

Vysokoželezité metasedimenty z Kokavy nad Rimavicou (veporikum)

SERGEJ PETROVIČ KORIKOVSKIJ¹, JOZEF DUPEJ², VLADIMÍR ALEXANDROVIČ BORONICHIN¹

¹IGEM AN ZSSR, Staromonetny per. 35, 109017 Moskva

²Geologický ústav CGV SAV, Horná 15, 974 01 Banská Bystrica

(Doručené 20. 10. 1988, revidovaná verzia doručená 14. 12. 1988)

High Fe metasediments from Kokava nad Rimavicou (Veporicum, Central Slovakia)

A few small occurrences of high Fe rocks, which were generally regarded as magnetite ores of skarn origin, were described in the past near Kokava nad Rimavicou (the Kráľova hofa zone of Veporides). Detail petrological study, based on analyses obtained using electron microprobe analyzer did not verify this genesis. In our opinion the above occurrences of high Fe schists are primary sedimentary. Medium temperature metamorphism (550—580 °C) led to their metamorphism into magnetite-grunerite-garnet schists, while ferruginous apatite-biotite-garnet gneisses with intercalations of hedenbergite-clinozoisite schists originated from surrounding psammitic rocks.

Úvod

Štúdované horniny vystupujú v juhovýchodnej časti kráľovohofského pásma v tesnej blízkosti muránskej (muránsko-divínskej) zlomovej línie, ktorá sa pôvodne považovala za rozhranie kráľovohofskej a kohútskej (Zoubek, 1931) zóny, podľa súčasných názorov sa javí ako rozhranie alochtónnej a zakorenenej časti kráľovohofského príkrovu (Maheľ, 1986).

Na severozápad od uvedenej zlomovej línie vystupujú rôzne typy granitoidov pásma Kráľovej hole s prechodom do hybridných variet (biotitických) až migmatitov nebulitického, menej stromatitického typu. Obsahujú menšie enklávy pararúl a telesá leukokratných granitoidov. Na juhovýchod od muránskej línie vystupujú horniny charakteru svorov až svorových rúl, resp. fylitov (komplex Hladomornej doliny), ako i komplex leukokratných rimavických granitoidov variského veku.

Samotný výskyt, geologickej verejnosti známy ako „kokavský skarn“, predstavuje päť šošovkovitých telies, konkordantne uložených v pruhu pararúl a migmatitov s prechodom do hybridných granitoidov variského veku. Uvedený pruh je z.-v. smeru, široký približne 200 m, dlhý 2 km so sklonom 20 — 40 ° na SZ. Najväčšia šošovka má dĺžku cca 70 m a priemernú mocnosť 12 m.

Na štúdium sú najvhodnejšie zruďnené polohy otvorené v tridsiatych rokoch tromi krátkymi štôľňami v záreze štátnej cesty z Kokavy do Hriňovej približne 2 km na SZ od Kokavy nad Rimavicou. Šuf (1938) uvádza okrem pomerne podrobného opisu uvedených rudných zhľukov aj ich genézu. Domnieva

sa, že ide o „magmatické vyloučenie magnetitu s pyrotínom skarnového charakteru“. Zoubek a Nemček (1951) v svojej práci poukázali na výrazný deficit karbonátov, čo spochybnilo „skarnovú“ genézu, a naznačili možnosť vzniku uvedeného výskytu regionálnou metamorfózou sedimentárnych železných rúd. Gubač (1957) považuje kokavské ložisko za skarnové.

Petrografická charakteristika a minerálne asociácie

Detailné štúdium metamorfovaných hornín s vysokým podielom magnetitu (do 20 %) ukázalo, že majú pestré, pre veporidy exotické zloženie. Vo všeobecnosti ich môžeme charakterizovať ako vysokoželezité gruneriticko-granatické, resp. magnetiticko-gruneriticko-granatické kryštalické bridlice s nízkym obsahom CaO. Pomerne hojne sú zastúpené horniny charakteru biotiticko-granatických rúl s lokálnym výskytom biotiticko-epidotických a hedenbergiticko-klinozoisitických bridlíc. I pri týchto typoch je obsah magnetitu značne vysoký. Prítomnosť skarnov v tradičnom chápaní sme nezistili, čo súhlasí s výrazným deficitom Ca a Mg v analyzovaných vzorkách.

Zreteľne vyvinutá bridličnatosť je zrejme odrazom primárne sedimentárnych textúr, následne zvýraznených regionálnou metamorfózou. Uvedený záver potvrdzuje i mikroskopické štúdium. Vo viacerých výbrusoch sme pozorovali striedanie niekoľkomilimetrových polôh gruneriticko-granaticko-kremenných a gruneriticko-apatiticko-granaticko-biotiticko-kremenných bridlíc s temer monominerálnymi vrstvičkami tvorenými granátom, magnetitom, resp. apatitom.

Gruneriticko-granatické a magnetiticko-gruneriticko-granatické kryštalické bridlice

Sú to tmavé masívne horniny s variabilnou zrnitosťou. V ich zložení prevláda granát, zrná ktorého dosahujú veľkosť do 1 cm (do 40 až 50 % horniny), nad ihlicovitým gruneritom a kremeňom. Obsah magnetitu kolíše od 0 do 30 %. Plagioklas spravidla úplne chýba. Z prímies sa vyskytuje najmä biotit, apatit a ilmenit. Zastúpenie apatitu je lokálne výrazne zvýšené a dosahuje 5 až 7 obj. %. Granát vystupuje prevažne vo forme idiomorfických kryštálov, grunerit vytvára jednak tabuľkovité prizmatické kryštály a jednak lúčovité zhluky tenkých ihlíc. Zrná magnetitu (0,1–2 mm) často zrastajú s granátom, resp. gruneritom. Ich koncentrácia do subparalelných vrstvičiek vedie k vytvoreniu páskovanej textúry i v masívnych gruneriticko-granatických horninách.

Analýzy získané pomocou elektrónového mikroanalýzátora ukázali mimoriadne vysokú železitosť všetkých minerálov. Na detailné štúdium boli vybrané dve typické vzorky gruneriticko-granatických bridlíc — s magnetitom (HD-32) a bez neho (HD-23).

Vo vzorke HD-32 (tab. 1) mali granáty v centre zrna železitosť 96,1 % a na okraji 94,9 %. Progresívna zonálnosť sa prejavila len vo vzťahu k MgO (nárast

od 0,81 do 1,02 % na okraji), kým vo vzťahu k Ca i Mn boli granáty v podstate homogénne. Železitosť gruneritu bola 73,4 %.

Vo vzorke HD-23 magnetit chýba, rudné minerály sú zastúpené len uzavreninami ilmenitu v granátoch. Podiel granátu na zložení horniny je približne 50 %. Okrem ilmenitu uzatvára tiež grunerit a chlorit. Železitosť centrálnych častí zŕn bola 94–96 %, v okrajových častiach 94–95 %. Mn v podstate chýba, obsah grossulárovej zložky bol približne 5 % (tab. 2). Na základe uvedeného možno analyzované granáty považovať za homogénne.

Zloženie gruneritu značne kolíše. Kým na kontakte s okrajovou zónou granátu mal grunerit železitosť 78,8 %, uzavreniny v centre granátu mali nižšiu hodnotu — 76,8 %. Koeficient distribúcie K_D Mg a Fe v páre granát — grunerit narastá od centra k okraju granátu od 0,211 na 0,232.

Zvyšovanie hodnoty veličiny K_D k periférii kryštálu a chýbanie retrográdnej okrajovej zóny naznačuje, že celé zrno granátu bolo sformované v progresívnej etape metamorfného cyklu. Na základe zmeny $K_{DGr-Gran}$ usudzujeme, že centrálna časť zrna, bez ohľadu na jej homogénne zloženie, vznikla pri nižších teplotách ako okrajová. Toto tvrdenie je v súlade s prítomnosťou reliktných uzavrenín gruneritu a vysokoželezitého chloritu v centre granátu. Analogicky s inými oblasťami (Korikovskij et al., 1975) sú chlority s takou železitosťou ($X_{Fe} = 77\%$ — tab. 2) stabilné s kremeňom v teplotných podmienkach zóny granátu. V kremeňovo-gruneritovej mezostáze paragenetický železitý chlorit nebol zistený, v dôsledku čoho sa domnievame, že centrálna časť granátov spolu s uzavreninami vznikla v podmienkach granátovej subfácie fácie zelených bridlíc, kým periférna pri teplotách značne vyšších.

Kritická paragenéza granát+grunerit+kremeň±magnetit pre vysokoželezité bridlice kokavského výskytu s výrazným deficitom Ca a alkálií bola na základe analýz na elektrónovom mikroanalýzátore vynesená do trojuholníka AFM (obr. 1a).

Z retrográdnych premien sme v študovaných vzorkách zistili vznik sekundárneho chloritu viazaného na trhlinky, resp. na okraje zŕn granátu a gruneritu.

Biotiticko-magnetiticko-granatické bridlice s variabilným obsahom apatitu

Tieto horniny predstavujú druhú horninovú skupinu v polohe železitých bridlíc študovanej lokality. Podstatným rozdielom medzi týmto typom a gruneriticko-granatickými bridlicami je značne vyšší obsah K_2O , ako i zvýšený podiel apatitu (do 10 obj. %), ktorý sa lokálne stáva minerálom horninotvorného významu. Vo vzorke HD-41 sme zistili prítomnosť biminerálnych granaticko-apatitových drobnozrn-

TAB. 1

Analýzy minerálov (hmotn. %) z magnetiticko-gruneriticko-granatickej bridlice

Analyses of minerals (wt. %) from magnetite-grunerite-garnet schist

Mineral	Vzorka HD-32			
	granát		grunerit	magnetit
	stred	kraj		
SiO ₂	37,33	37,75	50,33	0,26
TiO ₂	—	0,03	0,07	0,32
Al ₂ O ₃	20,51	20,57	0,49	0,42
+FeO	35,35+	34,01+	38,70+	98,48+
MnO	3,69	3,65	0,57	0,06
MgO	0,81	1,02	7,86	0,08
CaO	3,29	3,39	0,20	0,07
Na ₂ O	—	—	0,18	—
K ₂ O	—	—	0,01	—
Spolu	100,98	100,42	98,41	99,69
Fe/Fe + Mg %	96,1	94,9	73,4	—
Alm	79,1	77,5	—	—
Prp	3,2	4,2	—	—
Grs	9,4	8,4	—	—
Sps	8,3	9,9	—	—

Analýtik — V. A. Boronichin, IGEM AN ZSSR Moskva, elektrónový mikroanalýzátor CAMECA MS 46

Paragenéza HD-32: granát + grunerit + magnetit ± apatit + kremeň.

*Všetko Fe prepočítané na FeO.

TAB. 2

Zloženie granátu, gruneritu a asociujúcich uzavrenín minerálov gruneriticko-granatickej bridlice, vzorka HD—23
 Composition of garnet, grunerite and associated inclusions of grunerite-garnet schist, sample HD—23

Časť zrna	kraj			stred					kraj	
Minerál	Grun	Gr	Gr	Ilm	Gr	Chl	Grun	Gr	Gr	Grun
SiO ₂	51,72	36,94	36,81	1,09	36,98	26,42	49,94	35,34	37,26	50,69
TiO ₂	0,08	—	—	46,92	—	0,13	0,09	—	—	0,03
Al ₂ O ₃	0,93	20,87	20,37	0,89	20,79	21,90	0,71	19,86	20,41	0,47
FeO	40,08	38,57	40,21	45,92	39,29	34,85	40,29	39,69	39,42	41,24
MnO	0,10	0,40	0,46	0,52	0,41	0,04	0,11	0,45	0,41	0,11
MgO	6,07	1,34	0,78	0,25	1,41	5,78	6,82	0,85	1,09	6,22
CaO	0,20	1,85	1,61	0,13	1,76	—	10,11	1,69	1,87	0,12
Spolu	99,18	99,97	100,24	95,72	100,64	89,12	98,07	97,87	100,46	98,88
Fe/Fe + Mg %	78,7	94,1	96,6		94,0	77,1	76,8	96,3	95,3	78,8
Alm		88,2	91,1		88,3			90,6	89,2	
Prp		5,5	3,1		5,7			3,5	4,4	
Grs		5,4	4,7		5,1			4,9	5,5	
Sps		0,9	1,1		0,9			1,0	0,9	

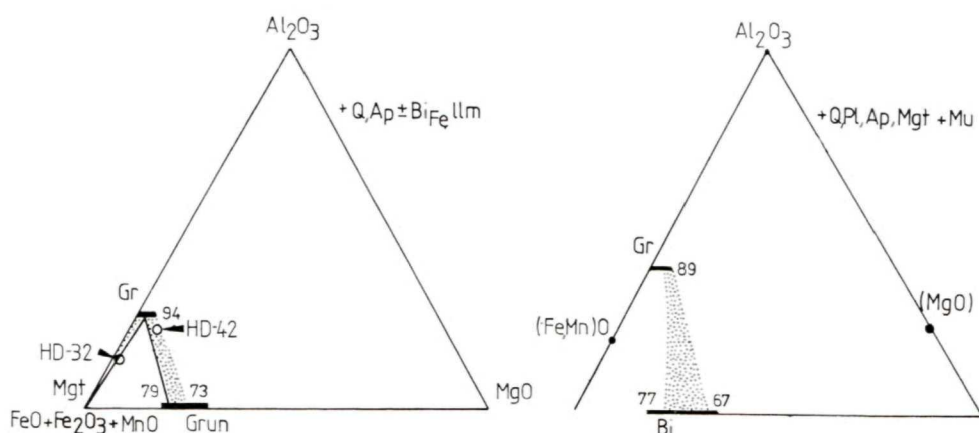
Paragenéza HD—23: granát (Gr) + grunerit (Grun) + kremeň; v granáte uzavreniny gruneritu, ilmenitu (Ilm) a reliktného chloritu (Chl).

TAB. 3

Zloženie minerálov melanokratických biotiticko-granaticko ± apatiticko-kremenných bridlic a rúl
 Composition of minerals of melanocratic biotite-garnet ± apatite-quartz schists and gneisses

Hornina	Vzorka HD-41				Vzorka HD-35			
	Bi-Gr-Mgt-Q bridlica		vrstva Gr-AP		Bi-Gr-Ap-Q rula			
	Gr		Bi	Gr	stred Gr		kraj Gr	
	stred	kraj			Gr	Bi	Gr	Bi
SiO ₂	38,14	37,84	36,60	37,71	38,61	36,02	37,90	34,87
TiO ₂	0,07	—	2,05	—	0,03	1,95	0,03	1,98
Al ₂ O ₃	17,77	17,60	19,02	17,36	21,20	19,27	20,64	18,07
FeO	36,52	37,77	26,06	37,83	33,96	22,98	28,31	25,32
MnO	3,38	3,75	0,25	3,53	3,84	0,17	4,46	0,17
MgO	2,51	1,64	4,21	1,62	2,02	6,19	1,16	5,62
CaO	1,05	1,14	0,12	1,70	1,32	0,32	7,29	0,04
Na ₂ O	—	—	8,72	—	—	0,26	—	0,43
K ₂ O	—	—	0,29	—	—	9,17	—	9,33
Spolu	99,44	99,74	97,32	99,75	100,98	96,33	99,79	95,83
Fe/Fe + Mg %	89,1	92,8	77,6	92,9	90,4	67,5	93,2	71,6
Alm	79,8	82,2	—	81,4	78,8	—	64,1	—
Prp	9,8	6,3	—	6,2	8,3	—	4,6	—
Grs	2,9	3,2	—	4,7	3,9	—	21,1	—
Sps	7,5	8,3	—	7,7	9,0	—	10,2	—

Paragenézy: HD-41 striedanie tenkých vrstvičiek granátovo-biotitového zloženia (biotit+granát+magnetit+kremeň; retrográdna premena Gr → Chl, Bi) a granátovo-apatitového zloženia (granát+apatit+biotit); HD-35 granát+biotit+muskovit+apatit+plagioklas+kremeň; retrográdna premena Gr → Chl, Pl → Mu; biotit (Bi); granát (Gr); magnetit (Mgt); kremeň (Q); apatit (Ap); chlorit (Chl); plagioklas (Pl); muskovit (Mu).



Obr. 1. Minerálne asociácie magnetiticko-gruneriticko-granatických (a) a biotiticko-apatiticko-granatických (b) bridlíc na základe údajov tab. 1—3. Krúžkami je znázornené zloženie hornín (vz. HD-32 a HD-42, tab. 6) kokavského výskytu. Bi — biotit, Ap — apatit, Gr — granát, Grun — grunerit, Ilm — ilmenit, Mgt — magnetit, Mu — muskovit, Pl — plagioklas, Q — kremeň.

Fig. 1. Mineral assemblages of magnetite-grunerite-garnet (a) and biotite-apatite-garnet (b) schists on the basis of data given in tab. 1—3. Composition of rocks of the Kokava locality (samples HD-32 and HD-42, Tab. 6) is represented by small rings. Bi — biotite, Ap — apatite, Gr — garnet, Grun — grunerite, Ilm — ilmenite, Mgt — magnetite, Mu — muscovite, Pl — plagioclase, Q — quartz.

ných vrstvičiek, v ktorých podiel apatitu dosahuje až 60 %. Tieto 2 až 4 mm mocné vrstvičky s vysokou koncentráciou fosforu, paralelné s pôvodnou vrstovitou horninou, považujeme za primárne sedimentárneho pôvodu.

Na študovanej lokalite okrem melanokratných bridlíc vystupujú tiež leukokratnejšie variety plagioklasových biotiticko-granatických rúl a bridlíc. Lokálne sú viditeľné stopy injekčnej migmatizácie.

V tab. 3 sú uvedené analýzy minerálov biotiticko-granatických rúl a bridlíc stanovené na elektrónovom mikroanalýzátore. I v nich sa potvrdila mimoriadne vysoká železitosť. Vo vzorke HD-41 mal granát retrográdnou zonálnosť zo zvyšovaním železitosti od centra k okraju (z 89 na 93 %) a s nevýrazným nárastom obsahu Ca a Mn. Asociujúci biotit mal železitosť (Fe/Fe + Mg) cca 78 %, t. j. rovnakú ako v gruneritoch gruneriticko-granatických bridlíc (obr. 1b).

V granaticko-apatitickej vrstvičke bolo zloženie drobnozrnných granátov analogické zloženiu granátov okolitej bridlice. Podobne granáty a biotity plagioklasových biotiticko-granatických rúl patria k železitým odrodám.

Ruly i bridlice boli intenzívne postihnuté retrográdnymi procesmi: blastomylonitizáciou, zatláčaním primárneho granátu a biotitu sekundárnym drobnolupeňovitým biotitom, chloritom a muskovitom (sericitom). Keďže uvedené javy sprevádzala intenzívna blastéza a zbridličnenie, ale mylonity a kataklazity charakteristické pre alpske deformácie chýbajú, považujeme za reálnejšie spájať sekundárnu rekryštalizáciu s retrográdnym štádiom variskej metamorfózy (Cambel, Korikovskij, 1986). Uvedené retrográdne

preny záviseli predovšetkým od prítomnosti fluidnej zložky, zdrojom ktorej bol pravdepodobne chladnuci granitoidný masív. Migrácia týchto fluid do jeho exokontaktu vyvolávala premeny analogické autometasomatóze samotného granitoidu. Pri absencii uvedených fluid k retrográdnym premenám zrejme nedošlo (chýbanie retrográdnej zonálnosti, zatlačanie primárnych, vyššie teplotných minerálov sekundárnymi, nižšie teplotnými a i.). Tento jav sme pozorovali i v metamorfovanom okolí rimavického granitu, kde so vzdáľovaním sa od kontaktu intenzita retrográdnych premen v metamorfovaných horninách výrazne slabne. Podobne v granatických svoroch komplexu Ostrej je v niektorých vzorkách vyvinutá u granátov progresívna zonálnosť, kým u iných (vzdialených rádovo v metroch) je výrazná regresívna zonálnosť. Spájať túto skutočnosť s odlišným metamorfným vývojom (vekom) študovaných vzoriek je nelogické a viac než špekulatívne. Za najpravdepodobnejšie považujeme vysvetľovať uvedené pozorovania prítomnosťou, resp. neprítomnosťou fluid v hornine.

Hedenbergiticko-klinozoisiticko-kremenné bridlice

Tento horninový typ vystupuje na študovanej lokalite len veľmi sporadicky. Typická je preň granoblastická štruktúra a okrúhla forma zŕn kremeňa, pripomínajúca blastopsamitickú štruktúru. Spoločne s kremeňom vystupujú zhluky izometrických zŕn monoklinického pyroxénu, klinozoisitu a titanitu. Primárne sedimentárny pôvod týchto bridlíc, t. j. ich vznik regionálnou metamorfózou psamitov obohatených Ca, je najpriateľnejším vysvetlením zistených faktov.

Analýzy minerálov sú uvedené v tab. 4. Klinopyro-

xén je predstavovaný železitým hedenbergitom, klinkozisit obsahuje 5,4 % Fe_2O_3 . Tieto údaje len potvrdzujú vysokú železitosť príslušných horninotvorných minerálov vo všetkých typoch metamorfítov kokavského výskytu.

TAB. 4

Zloženie hedenbergitu a klinkozisitu (hmotn. %) hedenbergiticko-klinkozisiticko-kremennej bridlice (vz: HD-40)
Composition of hedenbergite and clinozoisite (wt. %) of hedenbergite-clinozoisite-quartz schist (sample HD-40)

Minerál	Hedenbergit	Klinkozisit
SiO_2	50,97	40,79
TiO_2	0,03	0,05
Al_2O_3	0,38	28,33
Fe_2O_3^*	—	5,38
FeO^{**}	21,43	—
MnO	1,20	0,14
MgO	3,23	0,03
CaO	22,26	23,87
Na_2O	0,15	—
K_2O	0,01	0,01
Spolu	100,06	98,60
Fe/Fe + Mg %	78,8	—

Paragenéza: hedenbergit + klinkozisit + sfén + kremeň. *Všetko železo je prepočítané na Fe_2O_3 . **Všetko železo je prepočítané na FeO.

Geotermometria a pravdepodobné faciálne podmienky metamorfózy

Podrobné terénne a mikroskopické štúdium nepotvrdilo prítomnosť rohovcových štruktúr ani kontaktných minerálnych asociácií v horninových typoch kokavského výskytu, v dôsledku čoho sa domnievame, že sa uplatnila len regionálna metamorfóza. Jediným minerálnym párom vysokoželezitých bridlíc, na základe ktorého bolo možné určiť teplotné pod-

TAB. 5

Teplotné podmienky kryštalizácie vysokoželezitých biotiticko-magnetiticko-granatických bridlíc a rúd
Temperature conditions of crystallization of high Fe biotite-magnetite-garnet schists and gneisses

	Geotermometer		
	t_1	t_2	t_3
Vz. HD-41			
$\text{Bi}_{77,6} - \text{Gr}_{92,8}$ (kraj zrna)	620	683	733
Vz. HD-35			
$\text{Bi}_{67,5} - \text{Gr}_{90,4}$ (stred)	607	643	646
$\text{Bi}_{71,6} - \text{Gr}_{93,2}$ (kraj)	582	616	580

Teplota ($^{\circ}\text{C}$) stanovená na základe termometrov: t_1 — Aranoviča (1983), t_2 — Perčuka et al. (1983), t_3 — Ferryho a Speara (1978). Najpravdepodobnejšie hodnoty sú v stĺpci t_1 .

mienky metamorfózy, bol minerálny pár biotit — granát. Pracovali sme s využitím biotitovo-granátových termometrov Aranoviča (1983), Perčuka et al. (1983) a Ferryho a Speara (1978). Výsledky sú zhrnuté v tab. 5.

Pri štúdiu minerálnych paragenéz je využitie petrogenetickej sieťky komplikované skutočnosťou, že asociácia gruneritu a železitého granátu je stabilná v podmienkach od fácie zelených bridlíc až do amfibolitovej (Korikovskij, 1979) fácie, a teda nemôže byť indikátorom teploty. Napriek tomu sme zistili určité paragenetické príznaky, ktoré naznačujú, že teplotné maximum metamorfózy bolo vyššie ako 500°C , napr.: úplná homogenizácia väčšiny zrn granátu, stabilita hedenbergitového klinopyroxénu v Ca-silikátových bridliciach. Teplota však zrejme len nevelmi prevyšovala uvedenú hodnotu, pretože v gruneriticko-granatických bridliciach ešte nevznikol ferohyperstén, obvyklý minerál železitých hornín metamorfovaných v podmienkach amfibolitovej fácie, a v jadrách granátov sú zachované reliktné lupienky železitého chloritu.

Na základe uvedených zistení sa domnievame, že stupeň metamorfózy vysokoželezitých bridlíc kokavského výskytu zodpovedal vrchnej časti epidotovo-amfibolitovej fácie, t. j. intervalu 550 až 580°C . Za najreálnejšie považujeme hodnoty stanovené pomocou Aranovičovho (1983) termometra. Nie je vylúčené, že i tieto hodnoty sú v skutočnosti o niečo nižšie, pretože granátovo-biotitové termometre pracujú pri vysokej železitosti analyzovaných minerálov nepresne (Perčuk, 1973). S ohľadom na uvedené považujeme teplotu cca 550°C za najreálnejšiu.

Zloženie a genéza vysokoželezitých bridlíc

Za najdôležitejšie považujeme riešenie otázky pôvodu produktívnych gruneriticko-granatických bridlíc bohatých na magnetit. V tab. 6 sú uvedené výsledky chemických analýz dvoch typických vzoriek týchto hornín. Obsah Fe_2O_3 v nich kolíše od 10 do 13 %, FeO od 23 do 30 %, bezvýznamný je obsah MgO (0,2—1,4 %) a CaO (2—3,4 %). Alkálie neboli stanovené. Vo vzorke bohatej na apatit (HD-32) bol obsah P_2O_5 až 1,1 %.

Takéto horniny nemajú analógy ani medzi magmatickými, ani medzi metasomatickými horninami. Svojím chemickým zložením sú prakticky identické s dvoma skupinami sedimentogénnych hornín: 1. s chamositovými oolitovými Fe rudami („ironstone“) formácie sedimentárnych železných rúd fanerozoika, 2. s chamositovo-sideritovými chemogénno-sedimentárnymi bridlicami prekambriej jaspilitovej formácie.

Nápadná zhoda s prvou skupinou je zvýraznená skutočnosťou, že so zvyšovaním intenzity metamorfó-

TAB. 6

Chemické analýzy magnetiticko-gruneriticko-granatických bridlíc kokavského výskytu a chamositových sedimentárnych železných rúd z rôznych regiónov

Chemical analyses of magnetite-grunerite-garnet schist of the Kokava locality and chamosite sedimentary Fe ores from different regions

C. anal.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	38,40	44,50	13,70	26,40	38,48	35,15	26,26	51,18	46,40
TiO ₂	0,54	1,27	0,62	0,10	0,58	0,40	—	0,51	0,04
Al ₂ O ₃	9,30	14,00	9,04	15,71	14,45	10,20	13,75	11,95	0,90
Fe ₂ O ₃	13,40	9,93	15,15	3,70	28,05	34,60	28,18	8,09	18,70
FeO	30,56	23,26	36,47	28,45	4,30	5,02	14,28	12,15	19,71
MnO	1,50	0,88	—	1,67	0,40	0,38	0,52	2,71	0,63
MgO	0,17	1,41	2,26	1,36	0,98	1,23	1,32	2,42	2,98
CaO	3,38	2,14	6,48	6,50	0,87	1,20	1,46	1,12	1,60
Na ₂ O	0,04	0,05	—	—	—	—	0,44	2,12	0,04
K ₂ O	0,02	0,61	—	—	—	—	—	1,86	0,13
H ₂ O ⁻	0,08	0,09	—	—	—	—	—	0,07	1,72
H ₂ O ⁺	0,79	1,04	6,31	7,90	10,00	10,40	12,96	1,19	—
CO ₂	0,29	0,49	8,95	3,00	—	—	—	3,70	6,90
P ₂ O ₅	1,10	0,37	1,75	3,93	1,12	0,64	0,60	0,54	0,08
S	—	—	—	—	0,25	0,25	—	—	—
Σ spolu	99,57	100,03	100,73	99,91	99,56	98,94	99,75	99,61	99,83

1 — vz. HD—32 (asociácia Gr + Grun + Mgt ± Ap + Q) — bridlica z kokavského výskytu, 2 — vz. HD—42 — striedanie tenkých vrstvičiek granátovo-gruneritového zloženia a vrstvičiek so zložením Gr + Grun + Ap + Mgt + Bi + Q, 3 — chamositovo-magnetitovo-kremeňovo-sideritovo-kalcitový oolit, str. jura (James, 1966, tab. 13), 4 — oolitový chamositový magnetovec, ordovik Wales (James, 1966, tab. 13), 5—6 — chamositovo-goethitovo-glaukonitovo-fosfátovo-karbonátové oolity, pliocén Kerčenský polostrov, (Strachov et al., 1967), 7 — sideritovo-chamositový oolit, jura Novomoskovský rajón (Litvinenko, Kučerenco, 1957), 8 — chamositovo-magnetitovo-karbonátovo-kremenná hornina, prekambrium Ihlen River, USA (James, 1954), 9 — priemerné zloženie železoruďnej formácie Bivabeek, USA (Bailey, James, 1973). Vzorky 1 a 2 (bridlice kokav. výskytu) analyzovala Unanovová (IGEM AN ZSSR).

zy sa pri týchto diagenetických horninách mnohokrát pozorovali postupné prechody na magnetiticko-gruneriticko-granatické bridlice, identické s bridlicami kokavského výskytu.

Kvôli presnejšiemu stanoveniu genézy a možného primárneho zloženia sme do diagramu Fe_{celk}—Mg—Al vyniesli hodnoty zloženia minerálov a hornín sedimentárnych železných rúd. Okrem oxidov Fe a kremeňa sa v nich zväčša nachádza chamosit, stilpnomelán, greenalit, minnesotait a karbonáty.

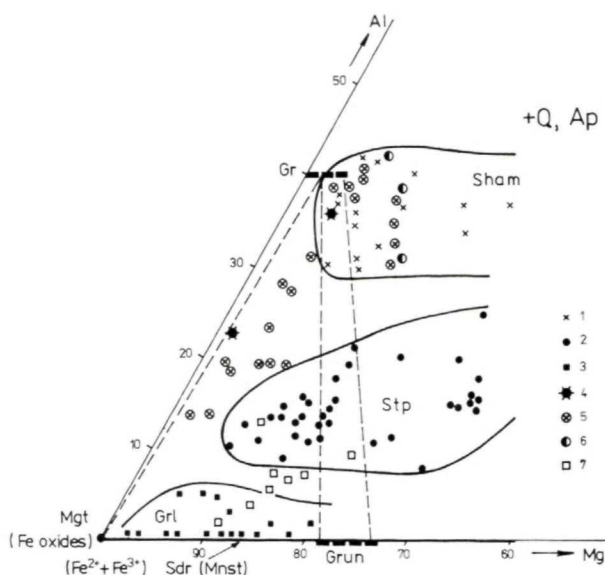
Na obr. 2 je znázornený uhol Fe diagramu Fe_{celk}—Mg—Al, do ktorého je vynesené zloženie chamositu (Sham), stilpnomelánu (Stp) a greenalitu (Grl) zo železitých hornín (Floran, Papike, 1975; James, 1966; Klein, 1974; Klein, Gole, 1981; Baker, 1985) a taktiež zloženie samotných chamositových fanerozoických železných rúd (James, 1954, 1966; Strachov et al., 1967; Litvinenko, Kučerenco, 1957), ako i hornín prekambriických železoruďných formácií (James, 1954; Bailey, James, 1973). Vyznačená je i minerálna asociácia Gr + Grun + Mgt vysokoželezitých bridlíc kokavského výskytu a chemické analýzy vlastných hornín (vz. HD-32 a HD-42). Na porovnanie sú v tab. 6 uvedené analýzy typických chamositových železných rúd z rozličných regiónov.

Z obrázku 2 a z tab. 6 je zrejmé, že vysokoželezité

bridlice kokavského výskytu sú zložením analogické fanerozoickým chamositovým železným rudám. S chamositom v rúde asociujú oxidy a hydroxidy Fe, siderit, ankerit, kalcit a kremeň. Stilpnomelán, greenalit a minnesotait sú vo fanerozoických rudách veľmi zriedkavé, čo zrejme zapríčinila vysoká aktivita CO₂ v podmienkach sedimentogenézy a diagenézy. Na príklade prekambriických formácií sa zistilo, že pri metamorfóze chamositovo-sideritových rúd sa železitý chamosit nahrádza almandínovým granátom (s prímiesou spessartínu a grossuláru), na úkor sideritu s kremeňom vzniká grunerit, oxidy a hydroxidy Fe sa čiastočne menia na magnetit. Vznikajúca asociácia granát + grunerit + magnetit je zhodná s paragenézou kokavského výskytu. Je možné, že primárny Fe-chlorit, sporadicky zachovaný v jadrách granátových zŕn (vz. HD-23, tab. 2), je predstavovaný reliktným chamositom.

Mnohí autori uvádzajú vysoký obsah P₂O₅ (až 4 % — tab. 6) vo fanerozoických železných rudách (James, 1966; Strachov et al., 1967). S tým sa zhoduje zistená anomálna prímies apatitu, ako i prítomnosť tenkých apatitových, resp. apatitovo-granátových vrstvičiek v študovaných bridliciach.

V prekambriických železoruďných formáciách sú chamositové horniny veľmi zriedkavé, prevládajú



Obr. 2. Zloženie vysokoželezitých hornín a ich minerálov: 1—3 — minerály (1 — chamosity, 2 — stilpnomelány, 3 — greenality), 4—7 — horniny (4 — vzorky HD-32 a HD-42 z Kokavy, 5 — chamositové fanerozoické železné rudy, 6 — chamositovo-sideritové prekambričné železné rudy, 7 — greenalitovo-stilpnomelánovo-minnesotaitovo-sideritové prekambričné rudy USA, podľa Baileyho a Jamesa, 1973). Ap — apatit, Gr — granát, Grl — greenalit, Grun — grunerit, Sdr — siderit, Sham — chamosit, Stp — stilpnomelán, Mgt — magnetit, Q — kremeň.

Fig. 2. Composition of high Fe rocks and their minerals: 1—3 — minerals (1 — chamosites, 2 — stilpnomelans, 3 — greenalites), 4—7 — rocks (4 — samples HD-32 and HD-42 from Kokava locality, 5 — Fanerozoic chamosite Fe ores, 6 — chamosite-siderite Precambrian Fe ores, 7 — greenalite-stilpnomelano-minnesotaite-siderite Precambrian rocks of the USA, according Bailey, James, 1973). Ap — apatite, Gr — garnet, Grl — greenalite, grun — grunerite, Sdr — siderite, Sham — chamosite, Stp — stilpnomelano, Mgt — magnetite, Q — quartz.

kremenné bridlice s nízkym obsahom Al_2O_3 . V štádiu diagenézy sa na ich zložení podieľajú, na rozdiel od fanerozoických železných rúd, stilpnomelán, greenalit, minnesotait a oxidy Fe. Metamorfózou takýchto rúd bez chamositu vznikajú gruneriticko-magnetiticko-kremenné bridlice bez granátu, ale často s Ca-amfibolom. Celkové zloženie týchto rudonosných hornín je v porovnaní s fanerozoickými značne chudobnejšie na Al_2O_3 (Bailey, James, 1973).

Na základe zistených faktov sa prikláňame k názoru Zoubka a Nemčoka (1951) o primárne sedimentárnom pôvode bridlíc kokavského výskytu. Študované vysokoželezité bridlice zodpovedali svojím predmetamorfým charakterom chamositovo-goethitovo-sideritovo-kremenným železným rudám, vznikajúcim v pobrežnej morských, resp. lagunárnych podmienkach. Vysoká železitosť a vysoký obsah fosforu boli charakteristické aj pre okolité psamitické sedimenty. V podmienkach strednoteplotnej metamorfózy vznikali z chamositových rúd magnetiticko-gruneriticko-granatické bridlice s vysokým podielom apati-

tu, kým okolité psamity boli premenené na železité biotiticko-apatiticko-granatické ruly s vložkami hedenbergiticko-klinozoisitických bridlíc.

Záver

1. Vysokoželezité magnetitové horniny kokavského výskytu sú predstavované magnetiticko-gruneriticko-granatickými bridlicami ležiacimi v polohe biotiticko-granatických rúl. Vo všetkých mineráloch sa zistila mimoriadne vysoká hodnota pomeru $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$ (železitosť). Podľa paragenetických a geotermometrických údajov teplotné maximum metamorfózy bolo 550 až 580 °C.

2. Chemické analýzy magnetiticko-gruneriticko-granatických hornín sú v podstate identické so zložením fanerozoických chamositových rúd z iných regiónov, podľa nášho názoru sú ich metamorfovaným analógom.

Literatúra

- Aranovič, L. J. 1983: Biotit-granatovyje ravnovesija v metapelitach. 1. Termodinamika tvjordych rastvorov i mineralnyh reakcij. In: *Očerki fiziko-chimickéskoj petrologii*. Moskva, Izd. Nauka, 11, 121—136.
- Bailey, R. W., James, H. L. 1973: Precambrian iron-formation of the United States. *Econ. Geol.*, 68, 7, 934—959.
- Baker, J. H. 1985: Greenalite, Mg-rich minnesotaite and stilpnomelane from the Ögöberg and Sirsjöberg iron ore mines, Hjulstjörn, Sweden. *Min. Mag.*, 49, 353, 611—613.
- Cambel, B., Korikovskij, S. P. 1986: Variscijskij retrogradnyj metamorfizm i alpijskij diaforez v kristallinikume Zapadnyh Karpat. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 37, 3, 335—363.
- Ferry, J. M., Spear, F. S. 1978: Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. *Contr. Mineral. Petrology*, 69, 113—117.
- Floran, R. M., Papike, J. J. 1975: Petrology of the low-grade rocks of the Gunflint iron-formation, Ontario-Minnesota. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 86, 9, 1169—1190.
- Gubač, J. 1957: Paragenéza skarnového ložiska pri Kokave n. Rimavicou. *Geol. Práce, Zpr.*, 11, 89—99.
- James, H. L. 1954: Sedimentary facies of iron-formation. *Econ. Geol.*, 49, 235—293.
- James, H. L. 1966: Chemistry of the iron-rich sedimentary rocks. *US Geol. Surv. profess. Pap.*, 440—W, Data of Geochemistry, 61 s.
- Klein, C. 1974: Greenalite, Stilpnomelane, minnesotaite, crocidolite and carbonates in very low-grade metamorphic Precambrian iron-formation. *Canad. Mineralogist*, 12, 7, 475—498.
- Klein, C., Gole, M. 1981: Mineralogy and petrology of parts of the Marra Mamba iron-formation, Hammersley basin, Western Australia. *Amer. Mineralogist*, 66, 5—6, 507—525.
- Korikovskij, S. P., Boronichin, V. A., Laptina, I. P. 1975: Vysokotemperaturnaja granica ustojčivosti stilpnomelana na primere kianitovogo metamorfičeskogo kompleksa Patomskogo nagorija. *Dokl. Akad. Nauk ZSSR*, 222, 5, 1202—1205.
- Korikovskij, S. P. 1979: Faciji metamorfizma metapelitov. Moskva, Izd. Nauka, 263 s.
- Litvinenko, A. U., Kučerenco, M. T. 1957: Oolitovyje siderito-samozitovyje rudy v jurskich otloženijach Dneprovsko-Donckoj vpadiny. *Dokl. Akad. Nauk ZSSR*, 116, 5, 847—850.
- Mahef, M. 1986: Geologická stavba československých Karpat. Paleozoická jednotky. 1. diel. Bratislava, Veda, 503 s.

- Perčuk, L. L. 1973: Termodinamičeskij režim glubinnogo petrogeniza. *Moskva, Izd. Nauka*, 318 s.
- Perčuk, L. L., Lavrenteva, I. V., Aranovič, L. J., Podlesskij, K. K. 1983: Biotit-granat-kordieritovyje ravnovesija i evolucija metamorfizma. *Moskva, Izd. Nauka*, 198 s.
- Strachov, N. M. 1967: Kerčenskij železoporudnyj bassejn. *Moskva, Izd. Nedra*, 542 s.
- Šuf, J. 1938: Zpráva o geologických poměrech a o ložiskách užitečných nerostů v okolí Kokavy na Slovensku. *Věst. Stát. geol. Úst.*, XIV, 91—103.
- Zoubek, V. 1931: Tektonická skizka širšího okolí Brezna nad Hronom. *Věst. Stát. geol. Úst.*, VII, 2.
- Zoubek, V., Nemčok, A. 1951: Zpráva o magnetitovom ložisku pri Kokave nad Rimavicou. *Manuskript — archív GÚDŠ Bratislava*.

High Fe metasediments from Kokava nad Rimavicou (Veporicum, Central Slovakia)

Rocks, which composition can be regarded as exotic one not only for Veporicum, but for West Carpathians crystalline complex, occur 2 km NW of Kokava nad Rimavicou, in the Kráľova hoľa zone of Veporicum (the West Carpathians). These rocks lie concordantly in the zone of injection migmatized mica schist paragneisses and schists of WE strike, which is approximately 200 m wide and 2 km long, dipping 20—40° towards NW. The above zone lies in migmatite zone with transition to hybrid granitoides of the Variscan age.

The occurrence of exotic rocks, known for geological public as "the Kokava skarn", is represented by five lens-shaped bodies, from which the largest has a length of ca 70 m and an average thickness of 12 m. The genesis of the Kokava ore occurrence was explained as skarn (Šuf, 1938; Gubač, 1957), but Zoubek and Nemčok suggested an alternative possibility of its origin by regional metamorphism of sedimentary iron ores.

Detail study of the above metamorphic rocks with high content of magnetite (up to 20 %) suggested that they can be generally characterized as high Fe grunerite-garnet or magnetite grunerite-garnet schists with low content of CaO and alkalis. Rocks with a character of biotite-garnet gneisses, locally biotite-epidote and hedenbergite-clinozoisite schists, which have rather high content of magnetite, are relatively abundant. Skarns have not been found what corresponds with a distinct deficiency of Ca and Mg in analysed samples.

Grunerite-garnet and magnetite-grunerite-garnet schists are dark, massive rocks. Garnet prevail in their composition (up to 40—50 % of rock) over needle grunerite and quartz. Its grains reach the size of 1 cm. The content of magnetite ranged from 0 to 30 %. Biotite, apatite and ilmenite are present from accessories. The content of apatite is locally increased and reaches 5 to 7 %.

Analyses obtained using electron microprobe analyzer have pointed extremely high ferruginous of all studied minerals (garnets 94—96 %, grunerite 76—79 %, chlorite 77 %, biotite 78 %). A progressive zonality manifested in garnets only in the relation to Mg, while in the relation to Ca and Mn garnets were homogenous.

Second group of rocks of the Kokava occurrence is represented by biotite-magnetite-garnet schist with variable content of apatite. Against the above group they have considerable higher content of K₂O and increased content of apatite (up to 10 vol. %), it reaches up to 60 % in biminerall garnet-apatite films of sedimentary origin.

Leucocratic types of plagioclase-biotite-garnet gneisses and schists are present on the studied locality besides melanocratic varieties.

Analyses made by electron microprobe analyzer have

confirmed high Fe minerals in these rocks. A retrograde zoning was ascertained in garnets (the increasing of ferruginous from 89 % in the centre to 93 % in marginal zone and the undistinct increasing of Ca and Mn contents at margin). The existence of the above zoning together with manifestations of blastomylonitization, replacement of primary garnet and biotite by secondary fine straticulated biotite, chlorite and muscovite we connect with the retrograde stage of Variscan metamorphism (Cambel, Korikovskij, 1986), while the presence of fluids of suitable composition we regarded as the most decisive factor. The above phenomena are not present if they absent. Hedenbergite-clinozoisite-quartz schists with blastopsammitic texture sporadically occur on the studied locality.

Pair biotite — garnet was the only mineral pair, which enables to determine temperature conditions of metamorphism. Values determined using Aranovitch's (1983) thermometer are the most real. We supposed, on the basis of the above values and some paragenetic features that the grade of metamorphism of high Fe schists of the Kokava locality corresponded with the upper part of epidote-amphibole facies, i. e. the temperature reached the maximal value of ca 550 °C.

Studied rocks have no analogue among magmatic or metasomatic rocks. They are practically identic, with two groups of sedimentary rocks:

1. with chamosite oolitic Fe ores ("ironstone") of sedimentary iron ore formation of Phanerozoic,
2. with chamosite-siderite chemogenous-sedimentary schists of Precambrian jaspilitic formation.

Conspicuous harmony with the first formation is set off by the fact that with the increasing intensity of metamorphism gradual transition to magnetite-grunerite-garnet schists, identical with schists of the Kokava locality, was observed in these diagenetic rocks.

It is evident, that high Fe schists of the Kokava locality are analogous, with their composition, to Phanerozoic chamosite Fe ores of different regions of the World.

We endorse, on the basis of ascertained facts, the opinion by Zoubek and Nemčok (1951) on primary schists of the Kokava locality. These corresponded with their pre-metamorphic character to chamosite-goethite-siderite-quartz Fe ores, which originated in marine near-shore or lacustrine conditions respectively. High ferruginous and high content of P were characteristic for surrounding sediments. Magnetite-grunerite garnet schists with high content of apatite originated from chamosite ores under conditions of medium temperature metamorphism, while surrounding psammities were altered into biotite-apatite-garnet gneisses with intercalations of hedenbergite-clinozoisite schists.