

Sekundárne kvarcity a Al-metasomatity Vihorlatu

ZOLTÁN BACSÓ¹, JÁN DERCO², PAVOL BAČO¹

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

² Geologický prieskum, š. p., ATNS, Jesenského 6, 040 01 Košice

(Doručené 23. 11. 1988, revidovaná verzia doručená 2. 2. 1989)

High-silica and alumo-metasomatic rocks of the Vihorlat Mts., Eastern Slovakia

Bodies of high-silica and alumo-metasomatite rock occur in the Vihorlat Mts. in places of crater-feeding systems of the central Morské Oko stratovolcano and in crater zones of parasitic volcanoes. High-silica rocks are here of syn- to postvolcanic origin developed during solfatar and fumarola activity in the Upper Badenian till the Lower Pannonian. The rocks are fine-grained and composed of quartz to quartz-chalcedony with topas as main mineral constituents. Another type of high-silica and alumo-metasomatic rock occurs in bodies located along contacts of diorite to diorite porphyrite intrusive bodies of Upper Sarmatian age. These rocks are coarse-grained and composed of andalusite, topas, hydromica, corundum, boehmite, diaspor and quartz as the main minerals. Both stages of epigenetic mineralization are divided by a pronounced tectonic event. Laboratory tests proved the possibility to obtain after treatment a high-quality refractory grog with higher alumina content or also to use the raw for extraction of fluorine.

Úvod

Sekundárne kvarcity a Al-metasomatity vystupujú vo Vihorlate v bývalých kráterových častiach ústredného stratovulkánu Morské oko (Bacsó, 1971) a v kráterových zónach parazitných vulkánov Sokolský potok a Kyjov (obr. 1; Bacsó, 1982). Sú súčasťou mohutného vulkanického oblúku Vihorlatsko-gutinského pohoria, ktorého hlavná časť sa nachádza na území Zakarpatskej Ukrajiny (Lazarenko, 1963) a severného Rumunska. Aj väčšina výskytov sekundárnych kvarcitov tohto pohoria sa nachádza mimo územia ČSSR, v kráterových zónach stratovulkánov Popriečny, Antalovskij, Siňjak, Smerekov Kameň a Tolstij verch.

Z československých telies sekundárnych kvarcitov pohoria sú najviac preskúmané telesá sekundárnych kvarcitov a Al-metasomatitov vo vulkanicko-tektonickej depresii centrálneho Vihorlatu uprostred stratovulkánu Morské oko. Sú to telesá severne od potoka Kapka a severne od Skalného potoka. Menej sú preskúmané výskyty sekundárnych kvarcitov v záveroch Porubského potoka, na východnom a západnom brehu jazera Morské oko a tiež výskyty v kráterových zónach parazitných vulkánov Sokolský potok a vulkán Kyjov.

V minulosti (hlavne v minulom storočí) sa hematizované a limonitizované časti sekundárnych kvarcitov ťažili ako Fe-rudy v závere Porubského potoka

a podľa množstva hald a pingových ťahov pravdepodobne aj v terénoch severne od potoka Kapka a severne od Skalného potoka. Podľa zachovaných archívnych záznamov (Figna, 1952) ťažba železných rúd v závere Porubského potoka prebiehala s väčšími či menšími prestávkami do roku 1915. Vyťažená ruda sa spracovávala v Remetských Hámroch.

Geologická stavba územia výskytov

Skupina výskytov v strednej a v sv. časti vulkanotektonickej depresie centrálneho Vihorlatu

Skupina telies vystupuje v s.—j. zlomovej zóne medzi Skalným potokom na juhu a jazerom Morské oko na severe. Výskyty metasomatitov sú uprostred hydrotermálne premenených andezitových lávových prúdov a vulkanoklastík komplexu Okna-Valaškovce, komplexu zmenených pyroxenických andezitových porfýrov intrúzií a extrúzií komplexu Skalný potok a na styku intruzívneho komplexu Morské oko, ktorý je reprezentovaný subkomplexom starších pyroxenických andezitových porfýrov a subkomplexom mladších dioritových porfýrov a dioritov (Bacsó, 1988).

Výskyt Kapka-sever

Teleso sekundárnych kvarcitov pretiahnuté v smere S — J vystupuje na ploche 0,26 km². Nachádza sa

pod 50 až 80 m mocnou polohou zosuvu andezitových úlomkov a hliny juhozápadne od jazera Morské oko. Vrtom RH-14 v strede plochy overená mocnosť telesa je 184,7 m. Vo vrte sa zistili tieto minerálne asociácie fácie hornín sekundárnych kvarcitov: kremenný až kremeňovo-topásový metasomatit; turmalinicko-sericiticko-kremenný metasomatit; hydrosľudovo-kremenný metasomatit $\pm$ fluorit $\pm$ topás. Obsah Al_2O_3 v metasomatitoch sa pohybuje od 17,42 do 31,34 % a obsahy fluóru od 0,4 do 4,5 %.

Výskyt Kapka-juh

Kanálovými ryhami a v odkryvoch v bezprostrednom severnom susedstve potoka Kapka sa overilo, resp. zistilo najvýznamnejšie teleso Al-metasomatitov a sekundárnych kvarcitov vo Vihorlate. V smere V — Z má teleso 500 m, široké je 50—250 m a vystupuje na ploche 0,13 km². Podľa terénnych poznatkov tu všade ide o metasomatity na bezprostredných kontaktoch pňovitej intrúzie dioritových porfýrov až dioritov. Na základe výsledkov chemických analýz 53 zásekových vzoriek z rýh obsah Al_2O_3 sa pohybuje od 19,66 do 56,48 % a obsah fluóru od 0,25 do 18,80 %. Na základe 10 kompletných silikátových analýz sa stanovil priemerný obsah Al_2O_3 31,23 % a priemerný obsah fluóru 2,715 %. V syna postvulkanických starších sekundárnych kvarcitoch je obsah SiO_2 od 63 do 93 %, v postintruzívnych Al-metasomatitoch pod 35 %.

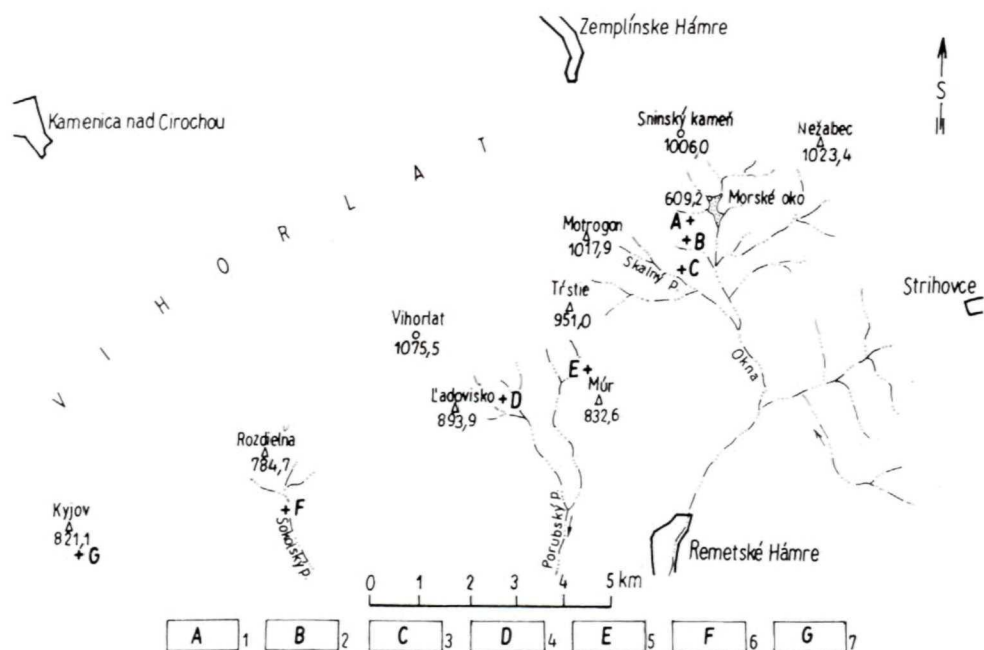
Výskyt Skalný potok

Nepravidelné metasomatické teleso má rozlohu 0,22 km² a na povrchu vystupuje jednak medzi kupolami vrchnosarmatských andezitových porfýrov, na západe na priamom kontakte vrchnosarmatských pyroxenických dioritových porfýrov. Urobilo sa niekoľko orientačných bodových chemických analýz z odkryvov, v ktorých sa obsah Al_2O_3 pohybuje od 16,19 do 52,56 % a obsah fluóru od 0,03 do 5,0 %.

Z výskytov Kapka-juh, Skalný potok, Morské oko východný breh sú známe fácie hornín sekundárnych kvarcitov a Al-metasomatitov s týmito asociáciami podstatných minerálov: topás, andaluzit, amónna hydrosľuda; tridymit, kaolinit, topás; hydrosľuda, topás, diaspor; kremeň, topás; andaluzit, topás; kremeň, diaspor, topás, korund; diaspor, hydrosľuda; kremeň, turmalín. Silicifikované kráterové brekie (aglutináty) sú rozšírené hlavne v bezprostrednom okolí potoka Kapka medzi potokmi Kapka a Skalný potok a na východnom brehu Morského oka. Jedná sa tu o kremeňovo-turmalínovo-sericitové metasomatity $\pm$ hematit $\pm$ mullit s brekciovitou textúrou.

Skupina výskytu v jz. časti vulkanicko-tektonickej depresie centrálneho Vihorlatu

Skupina telies vystupuje uprostred hydrotermálne zmenených (argilitizovaných) láv a vulkanoklastík komplexu Okna-Valaškovce (Bacsó, 1988).



Obr. 1. Situačná schéma výskytov sekundárnych kvarcitov a Al-metasomatitov Vihorlatu. A — Kapka-sever, B — Kapka-juh, C — Skalný potok, D — Krásny javor, E — Múr-severozápad, F — Sokolský potok, G — Kyjov.

Fig. 1. Sketch map of high-silica and aluminosilicate rock occurrences in the Vihorlat Mts. A — Kapka-north, B — Kapka-south, C — Skalný potok brook, D — Krásny javor, E — Múr-northwest, F — Sokolský potok brook, G — Kyjov.

Výskyty Krásny Javor a Múr-severozápad

Na základe interpretácie výsledkov detailného geologického mapovania, komplexu detailných geofyzikálnych a geochemických prác nad vulkanickým prírodným systémom jz. časti vulkanicko-tektonickej depresie v závere Porubského potoka je východozápadne usmernená 2 km dlhá a 150–200 m široká lokálna synvulkanická hrastová štruktúra. Na západnom ukončení štruktúry je teleso sekundárnych kvarcitov Krásny Javor a na východnom ukončení je teleso sekundárnych kvarcitov Múr-severozápad. Obe telesá sekundárnych kvarcitov majú na povrchu celkovú rozlohu 0,30 km². Tu v závere Porubského potoka na ploche telies sekundárnych kvarcitov a Al-metasomatitov sa vyskytujú asociácie: kremeň ± hematit; tridymit, diaspor, andaluzit, topás, hydroslúda; kremeň, kaolinit. Telesá metasomatitov pozostávajú jednak z masívnych a krehkých telies sekundárnych kvarcitov (cca 55 % z celkovej masy) a jednak zo silicifikovaných kráterových brekcií po andezitoidných horninách (cca 45 % z celkovej masy). V doposiaľ chemicky analyzovaných vzorkách metasomatitov je relatívne veľmi nízky obsah Al₂O₃ (11,73–20,17 %). Obsah fluóru sa pohybuje od 0,015 do 6,44 %, obsah bóru od 38,0 ppm do 1 455,0 ppm.

Na základe interpretácie realizovaných geologických prác a na základe analógie so sv. časťou tejto vulkanicko-tektonickej depresie predpokladáme, že telesá sekundárnych kvarcitov sa nachádzajú nad rozsiahlym komplexom intruzívnych hornín dioritového alebo dioritovo-porfýrového charakteru.

Skupina telies sekundárnych kvarcitov v západnej časti Vihorlatu

Výskyt Sokolský potok

Nachádza sa v závere Sokolského potoka v kráterovo-prírodnovej zóne parazitného rovnomenného strato-vulkánu. Telesá sekundárnych kvarcitov vystupujú uprostred zmenených, hlavne kaolinitizovaných pyroxenických andezitov (Dobra a Kraus, 1972) centrálnej vulkanickej zóny patriacich ku komplexu láv a vulkanoklastík Rozdielňa. Plošné ani vertikálne rozmery týchto menších telies metasomatitov nepoznáme. Z telies sekundárnych kvarcitov sa opísali asociácie: kremeň ± pyrit; kremeň, turmalín ± tridymit; kremeň, topás (Bacsó a Sopková, 1978). Obsah Al₂O₃ je od 12,74 do 22,62 % a obsah fluóru od 3,79 do 5,00 %.

Výskyt Kyjov

V kráterovo-prírodnovej zóne rovnomenného strato-vulkánu vystupujú menšie telesá sekundárnych kvarcitov uprostred zmenených pyroxenicko-andezito-

vých láv komplexu Kyjov a uprostred extrúzií a intrúzií (leukokratných argilitizovaných andezitových porfýrov) komplexu Viniansky potok. Opísala sa fácia metasomatitov s kremeňom, chalcedónom a tridymitom.

Mineralogické pomery výskytov

V rokoch 1971–1986 sa vo Vihorlate zistilo asi 20 epigenetických minerálov sekundárnych kvarcitov a Al-metasomatitov (Bacsó, 1971; Ďuďa, 1974; Derco et al., 1977; Kozáč et al., 1977; Bacsó a Sopková, 1978; Bacsó et al., 1986). Mnohé z nich sú ojedinelé aj v celej ČSSR. Väčšina minerálov bola identifikovaná mikroskopicky, röntgenometricky a semikvantitatívnymi spektrálnymi analýzami. Pri identifikácii minerálov sa úspešne využila röntgenová fázová analýza a mikrosonda.

Detailný mineralogický výskum sa realizoval na typoch metasomatitov výskytu Kapka-juh, u ktorých sa skúmali technologické vlastnosti suroviny.

Typ 1 predstavuje makroskopicky kompaktnú, pevnú horninu zelenosivej farby a brekciovitej textúry. Priemerná merná hmotnosť horniny je 2,91 g/cm³.

Typ 2 predstavuje makroskopicky pevnú kompaktnú horninu sivoružovkastej farby a brekciovitej textúry. V základnej mase horniny sa vyskytujú výrastlice a žilky topásu. Veľmi časté sú záteky oxidov Fe. Priemerná merná hmotnosť horniny je 3,20 g/cm³.

Typ 3 je hornina sivej, sivobielej a zelenkavej farby. Je to kompaktná, pomerne pevná a jemnozrnná hornina. Jej priemerná merná hmotnosť je 2,75 g/cm³.

V 1. type sa zistila slúda (sericit-fengit), böhmit, diaspor, topás, andaluzit, mullit, korund, tridymit, kremeň, chlorit, dumortierit, fluorit, turmalín, monazit, apatit a argentit, v 2. type topás, andaluzit, slúda (biotit), kaolinit, fluorit, tridymit, korund, rutil, oxidy Fe (amorfné), apatit, v 3. type kremeň, topás, kaolinit, andaluzit, rutil, fluorit a apatit (?).

Topás vytvára v 2. etape stĺpčkovité idiomorfne výrastlice (2 mm), v ktorých prevládajú dómy a prizmy. Základnú hmotu tvorí jemnozrnný topás s monokryštálmi 0,015 až 0,2 mm. Ojedinele sa vyskytujú zrasty podľa roviny (101). V 1. type horniny sa zistili väčšie stĺpčkovité kryštálky a nepravidelné zrná menších rozmerov postihnuté rekryštalizáciou na mieste. V 3. type sa vyskytuje jemnozrnný topás.

Andaluzit vytvára prizmatické idiomorfne monokryštálky pretiahnuté v smere osi c. Často sú prúdovite usmernené v jemnodisperznej slúdovej hmote. Rtg-difrakčná analýza zistila rozdielnu prednostnú orientáciu základných kryštálových rovín medzi andaluzitom 1. a 2. typu. V 1. type je prednostne orientovaná rovina (101) a v 2. type roviny (110) a (220).

Kremeň sme zistili len v 2. a 3. type horniny.

TAB. 1
Mineralogické a chemické zloženie typov sekundárnych kvarcitov (v %)
Mineralogical and chemical composition of high silica rock types (%)

Minerál (1)	Zložka (2)	1. typ		2. typ		3. typ	
		1	2	1	2	1	2
topás	SiO ₂	15	36,43	55,0	31,71	25,0	60,13
andaluzit	Al ₂ O ₃	9,5	51,98	17,0	48,70	2,0	28,72
sfuda	F ₂ O ₃	42,0	0,52	12,0	1,73	—	0,56
böhmit + diaspor	CaO	15,0	0,54	—	2,73	—	0,65
korund	MgO	4,5	0,45	3,0	2,08	—	0,39
mullit	TiO ₂	7,0	0,40	—	0,41	—	0,61
fluorit	MnO	0,4	0,02	5,0	0,01	0,4	0,01
tridymit + kremeň	P ₂ O ₅	3,5	0,10	2,0	0,10	36,0	0,05
kaolinit	SO ₃ celk.	—	0,05	5,0	0,06	36,0	0,04
chlorit	K ₂ O	2,0	0,70	—	0,76	—	0,14
dumortierit	Na ₂ O	0,5	0,10	—	0,05	—	0,05
rutil	str. žih. (1 050 °C)	0,4	7,37	0,4	10,49	0,5	5,09
oxidy Fe	F	—	3,20	0,5	11,00	—	5,00
akcesórie	Cl	0,2	0,06	0,1	0,06	0,1	0,05
	NH ₄ ⁺	—	0,50	—	0,03	—	0,04
	C	—	0,15	—	—	—	—
	B	—	0,01—0,1	—	0,01—0,1	—	0,01—0,1

Vytvára dlažbovitú štruktúru, vyplňuje trhlíny v topásovej hmote. Miestami majú monokryštály dlažbovej štruktúry súhlasnú optickú orientáciu a ich veľkosť je do 0,02 mm.

Sfuda sa vyskytuje v 1. a 2. type horniny. V 1. type tvorí spolu s böhmitom základnú jemnodisperznú hmotu svetlozelenosivej farby s veľkosťou monočastíc pod 10 µm. Vyznačuje sa vyšším obsahom SiO₂ (51 %) a nízkym obsahom alkálií (1,2—1,5 %). Podrobným chemickým a mineralogickým výskumom sa zistil kation NH₄⁺ ktorý vedľa H₃O⁺ nahrádza časť iónu K⁺ v medzivrstvovom priestore o obsahu 3,83 %. Z výsledkov vyplýva, že ide o sfudu inklinujúcu k fengitu, gilberitu, alebo je to amónna hydrosfuda. V 2. type horniny sa vyskytuje biotit, čiastočne postihnutý premenou na kaolinit a oxidy Fe.

Korund sa vyskytuje len v 1. type horniny. Vytvára prevažne xenoblastické zrná veľké do 0,26 mm.

Turmalín a dumortierit sa našli len v 1. type horniny. Turmalín vytvára ihličkovité kryštáliky s radiálno-lúčovitou stavbou. Nachádza sa vo forme žiliek v topáse. Dumortierit vytvára prizmatické kryštáliky vo forme zrastov.

Mullit sa vyskytuje len v 1. type horniny. V jadrách aureol vytvárajú jeho častice (do 0,01 mm) zhľuky jemnozrnnej hmoty.

Na základe výsledkov mineralogického rozboru a prepočtom z chemických analýz bolo stanovené semikvantitatívne zastúpenie minerálov v sledovaných typoch hornín (tab. 1).

Vznik a vek výskytov

Všetky doposiaľ známe výskyt sekundárnych

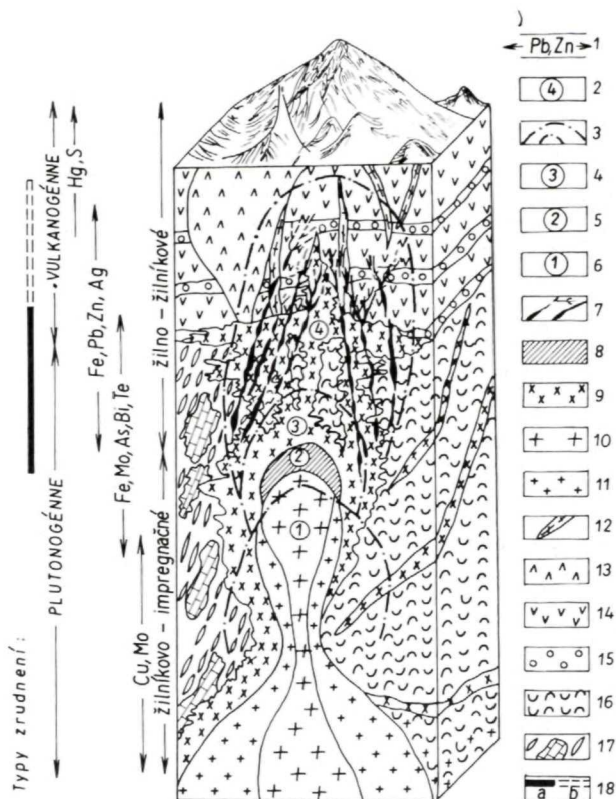
kvarcitov a Al-metasomatitov vo Vihorlate sa viažu výhradne na strmé až vertikálne prívodové (kráterové) systémy jednotlivých vulkánov (Bacsó et al., 1986). Sekundárne kvarcité sa na sledovanom území nezistili jedine v tých prívodových systémoch vulkánov, ktoré sú hlboko až temer úplne erodované (v parazitných vulkánach Levková — Diel a Ladomírov).

Syn- a postvulkanické sekundárne kvarcité

Vo všetkých vihorlatských telesách týchto metasomatitov vystupujú vo forme jemnozrných až submikroskopických hornín. Často predstavujú vykryštalizované a dehydratované gély, pre ktoré sú typické kolomorfné textúry a sférolitické zrasty minerálov. Majú pomerne jednotvárne mineralogické zloženie (kremeň, tridymit, chalcedón, často aj topás a turmalín). Vznik týchto sekundárnych kvarcitov vysvetľujeme syn- až postvulkanickou fumarolno-solfatárnou činnosťou. Minerály pravdepodobne vznikali približne tak, ako ich poznáme zo súčasných rajónov aktívneho vulkanizmu, napr. z Kamčatky (porovnaj Naboko, 1959, 1962). Prítomnosť topáso a turmalínu v týchto telesách sekundárnych kvarcitov vysvetľujeme v súvislosti s priestorovo blízkymi výskytmi (200 až 900 m) dioritových intruzívnych telies. Pravdepodobne sa nachádzajú na spoločných skoro vertikálnych zlomoch a trhlínach centrálnych prívodových zón vulkanických štruktúr.

Postintruzívne mladšie Al-metasomatity a sekundárne kvarcité

Výskyt týchto metasomatitov sú známe výlučne



Obr. 2. Geologicko-genetický model mineralizačno-magmatického systému typu Vihorlat. 1 — vertikálny rozsah mineralizácie, 2 — zóna Fe-Pb-Zn-Ag rúd, 3 — hranice zón epigenetických mineralizácií, 4 — zóna Fe-Mo-Bi-As - Te-vzácnokovovej mineralizácie, 5 — zóna sekundárnych kvarcitov a Al-metasomatitov (postintruzívnych), 6 — zóna Cu-Mo rúd, 7 — žilno-žilnikové Fe-Pb-Zn-Ag zrudnenie, 8 — sekundárne kvarcify a Al-metasomality, 9 — zóna žilných telies dioritových porfýrov, 10 — strednozrnné diority, 11 — drobno- až jemnozrnné diority, 12 — žily andezitu, 13 — extruzívno-intruzívne teleso andezitu, 14 — lávové prúdy andezitu, 15 — polohy andezitoidných vulkanoklastík, 16 — vonkajší (magurský) paleogén, 17 — pieninské bradlové pásmo, 18 — overený vertikálny interval polymetalickej mineralizácie na ložisku Remetské Hámre: a — ložiskové telesá, b — mineralogické výskyt.

Fig. 2. Geological and genetic model of magmatic and mineralization processes in the Vihorlat Mts. 1 — vertical span of mineralization, 2 — zone of Fe-Pb-Zn-Ag ores, 3 — limits of epigenetic mineralized zones, 4 — zone of Fe-Mo-Bi-As-Te-precious metals ore, 5 — zone of high-silica and alumo-metasomatic rocks, 6 — zone of Cu-Mo ore, 7 — stockwork to vein type of Fe-Pb-Zn-Ag ore, 8 — high-silica and alumo-metasomatic rock, 9 — zone of diorite porphyrite dykes, 10 — medium-grained diorite, 11 — fine- to medium-grained diorite, 12 — andesite dyke, 13 — extrusive to intrusive body of andesite, 14 — andesite lava flow, 15 — andesite volcanoclastics, 16 — Paleogene of the Magura unit, 17 — the Pieniny Klippen Belt, 18 — known vertical span of base-metal ore in the Remetské Hámre deposit, a — ore body, b — ore occurrence.

z tých bývalých kráterových zón vulkanicko-tektonickej depresie centrálneho Vihorlatu, v ktorých na kontaktoch sekundárnych kvarcitov a Al-metasomati-

tov vystupujú telesá dioritových porfýrov a dioritov. V porovnaní so syn- a postvulkanickým typom metasomatitov sú mineralogicky oveľa pestrejšie, hrubozrnnéjšie, viazané na priame kontakty intrúzií. Pôsobením dioritovej intrúzie na okolité staršie andezitové vulkanity a na komínové brekcie andezitového zloženia nastali medzi intrúziou a pôvodnou okolitou vulkanickou horninou zložené výmenné reakcie. Hlavnú úlohu tu zohrali termické účinky, ktorých výsledkom bol vznik andaluzitu, korundu a mullitu. Plyny sprevádzajúce intrúzie obsahovali veľké množstvo fluóru, pravdepodobne vo forme agresívnej HF, ktorá atakovala okolité horniny, vynášala z nich Si a Al. Ich vzájomnou reakciou vznikol topás.

Na spoločné mineralizačno-magmatické systémy kráterovo-prívodových zón jednotlivých vulkánov Vihorlatu sa viažu ekonomicky viac alebo menej perspektívne epigenetické mineralizácie, t. j. sekundárne kvarcify, Al-metasomality, Bi-Mo, Sn-As-Te vzácne kovové mineralizácie a Fe-Pb-Zn-Ag polymetalické mineralizácie (Bacsó et al., 1986; Bacsó a Ďuda, 1988). Najčastejšie pozorované vzájomné priestorové rozmiestnenie vyššie uvedených mineralizácií ukazuje geologicko-genetický model (obr. 2). Rozsiahlejší vývoj niektorých z vyššie uvedených mineralizácií sa zatiaľ pozoroval len vo vulkanicko-tektonickej depresii centrálneho Vihorlatu, kde na povrchu a v blízkosti k povrchu vystupujú pňovité intruzívne telesá dioritových porfýrov a dioritu (juhozápadné okolie jazera Morské oko a pramenná zóna Porubského potoka).

Vekové vzťahy

Vekové vzťahy syn- a postvulkanických sekundárnych kvarcitov na jednej strane a postintruzívnych Al-metasomatitov a sekundárnych kvarcitov na druhej strane sa v súčasnosti dajú dobre pozorovať v povrchových odkryvoch na výskyte Kapka-juh. V starších, syn- až postvulkanických, jemnozrnných, makroskopicky celistvých sekundárnych kvarcitoch pozorovať pukliny a poruchy vyplnené postintruzívnymi mladšími andaluzitovo-topásovo-hydrosľudovo-korundovými Al-metasomatitmi. Nie sú zriedkavé ani prípady, že brekcie starších jemnozrnných syn- a postvulkanických kvarcitov sú tmelené mladšími hrubozrnnými andaluzitovými postintruzívnymi Al-metasomatitmi.

Absolútne veky vihorlatských sekundárnych kvarcitov vychádzajú z rádiometricky stanovených vekov vihorlatských magmatitov. Podľa stanovených absolútnych vekov sa magmatizmus vo Vihorlate vyvíjal od vrchného hľadenu do spodného panónu. Vývoj týchto vulkanických procesov bol spojený syn- až postvulkanickou prerušovanou fumarolno-solfatárnou činnosťou súvisiacou so vznikom hlavne starších,

jemnozrnných syn- a postvulkanických sekundárnych kvarcitov pohoria.

S kontaktno-intruzívnou činnosťou a postintruzívnymi endogénnymi procesmi vrchnosarmatských dioritov a dioritových porfýrov súvisí vznik mineralogicky pestrých hrubozrnnějších, vysokoteplotných Al-metasomatitov a sekundárnych kvarcitov. Vek týchto procesov doložil Repčok et al. (1988) absolútnym vekom vzniku hydrotermálnych biotitov z dioritového porfýru z lokality Kapka-juh z vrtu RH-6 z hĺbky 180,0 m na $11,2 \pm 0,6$ miliónov rokov, čo podľa škály absolútnych vekov Vassa (1978) zodpovedá vrchnému sarmatu, čo je v súlade so zistenými geologickými poznatkami.

Technológia, úprava a použitie suroviny

Technologický výskum a úprava suroviny z etalónového výskytu Kapka-juh bol realizovaný za účelom získania optimálnych poznatkov. Možnosti priemyselnej aplikácie suroviny sa skúmali na troch základných typoch nerastnej suroviny z lokality Kapka-juh, ktoré odrážali aj očakávané mineralogické a chemické zloženie ostatných telies sekundárnych kvarcitov a Al-metasomatitov v oblasti Vihorlatu.

1. *typ*: Hornina — surovina na žiaruvzdorné hmoty — má vysoký obsah Al_2O_3 a je dostatočne čistá. Znižovanie obsahu škodlivín je technologicky a ekonomicky bezvýznamné. Pri nepatrnom znížení škodlivín je veľmi nízka výťažnosť koncentráta.

2. *typ*: V tomto type bolo treba znížiť obsah škodlivín na požadovanú hodnotu (pod 3 %). Lúžením v HCL a vysokointenzitnou elektromagnetickou separáciou a následnou termickou úpravou možno znížiť obsah škodlivín o cca 3,5–4 %. Pomerom $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ bol tento koncentrát lepší ako v 1. type.

3. *typ*: Surovina je veľmi čistá, netreba znižovať obsah jej škodlivín. Pre nižší obsah Al_2O_3 sa hodí iba ako konvenčné ostrivo do keramických pracovných hmôt. Kvalitné vysokohlinité ostrivo sa získa pridaním aktívneho Al_2O_3 .

Jediným potrebným úpravnickým procesom 1. typu suroviny je výpal na 1 200–1 250 °C, pri ktorom uniknú prchavé splodiny, získa sa váhovo a objemovo stála surovina. Zo splodín tepelného rozkladu 1. typu do 700 °C sa uvoľňuje viazaná voda a čpavok. Z 1 000 kg suroviny sa uvoľní 5 kg, t. j. 6,2 m³ plynného čpavku. Pri výpale horniny na 1 250 °C došlo k deštrukcii mriežky topásu a uvoľnil sa fluór. K úplnej mullitizácii minerálov dochádza po výpale na 1 560 °C. Žiaruvzdorným hmotám dáva požadované vlastnosti mullit a korund. Mullit vznikajúci po výpale 1. typu horniny je veľmi jemne kryštalický. Pri výpale 2. typu horniny do 700 °C sa uvoľňuje funkčne viazaná voda v kryštálovej mriežke vrstevnatých silikátov. Pri výpale 2. typu na 1 250 °C sa zo splodín

uvoľňuje 10 % fluóru. Fluór uvoľnený pri rozklade topásu má vplyv na rast kryštálov mullitu. Preto kryštály mullitu 2. typu horniny majú oveľa väčšie rozmery ako v 1. type. Pri výpale horniny 3. typu do 700 °C dochádza k úniku konstitučnej vody z vrstevnatých silikátov. Pri výpale na 1 250 °C sa rozkladá topás a uvoľňuje sa fluór. Mineralogické zloženie vzoriek všetkých 3 typov vypálených pri 1 250 °C a 1 560 °C je v tab. 2.

TAB. 2

Minerálne zloženie základných typov hornín po termickej úprave (v hmotn. %)

Mineral composition of main rock types after thermal treatment (weight %)

Minerálna fáza	1. typ		2. typ		3. typ	
	1	2	1	2	1	2
mullit	45	53	70	85	36	38
andaluzit	10	—	17	—	2	—
korund	20	20	3	3	—	—
sklo (+ cristobalit)	25	27	10	12	62	62

1—1 250 °C, 2—1 560 °C

Aby bolo ostrivo na žiaruvzdorné hmoty dostatočne objemovo a váhovo stále, je účelné horninu predpaľovať na teplotu 1 200–1 250 °C. Prchavé splodiny možno zachytávať a získať cenné vedľajšie produkty. Výpalom 1 000 kg horniny 1. typu na teplotu 1 250 °C možno získať teoreticky 910 kg kvalitného vysokohlinitého ostriva s obsahom Al_2O_3 56–60 %. Ako vedľajší produkt možno získať 5 kg čpavku a 15–25 kg fluoridu kremičitého. Výpalom 1 000 kg horniny 2. typu na teplotu 1 250 °C možno teoreticky získať 800–850 kg vysokohlinitého ostriva s obsahom Al_2O_3 56–59 %. Zachytávaním splodín možno získať 150 kg fluoridu kremičitého. Pri výpale 3. typu horniny možno získať 900 kg ostriva s obsahom Al_2O_3 30–32 %. Zachytením splodín možno získať 40–60 kg fluoridu kremičitého.

Vzorky koncentrátov po termickej úprave sa odskúšali v n. p. Jiskra Tábor ako základná hmota na výrobu izolátorov motorových sviečok. Fyzikálno-mechanické a elektrické vlastnosti keramickej pracovnej hmoty sú blízke vlastnostiam pracovnej hmoty pripravenej na báze dovážaného sillimanitu (tab. 3). Na základe výsledkov aplikačných skúšok a testov v Elektroporceláne Čab a VÚHK Bratislava možno povedať, že surovinu, hlavne 1. typu, možno priemyselne aplikovať na alumosilikátové žiaruvzdorné stavia, elektrotechnickú keramiku a základnú keramiku na izolátory motorových sviečok.

Metodika vyhľadávania a prieskumu suroviny

Sekundárne kvarcity vo Vihorlate sa zatiaľ osobitne

TAB. 3
Výsledky aplikačných skúšok realizovaných v n. p. Jiskra Tábor
Results of practical experiences realized in Jiskra Tábor factory

	Fyzikálne vlastnosti		
	1. typ	2. typ	Koncentrát
Objemová hmotnosť (g/cm ³)	3,34 — 3,35	3,35	3,32
Nasiakavosť (v %)	0,01 — 0,02	0,02	0,01
Príd. na zmrštenie (v %)	21,91 — 23,18	22,98	23,20
Pevnosť v ohybe (MPa)	158,80 — 180,20	156,70	157,8
Elektrická pevnosť v (kv . mm ⁻¹)	28,72 — 29,58	29,02	31,56
Merný vnútorný odpor pri 700 °C (cm . 10 ⁵)	6,53 — 8,02	8,25	3,22

neskúmali. Pri vyhľadávacom prieskume v pohorí by sa vzhľadom na mineralogické zloženie mali uplatniť hlavne geofyzikálne, elektrické — odporové (takéto horniny musia mať vysoký odpor) a rádiometrické metódy. Na kvalitatívne rozlíšenie suroviny sa vhodne uplatnia hlavne chemické metódy (stanovenie úžitkovej zložky Al₂O₃ a škodlivých prímiesí — Fe₂O₃, MgO, CaO, K₂O, Na₂O), na stanovenie minerálneho zloženia sa osvedčila röntgenová fázová analýza v kombinácii s chemickou kvantitatívnou analýzou, DTA, klasická a elektrónová mikroskopia a elektrónová mikrosonda.

Štatistika ťažby

Sekundárne kvarcity — alumometasomatity — sa v ČSSR neťažia. Neťažia sa ani žiadne suroviny na výrobu veľmi kvalitného žiaruvzdorného ostriva so zvýšeným obsahom Al₂O₃ na účely, na ktoré možno využiť sekundárne kvarcity — alumometasomatity — z pohoria Vihorlat.

Literatúra

- Bacsó, Z. 1971: Nové minerály a nové surovinové možnosti Vihorlatu. *Mineralia slov.*, 3, 247—270.
Bacsó, Z. 1982: Manifestations of endogenous mineralization in the Vihorlat Mts. Area. In: *Symposium on geochemistry of endogeno-*

us and exogenous processes. Bratislava, 156—195.

- Bacsó, Z., Bačo, P., Ďuďa, R. a Komoň, J. 1986: Záverečná správa úlohy Remetské Hámre, stav k 30. 11. 1985. *Manuskript — archív GP Spišská Nová Ves*, 333 s.
Bacsó, Z. a Ďuďa, R. 1988: Metalogenéza a rudné formácie rudného poľa Remetské Hámre. *Mineralia slov.*, 20, 3, 193—220.
Bacsó, Z. a Sopková, A. 1978: Popis minerálov telies sekundárnych kvarcitov vo vihorlatskej oblasti. *Manuskript — archív GP Spišská Nová Ves*, 124—161.
Derco, J., Kozáč, J. a Očenáš, D. 1977: Nové poznatky o mineralógii a genéze sekundárnych kvarcitov lokality Kapka v centrálom Vihorlate. *Mineralia slov.*, 9, 185—206.
Dobra, E. a Kraus, I. 1972: Výskyt kaolínu v oblasti Vihorlatu. *Mineralia slov.*, 4, 315—319.
Ďuďa, R. 1974: Popis rudných minerálov z lokality Remetské Hámre. *Manuskript — GP Spišská Nová Ves*, 6s.
Figna, E. 1952: Baníctvo na východnom Slovensku v okolí Vihorlatu a Slanského pohoria. *Manuskript — GP Spišská Nová Ves*, 45 s.
Kozáč, J., Očenáš, E. a Derco, J. 1977: Amónna hydrosfúda vo Vihorlate. *Mineralia slov.*, 9, 479—494.
Lazarenko, E. A. 1963a: Vtóryčnyje kvarcity Zakarpatja, ich rudonosnosť i geneza. In: *VI. Congr. de L'Ass. Geol. Carpatho-Balkanigie, V. III. Warszawa, 1974*, 724—735.
Lazarenko, E. K. 1963b: Mineralogia Zakarpatija. *L'vov*, 612 s.
Repčok, I., Kaličiak, M. a Bacsó, Z. 1988: Vek niektorých vulkanitov východného Slovenska určený metódou stôp po štiepení uránu. *Západ. Karpaty, Sér. Miner., Petrogr., geochem., Metalog.*, 11, 75—88.
Vass, D., Tözsér, J., Bagdasarjan, G. P., Kaličiak, M., Orlický, O. a Ďurica, D. 1978: Chronológia vulkanických udalostí na východnom Slovensku vo svetle izotopických a paleomagnetických výskumov. *Geol. Práce, Spr.*, 71.

High-silica and alumo-metasomatic rocks of the Vihorlat Mts., Eastern Slovakia

High-silica and alumo-metasomatic rocks occur in the Vihorlat Mts. within crater zones of the central Morské Oko stratovolcano and of parasite volcanoes of Sokolský potok and Kyjov (Fig. 1). The volcanic structures are part of the Vihorlat-Gutin paleovolcanic arc continuing into the Transcarpathian Ukraine and northern Rumania.

Geological structure

The group of high-silica and alumo-metasomatic rock bodies in the central and NE part of the Central Vihorlat Mts. volcanotectonic depression creates a N-S trending belt

along a fault zone of similar attitude between Skalný potok brook on the south and the Morské oko lake on the north. Single bodies are distributed amidst hydrothermally altered andesite lava flows, altered porphyric pyroxene andesite intrusive and extrusive bodies of the Skalný potok complex as well as along the contacts of the Morské oko intrusive complex represented by older porphyric pyroxene andesite and younger diorite porphyrite to diorite (fig. 1).

Mineralogy

Detailed investigations into the mineral composition

between 1971—1986 identified 20 mineral species in high-silica and alumo-metasomatic rocks. Several mineral species are unique not only for Slovakia but even for the CSSR. The majority of minerals has been identified under microscope and data complemented by X-ray as well as semiquantitative spectral data. X-ray phase analysis and electron microprobe analysis was made on samples as well. Detailed mineralogical data allowed to distinguish three types of metasomatic rock from the Kapka-south locality, for which also results of technological tests are available. Accordingly, the rock types are subdivided into three types as follows:

Type I represents by naked eye a massive rock of greenish-grey colour and brecciated structure. The rock is composed of sericite-phengite, boehmite, diaspor, topas, andalusite, mullite, corundum, tridymite, quartz, chlorite, dumortierite, fluorite, tourmaline, monazite, apatite and argentite.

Type II represents by naked eye a massive rock of greyish-pink colour and of brecciated structure. Phenocrysts and veinlets of topas occur in the groundmass composed of topas, andalusite, biotite, kaolinite, fluorite, tridymite, corundum, rutile, amorphous iron-oxide and apatite.

Type III is a grey to greyish-white or pale green rock of massive structure, resistant and fine-grained. The mineral composition is quartz, topas, kaolinite, andalusite, rutile, fluorite and apatite (?).

Genesis and age

Syn- to postvolcanic high-silica rock originated by low-temperature fumarola and solfatara activity.

This type occurs in all metasomatic bodies as a fine-grained to submicroscopic variety representing the product of crystallized and dehydrated gels for which collomorphic structures and spherulithic intergrowths are typical. The mineral composition is simple, represented by various amounts of quartz, tridymite, chalcedony and frequently topas and tourmaline.

Pneumatolithic to hydrothermal alumo-metasomatite and high-silica rock are of Upper Sarmatian age.

These metasomatic rock varieties are only known from crater zones in the volcano-tectonic depression of the

Central Vihorlat where diorite to diorite porphyrite bodies are in contact with them. In contrast with the former type, the mineral composition is far more variegated, the rocks are coarse-grained and occur on immediate contacts with intrusive rocks. The mineral composition resulted from interactions between the intrusion and enclosing older andesite and pipe breccia. Andalusite, corundum and mullite developed under high-temperature conditions whereas gaseous exhalations were rich in fluorine, probably hydrogen fluorine, attacking the enclosing rock and bleaching silica and alumina from them. Mutual interactions resulted in the crystallization of topas.

The common crater-feeding systems of magmatism and high-temperature mineralization in the Vihorlat Mts. are carrying perspective epigenetic ores and minerals, i.e. high-silica and alumo-metasomatic rocks, bismuth-molybdenum ores, tin-arsenic-tellurium ores, rare metals as well as iron-lead-zinc-silver ores. The most frequently observed spatial relations of the indicated minerals are on the geological-genetic model of Fig. 2.

Intrusive contacts and the related subsequent endogenous processes related with the diorite porphyrite to diorite intrusion of Upper Sarmatian age carry the more coarse-grained and variegated high-temperature alumo-metasomatic rocks and high-silica rock varieties. The age of the processes is evidenced by 11.2 ± 0.6 m. y. age of hydrothermal biotite from diorite porphyrite on the Kapka-south locality (RH-6 drilling, 1,800 m depth; Repčok, 1982) what refers, according to the time scale by Vass (1982), to Upper Sarmatian and this is also in accordance with the observed geological data.

Technology, processing and use

Type I represents a high-alumina refractory raw material of sufficient purity in natural state. The Type II needs beneficiation to decrease the harmful substances under the required level (less than 3 %). To the contrary, Type III represents a very pure raw material (concerning the harmful substances) which could be used without treatment, however due to its lower alumina content, the raw is suitable only as current grog into ceramic bodies. If a high-quality grog with high alumina content is required, then the addition of active alumina is necessary.