

GEOLOGICKÝ SBORNÍK

ROČNÍK VI.

ČÍSLO 3—4

MILAN MIŠÍK

AKCESORICKÉ MINERÁLY MALOKARPATSKÝCH ŽULOVÝCH MASÍVOV

(Obr. 1 v texte, tab. I—II, ruské a nemecké resumé)

O b s a h: Článok sa stručne dotýka metodiky získavania akcesorických ťažkých minerálov z eruptív. V ďalšom sú podané rozborý ich asociácií z hornín bratislavského a modranského masívu a rozdiely medzi nimi. Časť akcesorických minerálov bola zistená po prvý raz. Pozornosť sa venuje najmä apatitom s pleochroickým jadrom zonárne stavaným a zmenám na mineráloch pri zvetrávacích pochodoch v elúviách.

Štúdium akcesorických minerálov z hornín malokarpatských masívov som vykonal ako čiastkovú úlohu pri výskume sedimentov Malej dunajskej nížiny (časť znosovej oblasti).

Skúmanie akcesorických minerálov žúl metodami obvyklými v sedimentárnej petrografii donáša oveľa viac údajov ako bežne používané výbrusy.

a) Pravdepodobnosť zachytenia určitého zriedkavého minerálu je tu nepomerne väčšia,

b) minerál máme izolovaný, čo je vhodné pre identifikačné skúšky,

c) môžeme pozorovať kryštálové plochy, uzavreniny a iné charakteristické údaje, ktoré by nám unikli,

d) a čo je najdôležitejšie, sústredenie pomerne veľkého množstva akcesorických minerálov nám umožňuje štatisticky vyhodnotiť ich asociácie. To nám pomáha odhaliť niektoré zákonitosti vzniku žulových masívov, prípadne po nájdení spolaľhivých kritérií usudzovať na stupeň príbuznosti magmát.

Pokiaľ je mi známe, karpatské žulové masívy neboli dosiaľ skúmané touto metódou. Preto podávam tu výsledky z Malých Karpát, ktoré majú v určitom smere len informatívny ráz. Žuly Malých Karpát sú teraz práve predmetom všestranného petrografického, geochemického a geologického výskumu. Štúdium akcesorických minerálov je príspevkom ku komplexnému riešeniu tohto problému.

Pracovný postup

Bola daná prednosť štúdiu eluviálneho materiálu pred drvením čerstvých hornín. V eluviálnom materiáli nachádzame totiž minerály v tom stave, v akom nastupujú svoj transport a včleňujú sa do sedimentov. Táto metóda má teda priamy vzťah k sedimentárnej petrografii. Štúdium drvených hornín má však tú výhodu, že sa nemusíme obávať znečistenia vzorky (uzavreté kryhy kryštalických bridlíc, pegmatitové žily) a rovnorodosť materiálu môžeme preveriť makroskopicky. Minerály sú však drvením často porušené, rozlomené, čo skresľuje štatistické vyhodnotenie a niekedy hojné agregáty zŕn sťažujú separáciu v ťažkých kvapalinách.

V teréne boli odobrané vzorky približne 3 kg, podľa možnosti na odkryvoch s rozpadnutou žulou, prípadne zo svahového elúvia žúl, výnimočne z menších potôčikov drenujúcich súvislú žulovú oblasť. Zásadne nebol braný materiál značnejšie znečistený hydroxydmi Fe. Vzorka bola presiata cez sito 0,5 mm. Ďalej sa postupovalo dvoma spôsobmi:

a) Menšia časť bola presiata cez sito 0,25 mm a sedimentáciou vo valci podľa Stokesovho zákona boli z nej odstránené čiastočky pod 0,05 mm. Z takto získanej frakcie odobraná navážka 100 g bola separovaná v bromoforme (špec. v. 2,8) a ťažké minerály zvážené na analytických váškach. (Podiel ťažkých minerálov v separovanej frakcii dáva tzv. indexové číslo.) Z ťažkých minerálov, ktoré prakticky zahŕňujú takmer všetky akcesorické minerály eruptív, bol zhotovený po kvartovaní preparát z kanadského balzamu pre kvantitatívne vyhodnotenie. V preparáte bolo identifikované a sčítané 300—400 zŕn a prevedené na 100 %. Hodnota 400 je pokladaná v prevažnej časti literatúry za hornú rentabilnú hranicu sčítavania. Nad túto hranicu je zvyšovanie presnosti už malé, vynaloženému času neúmerne (Vistelius, 1951 a i.).

b) Ostatná (hlavná) masa vzorky pod 0,5 mm bola opatrne odmyvána na ryžovacej miske (dôsledné doryžovanie mohlo by viesť k ochudobneniu asociácie o niektoré ťažké minerály s menšou špecifickou váhou), doseparovaná v bromoforme a na site 0,25 mm rozdelená na hrubú a jemnú časť. Takto bolo získané väčšie množstvo akcesorických minerálov žúl, ktoré boli potom magnetom a elektromagnetom (konštrukcie inž. Kunovského) rozdeľované na viac skupín, študované pod binokulárnou lupou, v imerziách a v preparátoch z kanadského balzamu. Takto boli vyhladávané zriedkavejšie minerály, odobraná vzorka 30—60 mg pre spektrálnu analýzu a prípadne aj dopĺňovaný kvantitatívny rozbor, ak preparáty zhotovené spôsobom „a“ boli vyplnené biotitom.

Odmývanie (ryžovanie), aj keď môže niekedy pozmeniť pôvodnú asociáciu, má niekoľko predností: Umožňuje získať veľké množstvo ťažkých

minerálov, šetrí čas, znižuje spotrebu pomerne drahých ťažkých kvapalín a odstraňuje z veľkej časti ľahko sa vznášajúce sludy, teda aj biotit, ktorý je v žulách obvykle taký hojný, že nemá charakter akcesorického minerálu a zastiera skutočné zloženie asociácie. (Indexové čísla — váhový podiel ťažkých minerálov — sú veľmi závislé od množstva biotitu.) Biotit (a podobne aj chlorit) spôsobuje ešte ďalšie ťažkosti: v dôsledku menlivého zloženia jeho špecifická váha kolíše v rozmedzí 2,8—3,4, takže časť ho ostane v ľahkej frakcii. Okrem toho pri odstraňovaní zŕn pod 0,05 mm sedimentačnou metódou (sitá menšie ako 0,075 mm sa bežne nepoužívajú a nevyrábajú sa) biotit sa pre svoju lupienkovitú formu chová odlišne ako ostatné minerály, vznáša sa dlhšie a sú dekantované aj väčšie lupienky, ako je želateľné. (Na druhej strane dostanú sa nám do preparátu aj zrná pod 0,05 mm minerálov s veľmi vysokou špecifickou váhou, napr. izometrické malé zirkóny, ktoré však môžeme vylúčiť zo sčítania pomocou mikrometrického okuláru. Rozdeľovanie minerálov do frakcií podľa veľkosti je aj pri presievaní značne závislé od tvaru minerálov. Napr. stĺpcovité apatity presiate cez sito 0,25 mm majú často dĺžku 0,4—0,5 mm, pretože prepadli svojím menším profilom.) Aj keď je prevládajúca masa ťažkých minerálov viazaná na frakciu pod 0,25 mm, ako to zhodne ukazujú výsledky mnohých autorov, je dobre prezrieť ešte frakciu 0,25—0,5 mm pod binokulárnou lupou (kryštálové plochy granátov a pod.).

c) Drvenie čerstvých žúl a separácia akcesorických minerálov z nich bola vykonaná na vzorkách 8 a 9. Na lokalite (kameňolomy) vybral som niekoľko charakteristických kúskov, tieto som rozdrvil v mosadznom mažiari a presievaním som získal dostatočné množstvo frakcie 0,25—0,075 mm, ktoré som separoval v bromoforme. Úlomky z mažiara bolo treba odstrániť magnetom, pričom, pravda, bol odstránený aj magnetit.

Vyhodnotenie vzoriek

Modranský masív

Č. 1. Lok.: Píla pri Červenom Kameni, medzi Papierničkou a Rybníckom. Vzorka bola odobraná z malého potoka drenujúceho žulu. (Za zapožičanie geologickej mapy tohto územia ďakujem doc. C a m b e l o v i.) Zloženie ťažkej frakcie:

Zakalené súčiastky (limonit a i.)	33,8 %	Zirkón	3,4 %
Epidot	12,5 %	Staurolit	2,7 %
Granát	11,0 %	Rutil	2,0 %
Opakné minerály (hlav. magnetit)	10,4 %	Zoizit	1,4 %
Apatit	9,0 %	Andaluzit	+ +
Titanit	7,6 %	Sillimanit	+ +
Amfibol	6,2 %		

Značné zastúpenie staurolitu a prítomnosť silimanitu vnucujú predpoklad, že v tomto priestore jestvujú menšie nezamapované kryhy kryštalicích bridlic.

Spektrálnou analýzou koncentrátu (všetky vzorky analyzoval G. K u p č o) boli zistené tieto prvky: Si, Fe, Al, Ti, Ca; Mg, Mn; Zr, Ba, Sr, Cr, La, Ce; B, Pb, Ga, V, Cu, Yb, Zn, Ni, Ag, Co.

Č. 2. Lok.: Piesky pri Modre, pri hornej chate. Elúvium žuly. Žula je tu na pomerne plochom teréne do značnej hĺbky rozvetraná v piesčitý materiál, čo dalo meno osade.

Zakalené súčiastky (hlav. limonit)	56,0 %	Zirkón	0,7 %
Epidot	20,9 %	Turmalín	+
Opakné minerály	9,6 %	Rutil	+
Apatit	8,3 %	Andaluzit	+
Granát	2,1 %	Staurolit	+
Titanit	1,4 %	Spinel	+
Zoizit	1,0 %		

Spektrálnou analýzou zistené: Si, Fe, Ti, Al, Ca; Pb, Mg, V, Na, Zr, Sr, Mn, Ce, La; Co, Cr, Cu, Ga, Yb, Ba, Nb?

Bratislavský masív

Č. 3. Lok.: Hliník, odkryv na pravom brehu zakončenia Limbašskej doliny. Žulové elúvium.

Apatit	34,4 %	Amfibol	2,6 %
Opakné minerály	29,8 %	Turmalín	0,7 %
Granát	11,9 %	Rutil	++
Epidot	10,6 %	Andaluzit	+
Zirkón	5,3 %	Titanit	+
Zakalené súčiastky	4,7 %		

Č. 4. Lok.: Rača, 1 km severozápadne od obce smerom na M. Baňu. Elúvium žuly prenikanej pegmatitmi.

Granát	48,8 %	Staurolit	1,5 %
Opakné minerály	19,3 %	Amfibol	1,2 %
Apatit	13,4 %	Hyperstén	+
Zakalené súčiastky	6,5 %	Turmalín	+
Zirkón	3,0 %	Distén	+
Epidot	2,4 %	Xenotim	+
Zoizit	2,1 %	Ortit	+
Rutil	1,8 %	Andaluzit	+

Č. 5. Lok.: Východný svah Koliby pri Bratislave, výlom pre železničnú trať. Dezintegrovaná žula.

Opakné minerály	31,9 %	Amfibol	1,0 %
Granát	30,1 %	Rutil	0,6 %
Apatit	20,4 %	Staurolit	++
Zirkón	8,0 %	Titanit	+
Epidot	5,1 %	Spinel	+
Zakalené súčiastky	2,8 %		

Č. 6. Lok.: Kamzičí vrch (Bratislava), 800 m severne od kóty 439, zárez cesty. Žulové elúvium.

Amfibol	47,7 %	Granát	7,2 %
Titanit	25,7 %	Epidot	5,3 %
Apatit	25,3 %	Zirkón	2,3 %
Zakalené súčiastky	14,0 %	Rutil	+
Opakné minerály	12,8 %		

Dost' odchylné zloženie oproti predošlým. Pravdepodobne ide o trochu bá-
zickejší diferenciat (vysoké percento amfibolu a titanitu).

Spektrálna analýza: Si, Fe, Al, Ca, Ti, Mg, Na; K, Mn, Zr, Sr, La, Ce?;
Ga, Sn, V, Yb, Ba, Pb, Ni, Sc, Co, Ag.

Č. 7. Lok.: Bratislava, asi 1 km juhovýchodne od zastávky Červený most.
Žulový piesok zo svahu.

Granát	47,1 %	Staurolit	0,8 %
Opakné minerály	27,5 %	Xenotim	0,6 %
Apatit	11,8 %	Titanit	0,3 %
Epidot	5,1 %	Ortit	+
Amfibol	2,5 %	Turmalín	+
Zirkón	1,8 %	Andaluzit	+
Zakalené súčiastky	1,5 %	Spinel	+
Rutil	1,0 %	Distén	+

Vysoký obsah granátov s bublinkovitými uzavreninami poukazuje na
pravdepodobné primiešanie pegmatitového materiálu, pretože pegmatity sa
nachádzajú všade v blízkom okolí v podobe žíl aj nepravidelných hniezd
(Koutek—Zoubek, 1936).

Spektrálna analýza: Si, Fe, Al, Ti; Mn, Y, Yb, Ca, Zr, Mg, Pb, Cr, La,
Ce?; B, Ba, Sr, Sn, Ni, Cu, Ag, V.

Obsah xenotímu sa prejavil pri spektrálnej analýze obsahom Y a Yb
okolo 0,1 %.

Č. 8. Lok.: Železná studienka pri Bratislave, kameňolom. Stredozrnná až
hrubozrnná žula. Čerstvé kúsky žuly rozdrvené v mažiari. Frakcia 0,25 až

0,075 mm. Magnetit odstránený. Biotit tvorí početne nad 90 % ťažkej frakcie, zvyšok (vlastné akcesorické minerály) má toto zloženie:

Apatit	91,8 %	Epidot	1,9 %
Zakalené súčiastky	2,4 %	Granát	1,4 %
Zirkón	1,9 %	Rutil	0,5 %

Prekvapuje vysoký podiel apatitu a nízky obsah granátu, zatiaľ čo pegmatity z tohto lomu majú hojnosť makroskopických granátov.

Č. 9. Lok.: Rösslerov lom (Bratislava). Jemnozrnná až stredozrnná žula. Postup ako pri predošlej vzorke. Biotit tvorí početne nad 95 % ťažkej frakcie. Bez slúd má ťažký podiel toto zloženie:

Apatit	57,5 %	Granát	2,3 %
Zakalené súčiastky	27,6 %	Zirkón	1,2 %
Amfibol	8,0 %	Titanit	+
Epidot	3,4 %		

Opis minerálov

Apatit. Číre, idiomorfne stĺpčky, často však prestúpené nepravidelnými trhlinami a čiastočne zakalené. Prevládajú prizmatické plochy (1010), pyramídálne (1011), zriedkavo aj s bazálnym zakončením [(0001) (tab. I, obr. 1)]. Pri predbežnom prezeraní preparátov som si všimol, že apatity z modranského masívu majú štíhlejší habitus, kým z bratislavskej žuly sú hrubšie a kratšie. Toto a tiež prítomnosť apatitov s pleochroickým jadrom dali mi podnet k tomu, aby som sa pokúsil použiť apatit pre porovnávanie účely.

Apatity s pleochroickým jadrom (tab. I, obr. 2—3) („cored apatites“ v anglickej lit.) majú pleochroizmus ϵ -hnedočierna, ω -svetlohnedá. Ojedinele sa nájde aj celý apatit sfarbený dýmovohnedo. Apatity s pleochroickým jadrom sú spomínané dosť často (Grantham, 1928; Groves—Mourant, 1929; Simpson, 1933; Baker, 1941; Hoppe, 1951; Slavík, 1953).

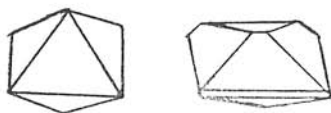
S ich povahou sa podrobne zaoberal Baker (1941). Sfarbenie a pleochroizmus sú podľa nebo spôsobené odrazom a transmisíou svetla množstvom uzavretých malých častíc. Stupeň pleochroizmu závisí od veľkosti a zoradenia týchto čiastočiek. Baker v apatitoch austrálskych granitov rozlišuje tieto pleochroické jadrá: typ „a“, ktorého povaha nemohla byť zistená, typ „b“ podarilo sa mu identifikovať ako drobné uzavreniny amfibolu a typ „c“ drobné uzavreniny biotitu. Materiál z Malých Karpát svojím pleochroizmom a vlastnosťami patrí k typu „a“. Farbiaci materiál jadra pozostáva zo suspenzie práškovitých častíc o rôznej intenzite nahromadenia. Čiastočky majú submikroskopickú veľkosť. Baker sa domnieva, že v týchto prípadoch ide o resorbovaný, železito-horečnatý minerál. Avšak

v materiáli z modranského masívu býva línia, ktorá oddeľuje pleochroické jadro od čistej obruby, obvykle priamočiara a ostrá, iba niekedy sa zdá, že jej priebeh nasvedčuje tomu, že tu došlo k resorpcii. Oproti Bakerovým vyobrazeniam však na našom materiáli vidieť niekedy jasne vyjadrenú zonárnosť pleochroických jadier (tab. I, obr. 2—3), poukazujúcu na rytmické zrážanie, pri ktorom bolo strhované rozličné množstvo cudzorodých prachových častíc. Po určitom zvratnom bode dorastal už iba číry apatit. Vcelku tu možno vidieť čiastočnú analógiu napr. s plagioklasovými vyrastalicami andezitov Prešovsko-tokajského pohoria, v ktorých jadrá sú často preplnené zonárne zoradenými uzavreninami skla, kým ich vonkajšia obruba je čistá.

Baker upozorňuje, že apatity s pleochroickým jadrom z Viktórie (Austrália) sú často úzko združené s granitickými horninami, ktoré vykazujú hojné stopy asimilácie cudzích hornín, kým v menej znečistených granitoch takéto apatity obvykle nebývajú. Sledovanie týchto otázok mohlo by poskytnúť nové dáta k osvetleniu pochodov súvisiacich s tuhnutím magmatu.

Z iných uzavrenín apatitu treba spomenúť krátke tyčinky s vysokými i. l. (zirkón?), orientované niekedy paralelne c-osi. Vo vzorke 9 sú hojné nepravidelne usporiadané ihlicovité uzavreniny (tab. I, obr. 4).

Xenotím. Vystupuje v malom množstve vo vzorke 7, ojedinеле vo vzorke 4. Je medovožltej farby, idiomorfný. Má tvar nízkej tetragonálnej bipyramídy, prizmatické plochy (110) sú zriedka a slabo vyvinuté. Priemerná veľkosť (pásna hrana) je 0,15 mm. Je slabo magnetický, jednoosý, pozitívny. K jeho identifikácii použil som metylénjodid (i. l. — 1,793), v ktorom má xenotím $\parallel$ c-osi vyšší i. l. (1,82) a $\perp$ c nižší (1,72) (pozri Hutton, 1949, a Hoppe, 1951). Jeho tvar v študovanom materiáli je vždy jasne odlišný od zirkónu. Je pravdepodobné, že jeho zdrojom v elúviu sú pegmatity (tab. II, obr. 1).



Obr. 1. Kryštáliky xenotímu z elúvia žulovo-pegmatitového. Červený most pri Bratislave. Zväčš. asi 100 $\times$ (aut.).

Zirkón. Takmer vždy idiomorfne obmedzený. Najčastejšie ružovej farby. V modranskom masíve obvykle iba jednoduché tvary prizmy a pyramídy (111). Pomer dĺžky ku šírke najviac 6 : 1, najmenej 6 : 5. Priemerná dĺžka z 25 meraní 0,18 mm. V bratislavskej žule obvykle hrubšie a väčšie kryštáliky. Pomer dĺžky ku šírke sa však mení od 1 : 10 až po 1 : 2. Z pyramíd často prevláda plocha (311), tvar zastrúhanej ceruzky (tvar „torpéda“ v angl. lit.). Plochy sú niekedy nesúmerne vyvinuté. Zonárna stavba nebola pozorovaná. Z uzavrenín sú časté plynové bublinky, v jednom prípade kolienkovité dvojčatá rutilu, ostatné uzavreniny neurčiteľné.

Granát. Zo skupiny pyralspitov. Farba obvykle slaboružová, zriedkavo ružovooranžová, výnimočne fialovoručová. Vystupuje v nepravidelných zrnách, bežné je však aj idiomorfne obmedzenie, niekedy iba s plochami rombického dodekaédra (vzorka 7), inokedy ikozitetraédry (9), často tiež pekne vyvinuté spojky (211) (110). Nepravidelný vývoj plôch je veľmi častý. Uzavreniny často bublinovitého tvaru (2 a najmä 7), tiež bol pozorovaný rutil, zirkón? a opakné zrná.

V elúviách bývajú kryštálové plochy často naleptané pri procese zvetrávania (tab. II, obr. 2), ojedinele vzniká až schodkovitý profil. Podobné formy boli opisované zo sedimentov ako prírastkové autigénne tvary (Preobraženskij, 1941 z Baturina, 1947). Sobolev (1951) dokazuje ich primárny pôvod z metamorfovaných hornín. Najčastejšie však ide o leptotvé tvary, v čom sa zhoduje väčšina autorov a čomu nasvedčuje aj tento prípad.

Hoppe (1951) počíta granát za minerál, vzniknutý obvykle znečistením magmatu, zriedkavejšie máva tiež endomagmatický pôvod. Podľa jeho súhrnnej tabuľky z 1204 analýz eruptív od rôznych autorov granát bol zistený v 255 prípadoch, nie je teda príliš hojný.

Amfibol. Nepravidelné stĺpčky a úlomky s charakteristickou štiepnosťou. Pleochroizmus najčastejšie: α -olivovozelená, γ -kalnomodrozelená. Vyskytujú sa aj uralitické amfiboly. V jednom prípade bolo zistené dvojča podľa (100). Je stálym akcesorickým minerálom tunajších žúl, v množstve priemerne 3 %, len vo vzorke 6 výnimočne 47,4 %.

Hyperstén. Zistené len niekoľko zŕn s typickým pleochroizmom vo vzorke 4.

Epidot-zoizitová skupina. Typický žltozelený epidot sa vyskytuje najmä v modranskom masíve. Niektoré zrná bývajú v prechádzajúcom svetle sfarbené škvrnito. Ich značná časť ukazuje v preparáte východ jednej optickej osi („kompasová strelka“), čo je podmienené štiepnosťou podľa (001). Zoizit vystupuje obvykle v čírych stĺpčkoch s anomálnou modrou interferenčnou farbou.

Ortit. Zriedkavá súčasť. Pleochroizmus v hnedých tónoch. Obvykle izotropný (metamiktý stav). V elúviu vo vzorkách 4 a 7 vystupuje v takmer guľčovitom tvare, podobne ako magnetit (pozri v ďalšom), čo je pravdepodobne spôsobené rozpúšťaním pri zvetrávaní. Ortít je totiž podobne ako magnetit rozpustný v HCl a teda citlivý na kyslé prostredie.

Magnetit. Vystupuje v podobe nepravidelných zŕn, avšak vo vzorkách z elúvia bratislavskej žuly nachádza sa často v dokonale guľčovitom tvare. Priemer guľôčok je obvykle pod 0,1 mm, zriedkavo 0,2 mm (tab. II, obr. 3). Jeho tvar je najskôr výsledkom rozpúšťania pri zvetrávaní horniny, avšak udivuje, že menej odolný apatit v tých istých vzorkách nie je takmer vôbec

postihnutý. Opracovanie transportom treba vylúčiť, lebo premiestenie mohlo výnimočne dosiahnuť niekoľko desiatok metrov v svahovej sutine a takéto zagulatenia pri takých malých magnetitových zrnách nevznikajú ani v pieskoch transportovaných stovky kilometrov (napr. dunajských). Podobné magnetitové guľičky sú mi však známe aj z pieskov Hornádu od Kostoliana n. H.

Zakalené súčiastky. Z väčšej časti ide o limonit (hydrogoethit) vzniknutý najčastejšie premenou pyritu. Vo vzorke 2 sa nájdu aj pseudomorfózy tvaru kocky, vo vzorke 4 kombinácie kocky s oktaédrom.

Ilmenit. Je v nepravidelných zrnách. Je oveľa zriedkavejší ako magnetit. Nájdu sa aj idiomorfne tvary (šesťuholníkovitý obrys, klence a bazálne plochy) vo vzorkách 2, 4, 7.

Titanit. Obvykle v podobe nepravidelných zrn nepravidelne rozpraskaných. Len niektoré kryštálové plochy bývajú zachované, vtedy vidieť typické klínovité zakončenie. Niekedy má slabý pleochroizmus do žltej alebo pleťovoružovej farby. Pod binokulárom má svetložltú farbu a silný lesk. Pri elektromagnetickom separovaní zaraďuje sa do frakcie slabo magnetickej a nemagnetickej.

Rutil. Pomerne zriedkavé hrdzavočervené a sýtočervené stĺpčeky. Ojedinele kolienkovité dvojčatá vo vzorke 4.

Turmalín. Veľmi zriedkavý. Stĺpčeky so slabým pleochroizmom, ϵ -svetlohnedá, ω -hnedá. Hodne opakných uzavrenín.

Staurolit. Jeho zdrojom vo vzorke 1 a i. budú asi pohltené kryhy kryštálických bridlíc. Typický pleochroizmus do zlatožlta. Často sú v ňom uzavreniny grafitického pigmentu.

Andaluzit. Prichádza vo veľmi malom podieli, bol však zistený až na piatich lokalitách. Vyskytuje sa v nepravidelných zrnách s typickým sýtoružovým pleochroizmom, pričom toto sfarbenie býva často nerovnomerne rozmiestené. Vznikol kontamináciou magmatu.

Silimanit. Zistený iba vo vzorke 1 v snopcovitých agregátoch. Akiste z uzavretých kryštálických bridlíc.

Distén. Bezfarebné stĺpčeky s typickou štiepnosťou, šikmým zhášaním $c/\gamma = 28^\circ$, nízkym dvojlomom, dvojosý, negatívny. Ojedinelé výskyty vo vzorkách 4 a 7.

Spinel. Zistené po niekoľko zrnách v štyroch vzorkách. Vystupuje v nepravidelných zrnách jasnozelenej, zriedkavejšie žltej (vzorka 4) farby, izotropný, i. l. dosahuje najviac 1,73. Ide o obyčajný spinel blízky ceylonitu. Je nemagnetický, nanajvýš slabo magnetický.

Biotit. Je obvykle taký hojný, že nemá charakter akcesorického minerálu a iba zastiera zloženie asociácie. Z tohto dôvodu nebol zahrnutý do súčtov. Značná časť biotitových lupienkov je postihnutá zvetrávacími po-

chodmi a zakalená až do nepriehľadna. Niektoré lupienky sú odfarbené, iné zase čiastočne chloritizované. Ako uzavreniny vyskytujú sa hojne apatit a zirkón s pleochroickými dvorčekmi, zriedkavejšie sagenit (vo vzorke 9).

Chlorit. Platí o ňom to, čo o predošlom. Uzavreniny — leukoxén a sagenitové ihličky.

Súhrnná tabuľka

Údaje sa vzťahujú na frakciu 0,25—0,05 mm (resp. 0,25—0,075 mm pri vzorkách 8 a 9). Zastúpenie minerálov je udané v percentách početnosti. ++ = niekoľko zrn, + = ojedinelé zrná, ** = hojné zastúpenie, nepojaté do súčtu, * = slabé zastúpenie, nepojaté do súčtu.

	1 - Píla pri Červe- nom Kameni	2 - Piesky pri Modre	3 - Hliník	4 - Rača	5 - Koliba, vý- chodný svah	6 - Kamzík, Brati- slava)	7 - Červený Most	8 - Železná Stu- dienka, lom	9 - Rösslerov lom (Bratislava)
Apatit	9,0	8,3	34,4	13,4	20,4	25,3	11,8	91,8	57,5
Xenotím	—	—	—	+	—	—	0,6	—	—
Zirkón	3,4	0,7	5,3	3,0	8,0	2,3	1,8	1,9	1,2
Granát	11,0	2,1	11,9	48,8	30,0	7,2	47,1	1,4	2,3
Amfibol	6,2	+	2,6	1,2	1,0	47,4	2,5	—	8,0
Hyperstén	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Epidot-zoizit	13,9	21,9	10,6	4,5	5,1	5,3	5,1	1,9	3,4
Ortit	—	—	—	+	—	—	+	—	—
Opakné minerály	10,4	9,6	29,8	19,3	31,9	12,8	27,5	*	*
Zakalené súčiastky ..	33,8	56,0	4,7	6,5	2,8	14,0	1,5	2,4	27,6
Titanit	7,6	1,4	+	—	++	25,7	0,3	—	+
Rutil	2,0	+	++	1,8	0,6	+	1,0	0,5	—
Turmalín	—	+	0,7	+	—	—	+	—	—
Staurolit	2,7	+	—	1,5	++	—	0,8	—	—
Andaluzit	++	+	+	+	—	—	+	—	—
Distén	—	—	—	+	—	—	+	—	—
Silimanit	++	—	—	—	—	—	—	—	++
Spinel	—	+	—	++	+	—	+	—	++
Apatity s jadrami	1/4	1/10	—	—	1/30	1/25	—	+	+
Dĺžka: šírka pri apatite	1,87	1,79	1,50	1,53	1,44	1,42	1,38	1,55	1,54
Priem. dĺžka apatitov	0,25	0,23	0,26	0,19	0,26	0,19	0,22	0,30	0,21
Guličkovitý magnetit	—	—	—	*	*	—	**	—	++
Indexové čísla	1,39	1,67	0,86	0,52	—	—	—	1,45	5,51
Biotit	*	**	**	*	*	**	*	**	**
Chlorit	*	*	*	—	—	—	—	—	—

Rozdiely medzi bratislavským a modranským masívom

Možnosťami použitia akcesorických ťažkých minerálov pre petrografické účely sa podrobne zaoberal Hoppe (1951). Z jeho uzáverov vyplýva, že k porovnávaniu sa hodia iba niektoré endomagmatické minerály s takými chemickými prvkami, ktoré nevstupujú v podstatnejšom množstve izomorfne do iných súčiastok. To sú v prvom rade zirkón a apatit. Najmä zirkón s obľubou používajú pre rozmanitosť tvarov (pozri napr. Slavík, 1952). Pre naše účely zdá sa byť vhodnejším apatit, a to najmä pre svoju hojnosť, rozdielny habitus a iné charakteristické vlastnosti (pleochroické jadrá, uzavreniny).

Z malokarpatských žúl Koutek—Zoubek (1936) uvádzajú tieto akcesorické minerály: apatit, zirkón, sekundárne, epidot-zoizitové minerály, leukoxén; titanit a ilmenit iba z dioritov. Ukázalo sa, že bežnou akcesóriou žúl je tiež amfibol, granát, magnetit, v menšom množstve ilmenit, titanit, rutil, turmalín a ojedinele hyperstén. Z pegmatitov Valach (1954) uvádza ako zriedkavé zložky: monazit, ortit, korund, xenotím, turmalín, pyrochlór a fluorit. Výskyt xenotímu a ortitu potvrdzujú aj moje analýzy. Z akcesorických minerálov asimilátov bol doteraz uvádzaný len staurolit (Richarz, 1909). Tu predloženými rozbormi boli zistené ešte andaluzit, spinel, distén a silimanit.

Žulové jadro Malých Karpát je tvorené dvoma masívmi: západným — bratislavským a východným — modranským. Tieto sú oddelené sériou kryštalickej bridlice. Bratislavský masív je charakterizovaný podľa Cambela (1950) početnými pegmatitmi, aplitmi a kremennými pegmatitickými žilami. Naproti tomu modranský masív je takmer celkom bez pegmatitov, je málo diferencovaný, má viac biotitu a menej draselných komponentov živcov. Ide vlastne o granodiorit.

Akcesorické minerály vykazujú tieto rozdiely:

V modranskom masíve sa nachádzajú hojnejšie epidot a limonitizovaný pyrit. Apatity bývajú často s pleochroickým jadrom, toto máva niekedy zonárnu stavbu. Pomer dĺžky ku šírke pri apatitových stĺpčekoch je priemerné nad 1,8 (priemery vždy z 25 meraní, viď súhrnnú tabuľku). Na zirkónoch bývajú najviac len najjednoduchšie plochy.

V bratislavskej žule je hojnejší apatit. Tento má skôr izodiametrický vzhľad, pomer dĺžky ku šírke je vždy v priemere pod 1,55. V elúviach býva guľôčkovitý magnetit a idiomorfný xenotím (asi z pegmatitov). Pri väčších zirkónoch je často vyvinutá vyššia pyramída (311).

Vzorky z oboch masívov svedčia často pre znečistenie magmatu sedimentárnymi zložkami (Al-minerály). Zastúpenie pneumatolytických minerálov je nepatrné.

Zo spektrálnych rozborov treba vyzdvihnúť prítomnosť Sn v množstve $1/100$ — $1/1000$ % v oboch analyzovaných vzorkách z bratislavského masívu (vzorky 4 a 7), kým vo vzorkách z modranského masívu cín nebol zistený.

*Katedra geológie a paleontológie
Fakulty geologicko-geografických vied
Univerzity Komenského, Bratislava*

LITERATÚRA — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

Baker G., 1941: Apatite crystals with colored cores in Victorian granitic rocks. *American Mineralogist* 26. Menasha. Baturin V. P., 1947: Petrografičeskij analiz geologičeskogo prošlogo po terrigenym komponentam. Moskva—Leningrad. Brammall A., 1928: Dartmoor Detritals. A study in Provenence. *Proceedings of the Geologists' Association* 39. London. Cambel B., 1950: O metamorfizme kryštalínika Malých Karpát. *Geologický sborník* 1. Bratislava. Grantham D. R., 1928: The Petrology of the Shap Granite. *Proceedings of the Geologists' Association* 39. London. Hoppe G., 1951: Die akzessorischen Schwermineralien in Eruptivgesteinen am Beispiel des Ramberggranits und anderer Harzer Gesteine. *Geologica* 9. Berlin. Hutton C. H., 1950: Studies of heavy detrital minerals. *Bulletin of the Geological Society of America* 61. Baltimore. Kopčénova E. V., 1951: Mineralogičeskij analiz šlichov. Moskva. Koutek J.—Zoubek V., 1936: Vysvětlivky ke geologické mapě v měřítku 1 : 75 000, list Bratislava 4758. *Knihovna SGÚ ČSR*, sv. 18. Praha. Milner H. B., 1952: Sedimentary petrography. London. Richarz P. S., 1909: Der südliche Teil der Kleinen Karpathen und die Hainburger Berge. *Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt* 58. Wien. Slavík J., 1952: Těžké minerály ze zvětralin východní části středočeského plutonu. *Sborník SGÚ* 19. Praha. Sobolev V. S. a i., 1951: Problema rosta zeren granata i drugih metamorfičeskich mineralov v osadočnych porodach. *Zapiski vs. min. obšč.* Moskva. Vistelius A. B., 1951: O neobchodimom čisle zeren podsčitaemych pri immersii. *Zapiski vs. min. obšč.* Moskva. Valach J., 1954: Predbežná zpráva o výskume niektorých pegmatitov slovenského kryštalínika. *Geologické práce, Zprávy* 1. Bratislava.

МИЛАН МИШИК

АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ ГРАНИТНЫХ МАССИВОВ МАЛЫХ КАРПАТ

(Рис. 1 в тексте, табл. I—II)

Акцессорные тяжелые минералы гранитов Малых Карпат были отделены бромформом. Образцы были взяты из гранитного элювия и также из искусственно раздробленного гранита. При этом были обнаружены следующие акцессорные минералы (некоторые из них были найдены в первый раз): апатит, ксенотим, циркон, гранат, роговая обманка, гиперстен, эпидот, цоизит, ортит, магнетит, пирит, илменит, титанит, рутил, турмалин, ставролит, андалузит, дистен, силлиманит и зеленый шпинель. Интересно подчеркнуть присутствие апатита с плеохроическим ядром с зональной структурой. В Малых Карпатах известны два отдель-

ные гранитные массивы — братиславский и модранский (от сел. Модра). Во втором массиве чаще встречается эпидот, пирит и апатит с плеохроическим ядром. Форма кристаллов апатита и циркона в обоих массивах не одинакова.

*Кафедра геологии и палеонтологии
Факультета геологических и географических наук
Университета Коменского, Братислава*

Объяснение рисунка 1 в тексте из таблиц I—II

- | | |
|-----------|---|
| Рис. 1. | Ксенотим из братиславского гранитного массива. |
| Табл. I, | Рис. 1. Идиоморфный апатит с гранями (1010), (1011), (0001). Гранитный элювий. Сел. Пила у зам. Червены Камень. Ув. 33×. |
| | Рис. 2. — 3. Апатит с плеохроическим зональным ядром. То же месторождение. Ув. 122×. |
| | Рис. 4. Апатит с множеством включений. Искусственно раздробленный гранит, Железна Студиенка у Братиславы. Ув. 250×. |
| Табл. II, | Рис. 1. Идиоморфный гранат (влево, наверху). Тяжелая электромагнитная фракция. Железна Студиенка у Братиславы. Ув. 45×. Фотографировано в отраженном свете. |
| | Рис. 2. Гранат корродированный выветриванием. То же месторождение. Ув. 140×. |
| | Рис. 3. Шариковидный магнетит из элювия братиславского массива. Железна Студиенка. Ув. 30×. |
| | Рис. 4. Идиоморфный ксенотим из элювия братиславского массива. То же местонахождение. Ув. 140×. |

Фото Врбовский

MILAN MIŠÍK

DIE AKZESSORISCHEN MINERALE DER KLEINKARPATHISCHEN GRANITMASSIVE

(Abb. 1 im Texte, Taf. I—II)

Im ersten Teile dieser Arbeit behandelt der Autor die Methodik des Gewinnens der akzessorischen Schwerminerale durch Bromoformseparation aus den Eruptivgesteinen, und zwar einerseits aus den Eluvien, aber auch aus zertrümmerten und zermalmten Gesteinen. Anschließend folgen Gesteinsanalysen aus den kleinkarpathischen Massiven (Granite, Granodiorite, Pegmatite, Assimilate), in welchen folgende akzessorische Minerale (teilweise zum ersten Male) festgestellt wurden: Apatit, Xenotim, Zirkon, Granat, Amphibol, Hypersthen, Epidot, Zoisit, Orthit, Magnetit, limonitisierter Pyrit, Ilmenit, Titanit, Rutil, Turmalin, Staurolith, Andalusit, Sillimannit, Disthen und grüner Spinell. Biotit und Chlorit wurden, als selbstverständlich anwesend, in der Aufzählung nicht angeführt.

Interessant ist das Vorkommen pleochroischer Kerne bei den Apatiten, welche manchmal einen klar ausgeprägten, gut sichtbaren zonaren Bau aufweisen (siehe Tab. I, Abb. 2—3). Dies spricht gegen die Ansicht, als ob diese Kerne Reste assimilierter ferromischer Minerale wären (Baker, 1941).

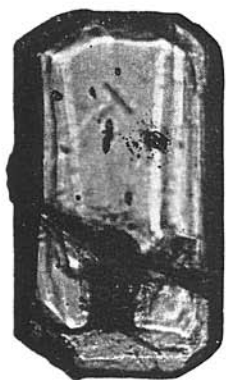
Im weiteren werden die Veränderungen erörtert, von welchen die Minerale bei der Gesteinsverwitterung betroffen werden: die Ätzformen an den Granaten (siehe Tab. II, Abb. 2), die kugeligen Magnetite (wahrscheinlich ein Lösungsprodukt) und die abgerundeten Orthite. In den Kleinen Karpathen existieren zwei Massive: Das modreiner und das bratislavaer (preßburger) Massiv. In ihnen kann man auch in bezug auf die akzessorischen Minerale Unterschiede feststellen, und zwar folgende: Im modreiner Massiv kommt häufiger Epidot und limonitisierter Pyrit vor; die Apatite haben häufig einen pleochroischen Kern, der auch zonar angeordnet sein kann, das Verhältnis der Länge zur Breite ist durchschnittlich über 1,8. Im bratislavaer Granit ist der Apatit sehr häufig; das Verhältnis der Länge zur Breite pflegt unter 1,5 zu sein; bei den Zirkonen ist oft die Fläche (331) entwickelt.

*Kathedr für Geologie und Paläontologie
der geol.-geogr. Fakultät der Komenský
Universität, Bratislava*

Erläuterungen zur Abb. 1 im Texte und zu den Tafeln I und II

- | | |
|-----------|--|
| | Abb. 1. Xenotim an dem bratislavaer Massiv. |
| Tafel I. | Abb. 1. Idiomorpher Apatit mit den Flächen (1010), (1011), (0001). Granit Eluvium. Pila bei Červený Kameň. Vergr. 36×, gewöhnliches Licht. |
| | Abb. 2. Apatit mit pleochroischem, zonar gebautem Kern. Granit Eluvium. Pila bei Červený Kameň. Vergr. 122×, gewöhnliches Licht. |
| | Abb. 3. Wie oben. |
| | Abb. 4. Apatit mit reichlichen Einschlüssen. Aus zermalmtm Granit, Probe Nr. 9 Eisenbrünnel-Steinbruch. Vergr. 250×, gewöhnliches Licht. |
| Tafel II. | Abb. 1. Idiomorpher Granat (im linken, oberen Teile des Bildes). Schwerminerale einer stark elektromagnetischen Fraktion aus der Probe Nr. 7. Vergr. ca 45×. Photographiert in einfallendem Licht. |
| | Abb. 2. Granat, beim Verwitterungsvorgang angeätzt. Eluvium des bratislavaer Granitmassivs, Probe Nr. 7. Vergr. ca 140×, gewöhnliches Licht. |
| | Abb. 3. Kugelchen-Magnetit aus dem Eluvium des bratislavaer Massivs. Probe Nr. 7. Vergr. ca 30×, gewöhnliches Licht. |
| | Abb. 4. Idiomorpher Xenotim aus dem Eluvium des bratislavaer Massivs. Probe Nr. 7. Vergr. 140×, gewöhnliches Licht. |
| | Nach dem Material des Autors photographiert von |

Vrbovský.



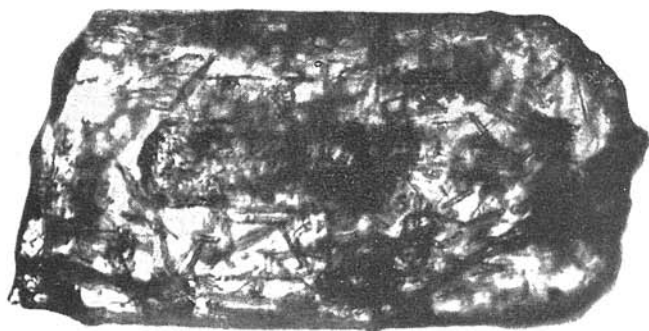
1



2

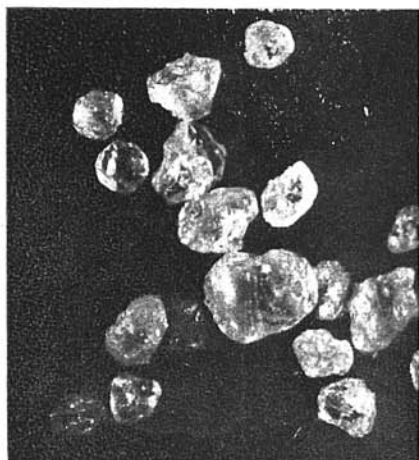


3

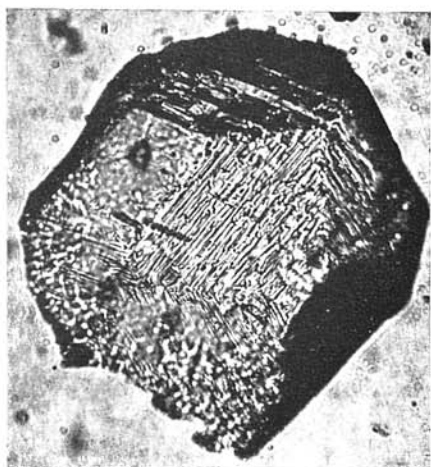


4

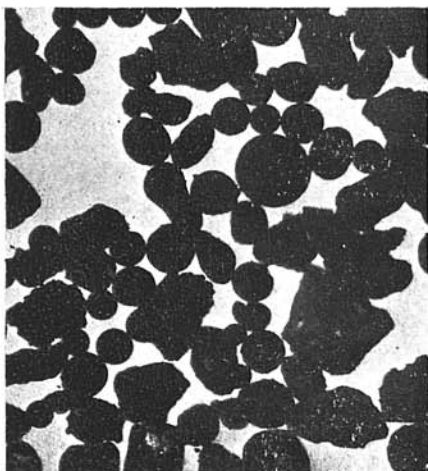
Obr. 1. Idiomorfny apatit s plochami $(10\bar{1}0)$, $(10\bar{1}1)$, (0001) . Elúvium žuly. Píla pri Červenom Kameni. Zväčš. $36\times$, obyčajné svetlo. Obr. 2 až 3. Apatit s pleochroickým, zonárne stavaným jadrom. Elúvium žuly. Píla pri Červenom Kameni. Zväčš. $122\times$, obyčajné svetlo. Obr. 4. Apatit s hojnosťou uzavrenín. Z drvenej žuly, vzorka 9 (Železná studienka — lom). Zväčš. $250\times$, obyčajné svetlo.



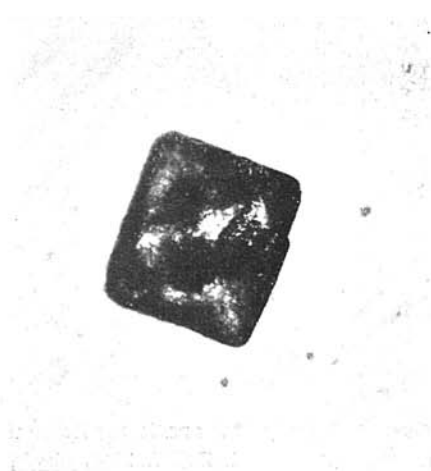
1



2



3



4

Obr. 1. Idiomorfný granát (v ľavej hornej časti obrázku). Ťažké minerály silne elektromagnetickej frakcie zo vzorky 7. Zväčš. asi 45×. Fotografované v dopadajúcom svetle. *Obr. 2.* Granát naleptaný pri pochode zvetrávania. Elúvium bratislavského žulového masívu. Vzorka 7. Zväčš. 140×, obyčajné svetlo. *Obr. 3.* Guličkovitý magnetit z elúvia bratislavského masívu. Vzorka 7. Zväčš. asi 30×, obyčajné svetlo. *Obr. 4.* Idiomorfný xenotím z elúvia bratislavského masívu. Vzorka 7. Zväčš. 140×, obyčajné svetlo.

Podľa materiálu autora foto V r b o v s k ý.