fig. 2. Geological cross-section across the Šturec deposit. 1 — andesite breccias, 2 — intensive silicification and K-metasomatism, 3 — quartz veinstuff, 4 — exploited quartz veinstuff, 5 — antithetic veinlets, 6 — mining works — cross-cuts, 7 — tectonic lines, 8 — old mining works

Petrografický opis hornín

V danej oblasti sú v podstatnej miere zastúpené veľmi intenzívne alterované pyroxenické andezity s akcesorickým amfibolom, patriace k 1. skupine starších andezitov a mierne propylitizované pyroxenické andezity s akcesorickým amfibolom. Tie tvoria polohy 1,5–2,0 m mocných telies, ktoré vystupujú v andezitových brekciách, resp. v intenzívne alterovaných pyroxenických andezitoch. Makroskopicky sú tieto andezity dobre rozlíšiteľné (Maťo — Štubňa, 1984).

Intenzívne alterované pyroxenické andezity s amfibolom sú zvyčajne silne vybielené, miestami majú svetlý odtieň, sú prekremenené, s nátekmi a zhlukmi sekundárnych minerálov. Charakteristický je zemitý rozpad a strata textúrnych znakov. Len ojedinele sa zachovali do takej miery, že môžeme čiastočne identifikovať porfyrické výrastlice pyroxénov a plagioklasov. Výrastlice pyroxénov v tomto type andezitu opísal F. Fiala (1959) a M. Böhm (1966) ako hyperstén a diopsid až augit. Plagioklasy majú variabilné zloženie od andezínu až po bytownit. Len ojedinele sú prítomné čadičové amfiboly. Základná hmota je zložená z mikrolitov živcov, menej pyroxénov, jemne dispergovaného magnetitu a pyritu, vulkanického skla a sekundárnych minerálov. Štruktúra horniny je porfyrická s vitrofirickou, hyalopilitickou až pilotaxickou základnou hmotou.

Podľa M. Böhm (1966) sa tento typ andezitu v nepremenenom stave nachádza mimo zón silnej alterácie. V priestoroch štólne Andrej sú postihnuté tieto andezity viacerými typmi metasomatickej alterácie (chloritizáciou, karbonitizáciou, silicifikáciou, sericitizáciou, adularizáciou, pyritizáciou, limonitizáciou a argilitizáciou), ktoré sa uplatňujú v naloženej pozícii.

Mierne propylitizované pyroxenické

andezity s amfibolom sú v profile štólne Andrej lokalizované sporadicky na 3 miestach (v úsekoch, kde sa pretínajú mohutnejšie dislokácie, ktoré zrejme tvoria bariérové zóny pre prestupujúce roztoky). Tento andezit je kompaktný, v strede telesa má vzhľad čerstvej horniny, je tmavosivej až čiernej farby so zeleným odtieňom a len na periférii telesa je postihnutý alteráciou. Makroskopicky sú rozlíšiteľné výrastlice tmavých a svetlých minerálov a afanitická základná hmota.

Mikroskopicky je štruktúra horniny porfyrická. Výrastlice tvoria idiomorfne obmedzené zrná pyroxénov — v prevažnej väčšine hyperstén (výrazná štiepatelnosť podľa 110, $2V = 63–69^\circ$) a menej augit ($\gamma/c = 49–52^\circ$, $2V = 58–61^\circ$). Väčšina výrastlíc je zachovaná, no niektoré sú uralitizované a chloritizované. Miestami pozorujeme zatláčanie jednotlivých výrastlíc karbonátmi, sericitom, adulárom, pyritom, menej kremeňom, epidotom a ílovými minerálmi. V pyroxénoch sú časté uzavreniny apatitu. Akcesoricky zastúpený amfibol tvorí drobné hypidiomorfne — stĺpcékovité jedince, intenzívnejšie chloritizované a sericitizované ($\gamma/c = 19–25^\circ$, $2V = 64–70^\circ$), ojedinele je prítomný aj epidot. Plagioklasy sú najčastejšie vo forme idiomorfných tabuľkovitých zŕn veľkosti maximálne do 2 mm. Majú zloženie andezínu až labradoritu ($An_{45}–An_{54}$). Sú takmer neporušené, ale sú tiež prítomné sericitizované jedince. Z akcesorických minerálov je prítomný magnetit a apatit.

Úvodná časť banského diela (v intervale od 40 m od ústia po 267 m) sa razila v intenzívne alterovaných andezitových brekciách. Tento rozsiahly úsek intruzívnych vulkanických brekcií tvorí monomiktný materiál (hyperstenický andezit) bez známok triedenia. Subangulárne fragmenty majú veľkosť asi od 1 cm do 1 m. Silne pórovité fragmenty takmer úplne vybie-

leného andezitu sú porušené drobnými puklinami, ktoré vyplňa limonit. Jednotlivé fragmenty tmelí tmavosivý, zvyčajne silno pyritizovaný materiál, ktorý má v podstate rovnaké zloženie ako materiál fragmentov. Tvoria ho drobné alotriomorfne zrná živcov a sekundárnych minerálov (kremeňa, sericitu, chloritu a limonitu). Celý úsek postihla okrem intenzívnych hypogénnych premien aj intenzívna argilitizácia a kaolinizácia hypergénneho pôvodu. Časté sú úseky, kde sa andezitové brekcie rozkladajú až do zemitého stavu.

Charakteristika alterácie hornín v okolí žily Schrämen

Metasomaticky alterované horniny s ohľadom na výskyt K trachytov v kremnickom rudnom rajóne študoval F. Fiala (1959) a M. Böhmer et al. (1969). M. Böhmer (1966) poukazuje na priestorový vzťah K metasomatitov v okolí hlavných dislokácií a analyzuje ich aj z hľadiska časového intervalu ich vzniku. Okrem nízkotermálnej hydrotermálnej K metasomatózy (adularizácie) rozlišuje vysokotermálnu K metasomatózu, ktorej pôvod spája s hypotetickým granitoidným telesom v hypoabysálnych úrovniach. Konštatuje, že procesy alterácie sa uskutočňovali v okolí otvorených systémov cirkuláciou hydroteriem, pričom vyčleňujú niekoľko zón premien v laterálnom i vertikálnom smere.

Okoložilné alterované priestory v úrovni štôlne Andrej predstavujú vrchnú časť vo vertikálnom priereze ložiska. Prestupuje ich množstvo rôzne mocných mineralizovaných žíl, puklín a trhlín s kremeňom, karbonátmi a pyritom, ktoré sú zvyčajne priepustné aj pre prestupujúcu povrchovú vodu.

Sekundárne minerály sú v študovanej oblasti charakteristickou črtou okoložilných alterovaných hornín. V celkovom

zložení hornín majú rôzne kvantitatívne i kvalitatívne zastúpenie. V okoložilných priestoroch sa identifikoval sericit, kremeň, adulár, karbonáty, pyrit, chlorit, epidot, limonit a ílové minerály. Identifikovali sa mikroskopicky a röntgenovou difrakciou (pomocou nej sa určil dolomit, siderit, kalcit a Mg kalcit a z ílových minerálov kaolinit, illit, montmorillonit, halloysit a I-M zmiešané štruktúry). Zistili sa dve formy vystupovania aduláru, a to metasomatický, ktorý tvorí pseudomorfózy po výrastliciach plagioklasov, a kryštalický — s romboickým obmedzením (zhášanie na ploche $M = \gamma/c = 18^\circ$, — $2V = 48-53^\circ$), ktorý tvorí výplň žíl s kremeňom.

M. Böhmer (1966) opisuje metasomatický adulár (zatláčajúci plagioklas v okoložilných horninách) a žilný adulár (prítomný v kremenných žilkách, priraduje ho k vysokotermálnej generácii K živcov). Termometrické merania kremeňa z II. kremennej periódy, ktorý je v asociácii s adulárom, sa pohybuje v rozmedzí teplôt $230-260^\circ\text{C}$, čo podľa autora svedčí o tom, že adulár vznikol približne v tom istom teplotnom rozmedzí.

V podstate všetky identifikované sekundárne minerály možno pozorovať v celom rozsahu okoložilných alterovaných priestorov. Nová minerálna asociácia v procese alterácie v okoložilných priestoroch žily Schrämen a Hlavnej žily vznikala: 1. metasomatickou zámennou primárnych minerálov, 2. metasomatickou zámennou sekundárnych minerálov, 3. vyľúčením — vznikom priamo z roztokov. K prvému typu môžeme priradiť napr. zámennú plagioklasov K živcom (adulárom), sericitom, ílovými minerálmi, kalcitom, kremeňom i chloritom, zámennú pyroxénov a amfibolov chloritom, kalcitom, epidotom, sericitom, pyritom, limonitom a ílovými minerálmi. Pre druhý typ je charakteristické napr. zatlačanie K živca, kremeňa, kalcitu a chloritu sericitom, za-

mieňanie chloritu kalcitom, adulárom a kremeňom alebo zamieňanie pyritu a epidotu chloritom, limonitom a sericitom. Tretí typ — vznik minerálov z prestupujúcich roztokov — prebiehal za aktívneho pôsobenia iónov v dutinách, trhlinách a puklinách. Sem môžeme zaradiť v podstate vznik všetkých sekundárnych minerálov, ktoré tvoria zvyčajne výplň žiliek, drobnokryštalické agregáty, nepravidelné zhluky a náteky s kolomornou štruktúrou. Sekundárne minerály, ktoré vznikli v priebehu mnohých štádií vývoja metasomatického procesu, vytvorili minerálne asociácie, podľa ktorých sa vyčlenili jednotlivé zóny okoložilných alterovaných hornín.

Chemické zloženie alterovaných hornín

Premeny okoložilných hornín žily Schrämen a Hlavnej žily charakterizujú aj výraznejšie zmeny v ich chemickom zložení (tab. 1). Celkove je však vysoký stupeň intenzity alterácie, ktorá postihla značnú časť okoložilných priestorov, nevýhodný na porovnanie zmien obsahu odnášaných a prinášaných zložiek medzi pôvodnými a alterovanými horninami.

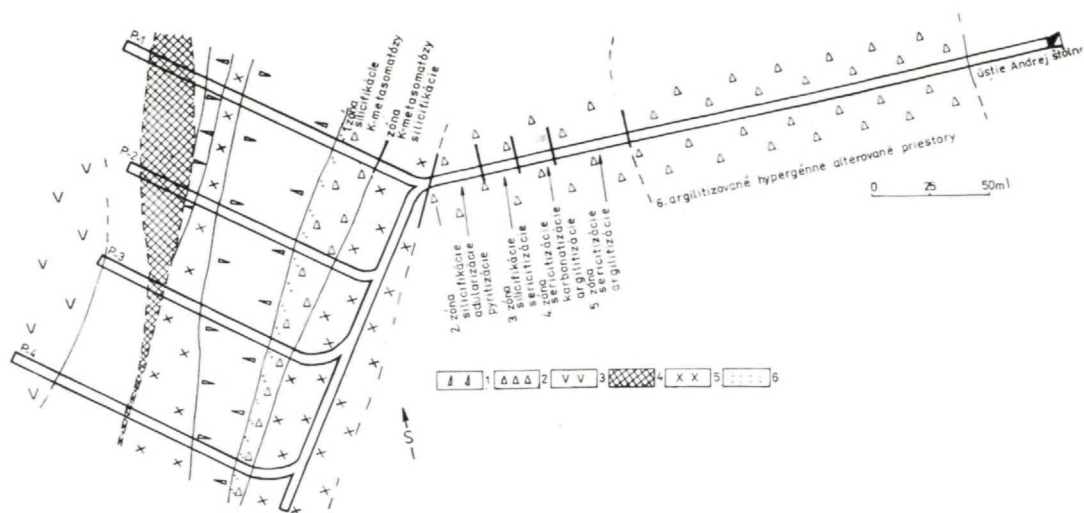
V tomto smere sú zaujímavé výsledky z profilu $A_1 - A_6$ (rozsah asi 20 m) z prekopu P_1 (obr. 3), ktoré čiastočne poukazujú na charakter a intenzitu zmien chemického zloženia hornín a obsahu stopových prvkov v študovaných priestoroch.

TAB. 1

Priemerné hodnoty obsahu hlavných zložiek v zónach metasomatických premien v priestore štólne Andrej a v prekopoch P_2 , P_3 , P_4
Mean values of the main component contents in the metasomatic alteration zones, in the Andrej gallery area and in the P_2 , P_3 and P_4 cross-cuts

	I. 1. S-K	1. K-S	2. S-K-P	3. S-S	4. S-K-A	5. S-A	6. Arg.	P_2	P_3	P_4
SiO ₂	68,39	60,25	59,95	63,40	61,15	62,08	64,17	—	—	—
TiO ₂	0,72	0,80	0,67	0,67	0,67	0,77	0,87	—	—	—
Al ₂ O ₃	14,05	16,02	13,33	13,90	14,68	15,30	15,70	—	—	—
Fe ₂ O ₃ tot	4,52	6,57	7,57	6,34	6,53	6,28	6,22	—	—	—
MgO	0,75	1,46	1,33	0,46	1,82	2,05	1,22	—	—	—
CaO	0,17	0,35	0,68	0,48	3,11	2,29	0,44	—	—	—
Na ₂ O	0,12	0,061	0,052	0,030	0,051	0,034	0,039	0,10	0,27	0,10
K ₂ O	5,79	6,75	5,57	2,44	3,04	2,73	2,31	8,02	8,26	7,58
S	0,49	2,40	4,03	4,70	4,32	5,08	2,18	—	—	—
str. ž.	4,17	6,15	5,15	6,95	7,56	9,06	6,27	—	—	—
H ₂ O ⁺	2,93	3,96	3,73	6,09	6,52	2,84	4,86	—	—	—
n	6	15	11	5	8	7	20	8	11	6

Analýzovali: Rohalová, Sedliačiková, Križanová (GP, n. p., Spišská Nová Ves, LS GP Turčianske Teplice), K₂O a Na₂O zo vzoriek z P_4 Andráš (LS GÚ SAV Banská Bystrica). Analýzy prevzaté z práce Maťo — Štubňa (1984).



Obr. 3. Okoložilné alterované horniny žily Schrämen a Hlavnej žily v úrovni štólne Andrej. 1 — kremenná žilovina, 2 — andezitové brekcie, 3 — mylonitová zóna, 4 — vyťažená kremenná žilovina, 5 — pyroxenický andezit, 6 — intenzívna silicifikácia

Fig. 3. Altered country rocks of the Schrämen and Hlavná žila veins at the Andrej gallery level. 1 — quartz vein stuff, 2 — andesite breccias, 3 — mylonite zone, 4 — exploited quartz vein stuff, 5 — pyroxene andesite, 6 — intensive silicification

Z chemického zloženia čiastočne zachovaného a alterovaného pyroxenického andezitu z profilu A_1 — A_6 (tab. 3) môžeme konštatovať, že v podstate vo všetkých zložkách nastali zmeny v ich obsahu v procese alterácie. Rozdiely v hodnotách obsahu zložiek sú najvýraznejšie od úseku A_4 (obr. 5), od ktorého postupne narastá stupeň intenzity alterácie až do úplnej dekompozície pyroxenického andezitu. V kvantitatívnom zastúpení stopových prvkov v pyroxenickom andezite nastali v dôsledku alterácie väčšie zmeny len v niektorých prvkoch napr. Ba, Cu, Co a B (tab. 4).

Vysoká intenzita alterácie, ktorá sa uplatnila v okolí žily Schrämen a Hlavnej žily v úrovni štólne Andrej, spôsobila rozdiely v kvantitatívnom zastúpení takmer všetkých zložiek SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 tot. (celkové železo ako trojmocné), MgO, CaO, Na_2O , K_2O , S a H_2O^+ . Obsah hlav-

ných zložiek je prepočítaný na priemerné hodnoty v jednotlivých metasomatických zónach (tab. 1). Zmeny obsahu odnášaných a prinášaných zložiek sme porovnali jednak v celom rozsahu študovaných okoložilných priestorov, jednak v rámci jednotlivých zón metasomatických premien. Z grafického zobrazenia zmien priemernej hodnôt obsahu hlavných zložiek (obr. 4) je zjavné, že obsah SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 tot., MgO, CaO i Na_2O sa v laterálnom smere v úrovni štólne Andrej rôzne mení.

V kvantitatívnom zastúpení niektorých zložiek, napr. K_2O i Na_2O a SiO_2 , nastali výraznejšie zmeny práve v priestoroch blízko žily Schrämen a Hlavnej žily. Obsah K_2O narastá smerom k žile, maximum je v zóne K metasomatózy — silicifikácie a v zóne silicifikácie — K metasomatózy. Aj obsah Na_2O a SiO_2 je vyšší práve v týchto priestoroch, avšak Na_2O vzhľa-

TAB. 2

Priemerné hodnoty obsahu stopových prvkov v zónach metasomatických premien v priestore štólne Andrej a v prekopoch P₂, P₃, P₄ (v ppm)
 Mean values of the contents of trace elements in the metasomatic alteration zones, in the Andrej gallery area and in the P₂, P₃ and P₄ cross-cuts

	1. K-S	2. S-K-P	3. S-S	4. S-K-A	P ₂	P ₃	P ₄
As	0,02	0,006	st	0,004	—	—	—
Sb	0,002	st	st	st	—	—	—
Ag	2,8	2,7	0,4	1,5	7,3	9,76	6,0
Rb	258,7	300,0	170,0	118,0	—	—	—
Li	45,7	29,0	98,0	32,0	—	—	—
Cs	st	st	st	st	—	—	—
Cu	60,33	41,7	38,0	41,5	59,6	51,0	75,6
Pb	st	7,0	st	st	18,5	15,2	23,9
Zn	54,3	75,7	153,0	79,5	—	—	—
Ni	16,7	15,3	17,0	15,5	8,7	10,3	13,2
Co	19,3	22,7	39,0	26,5	14,3	7,96	17,0
V	171,7	150,0	155,0	145,0	105,0	64,4	97,4
Ba	553,3	400,0	290,0	525,0	543,0	823,0	1188,0
Sr	176,7	150,0	190,0	75,0	65,0	65,6	111,0
Zr	—	—	—	—	145,6	98,6	141,5
Cr	—	—	—	—	28,1	28,7	21,1
n	15	11	5	8	8	11	6

n — počet analýz, Mo, Sn — stopy (vo všetkých vzorkách), Cd, Bi — n. d.

Vzorky S-K, S-A, Arg. sa neanalyzovali.

Analyzovali: LS GP, n. p., Spišská Nová Ves, analytik (Pe, Šo), vzorky z P₂, P₃, P₄
 Paulínyová (LS GÚ SAV Banská Bystrica).

dom na jeho celkove nízky obsah z okolitých hornín takmer úplne odnieslo. V hodnotách SiO₂ pozorujeme väčšie výkyvy — zvyšovanie a znižovanie (60—68 ‰) aj v rámci jednej metasomatickej zóny.

Menšiu variabilitu obsahu pozorujeme v zastúpení Fe₂O₃ tot. — zníženie v bezprostrednom okolí žily Schrämen a Hlavnej žily a čiastočné zvýšenie v zóne silicifikácie — K metasomatózy — pyritizácie. CaO má zvýšený obsah v zóne karbonatizácie, v ostatných úsekoch je obsah

v podstate zhodný — CaO je zastúpené v nízkych hodnotách. Tiež obsah MgO je zvýšený v úsekoch intenzívnej karbonatizácie, resp. v úsekoch propylitizovaného*

* Propylitizácia — typ premeny s regionálnym rozšírením, pri ktorej nastala premena tmavých minerálov (pyroxénov a amfibolov) a plagioklasov za vzniku pestrej asociácie minerálov: sericitu, chloritu, epidotu, kalcitu, kremeňa, pyritu, limonitu, adularu a fľových minerálov. Uplatňuje sa v rôznej intenzite — v danom prípade miernejšie.

TAB. 3

Chemické zloženie pyroxenického andezitu z profilu A-6 až A-1
Chemical composition of pyroxene andesite of the profiles from A-1 to A-6

	A-6	A-5	A-4	A-3	A-2	A-1
SiO ₂	56,39	57,50	56,54	60,18	62,19	60,84
TiO ₂	0,74	0,70	0,74	0,81	0,75	0,86
Al ₂ O ₃	18,27	17,85	19,48	21,67	21,07	22,69
Fe ₂ O ₃	3,79	3,09	3,12	1,52	1,02	0,79
FeO	2,75	3,25	2,47	0,36	0,039	0,036
MnO	0,10	0,12	0,10	0,02	0,00	0,01
MgO	4,05	3,84	3,73	0,81	0,39	0,35
CaO	1,84	0,64	0,27	0,13	0,08	0,10
K ₂ O	4,71	4,93	5,30	5,20	4,75	5,31
Na ₂ O	1,08	0,92	0,45	0,00	0,16	0,00
str. suš.	1,81	1,92	2,52	2,99	3,11	2,87
str. ž.	4,19	4,79	5,26	6,52	6,33	6,41
Súčet:	100,02	99,91	100,26	100,25	99,89	100,27

Analýzoval Toman (LS GŮ SAV Bratislava).

Vzorky A-6 — A-4 = pyroxenický andezit, výrastlice plagioklasov lokálne sericitizované, karbonatizované a kaolinizované, podobne aj pyroxény a zriedkavé amfiboly. Zriedkavý je epidot a pyrit. Vzorky A-3 až A-1 = premenený až vybielený andezit (premena stúpa od A-3 k A-1)

andezitu a intenzívnej chloritizácie. V hodnotách obsahu Al₂O₃ (13—16 %) pozorujeme (až po zónu silicifikácie — K metasomatózy — pyritizácie) postupné zníženie, avšak v priestoroch bezprostredne pri žile je obsah Al₂O₃ vyšší aj v celkovom priemere.

Obsah TiO₂ je nepatrne zvýšený v úsekoch, kde sa uplatnila hypergénna argilitizácia, avšak celkove nepozorujeme významnejšiu závislosť zastúpenia TiO₂ od charakteru a intenzity alterácie i od priestorových vzťahov. Z ostatných zložiek (H₂O a sulfidickej síry), u ktorých nastala zmena v obsahu, pozorujeme čiastočne zvýšený obsah vo vzdialenejších úsekoch žily, budovaných andezitovými brekciami.

Z celkového vyhodnotenia chemického

zloženia okolitých hornín žily Schrämen a Hlavnej žily v priestoroch štôlne Andrej môžeme konštatovať, že v zastúpení väčšiny hlavných zložiek nastali zmeny v procese alterácie. Zložky Na₂O, MgO, CaO a Al₂O₃ sa z pôvodných hornín čiastočne vyluhovali a odnášali, resp. zložky SiO₂, K₂O a sčasti Fe₂O₃ tot. prinieslo počas alterácie. Hodnoty odnosu a prínosu pri týchto zložkách vzrastali v podstate s rastom intenzity alterácie.

Pri väčšine prvkov pozorujeme zákonitú distribúciu v podstatnej časti alterovaných priestorov. Na⁺ a Ca²⁺ sa v podstatnej miere odnieslo a K⁺, S²⁻ a sčasti aj Si⁴⁺ sa prinášajú v celom rozsahu študovaných priestorov. Na, Ca a K sú v pôvodných pyroxenických andezitoch zastú-

TAB-4

Kvantitatívne zastúpenie stopových prvkov (v ppm) v pyroxenickom andezite z profilu A-6 až A-1

Content of trace elements (in ppm) in pyroxene andesite of the profiles from A-1 to A-6

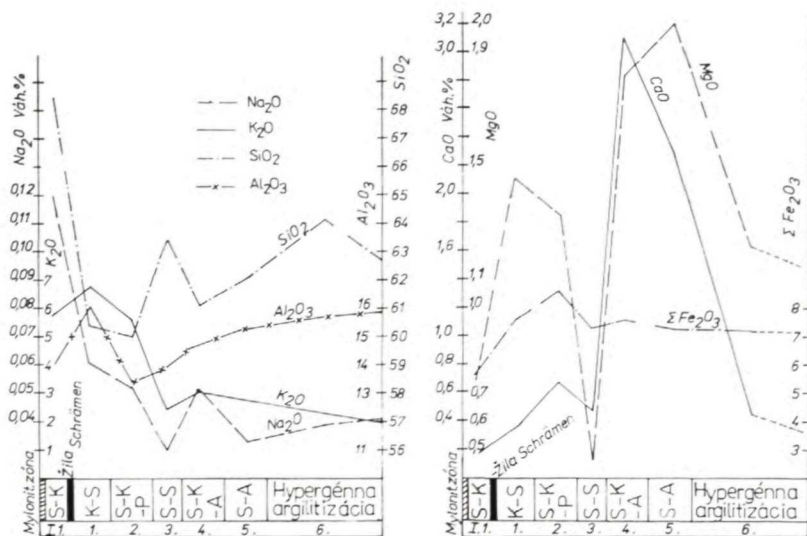
	A-6	A-5	A-4	A-3	A-2	A-1
Ba	525,0	525,0	560,0	830,0	830,0	1150,0
Pb	21,9	17,8	16,6	18,6	16,6	20,9
V	174,0	162,0	155,0	132,0	102,0	174,0
Cu	155,0	85,0	85,0	40,0	14,1	9,8
Ni	33,0	30,2	35,0	28,8	17,8	12,0
Co	21,0	17,0	15,0	7,0	4,0	4,0
Sr	350,0	214,0	214,0	186,0	129,0	239,0
B	24,5	24,5	23,4	30,9	35,0	36,0
Sn	10,4	8,9	6,8	7,6	8,5	7,9
Y	56,0	36,0	35,0	76,0	35,0	204,0
Sc	30,0	27,5	30,0	24,5	23,4	35,5
Ga	19,1	18,6	20,4	23,9	18,6	21,4
Cr	79,0	72,0	76,0	78,0	63,0	83,0
Zr	330,0	340,0	300,0	390,0	420,0	320,0
Mo	st	st	st	st	st	st
Au ⁺	0,03	0,03	0,04	0,02	0,12	0,03
Ag ⁺	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0
Sb ⁺	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0
As ⁺	10,0	10,0	10,0	20,0	10,0	20,0

Analyzovala Paulínyová (LS GÚ SAV Banská Bystrica), + (AAS), Stuchlíková (GP, n. p., Ostrava, LS Brno).

pené takmer v zhodných obsahoch. Na⁺, K⁺ a Ca²⁺ sa nachádzajú v plagioklasoch, Ca²⁺ v amfiboloch a pyroxénoch. Horninotvorné minerály, v ktorých sa nachádza Ca²⁺ a Na⁺, sú nestabilné v procesoch metasomatickej alterácie pyroxenických andezitov, takže iba nepatrné množstvo Ca²⁺ a Na⁺ zostáva v reliktoch týchto minerálov. Na⁺ sa v procesoch metasomatickej alterácie okrem ílových minerálov nepodieľal na vzniku vlastných sekundárnych minerálov, takže je v zónach metasomaticky alterovaných hornín zastúpený len ako súčasť K živcov (diadochicky

zastupuje draslík). Ca²⁺ je v hlavnej miere zastúpený v sekundárnych karbonátoch. Podstatnú časť K⁺ viažu sekundárne minerály, a to aduláry, sericit a ílové minerály (illit).

Procesy metasomatickej alterácie, ktoré sa uplatnili v študovanej oblasti, charakterizuje asociácia sekundárnych minerálov. Tie predstavujú silikátový systém, v ktorom nastala premena plagioklasov na adulár, sfudy a ílové minerály, premena tmavých minerálov na epidot, chlorit, pyrit, limonit, sfudy a ílové minerály. Podobné systémy pôsobiace v subvulkanic-



Obr. 4. Diagram zmien priemerných hodnôt obsahu hlavných zložiek v metasomatických zónach. 1 - S-K - zóna silicifikácie - K metasomatózy, 2 - S-K-P - zóna silicifikácie - K metasomatózy - pyritizácie, 3 - S-S - zóna sericitizácie - silicifikácie, 4 - S-K-A - zóna sericitizácie - karbonatizácie - argilitizácie, 5 - S-A - zóna sericitizácie - argilitizácie, 6 - zóna argilitizácie - hypergéennej alterácie

Fig. 4. Diagram of the mean content values of the main components in the metasomatic zones. 1 - S-K - zone of silicification - K-metasomatism, 2 - S-K-P - zone of silicification - K-metasomatism - pyritization, 3 - S-S - zone of sericitization - silicification, 4 - S-K-A - zone of sericitization - carbonatization - argillitization, 5 - S-A - zone of sericitization - argillitization, 6 - zone of argillitization - supergene alteration

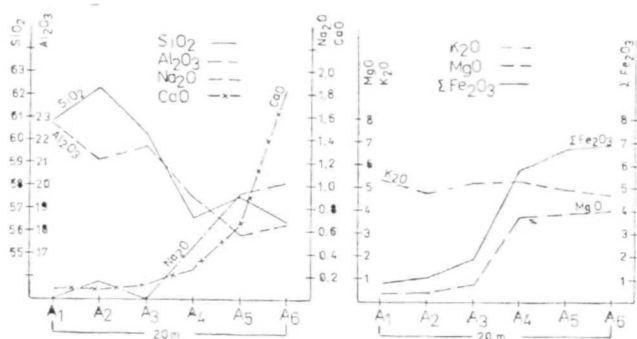
kej úrovni, s prevádzané nižším tlakom študovali experimentálne v izobarických podmienkach J. J. Hemley a W. R. Jones (1964). Dospeli k poznatku, že teploty alteračného systému pozdĺž tektonických línií sa zhodovali s teplotami, počas ktorých sa tvorili rudné minerálne paragény.

Distribúcia stopových prvkov v okoložilných alterovaných horninách žily Schrämen a Hlavnej žily

V procese alterácie okoložilných hornín dochádza zvyčajne aj k migrácii stopo-

vých prvkov. Preto sa v jednotlivých úsekoch koncentrujú prvky v rozdielnom množstve. Z výsledkov v tabuľke 2 je zrejmé, že obsah väčšiny zistených prvkov je veľmi nízky (As, Sb, Cs, Pb, Ni, Co, Cr), hodnoty obsahu iných prvkov (V, Rb, Li, Zr, Ba, Sr, Cu, Zn) vykazujú určité rozdiely. Celkove pozorujeme mierne varírovanie obsahu vo väčšine prvkov (Li, Ni, Co, V, Ba, Cu, Rb, Sr) v celom rozsahu okoložilných alterovaných priestorov. Neraz sa v rozsahu tej istej metasomatickej zóny obsah týchto prvkov zväčšuje aj zmenšuje.

Z priebehu zmien obsahu Rb, tiež Ba, Sr, Cu a Co možno usudzovať, že distri-



Obr. 5. Diagram zmien obsahu hlavných zložiek v pyroxenickom andezite v profile A-1 až A-6

Fig. 5. Changes diagram of the contents of main components in pyroxene andesite from A-1 to A-6 profile

búcia týchto prvkov má zonálny charakter (ich obsah je vyšší, resp. nižší v priestoroch blízko žily Schrämen a Hlavnej žily). Avšak tendencia k zonálnej distribúcii nie je pri týchto prvkoch výrazná.

Niektoré stopové (Rb, Ba čiastočne aj Sr) a petrogénne prvky vykazujú navzájom určité vzťahy. Hodnoty ich obsahu sa v procesoch metasomatickej alterácie vzájomne menili. Sr a Ba sú silno litofilné prvky a majú podobné vlastnosti ako K^+ , Ca^{2+} a Na^+ s polomermi iónov ($\text{\AA}^\circ$) pre koordináciu VIII $Ca^{2+} = 1,20$; $Sr^{2+} = 1,33$; pre koordináciu XII $Sr^{2+} = 1,48$; $Ba^{2+} = 1,48$; $K^+ = 1,68$ a $Rb^+ = 1,57$ so schopnosťou silnej diadochie $Sr^{2+} - Ca^{2+}$, $Sr^{2+} - K^+$, $Ba^{2+} - K^+$, $Rb^+ - K^+$ (Whittaker — Muntus, 1970). Sr, Rb a Ba sa nepodieľali na vzniku vlastných minerálov v študovanej oblasti. Rozdiely v ich obsahu sú dôsledkom izomorfného zastupovania Ca^{2+} a K^+ v sekundárnych mineráloch. Obsah Rb, Ba a Sr tiež zrejme závisel od typu metasomatickej alterácie. Mierne zvýšený obsah Sr je v úsekoch blízko žily Schrämen a Hlavnej žily v zónach, kde sa uplatnila K metasomatiza — sericitizácia, avšak narastanie obsahu Sr v závislosti od narastania obsahu K_2O sa prejavuje nevýrazne. Bárium varíruje v intervale 290—1180 ppm. Okrem obsahu v zóne sericitizácie — silicifikácie sa vcelku pozitívne prejavuje závislosť na-

rastania obsahu Ba od zvýšeného obsahu K_2O . Narastanie obsahu Ba so zvyšovaním obsahu K_2O je zrejme dôsledok diadochie $Ba^{2+} - K^+$ v K živcoch (adulároch) a v sludách (sericite) v úsekoch intenzívnej K metasomatózy. Podobne aj obsah Rb je čiastočne zvýšený v blízkom okolí žily Schrämen a Hlavnej žily v úsekoch intenzívnej K metasomatózy a sericitizácie. Rb^+ je svojím polomerom ($1,57 \text{\AA}^\circ$) blízky K^+ ($1,68 \text{\AA}^\circ$), s ktorým sa izomorfne zastupuje v K živcoch. Narastanie obsahu Rb v závislosti od narastania obsahu K_2O sa v bezprostrednom okolí žily Schrämen a Hlavnej žily prejavuje pozitívne. Zastúpenie K^+ a Rb^+ a ich vzájomný pomer v zónach K metasomaticky alterovaných hornín je podľa A. I. Krivcova (1979) dôležitým indikátorom na vyhľadávanie potenciálnych rudných akumulácií.

Zmeny obsahu stopových prvkov (Rb, Ba a tiež Sr) v závislosti od meniaceho sa obsahu hlavných zložiek (K_2O) v okoložilných priestoroch žily Schrämen a Hlavnej žily poukazujú na ich pozitívne vzájomné vzťahy v zákonitej distribúcii, ktorá prebiehala v procese alterácie okoložilných hornín. V celkovom hodnotení distribúcie zistených stopových prvkov v alterovanom pyroxenickom andezite v priestoroch štólne Andrej a v prekopoch P_2 , P_3 , P_4 (porovnanie s obsahom v čerstvom pyroxenickom andezite z pro-

filu $A_1 - A_6$) pozorujeme rozdiely, ktorých hodnoty sú väčšinou v neprospech obsahu v alterovanom pyroxenickom andezite. Hoci alteračné procesy ovplyvnili distribúciu stopových prvkov, nemali zreteľný vplyv na nárast ich obsahu v okolitých alterovaných horninách. Preto môžeme konštatovať, že v dôsledku intenzívnej K metasomatickej alterácie sa čiastočne zvýšil obsah Rb, Ba a Sr v alterovanom pyroxenickom andezite v okolí žily Schrämen a Hlavnej žily.

Diskusia a záver

V kremnickom rudnom rajóne, tak ako v mnohých analogických oblastiach vo svete, je charakteristickým znakom metasomaticky alterovaných hornín ich zonálna pozícia v okolí žilných štruktúr. V okoložilných priestoroch žily Schrämen a Hlavnej žily v úrovni štólne Andrej a prekopov P_2 , P_3 , P_4 (rozsah asi 450 m) sú na základe minerálneho a chemického zloženia okoložilných alterovaných hornín v horizontálnom smere vyčlenené jednotlivé zóny metasomatickej alterácie (obr. 3).

Nadložie žily Schrämen:

1. zóna K metasomatózy — silicifikácie (295—276 m): adulár — kremeň — sericit — pyrit + ílové minerály (kaolinit — illit) — karbonáty (dolomit — kalcit) — limonit — chlorit $\pm$ epidot;

2. zóna silicifikácie — K metasomatózy + pyritizácia (276—257 m): kremeň — adulár — sericit — pyrit + kaolinit — illit + limonit + chlorit $\pm$ karbonáty (dolomit);

3. zóna sericitizácie — silicifikácie (257—243 m): sericit — kremeň — kaolinit — illit — pyrit — adulár + kalcit — limonit $\pm$ chlorit;

4. zóna sericitizácie — karbonatizácie + argilitizácia (243—223 m): sericit — karbonáty (kalcit — dolomit — siderit) —

kaolinit — illit — pyrit — limonit $\pm$ chlorit + adulár — kremeň;

5. zóna sericitizácie — argilitizácie (223—190 m): sericit — illit — kaolinit + I-M zmiešané štruktúry — kremeň — pyrit + adulár — limonit — chlorit + kalcit + siderit + dolomit;

6. zóna argilitizácie — hypergénne alterovaných hornín (190—0 m): kaolinit — illit — montmorillonit + halloyzit — sericit — kremeň — limonit — pyrit + adulár — siderit + kalcit — dolomit $\pm$ epidot;

Medzižilné priestory žily Schrämen a Hlavnej žily:

I. 1. zóna silicifikácie — K metasomatózy; Podložie žily Schrämen a Hlavnej žily:

I. 2. mylonitové pásmo;

Metasomatické zóny 1—6 sa vyčleňujú v smere od žily Schrämen k ústiu štólne Andrej. V celkovom ponímaní metasomatických premien, s prihliadnutím na ich charakter a intenzitu, sa v okolí žily Schrämen a Hlavnej žily potvrdila sukcesia mnohoštádiovej alterácie okolitých hornín. V schéme premien, ktoré sa uplatnili v kremnickom rudnom rajóne, rozlišujeme aj v oblasti Šturca v okolí žily Schrämen a Hlavnej žily: 1. alteráciu staršej generácie typu propylitizácie s areálnym rozšírením, 2. alteráciu mladšej generácie — hydrotermálne metasomatické premeny naložené na propylitizovaných horninách i navzájom na sebe, ktoré sa uplatnili v podstatne menšom areálnom rozsahu, 3. premeny typu argilitizácie, ktoré sú v študovanej oblasti regionálne rozšírené.

1. Alterácia typu propylitizácie sa v okolí žily Schrämen a Hlavnej žily v úrovni štólne Andrej zistila iba v úsekoch opisovaných slabo alterovaných (propylitizovaných) pyroxenických andezitov s amfibolom. Propylitizované pyroxenické andezity v oblasti Šturca v podloží žily Schrämen opísal aj M. Böhmer

(1966). Zistil, že tvoria už len okrajové pásma metasomatických zón vyšších stupňov alterácie. Tvorí ich nízkotermálna asociácia sekundárnych minerálov, a to sericit, chlorit, epidot, kalcit, pyrit, kremeň, adulár, limonit, ílové minerály a zeolity (laumontit). Autor tiež študoval postupnosť zmien jednotlivých minerálov a konštatoval, že v procese propylitizácie podlieha premenám prvý hyperstén, jednoklonné pyroxény a plagioklasy. Pri amfibole v propylitizovaných horninách pozoruje, že pri úplnej chloritizácii pyroxénov amfibol ešte nepodľahol premene. Stotožňuje sa s názorom G. Bürge (1931), že propylitizácia prebiehala v období kryštalizácie magmy, keď začal kryštalizovať amfibol, teda prebiehala už pred kryštalizáciou niektorých minerálov.

Tieto premeny sa uskutočnili už počas doznievania vulkanickej činnosti, to znamená, že predchádzali tvorbu rudných žíl a pravdepodobne pretrvávali až do počiatočných štádií hydrotermálnej aktivity. Vznikali pôsobením postvulkanických roztokov na pevné horniny.

2. Z alterácie mladšej generácie v študovanej oblasti rozlišujeme viac typov metasomatických premien, ktoré sa uplatnili synchrónne s tvorbou rudných žíl. Z nich dominujú sericitizácia a silicifikácia značnej intenzity a bezprostredne pri žile Schrämen a Hlavnej žile sú v naloženej pozícii. Vo vzdialenejšom okolí rudnej žily tvoria s ostatnými metasomatickými premenami rozsiahlejšie zóny alterácie.

Pôvodne intenzívna chloritizácia, ktorá sa uplatnila v starších štádiách alterácie, mala tiež veľké rozšírenie. V dôsledku evolúcie procesov alterácie ju v súčasnom stave výrazne zastierajú ostatné premeny. Alterácia typu karbonatizácie sa uplatnila v podstatne menšom areálnom rozšírení v prostredí intenzívne tektonicky porušenom (systémy puklín a trhlín sú

vyplnené kremeňovo-karbonátovou mineralizáciou). Intenzívna karbonatizácia je lokálne vyvinutá aj v bezprostrednom okolí žily Schrämen a Hlavnej žily (takmer monominerálna zámena okolitých pyroxenických andezitov za karbonáty a kremeň).

V okoložilných priestoroch žily Schrämen a Hlavnej žily sa v pomerne veľkom rozsahu uplatnila K metasomatóza. Jednoznačne najväčšiu intenzitu dosiahla v bezprostrednom okolí žily. Popri veľmi intenzívnej K metasomatóze a silicifikácii sa vo vysokom stupni intenzity uplatnila aj sericitizácia a pyritizácia. Jednotlivé premeny sa v rozsahu zóny navzájom zastierajú. Adulár často zatláča sericit a aj kremeň, resp. sericit zatláča adulár a kremeň. Podľa M. Böhmera (1966) hlavná časť sericitizovaných vulkanitov vznikla počas intenzívneho prínosu K^+ pri teplotách o niečo vyšších ako 230–260 °C a pri dostatočnej koncentrácii Al^{3+} a K^+ . V neskorších štádiách hydrotermálnej aktivity pri zvýšení koncentrácie SiO_2 a ďalšom prínose K^+ vznikala v kremenných žilkách i v premenených andezitoch adulár, často na úkor sericitu.

V okoložilných priestoroch žily Schrämen a Hlavnej žily je pôvodná štruktúra i textúra pyroxenických andezitov postihnutých intenzívnou K metasomatózou úplne zmenená. Asociácia sekundárnych minerálov je pestrá. Dominuje adulár, kremeň, sericit, pyrit a lokálne sú hojné karbonáty (dolomit a kalcit). Časté sú makroskopicky viditeľné zhľuky adularu, kremeňa, pyritu a ílových minerálov. Trend narastania intenzity K metasomatózy sa prejavuje zvýšením kvantitatívneho zastúpenia K živca (adularu), ako i zvýšením obsahu K_2O .

Pyritizácia je vyvinutá vo všetkých metasomatických zónach. Spreádzala každý typ metasomatickej alterácie, teda prebiehala v celom intervale metasomatic-

kých premien. Pyrit je v bezprostrednom okolí žily Schrämen a Hlavnej žily, kde prebiehala intenzívna pyritizácia, vo väčšej miere prítomný vo forme drobných zŕn s idiomorfným hexaédrickým obmedzením a tiež nátekový s kolomorfou štruktúrou. Oba sa koncentrujú v tenkých žilkách a na puklinkách, ako i impregnáciách v pyroxenickom andezite. Pyrit vzniká aj počas staršej propylitizácie. Je teda starší ako pyrit, ktorý vzniká v štádiách metasomatickej alterácie — synchronnej s tvorbou žilnej mineralizácie. Je však dosť obťažné opticky i geochemicky rozlíšiť tieto pyrity v okoložilných priestoroch žily Schrämen. Objasnenie ich zastúpenia je významné predovšetkým pre riešenie distribúcie Au a Ag v študovanej oblasti, pretože Au a Ag vo forme zlatínok je prítomné v pyritoch.

3. Argilitizácia sa uplatňuje v celom rozsahu štólne Andrej a je najrozšírenejším typom alterácie. V priestoroch najintenzívnejšej argilitizácie (do 190 m od ústia štólne) sa vo zvýšenej miere tvoria limonitové náteky. Andezitové brekie sú tam úplne vybielené a rozložené až do plastického stavu. V minerálnej asociácii argilitizovaných andezitových brekií, resp. pyroxenických andezitov má hlavný podiel kaolinit, menej illit a montmorillonit. Celkový obsah ilovitých minerálov je asi 60 %, kým v priestoroch bezprostredne pri žile Schrämen a Hlavnej žile je ich obsah asi 10 %. So znižovaním kaolinitu lokálne narastá obsah adularu. Avšak so zvyšovaním kvantitatívneho zastúpenia K živca, ako aj s celkovým narastaním K_2O sa zvyšuje zastúpenie illitu. Túto závislosť pozorovala aj V. Szeki Fux (1975) v analogických oblastiach MLR. V roztoku, ktorý intenzívnejšie reaguje so živcami okolitých hornín, narastá koncentrácia alkalických iónov K^+ a pH roztoku. To pod-

mieňuje vznik adularu (350—150 °C) a ten sa neskôr pri ďalšom narastaní acidity roztokov mení na illit, ktorý vzniká spolu so sericitom (180—130 °C).

Všeobecne sa usudzuje, že metasomatické zóny vznikajú migráciou viacerých alteračných frontov z tektonických línií cez okolité horninové prostredie (Hemley — Jones, 1964; Koržinskij, 1969; Dangič, 1979 a iní). Alteračné fronty bližšie určuje koncentrácia zodpovedajúcich iónov. V študovanej oblasti predstavovali alteračné fronty difúžno-infiltračne migrujúce ióny (fronty), ktoré mohli migrovať v krátkych časových intervaloch. Naložené typy alterácie poukazujú na to, že viaceré fronty pôsobili opakovane.

Alteračné systémy mali zložitú evolúciu, o čom svedčí aj vznik pestrej asociácie sekundárnych minerálov. Hlavné typy metasomatickej alterácie, ktoré sa uplatnili v predmetnej oblasti, možno považovať za výsledok kontinuálneho procesu. Vznik rudnej minerálnej paragenézy a okoložilných alterovaných hornín je úzko spätý. Avšak vytvorenie rudných minerálnych paragenéz predstavuje kratší interval zložitého hydrotermálneho alteračného — mineralizačného systému, ako interval hydrotermálnej alterácie okoložilných pyroxenických andezitov, ktorý sa začal už pred jeho formovaním. V komplexe uplatňujúcich sa hydrotermálnych metasomatických premien je v študovanej oblasti zjavná úzka priestorová spätosť K metasomaticky alterovaných hornín so žilným systémom Schrämen a Hlavná. Vzhľadom na celkovú intenzitu K metasomatickej alterácie uplatňujúcej sa v bezprostredných okoložilných priestoroch a na charakter minerálnej asociácie K metasomatitov a rudnej minerálnej paragenézy je možné predpokladať zhodný časový interval formovania okoložilných K metasomatitov a rudnej mineralizácie.

Literatúra

- Böhmer, M. 1959: Geologicko-ložiskové pomery Kremnického rudného poľa. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 2, s. 19—35.
- Böhmer, M. 1961: Relation between potassium trachytes rhyolites and mineralization in Kremnica orefield. *Geol. Práce, Spr.*, 60, pp. 319—334.
- Böhmer, M. 1966: Ložiskové a paragenetické pomery zlatonosných žíl centrálnej časti Kremnického rudného poľa. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 11, s. 5—125.
- Böhmer, M. — Gerthofferová, H. — Kraus, I. 1969: To the problems of alteration of central Slovakian Neovulkanites. *Geol. Zbor., Geol. Carpath.*, XX, 1, s. 47—64.
- Burg, G. 1931: Charakteristik der Grünsteinnartigen Andesitfacies, ihre Ursachen und Beziehungen zur Kaolinisierung u. Verkesielung. *Z. prakt. Geol. Lagerstättenkde.*, 39, 161 p.
- Dangič, A. 1979: Geochemistry of hydrothermal wall rock alteration around sulfide ores and evolution of hydrothermal activity based on the example of Srebrenica and Kisenica. *Ann. Geol. Penin. Balkanique, Beograd*, Z. 43—44, pp. 475—509.
- Fiala, F. 1956: Geologické a petrografické pomery širšieho okolí Kremnice. *Sborník ÚÚG (Praha)*, XXIII, 2, s. 233—298.
- Fiala, F. 1959: Několik geochemických poznámek o kyselých diferenciátech neovulkanitů v Kremnických horách. *Geol. Práce, Zoš.* 54, s. 7—62.
- Hemley, J. J. — Jones, W. R. 1964: Chemical aspects of hydrothermal alteration with emphasis on Hydrogen metasomatism. *Econ. Geol.*, 59, 4 (Lancaster, Pa.), pp. 538—569.
- Konečný, V. — Lexa, J. — Planderová, E. 1983: Stratigrafické členenie neovulkanitov stredného Slovenska. *Záp. Karpaty, Sér. Geol.*, 9, s. 204.
- Koržinskij, D. S. 1969: Teorija metasomatičeskoj zonalnosti. *Nauka, Moskva*, 109 s.
- Krivcov, V. I. 1979: Sovremennyye metody poiskov mestoroždenij medno-porfyrovogo tipa. *Obzor, Vses. naučno isledov. inst., Moskva*. 68 s.
- Mafo, L. — Štubňa, S. 1984: Výskum alterovaných hornín v okolí Schrämen žily v úvodných priestoroch Andrej štôlne. *Čiastková správa z výskumu PoP Kremnica-Šturec Au-Ag. Manuskript — archiv GÚ SAV Banská Bystrica*, 78 s.
- Szekei Fux, V. 1975: Kalijevýj metasomatiz i gidrotermalnoje orudeneniye Karpat-skoj rudonosnoj oblasti. In: *Metasomatizm i rudoobrazovaniye. Moskva, Nedra*, s. 156—160.
- Whittaker, E. J. W. — Muntus, R. 1970: Ionic radii for use in geochemistry. *Geochim. cosmochim. Acta*, 9, London, s. 945—956.

Altered country rocks of the Schrämen and Hlavná žila veins on the Kremnica-Šturec deposit

Geochemical, petrographical and mineralogical investigations of the altered country rocks in the Schrämen and Hlavná žila vein surroundings, at the Andrej gallery level, are a part of the detailed geological prospecting of the Au-Ag mineralization in the Kremnica-Šturec deposit area.

Regarding the lithostratigraphical division of formations and a new successive development scheme of the Kremnické vrchy Mts., the Kremnica-Šturec area is built by the Zlatá studňa formation, which is formed by relicts of a large stratovolcano, consisting from propylitized and metasomatic altered pyroxene andesites of the Badenian age. Very intensive altered pyroxene andesites with accessory amphibole, belonging to the 1st group of older andesites, and slightly propylitized pyroxene andesites with accessory

amphibole overwhelm in the above area. They form 1.5—2.0 m thick bodies, which occur in andesite breccias and in intensive altered pyroxene andesites respectively.

A characteristic feature of metasomatic altered rocks in the Kremnica ore district is their zonal position in the surroundings of vein structures. Horizontal zones of intensive K-metasomatism (adularization), silicification, carbonization and argillitization have been separated here on the basis of chemical composition of altered rocks in the surroundings of the Schrämen and Hlavná žila veins, at the level of the Andrej gallery and the P₁, P₂, P₃ and P₄ cross-cuts. Following mineral assemblages of altered rocks are preset here in different quantities: adular, sericite, quartz, carbonates (dolomite, calcite and siderite), pyrite, chlorite, epidote, limonite, clay mine-

rals (kaolinite, illite, montmorillonite and I-M mixed structures).

In the comprehensive conception of metasomatic alterations, regarding their character and intensity in the surroundings of the Schrämen and Hlavná žila vein systems, the succession of polystage alteration of the surroundings rocks has been confirmed. In the alteration scheme we have distinguished following stages of alteration: 1. alteration of older generation — areal propylitization, 2. alteration of younger generation — hydrothermal-metasomatic alterations, superimposed on rocks and also on each other, they are spread in much smaller area, 3. supergene alterations — argillitization, which is regionally spread in the studied area. The alteration system had a complex evolution, the origin of variegated associations of secondary minerals witnesses about it. The main types of

metasomatic alterations, which are spread in the studied area, can be considered as a result of the continually process. The origin of ore mineral paragenesis and that of altered country rocks are closely related. However, the origin of ore mineral paragenesis presents a shorter interval of the hydrothermal "alterative-mineralization" system than that of the country pyroxene andesites, which had begun before its formation. There is a close spatial relation of the K-metasomatic altered rocks to the Schrämen and Hlavná žila vein system. It is possible to assume the same time interval of formation for both country K-metasomatites and ore mineralization, regarding the whole intensity of the K-metasomatic alteration and silicification, which take place in the immediate surroundings of veins, as well as the character of mineral assemblage of K-metasomatites and ore mineral paragenesis.

Pokračovanie zo str. 434

ným vývojom majú teploty uzavretia systému (blocking temperature) od 800 °C (Pb-U v zirkóne) po cca 100 °C (stopy po štiepení uránu v apatite). Mnohé rádiometrické veku sú potom iba vekmi schladnutia horniny na určitú teplotnú úroveň a nemajú žiaden vzťah k veku procesov petrogenézy. Takéto údaje však možno úspešne použiť pri rekonštrukcii termickej histórie študovanej oblasti, čo má priame použitie v tektonických interpretáciách.

M. Janák: Kontaktná metamorfóza metasédimentov v aureole rohovského granitu

Kontaktné pôsobenie alpínskych rohovských granitov na varisky regionálne metamorfované staropaleozoické horniny komplexu Hladomornej doliny sa prejavilo vznikom cordieritických rohovcov.

Regionálna metamorfóza pred intrúziou granitu dosiahla podmienky granátovej zóny, čomu zodpovedá minerálna asociácia granát, biotit, muskovit, plagioklas, kremeň ± epidot, ako aj teplota 420–450 °C a tlak 400–450 MPa.

Vznik kontaktných rohovcov s minerálnou asociáciou cordierit, biotit, muskovit, kremeň ± andaluzit spôsobila zmena P-T-X fázo- vých rovnováh. Podmienky kontaktnej meta-

morfózy dosiahli teplotu 450–490 °C pri tlaku 100–150 MPa.

P. Pitoňák: Metamorfity Nízkych Tatier a ich vzťah ku granitoidom

Na základe výskumov sa autor prikláňa ku klasickým predstavám o palingénnom a subautochtónnom charaktere nízkotatranského plutónu. Oblasť Jasenie-Kyslá je vzhľadom na podrobnú preskúmanosť vhodná na riešenie tejto otázky, a to aj z hľadiska metalogenézy. Dôležité je doriešiť genézu migmatitov a amfibolických „dioritov“ v nízkotatranskom kryštaliniku.

M. Putiš: Vzťah granitoidov a metamorfítov (ako výsledku hercýnskeho tektonicko-magmatického cyklu) na príkladoch z Malých Karpát, Považského Inovca a Suchého

V Malých Karpatoch do metamorfítov biotitovej a granátovej zóny regionálno-periplutonické metamorfózy východne od Kuchyne prenikli subkonkordantné (vzhľadom na metamorfnú foliáciu) telesá modranského granodioritu. Vznikli kontaktne metamorfované

Pokračovanie na str. 463