

Mineralia slov.
19 (1987), 4, 311—324

Príspevok k petrografii a geochemii granitoidov Malej Fatry

LADISLAV KAMENICKÝ*, JURAJ MACEK*, JOZEF KRISTÍN**

* Geologický ústav CGV SAV, Dúbravská 9, 814 73 Bratislava

** Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

Doručené 27. 12. 1986

Заметка о петрографии и геохимии гранитоидов Малой Фатры, Западные Карпаты

Во варийском плутоне Малой Фатры принимают участие три основных типа гранитоидов: гибридные тоналиты, магурский тип тоналитов даже гранитов и метасоматически изменённые гибридные тоналиты. Интрузивного, т. е. магматического происхождения являются лишь тоналиты даже граниты магурского типа. К вычленённым типам гранитоидов приведена более детальная химическая и минералогическая характеристика и также химический состав некоторых породообразующих минералов.

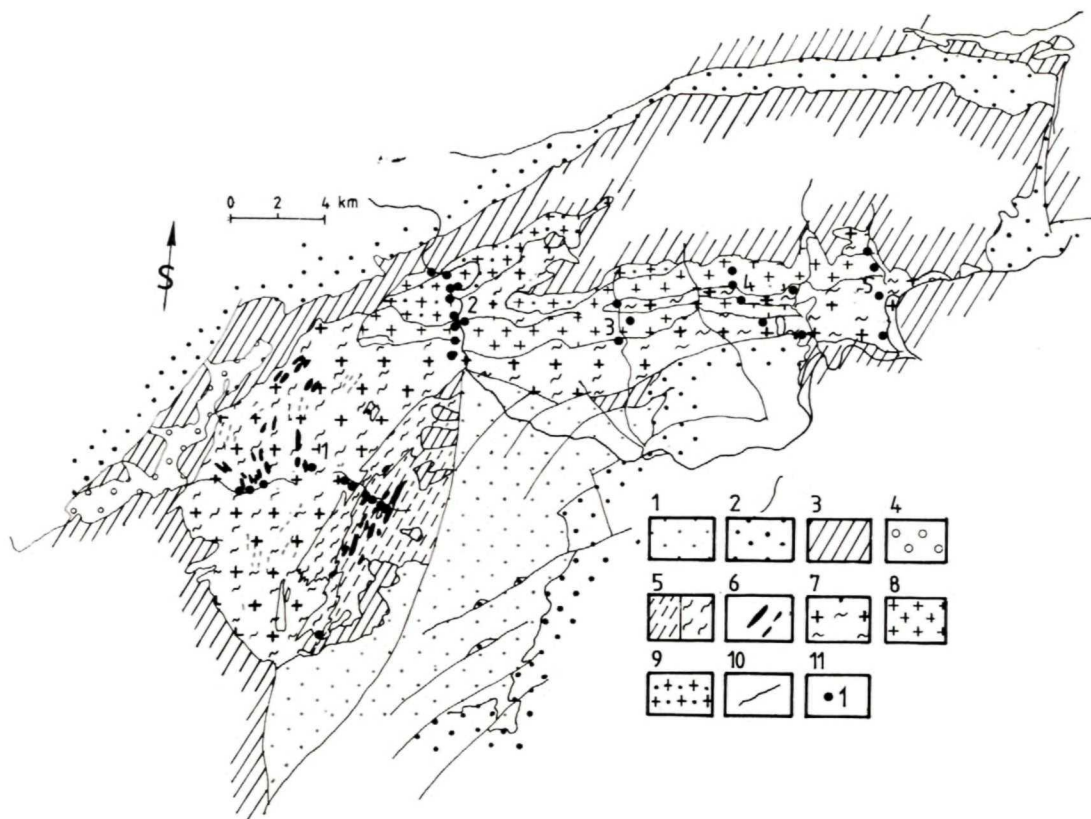
Contribution to the petrography and geochemistry of granitoids in the Malá Fatra Mts., West Carpathians

A plutonic body of Variscan age in the Malá Fatra Mts. is composed of three granitoid types: hybrid tonalite, tonalite to granite of the Magura type and metasomatic hybrid tonalite. Intrusive and hence real magmatic origin may be substantiated only for the tonalite to granite of the Magura type. Detailed chemical characteristics and mineral composition of the single types is given together with crystal chemistry of some rock forming minerals.

Kryštalinikum Malej Fatry pozostáva z dvoch čiastočne litologicky rozdielnych častí, a to z juhozápadnej časti (Veľká Lúka, 1476 m) s orientáciou tektonických štruktúr v smere JZ—SV a z časti na SV od doliny Váhu (Veľký Kriváň, 1709 m) s orientáciou stavby v smere V—Z. V prvej časti prevláda metamorfovaný plášť granitoidov a hybridné granitoidy s množstvom septov a blokov plášťa. V krivánskej časti sú takmer výlučne zastúpené

granitoidy, ktorých podstatnú časť tvoria magurské tonality až granity. Najhlbšie partie granitoidov sú obnažené v meandroch Váhu medzi Dubnou skalou a Strečnom (asi 400 m n. m.) a v záreze Oravy medzi Párniceou a Kraľovanmi (okolo 450 m n. m.), najvyššie obnažené časti granitoidov sú vo výškach okolo 1700 m n. m. (Veľký Kriváň, 1709 m).

Obal kryštalinika leží v normálnej pozícii len na externom obvode krivánskej



Obr. 1. Geologická mapa kryštalinika Malej Fatry s vyneseními bodmi vzoriek KMF, resp. ZK v profiloch 1—5. V profile 1 (Kunerad — Mlynský potok) sú od Z na V vzorky KMF 8, 9, 10, 11, 11a, 11b, 12, 13, 14, 15. V profile 2 (zárez cesty pozdĺž Váhu) sú od S na J vzorky KMF 35, 6, 99 (ZK), 5, 98 (ZK), 4, 3, 2, oproti na druhej strane Váhu 97 (ZK), 1, 36, 37 a 81 (ZK). V profile 3 (zárez a okolie potoka Píla) sú od S na J vzorky KMF 36, 34, 37. V profile 4 (zárez Snilovskej doliny) sú od S na J vzorky KMF 30, 31, 32, 33. V profile 5 (zárez Bystričky) sú od S na J vzorky KMF 16 a ZK 113, KMF 17, 17a, 17b a ZK 114, KMF 18, ZK 21. V ústí susednej Šútovskej doliny je ZK 115, pri vodopáde ZK 116 a v najjužnejšom cípe kryštalinika v Trebovtovskej doline KMF 19. 1 — neogén, 2 — paleogén, 3 — mezozoikum obalu a príkrovov, 4 — mladšie paleozoikum, 5 — biotitické a dvojsľudové ruly so slabou injekčnou prímiesou, 6 — amfibolity, 7 — hybridné tonality až leukogranodiority s blokmi a enklávami plášťa, 8 — magurský typ tonalitov až granodioritov, 9 — metasomaticky premenené hybridné tonality, 10 — litologické a tektonické rozhranie a profilové línie, 11 — body vzoriek KMF a ZK

Fig. 1. Geological map of the Malá Fatra Mts. crystalline indicating the sampling sites for KMF and ZK samples in profiles № 1 to 5. Rock units: 1 — Neogene, 2 — Paleogene, 3 — Mesozoic, 4 — Late Paleozoic, 5 — biotite and two-mica gneiss with slight injection admixture, 6 — amphibolite, 7 — hybrid tonalite to leucogranodiorite with blocks and enclaves of mantle rocks, 8 — tonalite to granodiorite of the Magura type, 9 — metasomatic hybrid tonalite, 10 — lithological and tectonic boundary, profile line, 11 — sample site (KMF and ZK samples)

časti, inde je kryštalinikum ohraničené zväčša tektonicky, napr. v západnej časti na kuneradskom zlome, na JZ na valčianskom zlome, hranicu na JV tvoria okrajové zlomy sčasti skryté pod neogénom a jeho východné ukončenie môžeme predpokladať na zázrivskom zlome (skryté pod vnútrokarpatským paleogénom a sub-tatranskými prikrovmi).

V samostatných výskytoch vystupujú granitoidy z podložia uprostred mezozoika pri Vrátnej a pri Párnici (blok granitoidov zaklinený vo vápencoch opísal Polák, 1979).

V staršej literatúre sa o granitoidoch Malej Fatry zmieňuje Štúr (1860) a Uhlig (1902, 1903). Podrobnejšiu geologickú mapu z juhozápadnej časti zostavil Kuthan (in Andrusov — Kuthan, 1944, 1947). Novšie poznatky sa opierajú o prehľadné štúdie a geologické mapy Ivanova a Kamenického (in Ivanov — Kamenický, 1957), ktorí vyčlenili dva hlavné typy granitoidov, a to hybridné až oligoklasicko-biotické granitoidy a typický magmatický magurský typ. Premenené variety hybridných granitoidov obohatené ružovým

K živcom považovali za metasomaticky zmenené. Neskôr sa vydala geologická mapa v mierke 1 : 50 000, zahrňujúca krivánsku časť Malej Fatry a vysvetlivky k nej (Haško — Polák, 1979). Polák (1979) tiež publikoval profil kameňolomom Smolenová pri Párnici, v ktorom uprostred strednotriasových vápencov v nadloží spodnotriasových kremencov a bridlic leží v paraautochtónnej pozícii blok granitoidov. Drobnejšie zmienky o granitoidoch sa nachádzajú aj v práci Kamenický — Macek (1984) a Kamenický — Macek — Krištín (1985). Podrobnejšie údaje o zložení minerálov granitoidov, o chemickom zložení a modálnom zložení granitoidov a o ich genéze sa nachádzajú v správe o geochemicko-mineralogickom výskume kryštalinika Malej a Veľkej Fatry (Kamenický — Macek — Krištín, 1985).

V tejto práci dopĺňame doterajšie poznatky mineralogického a geochemického charakteru o ďalšie kvalitatívne i kvantitatívne údaje a porovnávame granitoidy Malej a Veľkej Fatry (granitoidmi Veľkej Fatry sa zaoberá článok Macek — Kamenický — Krištín, 1987).

TAB. 1
Prehľad modálneho zloženia granitoidov Malej Fatry
Review of modal composition in the granitoids of the Malá Fatra Mts.

	KMF												
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	16	17	18
Kž	5	23	17	23	23	8	2	—	—	—	14	8	8
Pl	51	35	50	29	30	53	53	55	56	48	48	55	42
Kr	30	30	25	35	34	27	32	22	25	33	27	22	32
B	12	10	7	9	8	10	8	21	17	14	6	11	14
Mu	1	1	—	3	4	1	4	—	—	3	4	3	3
A	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1
O/M	0	0	O/M	O/M	M	0	M	—	—	—	O/M	O/M	M

Kž — draselný živec, Pl — plagioklas, Kr — kremeň, B — biotit, Mu — muskovit, A — akcesórie, O — ortoklas, M — mikroklin

Hybridné tonality

Hybridné tonality až leukotonality zaberajú v Malej Fatre oblasť kontaktu plutónu s rulovým komplexom. Ide vlastne o rôzne intenzívne granitizované ruly

s premenlivým zložením v závislosti od pretavenej, rekryštalizovanej a prinesenej zložky. Veľmi časté sú pohltené bloky rúl, šlíry alebo len ich reliktné minerály. Granitoidy potom často majú naznačené tvarové usporiadanie lupienkov sludy. Sme-

TAB. 2
Chemické zloženie vzoriek granitoidných hornín Malej Fatry
Chemical composition of in the main granitoid types of the Malá Fatra Mts.

Kysl.	KMF									
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11
SiO ₂	70,36	71,62	72,08	68,68	71,18	70,86	71,86	64,50	64,42	68,96
TiO ₂	0,44	0,38	0,34	0,46	0,36	0,38	0,41	0,57	0,64	0,40
Al ₂ O ₃	14,78	14,43	14,15	16,05	13,69	15,19	14,34	16,37	16,59	17,03
Fe ₂ O ₃	0,66	0,92	0,49	0,75	1,19	0,97	0,18	0,79	1,44	0,60
FeO	1,70	1,15	1,29	1,62	1,30	1,22	1,66	3,21	2,91	2,08
MnO	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	st.	0,02	0,01	0,01
MgO	0,98	0,83	0,97	1,03	1,05	0,98	0,29	2,92	2,51	0,97
CaO	3,22	2,30	1,52	2,71	2,16	2,16	1,56	2,56	3,58	2,18
Na ₂ O	4,00	3,72	4,10	4,71	3,62	4,31	4,82	3,91	3,81	4,41
K ₂ O	2,52	3,35	3,08	1,92	3,45	2,18	2,52	1,53	1,23	1,60
H ₂ O ⁺	0,76	0,78	1,32	1,48	1,10	1,46	0,98	2,46	2,16	1,06
H ₂ O ⁻	0,06	0,10	0,24	0,12	0,54	0,12	0,32	0,26	0,26	0,20
P ₂ O ₃	0,33	0,18	0,33	0,29	0,23	0,16	0,26	0,61	0,20	0,18
Suma	99,85	99,77	99,92	99,83	99,88	100,20	99,93	99,71	99,76	99,94

	KMF									
	15	16	17	18	30	31	32	33	34	35
SiO ₂	69,84	71,66	68,67	68,34	71,27	70,45	70,32	71,00	69,60	69,15
TiO ₂	0,56	0,33	0,41	0,43	0,27	0,26	0,30	0,39	0,34	0,43
Al ₂ O ₃	14,26	14,61	16,01	16,80	14,44	15,00	14,16	13,90	14,90	13,93
Fe ₂ O ₃	0,26	0,52	0,17	0,75	1,65	1,32	1,24	1,18	0,81	1,26
FeO	4,04	1,41	2,18	1,84	1,18	1,23	1,38	1,54	2,04	2,07
MnO	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,02
MgO	1,68	0,89	0,92	0,95	0,88	0,82	1,06	1,28	1,12	1,62
CaO	2,30	1,63	2,82	2,65	2,85	3,33	3,41	2,70	3,52	2,48
Na ₂ O	3,16	4,10	4,93	4,82	3,03	3,47	3,68	3,39	3,89	3,47
K ₂ O	2,45	2,88	1,77	1,77	2,82	2,66	2,21	2,37	2,21	2,58
H ₂ O ⁺	0,82	1,48	1,44	1,36	1,06	0,76	1,50	1,52	1,00	2,30
H ₂ O ⁻	0,28	0,18	0,08	0,32	0,38	0,26	0,30	0,28	0,12	0,16
P ₂ O ₃	0,17	0,09	0,32	0,11	0,14	0,20	0,18	0,20	0,25	0,31
Suma	99,84	99,80	99,76	100,18	100,02	99,80	99,79	99,81	99,58	99,78

Stanovené v laboratóriu Geologického ústavu CGV Bratislava

rom do hlbších častí plutónu sú hybridné tonality rovnorodejšie, s menšou priestorovou usporiadanosťou slúd. Xenolity sú v nich tiež zriedkavejšie. Kartograficky však možno tieto variety ťažko odlišovať od prv spomínaných typov. Uvedené variety tonalitov až leukogranodioritov budujú severozápadné svahy Martinských hólí, prípadne tvoria menšie telieska granitoidov v pararulovom plášti a prostredie, do ktorého intrudovali magurské typy tonalitov v krivánskej časti Malej Fatry. Ich žilný sprievod tvoria aplity a pegmatity bielej farby.

Modálne zloženie hybridných tonalitov je v tab. 1. Relatívne vysoký podiel biotitu a naopak nízky podiel K živca je ich typickou vlastnosťou.

Makroskopicky hybridné tonality a ich variety sú stredne až hrubozrnné horniny sivej farby so zelenkastým odtieňom. V mikroskope sa vyznačujú hypidiomorfou štruktúrou a zväčša usporiadanou textúrou, naznačenou často aj striedaním šmuhovitých akumulácií sludy, resp. ostatných zložiek.

V minerálnom zložení hybridných tonalitov je zastúpený biotit, plagioklas a kremeň ako hlavné zložky, ďalej podradný, nie vždy prítomný K živec, muskovit a akcesórie.

Biotit (obr. 4) je obvyčajne silne chloritizovaný a epidotizovaný (obr. 5), len výnimočne (najmä ako uzavrenina) je zachovaný v iných mineráloch. Ojedinele možno pozorovať prerasty s muskovitom, niekedy prenikanie K živca pozdĺž štiepateľnosti biotitu (obr. 6). Ako uzavrenina je podradne prítomný zirkón, častejšie drobný idiomorfny apatit I (obr. 7) a apatit II. Pri premene vzniká aj titanit (obr. 8).

Plagioklas tvorí hlavnú zložku horniny. Býva polysynteticky podľa albitového zákona zdvojitý, výnimočne sú karlovarské zrasty. Občas možno vidieť ohýbanie alebo lámanie list plagioklasov. Pukliny bývajú vyhojené drobným agregátom kremeňa, prípadne epidotu. Prítomná je zväčša len jedna generácia plagioklasu. Je silne premenená až albitizovaná. Stanovená bazicita kolíše v rozmedzí An 32–35 % (obr. 9). Albitizované partie k okraju zrn majú An v rozmedzí 24–27 %,

prípadne ide až o čistý albit s An 6–9 %, bod 5 (obr. 4), ktorý je prítomný i v drobných žilkách naprieč zrn. Pri premene plagioklasu vzniká sericit, v extrémnejších procesoch hlavne zoisit.

Kremeň vystupuje v jednej alebo v dvoch generáciách. Prvá z nich tvorí väčšie kataklazované zrná, silne undulózne zhasávajúce (až do 33°), druhá z nich tvorí drobnozrnný agregát v interstíciách ostatných minerálov. Má menšiu undulozitu. Kremeň uzatvára plagioklas a biotity, prípadne apatit II.

K živec nebýva konštantnou zložkou variet hybridných tonalitov. Ak je prítomný, je alotriomorfny a preniká po interstíciách. Vzniká pri metasomatických procesoch.

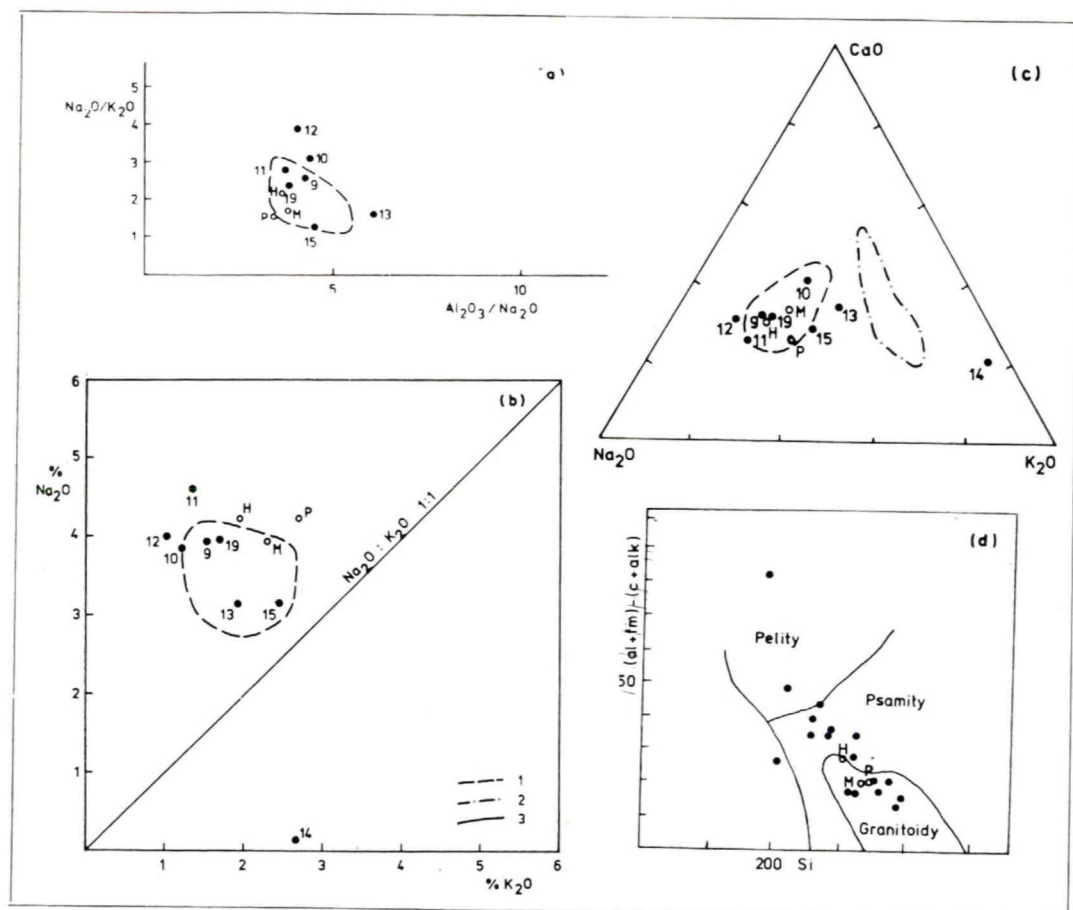
Muskovit nie je obvyklým komponentom variet hybridných tonalitov. Býva prítomný ako ojedinelé prerasty s biotitom (primárny?), alebo vzniká individualizáciou sericitu pri intenzívnejšej metasomatickej premene plagioklasov, alebo tvorí posledný minerál kryštalizácie v interstíciách ostatných zložiek.

Akcesórie zastupuje sporadický zirkón, hojnejšie apatit dvoch generácií a titanomagnetit. Výnimočne je prítomný sillimanit, granát a amfibol. Broska (1985) konštatoval tiež malý podiel monazitu (výnimočne vyšší), allanit, hodne limonitu a epidotu. Generácie apatitu sa líšia umiestnením v kryštalizačnom rade, veľkosťou, habitom a chemickým zložením.

Pre hybridné tonality (tab. 3) je typický vysoký obsah biotitu s vysokým obsahom MgO a nízkym FeO, relatívne vysoký podiel plagioklasu, ale s nízkym intervalom bazicity a nízky podiel alebo neprítomnosť K živca a muskovitu, ktorého chemické zloženie je blízke magurskému typu. Chemické zloženie horniny sa vyznačuje relatívne nízkym obsahom SiO₂ a pomerne vysokým obsahom MgO.

Magurský tonalit až granodiorit

Väčšie priestory v krivánskej časti Malej Fatry zaberá okrem hybridných tonalitov magurský tonalit až granodiorit tvoriaci intruzívne telesá pretiahnutého tvaru. Tieto telesá sú pomerne úzke a vertikálne zvýšené. Jedno teleso sa tiahne rovnobežným smerom zo Stráňavskej doliny cez južné svahy Grúňa (1101 m), dolinu Váhu na J od Jánošíkova, Kľačiansku dolinu a Kľačiansku Maguru (1367 m)



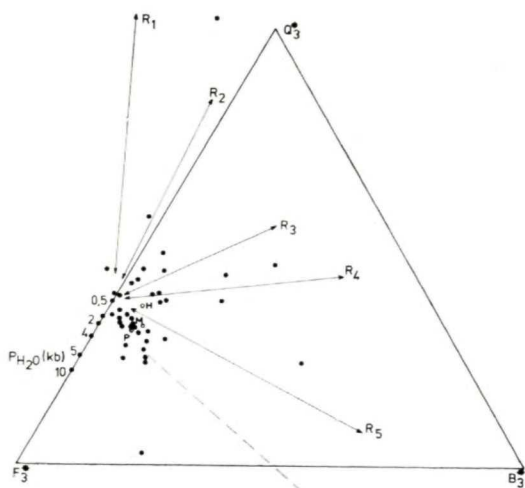
Obr. 2. Diskriminačné diagramy metasedimentov (a, b, c — podľa Hovorku, 1975; d — v diagrame Simonena, 1953). 1 — metadroby, 2 — metapelity, 3 — metapelity, metapsamity a granitoidy

Fig. 2. Discrimination plots of metasediments (a, b, c — according to Hovorka, 1975, d — in the Simonen's, 1953, plot). 1 — metagreywacke, 2 — metapelite, 3 — metapelite, metapsammite and granitoids

po ústie Šútovskej doliny. Jeho vetva ide paralelne z doliny Hoskora cez Solisko (1277 m), Kokolovú (1380 m), cez doliny Bystričky a izolované výskyty v záreze doliny Oravy až téměř po Párnicu. Ďalšie menšie teleso prebieha v juhovýchodnom okolí Strečna až po Beliansku dolinu. Lokalizácia týchto telies naznačuje priebeh jednej z termálnych osí variského orogénu so smerom (teraz) V—Z.

Magurské tonality sú nápadné všesmer-

ne zrnitou, rovnomernou štruktúrou s homogénnym minerálnym zložením. Zrornosť je relatívne menšia ako u ostatných typov granitoidov Malej Fatry. V reláciách jedného telesa sa vyskytujú i leukokratnejšie a na K živce bohatšie variety, prípadne v okolí výnimočne pohltených blokov plášťa aj hybridné variety. Na endokontakte s prostredím pribúda muskovitu a K živca. Makroskopicky sú strednozrnité a majú svetlošedú farbu bez výraznejších



Obr. 3. Multikatiómový diagram $Q_3^x B_3^x F_3^x$ de la Rochea (1979). Prerušovaná čiara — trend magmatickej diferenciácie, $R_1 - R_4$ — trendy genézy granitoidov granitizáciou metasedimentov rôzneho charakteru, R_5 — trend genézy granitoidov granitizáciou magmatitov Fig. 3. Multi-cation $Q_3^x B_3^x F_3^x$ plot by de La Roche (1979). Dashed line — trend of magmatic differentiation, $R_1 - R_4$ — trends of granitoid genesis by granitization of various metasediments, R_5 — trend of granitoid genesis by granitization of magmatites

znakov premien jednotlivých minerálov.

Modálne zloženie uvedených variet je v tab. 1.

V mikroskope môžeme pozorovať hypidiomorfne zrnitú štruktúru, lokálne slabo porfyrickú, a prevládajúcu všesmerne zrnitú textúru magmatickej nepremenenej horniny.

Biotit vystupuje v interstíciách (obr. 10), ale bežne tvorí i uzavreniny v plagioklase, kremeň a v K živci (obr. 11). V mikroskope je časť biotitu premenená a časť nepremenená, nedá sa ale bezpečne stanoviť, či ide o tú istú generáciu alebo o dve generácie. Biotity v priestore postihuje premena nepravidelne. Nepremený biotit má hnedý až slabo červenkastý pleochroizmus podľa γ a β (Bystrická), v záreze cesty na S od Dubnej skaly podľa γ a β tmavohnedý a podľa α slabožltý. Premenený biotit je svetlozelený.

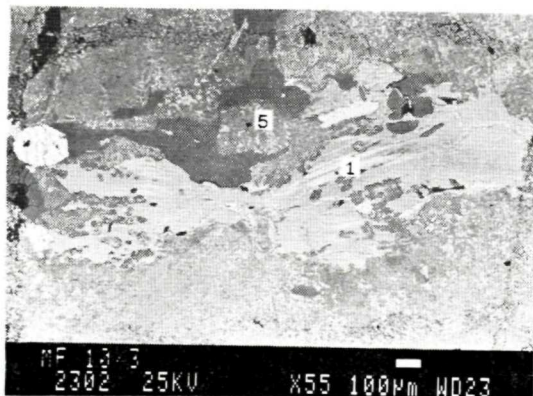
Biotit má uzavreniny sporadického zirkónu

a apatitu I. Apatit II vystupuje v blízkosti biotitu, ale i mimo neho, má zaokrúhlené izometrické tvary a pozmenené chemické zloženie. Pri chloritizácii biotitu vzniká aj rôzny podiel epidotu a titanit. V asociácii s biotitom sa vyskytuje občas muskovit, usmerný súhlasne alebo aj naprieč jeho štiepatelnosti.

Plagioklas je hypidiomorfny, zriedka idiomorfny, niekedy tvorí výrastlice. Obvykle nie je intenzívne premenený, niekedy máva uzavreté jadro silnejšie premeneného plagioklasu. V okolí kameholomu Bystricka vystupuje premenený plagioklas aj samostatne a má charakter restitového materiálu. Bazicitá plagioklasu sa mení od stredy k okrajom zrn v rozmedzí An 43 až 28. V oblasti zatlačovania mikroklínom je silná albitizácia (obr. 12). Dvojčatenie je albitické, menej často karlovské.

Kremeň vystupuje v dvoch formách, a to vo väčších undulóznych a kataklazovaných zrnách alebo v lokálnych alotriomorfnych agregátoch jemnejšieho zrna, vyplňujúcich intersticiálne priestory medzi ostatnými zložkami. Jemnozrnná populácia v asociácii so sericitom a epidotom, sústredená v žilkách, je sekundárna.

K živce je prítomný v alotriomorfnych, zriedka porfyrblastických zrnách uzatvára-



Obr. 4. Relikt nepremeneného biotitu, ktorého chemické zloženie v bode 1 je: SiO_2 36,60, Al_2O_3 16,34, Na_2O 0,05, CaO 0,03, MgO 11,57, FeO 14,79, TiO_2 3,01, K_2O 9,79 %, v zostávajúcej časti je chloritizovaný. V okolí je silne premenený albitizovaný plagioklas so zložením v bode 5 $Ab_{75}An_9Or_{16}$, s obsahom minerálov epidotovo-zoisitovej skupiny (obr. 4—13: kompozícia leštených výbrusov, CLEM GÚDŠ Bratislava)

Fig. 4. Relic of unaltered biotite (point No 1) otherwise chloritized. Strongly altered albitized plagioclase in the surroundings

TAB. 3

Chemické zloženie minerálov hlavných typov granitoidov Malej Fatry
Chemical composition of rock forming minerals in the main granitoid types
of the Malá Fatra Mts.

Oxid.	Biotit			Muskovit			Plagioklas			K živce		
	Mg	Hybr.	Metas.	Mg	Hybr.	Metas.	Mg	Hybr.	Metas.	Mg	Hybr.	Metas.
SiO ₂	35,33	36,60	34,56	46,43	45,59	45,26	61,50	58,58	61,00	60,02	68,09	61,55
Al ₂ O ₃	16,45	16,34	18,31	35,10	34,28	33,51	24,55	26,21	24,75	25,54	19,40	24,14
Na ₂ O	0,08	0,05	0,06	0,28	0,60	0,28	7,09	5,96	7,67	6,90	11,03	7,04
K ₂ O	9,96	9,79	9,78	11,02	10,48	9,52	0,27	0,18	0,18	0,24	0,14	0,36
CaO	0,00	0,03	0,06	0,01	-	0,04	6,10	7,94	6,24	7,22	0,64	5,05
MnO	0,08	0,04	0,38	0,03	0,01	-	-	-	-	-	-	-
MgO	9,67	11,57	7,86	0,74	0,61	0,76	-	-	-	-	-	-
FeO	17,52	14,79	20,94	1,30	1,22	3,72	-	-	-	-	-	-
TiO ₂	2,96	3,01	3,35	0,80	0,89	1,13	-	-	-	-	-	-
ZnO	0,12	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	92,17	92,22	95,63	95,71	93,68	94,22	99,51	98,87	99,84	99,92	99,30	98,14
											99,56	99,72

Stanovené rtg mikroanalýzátorm Super Probe 733 v laboratóriu CLEM GÚOŠ Bratislava

júcich plagioklas a biotit. Rtg difrakcia potvrdila jednak mikroklin (obr. 12) triklinity 0,8 a jednak intersticiálny alotriomorfny triklinizovaný ortoklas s triklinitou do 0,4 (obr. 13). Zloženie pevného roztoku je v tomto prípade Or₉₀Ab₁₀.

Akcesórie. K najvýraznejším akcesóriám patrí titanomagnetit (obr. 10) zloženia: FeO 78,06, TiO₂ 10,85, Al₂O₃ 0,13 a Cr₂O₃ 0,2 %, apatit zloženia: CaO 52,67, Na₂O 0,05, K₂O 0,1 a FeO 0,16 % a zirkón.

Zo sekundárnych minerálov je prítomný sericit, epidot — zoisit a titanit. Broska (1985) konštatoval pri štúdiu akcesorických minerálov ešte lokálne vyšší obsah zirkónu a len lokálne zastúpený ilmenit a arzenopyrit.

Chemické zloženie variet magurského typu tonalitov až granitov je v tab. 2.

Typickou charakteristikou uvedených variet je prevládanie plagioklasu, stredný obsah biotitu a K živca a malý podiel muskovitu. V chemickom zložení nemá výrazné črty.

Metasomaticky zmenené hybridné tonality až granodiority

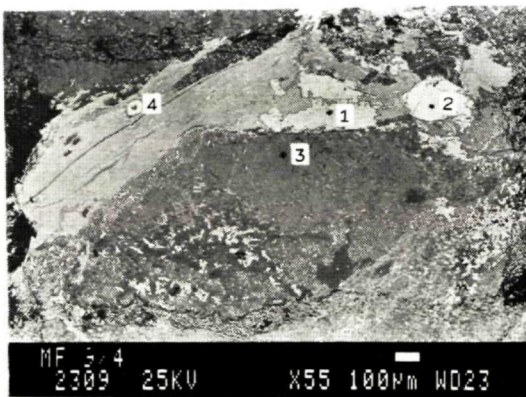
Tieto granitoidné horniny tvoria v Malej Fatre výraznú petrografickú varietu, ale netvoria samostatné geologické telesá. Primárne zloženie pôvodných hornín bolo metasomaticky zmenené. Ide najmä o albitizáciu a sericitizáciu plagioklasu, o chlóri-

tizáciu a epidotizáciu, prípadne baueritizáciu biotitu a o novotvorenie muskovitu, mikroklinu a kremeňa. Hornina dostáva základné zelené sfarbenie, v ktorom sa výrazne vynímajú ružové až červenkasté K živce. Tvoria ojedinelé zrná a porfyroblasty, prípadne ich zhluky, ale aj výplne žiliek aplitového alebo pegmatitového vzhľadu. Vzniká tak hornina v literatúre často neprávom označovaná ako prašivský intruzívny typ granitov.

Metasomaticky zmenené variety granitoidov Malej Fatry sú rozšírené najmä po externom obvode krivánskej časti Malej Fatry v relatívnom nadloží strmo umiestnených intrúzií magurského typu granitoidov. V podloží netvoria väčšie komplexy. Makroskopicky sú zrnitosťou a primárnym zložením analógy hybridných tonalitov, z ktorých aj metasomatickými premenami vznikali. Vyskytujú sa zelenkasté variety alebo variety zelenkastej základnej farby s rôznym podielom na ružovo až červenkasto sfarbeného K živca. Zrnitosť je stredná až hrubá, často s naznačeným usporiadaním sfúdy, prípadne jej šmuhovitých zhlukov. Svetlé minerály niekedy tiež tvoria šmuhovité akumulácie. Nehomogénnosť zloženia je nápadná. Makroskopicky bývajú plagioklasy zelenkasté.

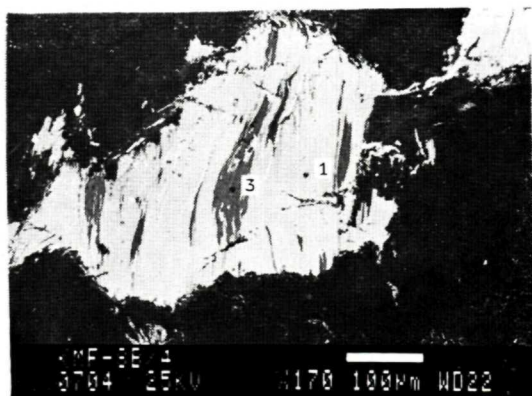


Obr. 5. Alotriomorfny chloritizovaný biotit so zložením v bode 2: SiO_2 27,53, Al_2O_3 19,14, Na_2O 0,04, CaO 0,03, MgO 17,52, FeO 20,95, TiO_2 0,02, K_2O 0,17 %. V spodnej časti je epidotizovaný. Zloženie epidotu v bode 3: SiO_2 36,83, Al_2O_3 21,69, CaO 23,82, MgO 0,06, FeO 12,74, TiO_2 0,05 %. Biotit obsahuje uzavreniny apatitu II, ktorého zloženie v bode 1 je: SiO_2 0,00, CaO 54,78, FeO 0,02, ZnO 0,12 (P_2O_5 sa na mikrosonde neanalyzuje), a zirkón (bod 6). V okolí je plagioklas bazicity $\text{Ab}_{68}\text{An}_{31}\text{Or}_1$. Fig. 5. Anhedral chloritized biotite (point No 3) altered into epidote in the lower part. Apatite II inclusions in biotite. Plagioclase of $\text{Ab}_{68}\text{An}_{31}\text{Or}_1$ composition in the surroundings

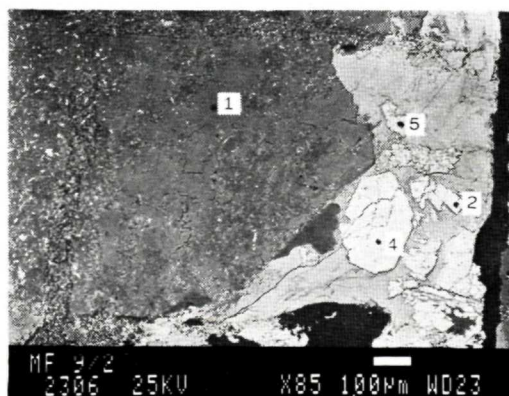


Obr. 7. Drobný idiomorfny apatit I analyzovaný v bode 4: CaO 52,98, FeO 0,29, TiO_2 0,18, ZnO 0,30 % uzatvorený v chloritizovanom biotite. V okrajovej časti je prítomný apatit II analyzovaný v bode 2: CaO 52,50, FeO 0,01, TiO_2 0,00, ZnO 0,09 % (P_2O_5 sa na sonde neanalyzuje). Epidot analyzovaný v bode 1 má zloženie zodpovedajúce bode 3 na obr. 5. Bazicitu nepremenenej časti plagioklasu analyzovaná v bode 3 zodpovedá hodnote $\text{Ab}_{67}\text{An}_{33}\text{Or}_1$

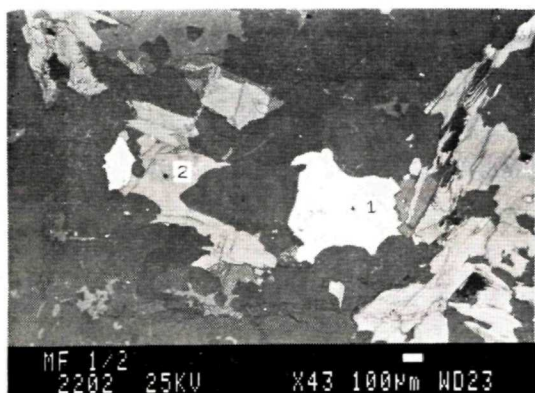
Fig. 7. Fine euhedral apatite (4) enclosed in chloritized biotite (3). Apatite II (1, 2) present in marginal parts



Obr. 6. Chloritizovaný biotit zloženia v bode 1: SiO_2 26,51, Al_2O_3 19,72, FeO 30,71, MgO 10,56, TiO_2 0,18, K_2O 0,05, MnO 0,53 % s K živcom umiestneným v štiepných plochách so zložením v bode 3: SiO_2 64,23, Al_2O_3 18,58, Na_2O 0,13, K_2O 15,18, CaO 0,01 % Fig. 6. Chloritized biotite (1) with K-feldspar emplaced into cleavage surfaces of chloritized biotite (3)

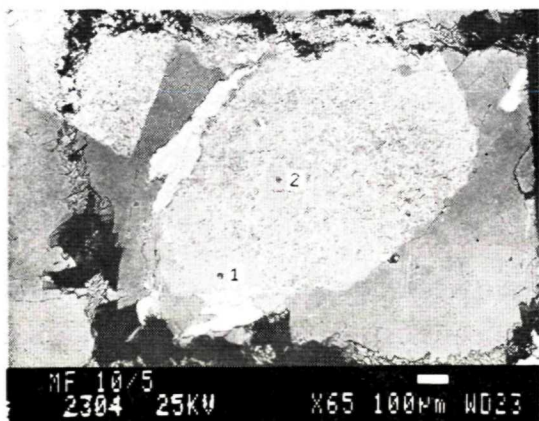


Obr. 8. Titanit v chloritizovanom biotite. Zloženie titanitu v bode 2: SiO_2 30,62, Al_2O_3 2,63, CaO 28,40, FeO 0,48, TiO_2 36,01 %. V tesnej blízkosti je apatit II. Analýza v bode 4 zodpovedá hodnotám v bode 2, obr. 7. Plagioklas v bode 1 má zloženie $\text{Ab}_{66}\text{An}_{33}\text{Or}_1$, 5 — epidot Fig. 8. Titanite (points 2 and 4) in chloritized biotite (3)



Obr. 9. Silne premenený idiomorfný plagioklas s obmedzene merateľným jadrom bazicity v bode 2 $\text{Ab}_{63}\text{An}_{35}\text{Or}_2$. V okrajovej časti v bode 1 má zloženie $\text{Ab}_{68}\text{An}_{31}\text{Or}_1$. V okolí je kremeň

Fig. 9. Strongly altered euhedral plagioclase (1, 2)



Obr. 10. Nepremenený biotit a titanomagnetit alotriomorfného obmedzenia vystupujúci v interstíciách medzi plagioklasmi. Zloženie v bode 2: SiO_2 35,77, Al_2O_3 16,87, Na_2O 0,12, MgO 9,86, FeO 17,12, K_2O 9,77, TiO_2 3,37 %. V bode 1 bol analyzovaný titanomagnetit

Fig. 10. Unaltered biotite (2) and titanomagnetite (1) in interstices between plagioclase

Modálne zloženie variet týchto granitoidov kolíše v rozmedzí: 30–53 % plagioklasu, 25–34 % kremeňa, 8–23 % K živcov, 6–14 % biotitu, do 4 % muskovitu a asi 1 % akcesórii.

V mikroskope môžeme pozorovať nehomogénnu až porfyroblastickú hypidiomorfnú štruktúru a textúru obvykle s náznamom usporiadania lupeňovitých komponentov, príp. ich šmúh. V minerálnom zložení hlavné zložky tvorí plagioklas, kremeň, K živec a biotit. Podradný je muskovit.

Biotit je v prevažnej časti týchto granitoidov intenzívne chloritizovaný a epidotizovaný (pomer chl : epid je asi 3 : 1), zriedka nepremený, s hnedastým alebo zelenkastým pleochroizmom, najmä ak tvorí uzavreninu v inom komponente. Ako uzavrenina je slabozastúpený zirkón a hojnejšie idiomorfný apatit I a apatit II. Prítomné sú aj opakové minerály. Drobné žilky prenikajúce horninou i jednotlivými minerálmi (aj mikroklínom) vyplňa kremeň, muskovit, chlorit, epidot, albit a kalcit.

Plagioklas je obvykle hypidiomorfný až alotriomorfný, zriedkavo idiomorfný. Zväčša je prítomný v jednej generácii so silnejšie premeneným jadrom s bazicitou do 30 An, s menej premenenými okrajmi s bazicitou 18–24 % An, prípadne až s albitovým lemom s An 6–12 %. Menej často je plagioklas zastúpený dvoma generáciami, kde premenené individua tvoria prvú z nich. Druhá, nepremená, máva albitické, ale aj karlovarské zrasty. Sericit vznikajúci pri premene plagioklasov sa len málokedy individualizuje na muskovit. V živcoch býva uzatvorený biotit a apatit II.

Kremeň je zväčša prítomný v dvoch generáciách. Staršia je väčších rozmerov, undulózna a kataklazovaná. Mladšia pozostáva z alotriomorfného zrnitého agregátu vystupujúceho v interstíciách ostatných zložiek i kremeňa I, mikroklínu alebo ako výplň drobných žiliek. Má malú undulozitu. Jemnozrnné agregáty vznikajú aj pri drvení horniny.

K živec je výrazným komponentom týchto premenených granitoidov. Zväčša sa jedná o mikroklín alotriomorfného až porfyroblastického vývoja. V niektorých varietách býva prítomný len drobný alotriomorfný agregát vystupujúci viac-menej len v interstíciách s triklinitou do 0,4. Pevná fáza má zloženie $\text{Or}_{94}\text{Ab}_6$. K živec porfyroblastického vývoja uzatvára biotit, plagioklas, muskovit, kremeň, opakové minerály a apatit II.

Muskovit je prítomný v malom množstve, a to primárny spolu s biotitom, prípadne aj ako posledná fáza alebo ako lepšie individualizovaný sericit pri premene plagioklasov.

Akcesórie zastupuje zirkón, apatit I i II, titanomagnetit, malé množstvo monazitu, lo-

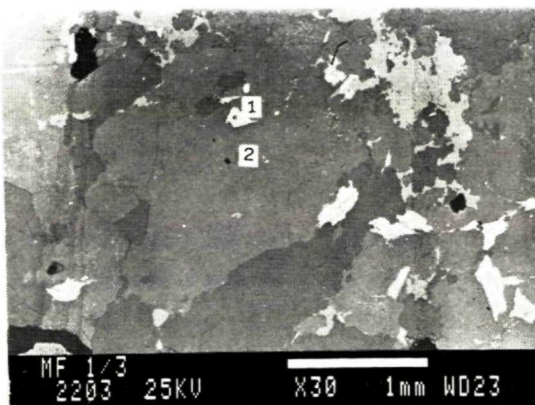
kálne allanit, magnetit, premenlivé množstvo ilmenitu, limonitu, výnimočne granát a sporadický leukoxén (Broska, 1985).

Samostatný výstup granitoidov pri Vrátnej tvoria hybridné tonality so slabšími prejavmi metasomatických premien.

Blok granitoidov v kameňolome Smolenová pri Párnici leží uprostred mezozoika. Má variety ružovej alebo bielej farby, čo zodpovedá predpokladu odtrhnutia od apikálnych častí plutónu tvorených obvykle takýmito varietami (napr. vo Vysokých Tatrách). Mezozoikum transgredovalo už na čiastočne denudovaný plutón zbavený plášťa. Vyplýva to zo štúdia Vozárovej — Vozára (1983), ktorí opisali v perme anti-klinály Kozla hojnosť obliakov metasomaticky zmenených granitoidov i arkózové droby s hojným ružovým káliovým živcom. Stanovili tiež smer transportu, ktorý sa zhoduje s oblasťami plutónu s takýmito varietami granitoidov, t. j. už v perme bol plutón obnažený a trias naň transgredoval.

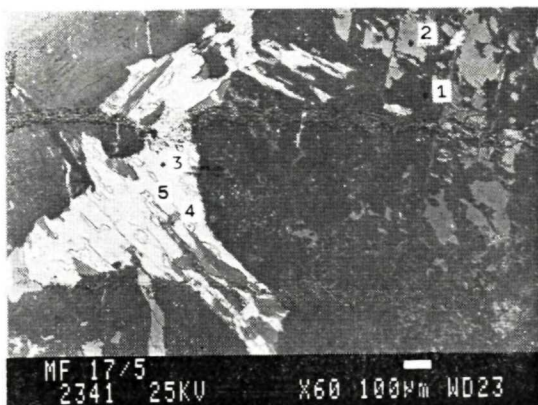
Pri petrochemickom hodnotení granitoidov Malej Fatry sme sa opierali jednak o ich chemické zloženie (tab. 2), jednak o údaje o chemickom zložení jednotlivých minerálov stanovené na mikrosonde (tab. 3; obr. 4—13). Na štúdium sa vybrala sada vzoriek váhy 10—12 kg odobraných v profilových líniiach. Body odberov vzoriek sú vynesené na prehľadnej geologickej mape. Pri petrochemickom hodnotení hornín a minerálov sa aplikovali viaceré metódy. Ako najvýhodnejšie sa ukazujú metódy zohľadňujúce väčší počet zložiek, ako napr. multikatiónový diagram de La Rochea (1979), Zavarického a pod.

Podľa Strackeisenovej (1973) klasifikácie IUGS sú zastúpené granitoidy s charakterom tonalitov (hybridné tonality — vzorky KMF-8, 9, 10, 11, 33; ZK-37, 113, 115; magurský typ tonalitov — vzorky KMF-1, 2, 17, 30, 31, 32, 34, 35; ZK-114). Zastúpené sú tiež granodiority a granity



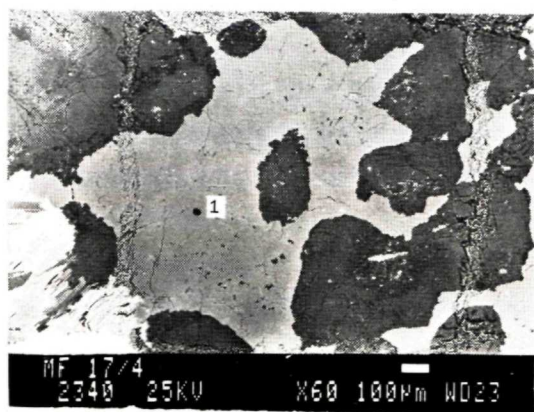
Obr. 11. Drobný nepremený biotit uzatvorený v plagioklase. Zloženie biotitu v bode 1: SiO_2 35,67, Al_2O_3 16,35, Na_2O 0,15, MgO 9,72, FeO 17,18, K_2O 9,27, TiO_2 3,24 $\%$. Zloženie plagioklasu v bode 2: $\text{Ab}_{62}\text{An}_{38}\text{Or}_2$

Fig. 11. Fine unaltered biotite (1) enclosed by plagioclase (2)



Obr. 12. Počiatočné štádium metasomatického zatlačania plagioklasu K živcom. V bode 1 je čiastočne albitizovaný plagioklas zloženia $\text{Ab}_{85}\text{An}_{14}\text{Or}_1$. V bode 2 bol analyzovaný K živec zloženia $\text{Ab}_2\text{An}_2\text{Or}_{98}$. V blízkosti je chloritizovaný biotit zloženia: SiO_2 26,90, Al_2O_3 18,50, FeO 28,46, MgO 9,93, TiO_2 0,03, K_2O 0,02, MnO 0,36 $\%$, v ktorom je uzatvorený sekundárny titanit zloženia v bode 4 a 5: SiO_2 30,48, Al_2O_3 8,65, CaO 29,87, TiO_2 26,42, FeO 0,69 $\%$

Fig. 12. Early stage of magmatic replacement of plagioclase by K-felspar



Obr. 13. Ortoklas s plagioklasom a biotitom alotriomorfného obmedzenia. Zloženie v bode 1: $\text{Ab}_{10}\text{An}_{1}\text{Or}_{89}$. V okolí je plagioklas a biotit
Fig. 13. Orthoclase (1) with plagioclase and biotite

(monzogranity), ale to sú nerovnovážne a metasomaticky zmenené horniny (pôvodne hybridné tonality — KMF-3, 4, 5, 6, 16, 18; ZK-21, 36, 81, 97, 98, 99, 116).

Pri prepočte na normatívne minerály systému CIPW vidno, že najväčší prebytok korundu majú ruly, stredné hodnoty sú u hybridných tonalitov a najmenšie u ostatných typov granitoidov. To znamená, že v tomto prípade sa dá jeho podiel odvodzovať od granitizácie plášťa.

V multikatiónovom diagrame de La Rochea len vzorky KMF-1 a 17 ležia v diferenciálnom trende (čiarkovaná línia) a ostatné vzorky hybridných tonalitov (i rúl) sú rozptýlené do rôznych trendov granitizácie pestrého súboru metasedimentov (linie R_1 — R_5). Metasomaticky zmenené typy granitoidov ležia v poli medzi diferenciálnym a granitizačným trendom (z magmatických hornín — R_5). S cieľom potvrdiť tieto pozorovania sme z práce Hovorku (1975) prevzali diagramy používané na diskrimináciu metagreywakov a metapelitov, v ktorých boli pri zisťovaní pôvodu metamorfovaných hornín jarabskej série z literárnych prameňov vyznačené

ich polia. V poli metagreywakov ležia ruly Malej Fatry, ale aj hybridné tonality. Podobne sa to javí i pri použití Simonenovho (1953) diagramu.

Pre vekové relácie granitoidov nemáme geochronologické údaje, avšak môžeme robiť paralelizáciu s granitoidmi Vysokých Tatier, o ktorých priame pokračovanie ide. K dispozícii sú údaje získané K-Ar, Rb-Sr a U-Th-Pb metódou. Svedčia o ich paleozoickom, resp. variskom veku. Metódou analýzy stôp rozpadu uránu vo vzorke z kameňolomu Dubná skala stanovil Kráľ (1977) vek výzdvihu pohoria na 25—18 mil. rokov.

Literatúra

- Andrusov, D. — Kuthan, M. 1944: Vysvetlivky ku Geologickej mape Slovenska. List Žilina 14361/2, v mierke 1 : 25 000. *Práce Št. geol. Úst., 10 (Bratislava)*.
- Broska, I. 1985: Akcesorické minerály vybratých granitoidných a metamorfovaných hornín Malých Karpát a M. Fatry. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript — archív GÚ SAV Bratislava*.
- Haško, J. — Polák, M. 1979: Vysvetlivky ku Geologickej mape Kysuckých vrchov a krivánskej Malej Fatry 1:50 000. *Bratislava, GÚDŠ, 145 s.*
- Hovorka, D. 1975: The lithology and chemical composition of the metasediments of the Jarabá group (West Carpathians). *Krystalinikum (Praha), 11, 87—99*.
- IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. 1973: Classification and nomenclature of plutonic rocks. *Neu. Jb. Mineral., Abh; Mh. (Stuttgart), 149—164*.
- Ivanov, M. — Kamenický, L. 1957: Poznámky ku geológii a petrografii kryštalinika Malej Fatry. *Geol. Práce, Zoš., 45, 180—216*.
- Kamenický, L. — Macek, J. 1984: Ein Profil durch die lithostratigraphischen Schichtenfolgen des Kristallinikums des Gebirges Malá Fatra. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 35, 157—160*.
- Kamenický, L. — Macek, J. — Krištín, J. 1985: Geochemicko-mineralogický výskum kryštalinika M. a V. Fatry. *Manuskript — archív GÚ SAV, Bratislava, 228 s.*
- Kráľ, J. 1977: Fission track ages of apatites from some granitoid rocks in West Carpathians. *Geol. Zbor. Geol. carpath., 28, 269—276*.

- La Roche, H. de. 1979: Granites Chemistry Through Multicationic Diagrams. *Sci. de la Terre, Ser. Inform. Géol.*, 13, 65—88.
- Macek, J. — Kamenický, L. — Krištín, J. 1987: Novšie poznatky k mineralógii a geochemii granitoidov Veľkej Fatry. *Miner. slov.*, 4, 325—337.
- Polák, S. 1979: Geologické profily krivánskou Malou Fatrou. In: *Tektonické profily Západných Karpát. Red. M. Mahel. Bratislava, GÜDS*, 77—84.
- Simonen, A. 1953: Stratigraphy and sedimentation of the svecofenidic early Archean supracrustal rocks in the south-western Finland. *Bull. Comm. géol. Finl.*, 143 s.
- Štúr, D. 1860: Bericht über die geologische Aufnahme des Wassergebietes der Waag und Neutra. *JGRA*, XI, Wien.
- Uhlig, V. 1902: Beiträge zur Geologie des Fatrakriván-Gebirges. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. (Wien)*, 72.
- Uhlig, V. 1903: Bau und Bild der Karpathen. *Wien — Leipzig*.
- Vozárová, A. — Vozár, J. 1983: Nové poznatky o mladšom paleozoiku v Malej Fatre. *Geol. Práce, Zpr.*, 79, 27—55.
- Zavarickij, A. N. 1950: Vvedeniye v petrochimiju izverženných gorných porod. *Moskva, Izd. Akad. Nauk*.
- KMF-5: Zárez cesty Vrútky — Strečno 100 m na S od južného ústia veľkého železničného tunela
- KMF-6: Zárez starej cesty Vrútky — Strečno oproti Starému hradu, cca 300 m od západného okraja parkoviska
- KMF-8: Kunerad, Svitačov potok, cca 700 m pod pamätníkom sovietskemu partizánovi, skalné odkryvy nad cestou
- KMF-9: Kunerad, Svitačov potok, odkryv v záreze cesty cca 350 m pod pamätníkom sovietskemu partizánovi
- KMF-10: Kunerad, Svitačov potok, odkryv v záreze cesty oproti pamätníku sovietskemu partizánovi
- KMF-11: Martinské hole 250 m na Z od k. Veľká lúka (1476 m)
- KMF-15: Martinské hole, zárez Mlynského potoka 220 m od lúky lokality Podstráne
- KMF-16: Dolina potoka Bystrička 300 m nad kameňolomom a 15 m do ľavého svahu
- KMF-17: Dolina potoka Bystrička, kameňolom, spodná časť
- KMF-18: Zárez železničnej dráhy Krafovaný — Dolný Kubín 300 m pod ústím potoka Bystrička do Oravy v smere toku
- KMF-30: Snilovská dolina, výška 1120 m, pravý svah
- KMF-31: Snilovská dolina, výška 1050 m, menší kameňolom
- KMF-32: Snilovská dolina, výška 870 m, svah oproti prameňu v zatáčke cesty na Chleb
- KMF-33: Hrebeň k. Chleb (1647 m) na SV od k. Hlasná skala nad asfaltovou cestou v záreze druhej doliny
- KMF-34: Hrebeň medzi Malým Kriváňom a Veľkou Kráľovou (1173 m) cca 300 m na S
- KMF-35: Zárez cesty Vrútky — Strečno cca 150 m na S od severného ústia veľkého železničného tunela

Lokality vzoriek KMF

Hmotnosť vzoriek je cca 12 kg. Chemické zloženie stanovil klasickou silikátovou analýzou v laboratóriách GÜ CGV SAV Walzel.

KMF-1: Zárez cesty Vrútky — Strečno 100 m od ústia potoka s opusteným kameňolomom na S od lomu Dubná skala

KMF-2: Zárez cesty Vrútky — Strečno na proti Jánošíkovu

KMF-3: Zárez cesty Vrútky — Strečno nad južným ústím malého železničného tunela

KMF-4: Zárez cesty Vrútky — Strečno nad severným ústím malého železničného tunela

Hybridný tonalit: vz. KMF 8, 9, 10, 11, 15, 33; magurský typ tonalitu: vz. KMF 1, 2, 17, 30, 31, 32, 34, 35; metasomaticky zmenený hybridný tonalit: vz. KMF 3, 4, 5, 6, 16, 18

Contribution to the petrography and geochemistry of granitoids in the Malá Fatra Mts., West Carpathians

Granitoids of the Malá Fatra Mts. have firstly been mentioned by Štúr (1860) and data have been introduced also by Uhlig (1902, 1903). A more detailed geological map covering the SW part of the crystalline in the mountain range has been completed by Kuthan (Andrusov — Kuthan, 1944, 1947) who submitted also the first petrographic descrip-

tion of granitoids. Recent knowledge relies upon general geological investigations and maps completed by Ivanov — Kamenický (1957) who discerned the main granitoid types in the region. Recently, a new geological map in 1:50,000 scale with explanatory text has also been published covering the northern (i. e. the Kriváň Mt.) part of the crystalline

(Haško — Polák, 1979). The latter author also described a block unit of granitoids within Mesozoic units in the Párnica quarry (Polák, 1979). Further remarks on these granitoids are mentioned by Kamenický — Macek (1984) and Kamenický et al. (1984) as well as in a report on geological and mineralogical research made into the crystalline of the Malá and Veľká Fatra Mts. (Kamenický et al., 1985).

The plutonic body of Variscan age in the Malá Fatra Mts. consists of three main granitoid types: hybrid tonalite, metasomatic altered hybrid tonalite and tonalite to granite of the so called "Magura" type. From these main types, an intrusive and hence true magmatic origin may only be substantiated for tonalite to granite of the Magura type. The single discerned granitoid types are further characterized by chemical (Tab. 2) as well as mineralogical compositions (Tab. 1) completed by data on chemical composition of some rock forming minerals (Tab. 3; Figs. 4—13), made by Super Probe 733 x-ray micro-analyzer of the CLEM Laboratory, D. Štúr Institute of Geology in Bratislava. Modal compositions of the main granitoid types are given together with their geological and petrographical description.

A sketch map of geological structures in the crystalline of the Malá Fatra Mts. in 1:200,000 scale completed by sample location points for KMF samples (this paper) and the

ZK samples taken previously in profiles No 1 to 5 across the geological structures are indicated in fig. 1. Selected samples are plotted into discrimination plots allowing to judge on composition of metasedimentary source rocks and used by Hovorka (1975) for the characterization of the West Carpathian Jarabá Group as well as into a further discrimination plot used by Simonen (1953). These plots reveal that the hybrid tonalite obviously originated through granitization of source rocks having greywacke composition.

Part of the investigated granitoids, namely that of the Magura type, plot near the descent line of magmatic differentiation in the de La Roche's (1979) diagram (where the average value of the Magura type is indicated by open circle and the M letter). To the contrary, hybrid tonalite to leucogranite originated by granitization processes of various metasedimentary and magmatic rocks (the average value of this type is represented by open circle and the H letter). The so called metasomatic altered granitoids reveal granodiorite to granite composition and originated at the expense of hybrid granitoids under the influence of Magura type granitoid intrusion. These metasomatic rock varieties display heavy saussuritic alteration of original plagioclase, alteration of biotite into chlorite and epidote together with crystallization of fresh microcline, muscovite and quartz.