

Mikroprvky v sulfidoch z oblasti zlatobanského rudného poľa

RUDOLF ĎUĎA*, MILAN KVAČEK**

* Geologický prieskum, š. p., geologická oblasť, Garbanova 1, 040 11 Košice

** Ústav nerostných surovín, 284 03 Kutná Hora-Sedlec 425

Doručené 24. 4. 1987

Микрохимизм сульфидов златобанского рудного района, Восточная Словакия

В работе предложены результаты о содержании микроэлементов в сульфидах месторождения полиметаллических руд, которые могут иметь экономическое значение при их комплексной обработке. Характерной чертой в данном случае является содержание в руде элементов серебра, селена, золота и частично кадмия и телура в антимонитах.

Microelements in sulphides from the Zlatá Baňa ore field, Eastern Slovakia

The article deals with new knowledge about the distribution and contents of microelements in sulphides from the Zlatá Baňa polymetallic deposit, which could be economically significant (after their complex processing). The constant presence of Ag, Se, Au and partly of Cd and Te in main sulphide minerals and higher contents of Tl in antimonites are characteristic for the deposit.

Zlatobanské rudné pole sa nachádza v severnej časti Slanských vrchov na území zlatobanského stratovulkánu. V jeho vývoji rozlišujeme 4 etapy magmatizmu a synchronne s nimi prebiehali aj zrudňovacie procesy (Kaličiak, Ďuďa, 1981). Podstatná časť mineralizácie je spätá s intruzívnymi procesmi dioritových porfýritov a má polymetalický charakter. Je rozšírená v centrálnej časti stratovulkánu. V jeho okrajových častiach je rozšírená

nízkohydrotermálna ortuťová a antimónová mineralizácia, spätá s doznievaním magmatizmu v celom rudnom poli. Rudolokalizujúcim prostredím polymetalickej mineralizácie sú intermediárne vulkanické horniny a produkty spodnomiocénneho kyslého vulkanizmu (Kaličiak, 1977; Kaličiak, Ďuďa, 1981; Divinec et al., 1986).

Rudná mineralizácia v zlatobanskom rudnom poli je charakterizovaná niekoľkými rudnými formáciami. Najstaršie, ale

málo rozšírené, sú formácie: Fe-skarnová a Mo-Cu. Najvýznamnejšia v celom rudnom poli je polymetalická formácia. Tvorí niekoľko morfoštruktúrnych typov: žilnikovo-impregnačný, žilnikovo-žilný a brekciovitý. Ekonomicky významná je aj ortutnato-arzénová formácia a sčasti antimónová formácia (Kaličiak, Ďuďa, 1981).

Vzorky na štúdium mikroprvkov boli odobrané z vrtných a banských prác (štôlna Mária a Gemerka v Zlatej Bani, štôlna Jozef a Slávik na Dubniku). Bližšie sú charakterizované v práci Ďuďu (1986).

Metodika výskumu

Na štúdium mikroprvkov v sulfidoch sa použila kvalitatívna a kvantitatívna spektrálna analýza, spektrofotometria, atómová absorpčná analýza (AAS) a inštrumentálna neutrónová aktivačná analýza (INAA). Vyhotovené boli v laboratóriách Ústavu nerostných surovín v Kutnej Hore. Kvantitatívna spektrálna analýza zistila obsah Ag, Bi, Cd, Co, Ga, Ge, In, Ni a Sn. Obsah Se sa stanovil spektrofotometrickou metódou a ortofenyléndiáminom. Obsah Ag v galenite sa stanovil pomocou AAS, v niekoľkých vzorkách aj pomocou INAA. Obsah Au sa stanovil v laboratóriách Geologického průzkumu, n. p., závod Brno metódou AAS s elektrotermickou atomizáciou, obsah Te v laboratóriách IGEM AN ZSSR v Moskve.

Mikroprvky v sulfidoch

Obsah mikroprvkov sa sledoval v najrozšírenejších sulfidoch v rudnom poli — v pyrite, sfalerite, galenite a chalkopyrite, neúplne aj v markazite, antimonite a pyrotíne. Zo vzoriek sa vyhotovili kvalitatívne spektrálne analýzy, na základe ktorých bol vybraný súbor prvkov na kvantitatívne stanovenie obsahu pre každý minerál.

Pyrit

Je najrozšírenejším minerálom v celom rudnom poli. Vystupuje v 5—7 generáciách (Kaličiak, Ďuďa, 1981). Analyzovali sa monominerálne frakcie pyritov hydrotermálnometasomatickej etapy (1. a 2. generácia) charakteristických pre žilnikovo-impregnačný typ zrudnenia a pyritu 3. a 4. generácie, ktoré sprevádzajú polymetalickú žilnikovo-žilnú, antimonitovú a rumelkovú hydrotermálnu mineralizáciu. Obsah mikroprvkov v pyritoch oboch typov udávame v tab. 1. Pyrit 1. a 2. generácie hydrotermálnometasomatickej etapy mineralizácie je charakteristický pomerne nízkymi obsahmi Ag (od 3 do 8 ppm). Aj obsah Au je v tomto pyrite pomerne nízky (od 0,025 do 1,4 ppm). Aritmetický priemer Au z 12 analýz je 0,402 ppm. Obsah Se je mierne zvýšený, v niekoľkých vzorkách až vysoký (nad 100 ppm). Distribúcia Co v pyritoch je nízka a iba zriedkavo presahuje 100 ppm. Obsah Ni je ešte nižší (tab. 1). Iba v jednej vzorke pyritu bol zistený obsah Bi nad medzou stanoviteľnosti (17 ppm). Z prvkov, ktoré sme sledovali iba kvalitatívnu spektrálnou analýzou, si zaslúži pozornosť priebežne prítomný As (obsah od 0,0X—0,X ‰). Sb sa zistil iba v niekoľkých vzorkách.

Distribúciu mikroprvkov v pyritoch hydrotermálnej etapy mineralizácie (3. a 4. generácia) uvádzame v tab. 1. Obsah Ag je výrazne vyšší ako v predchádzajúcich pyritoch a pohybuje sa od < 2 do 100 ppm. Výrazný rozdiel v obsahu Ag v pyritoch hydrotermálnometasomatickej (staršej) a hydrotermálnej (mladšej) etapy mineralizácie potvrdzuje genetickú (látkovú aj termálnu) odlišnosť oboch typov zrudnení v zlatobanskom rudnom poli. Ešte výraznejšia rozdielnosť medzi oboma typmi pyritov je v obsahu Au. Pyrit hydrotermálnej etapy mineralizácie obsahuje od 2,68 do 53,1 ppm Au (aritmetický priemer je

TAB. 1
Stredné hodnoty obsahu vybraných mikroprvkov
Mean content values of chosen microelements

Minerál	Etapa mineralizácie	Prvok	Počet anal. vzor.	Variačné rozmedzie v ppm	Stredné hodnoty v ppm	
					Aritmetický priemer	Medián
pyrit	hydrotermálno-metasomatická	Ag	14	< 2—8	4,2	3,5
		Au	12	0,025—1,4	0,4	0,12
		Co	14	< 7—122	42,3	25,5
		Ni	14	< 6—55	17,9	11,5
		Bi	1	17	—	—
		Se	15	6—369	51,6*	31
	hydrotermálna	Ag	17	< 2—100	24	16
		Au	11	2,68—53,1	13,9 (9,5*)	13
		Co	17	10—260	46,6	30
		Ni	17	< 6—100	17,5	10
		Bi	4	6—7	6,25	6
		Se	16	< 4—650	35,1**	29,5
		Te	3	< 0,54—1,3	0,63	—
sfalerit	hydrotermálno-metasomatická	Ag	10	< 2—13	6,3	5
		Cd	10	2400—4700	3318	3165
		Co	1	34	—	—
		Ni	1	17	—	—
		Sn	2	113—160	—	—
		Se	8	< 4—120	4,7*	4
	hydrotermálna	Ag	28	< 2—190	46	20
		Au	11	0,11—12,2	1,7 (0,6*)	0,21
		Cd	28	1320—5040	2802	2700
		Co	4	25—100	47,3	32
		Ni	1	80	—	—
		Sn	8	4—69	33,9	35
		Bi	4	10—60	40	45
		In	1	90	—	—
		Se	25	< 4—400	17**	9
		Te	8	< 0,54	—	—
galenit	hydrotermálno-metasomatická	Ag	2	< 200—1600	—	—
		Bi	1	110	—	—
		Cd	1	220	—	—
		Se	1	28	—	—
	hydrotermálna	Ag	14	900—2300	1653	1600
		Au	8	0,05—64,9	8,5 (0,41**)	0,16
		Bi	3	12—17	14,3	14
		Cd	1	190	—	—
		In	1	31	—	—
		Sn	1	31	—	—
		Se	14	12—820	194	110
		Te	7	< 0,54—35,1	9,2	6,7

	hydrotermálno- metasomatická	Ag	2	4—13	—	—
		Cd	2	100—207	—	—
		Sn	2	21—34	—	—
		Se	1	100	—	—
chalko- pyrit	hydrotermálna etapa	Ag	9	4—290	87	56
		Au	2	0,45—0,75	0,6	—
		Cd	7	80—207	111,4	100
		Sn	9	< 30—340	31*	36
		Bi	2	8—16	—	—
		In	2	8—27	—	—
		Co	2	40—70	—	—
		Ni	2	70—300	—	—
		Se	5	6—280	152,6	190
		Te	1	2,08	—	—
marka- zit	hydrotermálna	Au	3	0,14—0,94	0,43	0,20
		Se	7	< 4—7	4,1	4
pyrotín	hydrotermálna	Ag	1	3	—	—
		Cd	1	80	—	—
		Sn	1	9	—	—
		Bi	1	16	—	—
		Co	1	200	—	—
		Se	1	80	—	—

* — aritmetický priemer počítaný bez odľahlej (najvyššej) hodnoty, ** — aritmetický priemer počítaný bez dvoch odľahlých (najvyšších) hodnôt.

13,9 ppm). Podľa doterajších poznatkov sa zlato v pyrite viaže vo forme submikroskopických až mikroskopických inklúzií maximálnej veľkosti 100 μm . Obsah Se je v analyzovaných vzorkách zvýšený až vysoký. Pozoruhodná je zhoda hodnoty mediánu Se pre oba súbory (tab. 1). Obsah Te v pyritoch hydrotermálnej etapy je nízky ($> 0,54$ —1,3 ppm). Medzi vzorkami pyritu oboch súborov nepozorovať výraznejší rozdiel v obsahu Co a Ni. Bi sa zistil iba v 4 vzorkách. Podľa kvalitatívnej spektrálnej analýzy je obsah Sb v pyritoch hydrotermálnej etapy mineralizácie vyšší (od 0,0X do 0,X %) ako v pyritoch hydrotermálnometasomatickej etapy. Obsahom As sa pyrity oboch súborov nelišia. V pyritoch oboch súborov sa sledoval aj obsah Ge, Ga, In a Sn, ale s negatívnym výsledkom.

Ak porovnáme analýzy hydrotermálnych pyritov zo zlatobanského rudného poľa s pyritmi z ložiska podobného genetického typu v Banskej Štiavnici (Kvaček, 1983), zistíme, že v obsahu Ag (5—96 ppm v Banskej Štiavnici a 2 až 100 ppm v Zlatej Bani) sa nelišia, ale výrazný je rozdiel v obsahu Se (4—12 ppm v Banskej Štiavnici, 4—650 ppm v Zlatej Bani).

Z doterajšieho štúdia distribúcie mikroprvkov v pyrite Zlatej Bane je zrejmé, že z ekonomického hľadiska treba venovať zvýšenú pozornosť obsahu Au, Ag a Se, zvlášť v pyrite späťom s hydrotermálnou etapou mineralizácie.

Sfalerit

Vyskytuje sa v zlatobanskom rudnom

poli v 3 generáciách. Najstarší sfalerit I je čiernej a čiernohnedej farby a vznikol v hydrotermálnometasomatickej etape mineralizácie. Sfalerit II a III vznikol počas hydrotermálnej etapy mineralizácie. Sfalerit I je pomerne chudobný na obsah mikroprvkov (tab. 1). Obsahuje od < 2 do 13 ppm Ag, od < 4 do 120 ppm Se. Iba ojedinele bol zistený Co, Ni a Bi. Sfalerit I z hydrotermálnometasomatickej etapy mineralizácie obsahuje 113 až 160 ppm Sn (2 vzorky). Obsah Cd je pomerne vysoký a pohybuje sa od 2400 ppm do 4700 ppm (tab. 1). Sfalerit I neobsahuje Ga a Hg, obsah Ge a In je stopový. Priebežne je prítomný Mn (podľa kvalitatívnej spektrálnej analýzy od 0,0X do 0,X %). Obsah Cu a Pb sa viaže na heterogénne prímеси chalkopyritu, ktorý tvorí vo sfalerite časté odmiešania, a galenitu. Stopový obsah vo sfalerite I má aj As a Sb.

Sfalerit II je čierny až čiernohnedý, sfalerit III tvorí medovožlté kryštalické drúzy narastené na karbonátoch (Kaličiak, Duša, 1981). Distribúcia mikroprvkov v týchto sfaleritoch sa udáva v tab. 1. Sfalerit hydrotermálnej etapy má podobný chemizmus ako sfalerit I. Ga, Ge, In a Hg sa v študovaných vzorkách vyskytujú zriedkavo až ojedinele. Iba trochu častejšie sa zistila prítomnosť Bi, As, Co a Ni (tab. 1). Priebežne sa v nich vyskytuje Ag, Au, Cu, Mn a Pb. Vysoký obsah Pb svedčí o heterogénnej prímеси galenitu, podobne ojedinelý vysoký obsah Cu svedčí o prímеси chalkopyritu. Obsah Mn kolíše v rozmedzí 0,0X—0,X %, ojedinele až v X % (podľa kvalitatívnych spektrálnych analýz). V niektorých vzorkách sa stanovil obsah Sn (4—69 ppm) viazaný na inklúzie canfielditu. Zvýšený obsah Sb vo sfalerite II má pôvod v heterogénnej prímеси minerálov tetraedritovej skupiny, bournonitu aj celého radu Pb-Sb sulfosolí. Podľa kvalitatívnej spektrálnej analýzy

ojedinele dosahuje až 0,X % Sb. Obsah Ag vo sfaleritoch hydrotermálnej etapy je výrazne vyšší ako vo sfaleritoch hydrotermálnometasomatickej etapy mineralizácie (tab. 1). Spôsobuje to pomerne častá prítomnosť mikroinklúzií Ag sulfoantimonidov aj hessitu. Vo sfaleritoch II sa bežne stanovil obsah Au (od 0,11 do 12,2 ppm), ktorý pochádza z inklúzií rýdzeho zlata v asociácii so sulfoantimonidmi Ag. Obsah Cd vo sfaleritoch hydrotermálnej etapy mineralizácie je mierne nižší ako vo sfaleritoch hydrotermálnometasomatickej etapy (od 1320 do 5040 ppm), naopak obsah Se je vyšší (tab. 1). Keďže obsah Se nekorešponduje s obsahom Pb vo sfaleritoch, možno ho považovať za izomorfnú prímесь. Obsahy Te sú vo všetkých vzorkách pod medzou stanoviteľnosti (0,54 ppm).

Ak porovnáme mikroprvky vo sfaleritoch hydrotermálnej etapy mineralizácie z ložiska Zlatá Baňa s mikroprvkami sfaleritu z ložiska podobného genetického typu v Banskej Štiavnici (Kvaček, 1983), zistíme, že obsah Ag je rozdielny. Sfalerit z Banskej Štiavnice obsahuje v priemere 14 ppm Ag, kým sfalerit hydrotermálnej etapy zo Zlatej Bane až 46 ppm. Naopak bližšie sú si so sfaleritmi hydrotermálnometasomatickej etapy v Zlatej Bani (6,3 ppm). Aj Koděra (1979) zistil v súbore analýz sfaleritov z ložiska Banská Štiavnica o niečo nižší obsah Ag (v priemere 34,6 ppm). Obsah Cd na ložisku Banská Štiavnica je podľa oboch autorov (Koděra, 1979; Kvaček, 1983) vyšší ako na ložisku Zlatá Baňa a presahuje v priemere 4000 ppm, kým v Zlatej Bani iba okolo 2800 ppm. Sfalerit z Banskej Štiavnice sa výrazne líši aj obsahom Co, ktorý je zjavne vyšší ako v Zlatej Bani. Výrazná odlišnosť obsahu Se vo sfaleritoch oboch ložísk (Banská Štiavnica do 5 ppm, Zlatá Baňa od < 4 do 400 ppm) spolu s rozdielmi v obsahu Ag, Cd, Co a prítomnosťou Au nám indikuje nižšie termálny charakter

mineralizácie v Zlatej Bani.

Na porovnanie uvádzame aj niektoré analýzy sfaleritov z polymetalických výskytov na východnom Slovensku (Ladmovce v Zemplinských vrchoch, Remetské Hámre vo Vihorlatských vrchoch), v Maďarsku (Telkibánya v Tokajských vrchoch) a v Bulharsku (Židarovo v burgaskom rudnom rajóne).

Sfalerit z lokality Ladmovce (Ďuďa in Együd, Grecula, 1982) obsahuje 170 ppm Ag, 2900 ppm Cd, 20 ppm Ga (1 vzorka), sfalerit z Remetských Hámrov obsahuje iba 36 ppm Ag, 26 ppm Co, 3160 ppm Cd, 98 ppm Sn a 3000 ppm Fe. Tieto hodnoty obsahu sú v pomerne dobrej zhode s obsahom vo sfaleritoch hydrotermálnej etapy v Zlatej Bani. Sfalerit z Telkibánye (Székyné-Fux, 1970) ktorá sa nachádza v južnom pokračovaní Slanských vrchov, sa podstatne neliší od sfaleritu v Zlatej Bani (40—52 ppm Ag, 2500—3000 ppm Cd, 160—1000 ppm Sn, 390—400 ppm Cu). Aj sfalerit z ložiska Židarovo (Todorov, 1986) je svojím zložením veľmi blízky sfaleritu zo Zlatej Bane. Obsah Ag je v priemere 32 ppm, obsah Cd v priemere 4820 ppm (vyšší ako v Zlatej Bani), obsah Sn okolo 16 ppm, Co v priemere iba 2 ppm.

Z doterajšieho štúdia distribúcie mikroprvkov vo sfalerite z ložiska Zlatá Baňa vyplýva, že z ekonomického hľadiska treba v prípade ťažby polymetalických rúd venovať zvýšenú pozornosť nielen obsahu Cd vo sfaleritoch, ale aj obsahu Ag, Au a Se.

Galenit

V zlatobanskom rudnom poli sa vyskytuje v dvoch generáciách. Galenit I tvorí drobné žilky a impregnácie v asociácii s ďalšími minerálmi hydrotermálnometasomatickej etapy mineralizácie, galenit II vznikol počas hydrotermálnej etapy mineralizácie v polymetalickej mineraliza-

nej perióde. Distribúcia mikroprvkov sa uvádza v tab. 1. Väčšina študovaných galenitov je II. generácie, iba dve vzorky sú z galenitov I. Galenity I hydrotermálno-metasomatickej etapy mineralizácie obsahujú od 200 do 1600 ppm Ag, v jednej vzorke sa zistilo 110 ppm Bi, 220 ppm Cd a 28 ppm Se. Ojedinelé sú stopové obsahy As, Ge, Mo a Ni. Obsah Ag v galenite II sa pohybuje od 900 do 2300 ppm a je podstatne vyšší ako v galenite I. V galenite II hydrotermálnej etapy mineralizácie sa zistil obsah Au od 0,05 do 64,9 ppm s aritmetickým priemerom 8,5 ppm, resp. bez extrémne vysokej hodnoty 64,9 ppm s aritmetickým priemerom 0,41 ppm. Zlato aj striebro sa v galenitoch v podstatnej miere viaže na mikroinklúzie rýdzeho Au a Ag, bežných vrastlíc Pb-Ag šľufoantimonidov a Ag-teluridu — hessitu. Predpokladáme, že iba nepatrná časť Ag má izomorfný charakter v galenite. V galenitoch II sa iba zriedkavo nachádza Bi, Cd, In a Sn v množstvách nad medzou stanoviteľnosti (tab. 1). Obsah Se v týchto galenitoch II je vysoký (od 12 do 820 ppm s aritmetickým priemerom 194 ppm), takže galenit II možno považovať za hlavného nositeľa Se v ložisku Zlatá Baňa. Ojedinele sa v galenite II nachádza As, Ge, Mo a Ni v stopových množstvách. Obsah Te v galenite hydrotermálnej etapy je < 0,54—35,1 ppm, aritmetický priemer 9,2 ppm.

Ak porovnáme obsah mikroprvkov v galenite zo Zlatej Bane a v galenite z podobného polymetalického ložiska Banská Štiavnica, zistíme, že sa výrazne líšia obsahom Ag (aritmetický priemer Ag v galenitoch zo Zlatej Bane je 1653 ppm, z Banskej Štiavnice iba 540 ppm) a obsahom Se (Zlatá Baňa od 12 do 820 ppm, priemer 194 ppm, Banská Štiavnica od 4 do 180 ppm, prevládajú hodnoty do 20 ppm; Kvaček, 1983). Podobný obsah Ag v galenite z Banskej Štiavnice zistil aj

Koděra (1979). Aritmetický priemer hodnôt obsahu Ag dosiahol iba 420 ppm.

Ako vyplýva z doterajšieho štúdia mikroprvkov v galenitoch z ložiska Zlatá Baňa, v prípade ekonomického využívania ložiska zvýšenú pozornosť bude treba venovať distribúcii Ag, Au aj Se a Te, ktorých obsah je v porovnaní s podobnými ložiskami u nás značne vysoký a pri posúdení ložiska Zlatá Baňa z ekonomického hľadiska môže zohrať významnú úlohu.

Chalkopyrit

V zlatobanskom rudnom poli sa nachádza v 2 až 3 generáciách, vzájomne sa lišiacich paragenézou a formou vystupovania (Kaličiak, Ďuďa, 1981). Starší — chalkopyrit I hydrotermálnometasomatickej etapy mineralizácie má najväčšie rozšírenie v hlbších častiach ložiska v žilnikovo-impregnačnom type zrudnenia. Mladší — hydrotermálny chalkopyrit II a III tvorí drobné hniezda a žilky v stredných a vrchných častiach zrudnenia. Distribúcia mikroprvkov je uvedená v tab. 1. Chalkopyrit I vykazuje pomerne nízke hodnoty Ag a Sn. Ojedinele sa v ňom vyskytuje aj Cd, Se, Co, Ni a Bi. Na rozdiel od chalkopyritu z hydrotermálnej etapy mineralizácie neobsahuje As a Ge.

Chalkopyrity II a III hydrotermálnej etapy mineralizácie sú nositeľmi zvýšeného obsahu Ag (aritmetický priemer 87 ppm) a Se (aritmetický priemer 152,6 ppm; tab. 1). Väzba Ag je zrejme heterogénna a iba z malej časti izomorfná (v dôsledku častých inklúzií Pb-Ag sulfoantimonidov), naopak podstatná časť Se má izomorfný charakter. Chalkopyrity hydrotermálnej etapy mineralizácie obsahujú prímеси zlata viazané na drobné inklúzie rýdzeho Au. Obsah Cd aj Sn (okrem jednej vzorky s 340 ppm) je približne rovnaký ako vo vzorkách chalko-

pyritu I. Nižší obsah je zrejme izomorfneho charakteru, ale pri vyšších hodnotách treba ich pôvod hľadať v inklúziách stanninu alebo canfielditu. V stopových množstvách sa v týchto chalkopyritoch nachádza As a Ge, zriedkavo vyšší obsah má Bi, Co, Ni aj In. Chalkopyrit neobsahuje Ga. V 1 vzorke bolo stanovené 2,1 ppm Te.

Porovnaním obsahov mikroprvkov v chalkopyritoch zo Zlatej Bane a Banskej Štiavnice zistíme, že vzájomne sa výraznejšie nelišia. V chalkopyritoch z Banskej Štiavnice je častejší stopový obsah Ni a o niečo vyšší aritmetický priemer hodnôt obsahu Ag (106 ppm) než v Zlatej Bani (87 ppm; Koděra, 1979). Zjavnejšia rozdielnosť je v obsahoch Se (Banská Štiavnica — 4—28 ppm; Zlatá Baňa — 6—280 ppm).

Čo sa týka mikroprvkov, zlatobanský chalkopyrit je nositeľom Se a obsahuje ekonomicky zaujímavé množstvo Ag. V širšom meradle treba posúdiť distribúciu Au a Te v týchto chalkopyritoch.

Markazit

Analyzovali sme iba markazit hydrotermálnej etapy mineralizácie, a to v prevažnej miere kvalitatívnymi spektrálnymi analýzami. V stopových množstvách sa v nich vyskytuje As, Bi, Hg a Co, zriedkavo v množstve 0,0X % aj Sb. Ag, Zn, Cu a Pb má heterogénny pôvod. Zaujímavá je prítomnosť Au v troch vzorkách (tab. 1) a nízky obsah Se.

Pyrotín

Analyzovala sa iba 1 vzorka pyrotínu zo Zlatej Bane (tab. 1), ktorá obsahovala 3 ppm Ag, 80 ppm Cd, 80 ppm Se, 9 ppm Sn a 16 ppm Bi. Ni sa v pyrotíne nezistil, ale obsah Co činil až 200 ppm. Pre nedostatok materiálu sa tento minerál analyzoval iba orientačne.

Antimonit

Analyzované boli tri vzorky antimonitu z okrajových častí zlatobanského rudného poľa (Dubník — Hg, Dubník — Libanka a Zlatá Baňa — štôľňa Jozef). Kvalitatívnymi spektrálnymi analýzami sa zistil priebežný obsah Ag, As, Cd, Cu, Pb a Zn v rôznych koncentráciách, väčšinou heterogénneho pôvodu. V dvoch vzorkách sa zistilo Tl, ktoré sa nevyskytovalo v žiadnom mineráli zo zlatobanského rudného poľa. Na ilustráciu uvádzame, že Tl nebolo zistené ani v antimonite z ložiska Allchar (Juhoslávia), kde sa nachádza celý rad samostatných minerálov Tl (Hak, Kvaček, 1969). Preto pri ďalšom štúdiu mineralizácie v Zlatej Bani bude treba venovať pozornosť aj tomuto prvku. V antimonitoch nebol zistený Se, v stopových množstvách sa zachytil Co, Mo, Ni a Sn.

Diskusia

Z doterajšieho štúdia mikroprvkov v hlavných sulfidických mineráloch vyplýva zjavná odlišnosť ložiska Zlatá Baňa od podobného polymetalického ložiska Banská Štiavnica. Ložisko Zlatá Baňa charakterizuje asociácia prvkov: Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Se, Te a Sb, sčasti aj Cd a Tl, čo poukazuje na jeho nižšie termálny charakter oproti ložisku Banská Štiavnica. Túto skutočnosť potvrdzujú aj poznatky o mikroprvkoch hlavných sulfidických minerálov v Zlatej Bani. Možno konštatovať:

a) Od polymetalického ložiska Banská Štiavnica sa ložisko Zlatá Baňa líši asociáciou Ag minerálov, ktoré sú hlavnými nositeľmi striebra (Kovalenker et al., 1988). V Banskej Štiavnici sa striebro viaže na stefanit, pyrargyrit, akantit, rýdze Ag, polybázit atď., teda binárne Ag sulfosoli v zmysle Juško-Zacharovovej et al. (1986). Na ložisku Zlatá Baňa sa

striebro viaže v podstate na zložité Ag sulfosoli typu $Ag_mPb_nSb_xS_y$. Keďže obsah striebra v hlavných sulfidoch hydrotermálnej etapy mineralizácie je pomerne vysoký (pyrit aritmetický priemer 24 ppm, chalkopyrit aritmetický priemer 87 ppm, sfalerit aritmetický priemer 46 ppm, galenit aritmetický priemer 1653 ppm), presahujúci rámec možnej izomorfnej prímеси, musíme predpokladať, a podrobným mineralogickým štúdiom to bolo aj dokázané (Kovalenker et al., 1988), že značná časť striebra je viazaná na mikroskopické inklúzie Ag sulfosolí typu freieslebenit, diaforit, owyheerit, andorit, ramdohrit, ~~fizelyit~~, ale aj Ag-tetraedrit, freibergit a hessit. Obsah Ag v sulfidoch hydrotermálnej etapy mineralizácie sa výrazne líši od obsahu Ag v sulfidoch hydrotermálnometasomatickej etapy mineralizácie.

Experimentálne práce mnohých autorov (Nenaševa et al., 1975; Bortnikov et al. in Genkin et al., 1984) ukázali, že pri teplote 300 °C je v systéme $PbS - Sb_2S_3$ prítomný freieslebenit, diaforit, ale pri znížení teploty pod 300 °C dochádza k rozpadu pevných roztokov $AgSbS_2$ a vzniká minerál freieslebenitu a miargyrit a pri znížení pod 220 °C dochádza aj k rozpadu freieslebenitu na miargyrit a galenit. Podľa Bermana et al. (in Genkin et al., 1984) v Ag-galenitoch sa 56—66 % striebra viaže na sulfidické zlúčeniny, veľkosť ktorých je za možnosťami optického pozorovania. Keďže na ložisku Zlatá Baňa sa okrem Ag sulfantimonidov opísal aj miargyrit v asociácii s tetraedritmi (Kovalenker et al., 1988), môžeme predpokladať, že teplota vzniku tejto minerálnej asociácie bola nižšia ako 300 °C (150—250 °C). V časovom vývoji mineralizácie ložiska Zlatá Baňa je táto asociácia jednou z najmladších, vznikla po polymetalickej mineralizačnej perióde. Túto teplotu do určitej miery potvrdzujú aj orientačne študova-

né teploty vzniku karbonátov (125—150 °C) a kremeňa (220—270 °C) sprevádzajúce túto asociáciu (Duša, 1987). Medzi najmladšie minerály patrí hessit, tvoriaci inklúzie v pyrite a galenite. Je tiež nositeľom striebra a podľa Sindejevovej (1959) ho možno využívať ako geotermometer, pretože nad teplotou 155 °C je monoklinický, silne anizotropný, pri nižšej teplote ako 155 °C prechádza do kubickej modifikácie, v mikroskope izotropnej. Doteraz zistené inklúzie hessitov na ložisku Zlatá Baňa sa vyznačovali silnou anizotropiou, teda ich teplota vzniku je vyššia ako 155 °C. Podstatná časť distribúcie striebra a minerálov Ag sa na ložisku Zlatá Baňa koncentruje do hĺbok 200—300 m.

b) Distribúcia zlata v hlavných sulfidoch ložiska Zlatá Baňa je veľmi variabilná. Z celkového podielu sa 85—95 % Au koncentruje v pyrite hydrotermálnej etapy mineralizácie (Duša, 1987). Väčšina zlata je v rýdzej forme (80—83 %; Kovalenker et al., 1988), prímеси Ag sú pod 20 %, Cu a Hg pod 0,1 %. Na ložisku Banská Štiavnica prevláda elektrum.

Aritmetický priemer Au v pyrite hydrotermálnej etapy mineralizácie je 13,9 ppm, v galenite 8,5 ppm, vo sfalerite 1,7 ppm a v chalkopyrite 0,6 ppm. Distribúcia zlata v hlavných sulfidoch hydrotermálnej etapy mineralizácie sa výrazne líši od distribúcie v hlavných sulfidoch hydrotermálnometasomatickej etapy mineralizácie. Podľa doterajších pozorovaní je zlato v drvivej väčšine submikroskopické veľkosti (do 100 μm), rozptýlené hlavne v pyrite, galenite, menej vo sfalerite, Ag-tetraedrite, bournonite a v karbonátoch. Podľa niektorých autorov (Mironov in Juško-Zacharovová et al., 1980) môže zlato izomorfne vstupovať do zloženia galenitu a chalkopyritu, ale v pyrite a sfalerite tvorí iba mikroinklúzie na hranách rastových plôch kryštálov. Je možné, že nepatrná časť zlata, predovšetkým veľmi

nízky obsah v galenite (0,05—0,56 ppm) a chalkopyrite (0,45—0,75 ppm), má izomorfny charakter väzby. Obsah Au nad 1 ppm, resp. až 64,5 ppm v galenite má jasný heterogénny pôvod (potvrdilo sa to aj mikroskopicky). Podstatná časť distribúcie zlata na ložisku Zlatá Baňa sa koncentruje v prípovrchových a stredných častiach ložiska (do 300 m), v niektorých rudných štruktúrach aj nižšie, ale takmer vždy sa prekrýva so striebrom.

c) Obsah selénu a telúru je na ložisku pomerne vysoký. V ložisku sa zistili teluridy, ale distribúcia Se je viazaná na prímеси v hlavných sulfidických mineráloch ložiska. Veľkosťou obsahu Se a Te sa toto ložisko radí medzi významné selénové a telúrové anomálie Slovenska. V galenitoch hydrotermálnej etapy mineralizácie je aritmetický priemer obsahu Se 194 ppm a Te 9,2 ppm. V chalkopyrite je aritmetický priemer obsahu Se 152,6 ppm a Te 2,08 ppm.

Experimentálne práce ukázali (Tischendorf, 1966; Bethke, Barton, 1971), že znížením teploty sa koeficient distribúcie Se v galenitoch zvyšuje, t. j. dochádza k jeho koncentrácii. Táto vlastnosť Se sa využíva v geotermometrii. Sindejeva (1959) priradzuje ložiská, v ktorých je prítomný Se a Te, k Au-Ag formácii, pre ktorú sú typické, a ak ich koncentrácia dosiahne 0,0X—0,00X %, majú aj ekonomický význam. Podľa doterajších poznatkov na ložisku Zlatá Baňa prevláda Se nad Te. Doteraz boli na ložisku zistené iba minerály telúru. Selén sa viaže na hlavné sulfidické minerály, samostatné minerály selénu nie sú známe.

d) Distribúcia kadmia na ložisku je bezprostredne spätá so sfaleritmi. V podstate sa sfalerity hydrotermálnej a hydrotermálnometasomatickej etapy mineralizácie v distribúcii Cd nelišia (aritmetický priemer z hydrotermálnometasomatickej etapy 3318 ppm, aritmetický priemer z hydro-

termálnej etapy 2802 ppm). Mierne zvýšený obsah Cd vo sfaleritoch hydrotermálnometasomatickej etapy je v súlade s vyšším termálnym charakterom tohto minerálu oproti hydrotermálnej etape. Kadmium je významným prvkom, ktorý je využívaný v geotermometrii, zvlášť vo vzťahu k jeho obsahu v galenite. Využívajúc experimentálne údaje Geletiju et al. (1979), na výpočet teploty podľa obsahu Cd vo sfaleritoch a galenitoch dostávame teplotu vzniku minerálov hydrotermálnej etapy okolo 470—500 °C a minerálov hydrotermálnometasomatickej etapy okolo 660—720 °C. Tieto údaje sú veľmi vysoké, nezodpovedajú skutočnosti, hoci obe etapy mineralizácie sa relatívne dobre odlišujú aj rozdielnou teplotou vzniku. Vysokú teplotnú rozdielnosť podľa nášho názoru spôsobuje veľmi nízka koncentrácia Cd v galenitoch, pravdepodobne v dôsledku značného časového aj teplotného odstuhu vzniku galenitu od sfaleritu. Je potrebné tiež uviesť, že k vysokým teplotám ich vzniku (280—450 °C) v žilných hydrotermálnych ložiskách dospel aj Genkin et al. (1980). K rozdielnosti v teplotách vzniku pri koeficiente distribúcie Cd v intervale od 300 do 500 °C dospeli aj Bethke a Barton (1971). V priestorovej distribúcii Cd na ložisku Zlatá Baňa neboli pozorované žiadne výrazné zákonitosti. Obsah kadmia silne závisí od obsahu Zn.

e) Väčšina Co aj Ni sa koncentruje v pyrite, sfalerite a chalkopyrite (tab. 1). Podobne ako Cd aj obsah Co v paragenetických dvojiciach možno využiť ako Co termometer (Bezmen et al., 1978). Podľa obsahu Co v pyritoch a chalkopyritoch je teplota ich vzniku 110 °C. Táto paragenetická dvojica je zo žiliek nízkotermálnej asociácie s karbonátmi, epidotom atď.

f) Distribúciu tália, viazanú na antimonity, sme sledovali iba orientačne. Jeho význam môže vzrásť v nižšie termálnych asociáciách minerálov v periférnych čas-

tiach ložiska (markazit, antimonit, realgár, auripigment atď.).

Literatúra

- Bethke, P. M., Barton, P. B. 1971: Distribution of some minor elements between coexisting sulfide minerals. *Econ. Geol.*, 66, 1, 140—163.
- Bezmen, N. I. et al. 1978: Pyrit-chalkopyritový geotermometer: razpredelenije kobalta. *Geochimija*, 3, 384—289.
- Divinec, L., Kotuľák, P., Repčiak, M., Kaličiaková, E., Ďuďa, R. 1988: Ložisko Zlatá Baňa vo svetle nových údajov geologického prieskumu. *Miner. slov.*, 20, 3.
- Divinec, L. et al. 1986: Zlatá Baňa — VP, polymetalické rudy. [Záverečná správa a výpočet zásob.] Manuskript — Geofond Bratislava, 266 s.
- Együd, K., Grecula, P. 1982: Zemplínsky ostrov — VP, polymetalické rudy a uhlie. [Záverečná správa.] Manuskript — Geofond Bratislava, 110 s.
- Ďuďa, R. 1987: Distribúcia a väzba Au a Ag na ložisku Zlatá Baňa. Manuskript — archív GP Spišská Nová Ves, 11 s.
- Geletij, V. F., Černyšev, L. V., Pastušková, T. M. 1979: Razpredelenije kadmija i manganca meždu galenitom i sfaleritom. *Geol. rud. Mestoroždenij*, 6, 66—75.
- Genkin, A. D. et al. 1980: Razpredelenije kadmija, manganca, selenia i izotopov sery sossušestvujuščich v galenite i sfalerite iz svincovo-zinkovyh mestoroždenij. In: *Metody issledovanija rudoobrazujuščich sulfidov i ich paragenezisov*. Moskva, Nauka, 5—40.
- Genkin, A. D. et al. 1984: Mineralnyje asociacii, struktury i textury rud kak pokazateli uslovij gidrotermalnogo rudoobrazovanija. Moskva, Nauka, 200 s.
- Hak, J., Kvaček, M. 1969: Zpráva o expertize některých ložisek v metalogenetické oblasti Kožufu. Manuskript — archív ÚNS Kutná Hora, 105 s.
- Juško-Zacharova, O. E. et al. 1986: Minerály blagorodnych metalov. Moskva, Nauka, 272 s.
- Kaličiak, M. 1977: Metalogenetické pome-ry zlatobanského vulkanického aparátu v severnej časti Slanských vrchov. Manuskript — Geofond Bratislava, 138 s.
- Kaličiak, M., Ďuďa, R. 1981: Casový vývoj a formačné členenie zrudnenia v zlatobanskom rudnom poli. *Miner. slov.*, 13, 1—23.
- Koděra, M. 1979: Stručná charakteristika mikrochemizmu sfaleritu, galenitu a chalkopyritu z Banskej Štiavnice. In: *Sympó-*

- zium o petrogenéze a geochemii geologických procesov. Veda, 95—102.
- Kovalenker, V. A., Jeleň, S., Genkin, A. D., Duša, R., Sandomirskaja, S. M., Malov, V. S., Kotulak, P. 1988: Rudnyje mineraly produktivnych asociacij mestoroždenija Zlatá Baňa (vostočnaja Slovakia): osobennosti chimizma. *Miner. slov. (v tlači)*.
- Kvaček, M. 1983: Sledování distribuce průvodních prvků v nerostech z vybraných slovenských ložisek. *Manuskript — archiv ÚNS Kutná Hora*, 210 s.
- Nenaševa, S. N. 1975: Eksperimentálnoje issledovanije prirody primesej srebra, surmy i vizmuta v galenite. *Novosibirsk, Nauka*, 124 s.
- Székyné-Fux, V. 1970: Telkibánya érce-sedése és Kárpáti kapacsolatai. *Budapest, Akadémia Kiadó*, 266 s.
- Tischendorf, G., Ungenthüm, H. 1979: Über die Bildungsbedingungen von Claustalit — galenit und Bemerkungen zur Sebnverteilung im Galenit in Abhängigkeit von Redoxpotential und vom pH — Wert. *Chem. Erde*, 23, 4, 279—311.
- Todorov, T. 1986: Nekotoryje aspekty geochemiji elementov v polymetalicheskom mestoroždeniji Židarovo, Burgarsky rudny rajon. *Rudotvor. procesy i miner. nachodišča*, 24, 3—17.

Microelements in sulphides from the Zlatá Baňa ore field, Eastern Slovakia

The Zlatá Baňa ore field is situated in the northern part of the Slanské vrchy Mts., in the area of the Zlatá Baňa stratovolcano. Four stages of magmatism with synchronic ore processes have been defined in its development (Kaličiak, Duša, 1981). Samples for investigation of microelements were taken from the drilling and mining works and they are characterized more detailly in work by Duša (1986).

Methods of investigation

The contents of microelements have been investigated in the most abundant sulphides in the ore field: pyrite, sphalerite, galena and chalcopyrite, partly in marcasite, pyrrotite and antimonite. Qualitative and quantitative spectral analyses, atomic absorption analyses (AAS) and instrumental neutron activity analyses have been used for their investigation. Contents of Se have been determined using spectrophotometric method and by orthophenyl-diamine. The analyses were performed in the ÚNS Kutná hora laboratories and in the Geologický průzkum enterprise Brno laboratories respectively.

Microelements in sulphides

Pyrite is the most abundant sulphide on the deposit. Both older pyrites (1st and 2nd generation) of hydrothermal-metasomatic origin and younger pyrites (3rd and 4th generation) of hydrothermal origin have been analysed.

Older pyrites have relatively low content of Ag (from 3 to 8 ppm) and Au (from 0.025 ppm to 1.4 ppm). Content of Se is slightly increased (Tab. 1). Contents of Co, Ni and Bi are also low. Younger pyrites differ from older ones by higher contents of Ag (the arithmetic mean is 24 ppm) and Au (the arithmetic mean is 13.9 ppm, Tab. 1). Gold is bound on pyrites in form of submicroscopical to microscopical inclusions (up to 100 μm). The content of Se in hydrothermal pyrites is high (the arithmetic mean is 35.1 ppm). There are almost no differences, as to the content of Co, Ni and Bi, between both types of pyrites. The content of Te is below 0.54 ppm to 1.3 ppm. Pyrites from the Zlatá Baňa deposit do not differ, as to the content of Ag, from pyrites from the Banská Štiavnica deposit, but they differ in the Se content.

Sphalerite also occurs in two types on the Zlatá Baňa deposit; the older one is hydrothermal-metasomatic, the younger is hydrothermal. Sphalerite I (older) is relatively poor in microelements (Tab. 1). The content of Cd is high (from 2,400 ppm to 4,700 ppm), the content of Ag is low, contents of Co, Ni and Bi are negligible. The Se content is from 4 ppm to 120 ppm.

Sphalerites II and III (younger sphalerites from hydrothermal stage of mineralization) have higher content of Ag (admixture of Ag sulphoantimonides) and Au (inclusions of native gold). The Cd content in these sphalerites is slightly lower, the Se content, on

the contrary, is higher (Tab. 1). The Te content is below 0.54 ppm. Sphalerites from the Zlatá Baňa deposit have higher content of Ag than sphalerites from the Banská Štiavnica deposit, but their Cd content is lower.

According to Koděra (1979) and Kvaček (1983) the Cd mean content in sphalerites on the Banská Štiavnica deposit is 4,000 ppm, while it is only 2,800 ppm on the Zlatá Baňa deposit. Sphalerites from these deposits also differ in the Co and Se contents respectively.

Galena is also present in two types on the Zlatá Baňa deposit, older is hydrothermal-metasomatic, younger is hydrothermal. Galena I (older) was analysed only in two samples (Tab. 1). Younger galena II has the relatively high content of Ag (from 900 ppm to 2,300 ppm) and Au (from 0.05 ppm to 64.9 ppm). Gold and silver in this galena have the heterogenous origin (inclusions of Ag sulphoantimonides, hessite and native gold). Bi, Cd, In and Sn are rare in this type of galena (Tab. 1).

When we compare the content of microelements in galenas from the Zlatá Baňa deposit and Banská Štiavnica deposit respectively, we will ascertain that these two deposit differ in the content of Ag, Se and Te.

Chalcopyrite is also present in two types, older is hydrothermal-metasomatic, younger is hydrothermal. The distribution of microelements in both types is given in Tab. 1.

Younger chalcopyrites have higher content of Ag, Te and Se than older ones. Chalcopyrites of hydrothermal stage also contain admixtures of Au in form of inclusions of native gold. Both types have approximately equal content of Cd and Sn. Chalcopyrites from the Zlatá Baňa deposit and those from the Banská Štiavnica deposit do not differ very much. Chalcopyrites from the Banská Štiavnica deposit have higher content of Ag and Ni, chalcopyrites from the Zlatá Baňa deposit have higher content of Se.

Marcasites have been studied only preliminary. They have low content of Se, traces of As, Bi, Hg and Co, but the concentrations of Au in marcasites are remarkable (Tab. 1).

Only one sample of pyrrhotite has been analysed, contents of microelements are given in Tab. 1.

Three samples of antimonite have been analysed with traces of Ag, As, Cd, Cu, Pb and Zn, mostly of heterogenous origin. The presence of Tl in two samples is remarkable.

Discussion

The Zlatá Baňa deposit is characterized by the following association of elements: Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Se, Te, Sb, partly Cd and Tl, which point out on lower thermic development in comparison with that of the Banská Štiavnica deposit. The Zlatá Baňa deposit differ from the Banská Štiavnica deposit in Ag minerals assemblage, which is the main bearer of silver. Binary Ag sulphosalts in the sense of Juško-Zacharova et al. (1986) are present on the Banská Štiavnica deposit, while Ag sulphoantimonides prevail on the Zlatá Baňa deposit (Kovalenker et al., 1988). On the basis of Ag minerals assemblage and experimental data (Genkin et al., 1984) it follows that their origin took place from 150 °C, to 250 °C, hence after the main polymetallic mineralization period. The presence of hessite with strong anisotropy (monoclinical, formed over 155 °C) supports this statement. The distribution of silver and Ag minerals on the Zlatá Baňa deposit is concentrated to depth at 200–300 m.

The distribution of gold on the deposit in main sulphides is very variable, but 85–95 % of gold is concentrated in pyrites of hydrothermal stage of mineralization. Gold has relatively low content of Ag (up to 20 % with admixtures of Cu and Hg below 0.1 %). It has submicroscopical size and it forms very rare larger inclusions up to 100 µm. It is mainly concentrated to depth at ca 300 m, rarely deeper. It always occur along with silver.

The distribution of Se and Te is relatively high. Up to now only minerals of Te have been ascertained, Se forms admixtures in sulphides, mainly in galenas and chalcopyrites. The deposit is a significant anomaly of Se and Te in Slovakia.

The distribution of Cd is closely connected with contents of Zn and it does not differ distinctly in sphalerites of hydrothermal and hydrothermal-metasomatic stages of mineralization respectively. On the basis of the Cd content in sphalerites and galenas the temperature of their origin have been calculated (470–500 °C and 660–720 °C respectively) for hydrothermal and hydrothermal-metasomatic stage of mineralization. Too high, unusual temperatures have been determined. This was due to the low content of Cd in galenas, which were formed in the considerably time and temperature gap in comparison with sphalerites. Genkin et al.

(1980) have achieved similar results.

The distribution of Co and Ni is concentrated in pyrites, chalcopyrites and sphalerites (inclusions of pyrrhotites). The temperature of their origin about 110 °C has been ascer-

tained using Co geothermometer between paragenetic pyrite and chalcopyrite. This paragenetic doublet is from veinlets of low thermic mineral assemblage with carbonates and epidote.

RECENZIA

D. Hovorka, J. Spišiak: **Vulkanizmus mezozoika Západných Karpát**. Bratislava, Veda, vydav. SAV, 1988, 263 s.

V slovenskej geologickej literatúre sa častejšie objavujú diela, kde sú monograficky spracované buď ucelené geologické oblasti alebo tzv. profilová geologická problematika. Sú to veľmi cenné publikácie, pretože väčšinou obsahujú komplexne a na úrovni súčasných možností spracované poznatky o danom probléme či regióne. Ich hodnotu si uvedomujeme najmä vtedy, ak potrebujeme z veľkého množstva záznamov, publikovaných od najstarších čias podnes, zistiť nejaký údaj. Ak sú tieto záznamy spracované už v „novodobom jazyku“, potom sú takéto monografické práce hľadané všetkými geológmi, čo by sa len trochu zaujímal o príslušnú tematiku. K takýmto prácam sa zaraďuje aj ďalšia publikácia z autorského kolektívu doc. dr. D. Hovorku, DrSc., a to z vyššie uvedeného pohľadu opäť veľmi úspešná.

Úvodná kapitola sa venuje úlohe vulkanizmu vo vývoji Západných Karpát. Ďalšie tri kapitoly sa zaoberajú charakteristikou vulkanizmu mezozoika vonkajších, centrálnych a vnútorných Západných Karpát. Text je bohatý ilustrovaný tabuľkami, grafmi, geologickými mapkami, profilmi, litostratigrafickými kolonkami a obrazovou prílohou so 74 makro- a mikrosnímami študovaných vulkanitov.

Už z členenia knihy vidieť, že autori sa prísne pridriavajú opisu vulkanitov podľa regionálneho tektonického členenia, ďalej už podľa tektonických jednotiek (ako napr. križňanský príkrov, gemerikum a pod.) a ešte podrobnejšie podľa pohorí, resp. litostratigrafických jednotiek (napr. meliatska skupina). Na začiatku každej kapitoly je stručný prehľad litostratigrafie a tektonickej stavby. Nasleduje podrobný opis výskytu vulkanitov, ich pozície v litostratigrafickej sekvencii príslušnej jednotky, oboznámenie so stavom poznatkov a úrovňou riešenia problémov, petrografická charakteristika, medzerovité chemizmus vulkanitov, chemizmus minerálov (najmä klinopyroxénov) a diskusia o výsledkoch. Dokumentačno-opisná charakteristika výsky-

tov vulkanitov mezozoika Západných Karpát spolu s petrografiou hornín a chemizmom minerálov patrí v monografii k najcennejším údajom. Je to aj dobré, že práca obsahuje predovšetkým faktografický materiál s trvalou hodnotou a menej miesta sa venuje interpretáciám, pre ktoré, žiaľ, autori nie vždy mali dostatok údajov (čo si zrejme uvedomovali, a preto na to čitateľov upozornili už v úvode svojej knihy).

Recenzovaná kniha vychádza najmä z vlastných starších aj novších prác autorov, ale používa aj zistenia a výsledky veľkého počtu ďalších autorov. S prihliadnutím na šírku obsiahnutej problematiky je to pochopiteľné a nutné. Takéto kompilačné práce, doplnené novými údajmi, sú však poplatné stavu a úrovni riešenej problematiky v jednotlivých regiónoch. To je príznačné aj pre túto prácu. Podrobne a pekne spracované napr. tešiny vonkajších Západných Karpát kontrastujú s medzerovitými poznatkami o vulkanitoch centrálnych Západných Karpát, kde miestami chýbajú aj základné chemické analýzy vulkanitov. Malý počet chemických analýz a stopových prvkov vulkanitov mezozoika patrí k vážnejším nedostatkom recenzovanej knihy. Sotva to možno prisúdiť iba „kapacitnej možnosti autorov“ (s. 7). Takéto analýzy pre vulkanity sú zvlášť potrebné na zostavenie rozličných diskriminačných diagramov s cieľom získať údaje na ich klasifikáciu, určenie geochemického trendu, ich geotektonického pozadia a na ďalšie úvahy. Autori podstatne lepšie využili mikroanalýzátor na stanovenie chemizmu najmä klinopyroxénov, na čom zakladajú podstatnú časť úvah týkajúcich sa pôvodu a charakteru magmy a geotektonického pozadia vulkanitov (v tomto ohľade je práca veľmi pekným príkladom dôsledného využitia výsledkov meraní na mikroanalýzáto- re, čo však nemožno hovoriť o všetkých užívateľoch mikroanalýzátorov).

V súčasnosti by bolo vhodné využiť aspoň tie prístupnejšie (Rb-Sr) izotopické údaje (na základe ktorých by bolo možné kompletnejšie usudzovať o povahe magmy), ako aj geochronologické údaje (na základe ktorých by sa mohol stanoviť vek vulkanitov mezozoika Západných Karpát, ktorý je často sporný).