

Mineralia slov.
19 (1987), 4, 325—337

Novšie poznatky z mineralógie a geochémie granitoidov Veľkej Fatry

JURAJ MACEK* — LADISLAV KAMENICKÝ* — JOZEF KRIŠTÍN**

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

** Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 814 04 Bratislava

Doručené 6. 11. 1986

Новые сведения из минералогии и геохимии гранитоидов Большой Фатры, Западные Карпаты

В гранитоидном плутоне Большой Фатры, известного как любохнянский гранитный массив находятся три основных типа гранитоидов: смрековичский тоналит, канторский гранодиорит и любохнянский лейкогранит. Они магматического происхождения. Отдельным типам гранитоида даётся детальное химическое и минералогическое описание, дополненное химическим составом их основных породообразующих минералов.

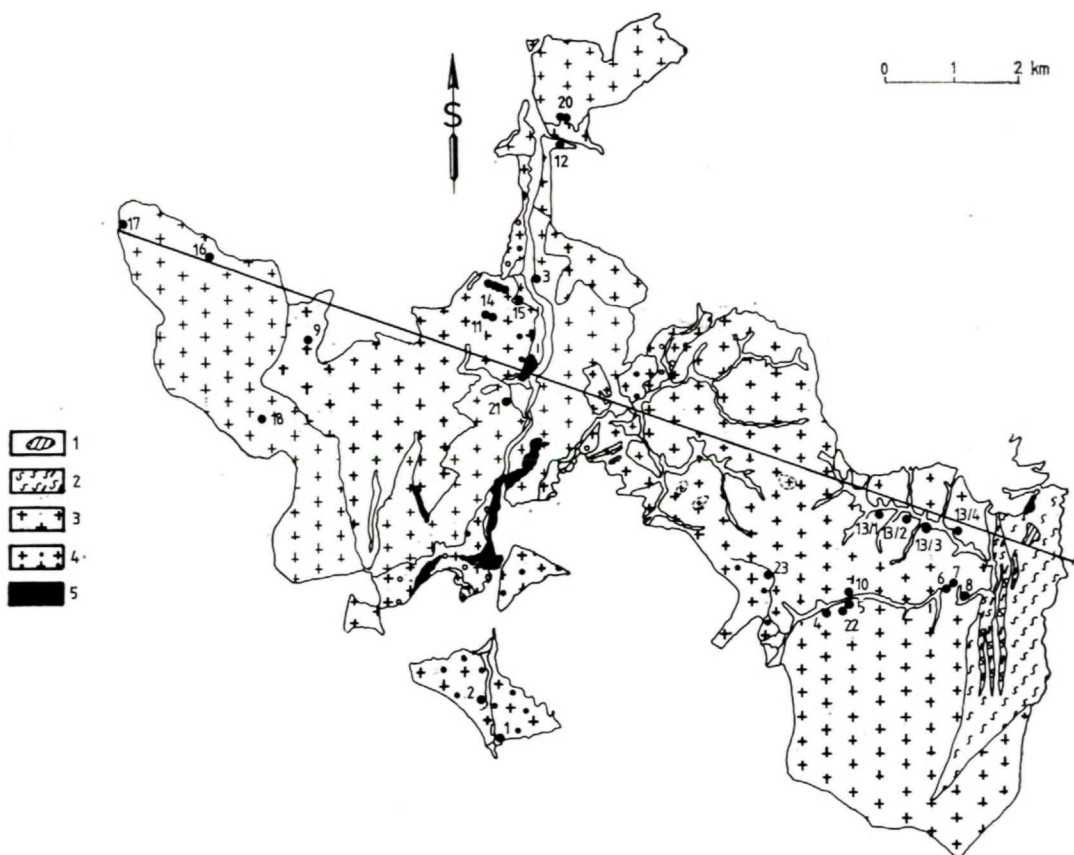
Recent knowledge on mineralogy and geochemistry of granitoids in the Veľká Fatra Mts., West Carpathians

The granitoid plutonic mass of the Veľká Fatra Mts. is known as the Lubochňa granitoid massif (Kubíny, 1954), consisting of three main types of granitoids: the Smrekovica tonalite, the Kantor granodiorite and the Lubochňa leucogranite. All three varieties are of magmatic origin and of intrusive type. Single derivatives are characterized in detail by chemistry, mineralogy and chemical composition of main rock-forming minerals.

Kryštalinikum Veľkej Fatry je pre absolútnu prevahu granitoidných hornín známe ako Lubochniansky žulový masív (Kubíny, 1954). Granitoidné horniny vystupujú na povrch v priestore od východného okolia Sklabinského Podzámku až po Revúcku dolinu v celkovej rozlohe cca 56 km². Masív dosahuje najvyššiu výšku na Smrekovici (1530 m) a najhlbšie je odkrytý v ústí Kračkovho potoka do Lu-

bochnianskej doliny (530 m). V okolí Vyšného tajchu v Lubochnianskej doline vystupujú ešte dve izolované telesá granitoidov, odkryté denudáciou.

Oblasť Veľkej Fatry študoval Matejka (1925, 1927, 1930, 1931) a Bystrický (1955, 1956). Oblasť kryštalinika Veľkej Fatry vymedzil už Štúr (1868), kryštalinikom sa zaoberal Kubíny (1954, 1955, 1958, 1962), ktorý zostavil aj prehľadnú geologickú



Obr. 1. Geologická mapa Ľubochnianskeho granitoidného masívu Veľkej Fatry podľa mapy Kubínyho (1954) v mierke 1:25 000, s vyznačením spracovávaného profilu a vzoriek. 1 — biotitická rula, 2 — synkinematický migmatit s vložkami rúl, 3 — leukogranit, 4 — metasomaticky premenený tonalit a granodiorit, 5 — tonalit

Fig. 1. Geological map of the Ľubochnia granitoid massif of the Veľká Fatra Mts. according to the 1:25,000 scale map by Kubíny (1954) with the investigated profile and sampling sites. 1 — biotite gneiss, 2 — synkinematic migmatite with gneiss intercalations, 3 — leucogranite, 4 — metasomatic altered tonalite and granodiorite, 5 — tonalite

mapu kryštalinika Veľkej Fatry (obr. 1), definoval tiež revúcko-starohorskú zlomovú sústavu, pozdĺž ktorej predpokladal posun Ľubochnianskeho masívu z oblasti Nízkych Tatier. Posun považuje za variský s opakovaním pohybov až do kvartéru. Vyčlenil dva hlavné typy granitoidov: starší smrekovický a mladší Ľubochniansky. Podľa Kubínyho smrekovický typ

zodpovedá Ľumbierskemu a Ľubochniansky prašivskému typu Nízkych Tatier. Túto predstavu dopĺňajú Kamenický, Macek a Krištín (1985) pozorovaním (obr. 2), ktoré svedčí o prítomnosti troch hlavných typov granitoidov, pričom Ľubochniansky typ leukogranitov Veľkej Fatry nie je možné charakterizovať ako ekvivalent „prašivského“ typu Nízkych Tatier, lebo je

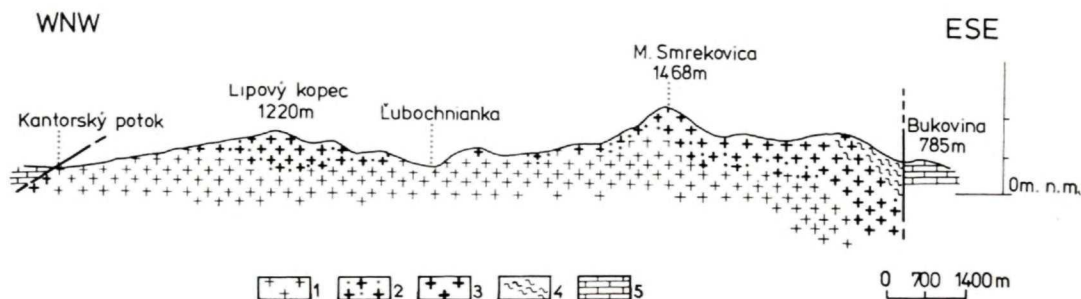
petrograficky rozdielny. Naše pozorovania tiež nasvedčujú, že tzv. „prašivské“ typy granitoidov sú vo Veľkej Fatre podradne rozšírené a vystupujú na kontakte mladšej leukokratnej intrúzie s ostatnými, už spomínanými typmi. Známe sú napr. v už spomínaných dvoch erozívnych oknách v okolí Vyšného tajchu, ďalej v ústí Kračkovho potoka, na Malej Smrekovici, v Nižnom Matejkovom a inde.

Staršia intrúzia, označovaná ako smrekovická, má dva diferenciáty, a to smrekovický tonalit s. s. a novovyčlenený, plošne rozsiahlejší a acidnejší kantorský granodiorit. (Pomenovanie bolo zvolené podľa Kantorského potoka, v okolí ktorého sa najskôr identifikovali). Obidva typy sa podrobnejšie charakterizujú v ďalšom texte. V mladšej — lubochnianskej intrúzii, ktorá má prevažne zloženie leukogranitu a vystupuje obvykle v hlbších partiách masívu pod hore uvedenými typmi, sú ortoklasové i mikroklinové variety.

V kryštaliniku Veľkej Fatry okrem toho vystupuje pozdĺž revúckeho zlomu pásмо hornín, ktoré Kubiny označil ako granitoidy s hojnými žilami aplitov a pegmatitov. Podľa zistenia autorov je to pásмо synkinematických migmatitov. Migmatity

sú z veľkej časti intenzívne granitizované, pričom vznikali pestré variety hybridných až leukokratných granitov. Sú zväčša svetlých farieb, majú usmernené, ale i všesmerné textúry. Variety so všesmernou textúrou autori prirovnávajú ku granitom typu Kráľička s obdobnou textúrou a predpokladajú, že vznikli granitizáciou vplyvom intrúzie smrekovického tonalitu. Keď vystupujú vedľa leukokratných variet granitoidov lubochnianskeho masívu, ľahko ich možno považovať za ich diferenciáty. Pásмо synkinematických migmatitov má paralelný priebeh s revúckym zlomom a konštantný úklon na V. Preto na exponovaných hrebeňoch tvoria niekedy len „čiapky“ nesiahajúce do úrovne dolín.

Cieľom našich výskumov bolo predovšetkým doplnenie doterajších poznatkov kvalitatívnymi i kvantitatívnymi mineralogickými i geochemickými údajmi (tab. 1, 2 a 3). Takéto konkrétne údaje sú nevyhnutné pre poznanie vývoja plutónu, ktorý sa odohráva obvykle v niekoľkých časovo oddelených etapách. K týmto etapám možno pričleniť jednotlivé typy granitoidov, tvoriace samostatné väčšie telesá a v nich aj rad variet, ktorých zloženie i priestorové rozmiestnenie silne varíruje.



Obr. 2. Geologický profil lubochnianskym granitoidným masívom Veľkej Fatry v mierke 1 : 70 000. 1 — granit až leukogranit, 2 — metasomaticky premenený tonalit, 3 — tonalit až granodiorit, 4 — synkinematický migmatit, 5 — mezozoikum

Fig. 2. Geological profile of the Lubochna granitoid massif in the Veľká Fatra Mts. (scale 1 : 70,000). 1 — granite to leucogranite, 2 — metasomatic altered tonalite, 3 — tonalite to granodiorite, 4 — synkinematic migmatite, 5 — sediment of Mesozoic age

Smrekovický tonalit

Smrekovický tonalit vystupuje hlavne vo východnej časti masívu a v ostatnom území v najvyššie položených terénoch dvoch hlavných hrebeňov Veľkej Fatry. Dobré je odkrytý v závere cesty na Smrekovicu vo Vyšnom Matejkovom. Tento hlavný typ dobre predstavuje napr. kameňom uprostred stúpania cesty na Smrekovicu. Leukokratnejšie variety sú pomerne časté, tvoria aj väčšie celky a vyčlenili sa ako kantorský typ. Modálne zloženie smrekovického tonalitu: plagioklas 55 %, biotit 12 %, kremeň 26 %, K živec 6 % a akcesórie 1 %.

Smrekovické tonality sú makroskopicky strednozrnné, tmavosivé horniny, bez zreteľných znakov premeny a usmernenia. Sú silne biotitické, s homogénnou distribúciou horninotvorných minerálov. Zelenkastý odtieň naznačuje lokálne premeny biotitu na chlorit a epidot a plagioklasu na saussurit.

Plagioklas: Prítomná je len jedna generácia hypidiomorfného, zriedkavejšie idiomorfného plagioklasu obvykle polysynteticky

albiticky zdvojitých. Bežné sú však aj karlovarské zrazy a kombinované triády. Sú slabo až stredne silne premenené. Výskyt reliktných jadier prakticky nepozorovať. Ojedinele uzatvárajú drobné šupinky biotitu, ale väčšie biotity netvoria uzavreniny. Bazicitu plagioklasu, stanovená opticky a elektrónovým mikroskopom, sa pohybuje v rozmedzí od $An_{35} Ab_{63} Or_2$ v jadre do $An_{25} Ab_{73} Or_2$ na okraji zrna. Nepozorovať reakčné lemy a novotvary na okraji zrn. Z toho vyplýva, že kryštalizácia prebiehala v kľudných PT podmienkach za postupného poklesu teploty. V premenenej časti celú plochu plagioklasu rovnomerne vyplňa saussurit, takže nemožno merať bazicitu.

Biotit: Čerstvá, nepremenená hornina obsahuje alotriomorfné a hypidiomorfné nepremenené jedince biotitu so svetlo-žltým pleochroizmom podľa α a tmavohnedým bez červenastého odtieňa podľa β a γ . Biotit bežne uzatvára apatit, len zriedka možno pozorovať uzavreniny zirkónu s pleochroickým dvorčekom. Biotity vystupujú obyčajne v interstíciách medzi plagioklasmi, resp. ich obklopujú.

TAB. 1
Prehľad modálneho zloženia granitoidov Veľkej Fatry
Review of modal composition of the Velká Fatra Mts. granitoids

	1	2	4	6	7	8	9	10	11/2	12/1	12/2	13/2	13/3	13/4	14/1	14/2	14/3	15	16	21	22A	22B
Kž	11	17	8	2	5	7	14	1	27	24	20	1	9	8	22	25	19	16	18	22	15	st
Pl	46	44	48	48	48	51	41	47	35	40	38	45	47	56	37	26	37	42	34	30	44	56
Kr	25	26	30	32	28	25	31	39	27	26	32	36	29	20	28	39	29	28	34	38	26	24
B	14	9	10	16	17	14	7	12	4	5	5	17	14	15	8	—	9	3	2	—	7	18
M	2	2	3	st	st	1	6	—	6	4	4	st	—	—	4	9	5	9	11	9	5	—
A	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
O _i /M	$\frac{M}{O}$		M	0		$\frac{M}{O}$		0		$\frac{M}{O}$		0		$\frac{M}{O}$		0		M	M			

O — ortoklas, M — mikroklin

Stanovené rtg difrakciou na separovaných K živcoch

TAB. 2

Chemické zloženie minerálov v hlavných typoch granitoidov Veľkej Fatry
Chemical composition of rock-forming minerals in the main granitoid types of the Veľká Fatra Mts. crystalline

Oxidy	Biotit			Muskovit			Plagioklas			K živec		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
SiO ₂	35,84	34,63	50,00	45,72	45,57	45,83	60,30—62,31	62,40—65,17	65,00—66,49	65,13	64,69	64,05
Al ₂ O ₃	16,82	17,28	26,90	32,05	32,22	33,82	25,73—24,26	23,74—22,55	22,25—21,42	18,58	18,73	18,63
Na ₂ O	0,10	0,08	0,08	0,15	0,43	0,45	6,08— 7,32	7,69— 8,31	9,75—10,73	1,00	0,80	0,90
K ₂ O	9,51	9,77	10,84	9,08	10,31	10,26	0,28— 0,26	0,20— 0,55	0,29— 0,27	14,59	16,07	15,56
CaO	—	—	—	—	—	—	6,90— 5,03	5,16— 2,01	3,18— 1,49	—	—	—
MnO	0,30	0,92	—	0,20	0,10	0,06	—	—	—	—	—	0,17
MgO	8,70	6,90	1,90	1,00	0,72	0,61	—	—	—	—	—	—
FeO	19,30	20,00	3,03	4,20	4,02	2,46	—	—	—	—	—	—
TiO ₂	3,39	3,04	0,23	1,80	1,10	0,77	—	—	—	—	—	—
Suma	93,98	92,62	92,98	94,20	94,47	94,26	99,29—99,18	99,19—99,59	100,47—100,40	99,30	100,29	99,31

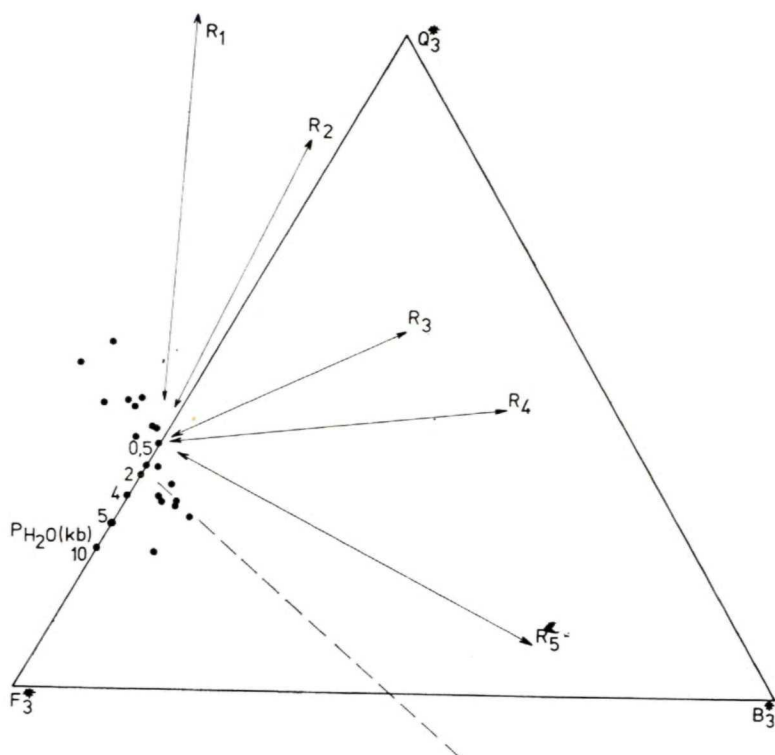
Stanovené rtg mikroanalyzátorom v laboratóriu CLEM GÚDŠ Bratislava; 1 — smrekovický tonalit, 2 — kantorský granodiorit, 3 — Ľubochnianský leukogranit

TAB. 3

Chemické zloženie granitoidov Veľkej Fatry
Chemical composition of granitoids in the Veľká Fatra Mts.

	1	2	4	6	7	8	9	10	11/2	12/1	12/2	13/2	13/3	13/4	14/1	14/2	14/3	15	16
SiO ₂	66,60	69,99	68,79	66,83	65,61	66,84	71,18	70,10	72,75	69,48	74,43	68,63	68,06	66,47	73,07	75,21	74,55	72,68	72,46
TiO ₂	0,75	0,44	0,61	0,80	0,87	0,80	0,37	0,38	0,23	0,29	0,17	0,63	0,66	0,68	0,23	0,03	0,21	0,17	0,22
Al ₂ O ₃	16,99	15,85	16,07	16,53	17,12	16,44	15,66	15,80	15,40	18,39	14,07	17,02	16,23	16,99	14,94	14,74	13,77	15,08	15,77
Fe ₂ O ₃	0,89	0,68	0,69	0,88	0,85	1,08	0,58	0,33	0,63	0,76	0,52	0,89	0,87	1,31	0,62	0,51	0,66	1,27	0,51
FeO	2,55	1,62	2,25	2,59	2,86	2,50	1,33	1,78	0,88	0,66	0,50	2,05	2,13	1,87	0,88	0,07	0,68	0,14	0,22
MnO	0,05	0,03	0,05	0,05	0,06	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,06	0,05	0,06	0,03	0,04	0,04	0,05	0,01
MgO	0,74	0,60	0,76	0,85	0,86	0,82	0,51	0,66	0,45	0,38	0,31	0,62	0,73	0,87	0,42	0,27	0,40	0,35	0,35
CaO	3,24	2,06	2,73	3,33	2,99	3,41	1,62	3,16	0,96	1,06	0,82	2,72	2,03	2,35	1,07	0,24	0,85	0,85	1,06
Na ₂ O	4,39	4,08	4,41	4,29	4,33	4,11	3,74	5,08	3,76	3,90	4,50	4,18	4,19	3,84	3,91	3,54	4,23	3,86	3,91
K ₂ O	2,42	3,37	2,47	2,56	2,92	2,51	3,78	1,19	3,93	3,93	3,18	2,13	3,68	3,80	3,52	4,09	3,34	3,86	3,82
H ₂ Ož	0,87	0,95	1,04	1,17	0,95	0,93	0,85	1,06	0,79	1,23	0,97	0,84	1,06	1,32	1,02	0,93	1,07	1,12	1,18
H ₂ Os	0,05	0,09	0,10	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,09	0,07	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03	0,08	0,07	0,34
Suma	99,8	99,8	100,2	100,2	99,7	99,8	99,8	99,8	99,9	100,2	99,6	100,0	99,7	99,8	99,8	99,7	99,9	99,5	100,0

Stanovené rtg fluorescenciou v laboratóriu CGV GÚ SAV Bratislava



Obr. 3. Projekčné body granitoidov Lubochňanskeho masívu Veľkej Fatry v multi-katiónovom diagrame $Q^* B^* F^*$ de la Rochea (1979). R_1 – R_5 — trendy genézy granitoidov granitizáciou z rôznych typov sedimentárnych, metamorfovaných a magmatických hornín; čiarkované línie — trend diferenciácie granitoidov frakčnou kryštalizáciou

Fig. 3. Figurative points of granitoids in the Lubochňa massif of the Veľká Fatra Mts. in the de La Roche's (1979) multication $Q^* B^* F^*$ plot. R_1 to R_5 — granitoid generation trends by granitization of various sedimentary, metamorphic and magmatic rocks, dashed line — granitoid differentiation trend by fractional crystallization

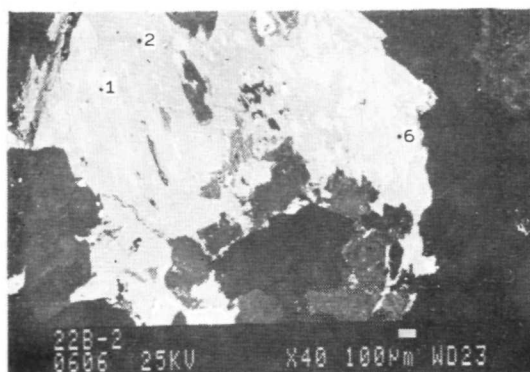
V premenenej časti je biotit chloritizovaný až do štádia s obsahom SiO_2 27,74, Al_2O_3 18,90, Na_2O 0,01, K_2O 0,64, CaO 0,07, MgO 13,21, FeO 26,13, MnO 0,66, TiO_2 0,45 a Cr_2O_3 0,13 % (obr. 4, bod 2). Prítomnosť K_2O a TiO_2^* , ktoré najcitlivejšie reagujú na premenu, svedčia o tom, že nedošlo k úplnej chloritizácii. Prítomný je aj epidot so zložením: SiO_2 37,68, Al_2O_3 21,06,

CaO 23,06, FeO 14,12, MnO 0,46, TiO_2 0,16 a Cr_2O_3 0,10 % a titanit so zložením: SiO_2 31,0, Al_2O_3 6,5 CaO 28,5 TiO_2 29,5 a FeO 2,0 % (obr. 4, bod 6).

Kremeň: Je alotriomorfny a spravidla undulózny. Tvori intersticiálne zrná a väčšie kataklazované izometrické zrná s mozaikovou stavbou, v akých býva bežne uzatváraný drobný biotit a plagioklas.

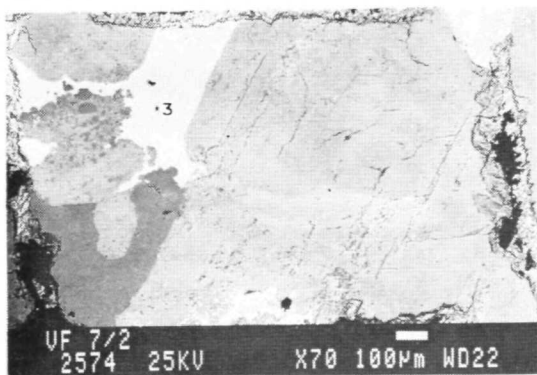
K živec: Je zastúpený len v malom množstve (od 2 do 6 %). Býva alotriomorfny, intersticiálny a bez uzavrenín. Ide

* H_2O do 100 % (analýzy minerálov sa získali rtg mikroanalýzátorm JEOL 733).



Obr. 4. Biotit nepremený. Zloženie v bode 1: SiO_2 36,48, Al_2O_3 16,99, Na_2O 0,09, K_2O 9,53, CaO 0,00, MgO 8,78, FeO 19,99, TiO_2 3,39, MnO 0,34, Cr_2O_3 0,01 %. V ľavej časti chloritizovaný, analýza v bode 2 je uvedená v texte, v pravej časti epidotizovaný, analýza v bode 6 je uvedená v texte

Fig. 4. Unaltered biotite. Composition in point No 1: SiO_2 36,48, Al_2O_3 16,99, Na_2O 0,09, K_2O 9,53, CaO 0,00, MgO 8,78, FeO 19,99, TiO_2 3,39, MnO 0,34, Cr_2O_3 0,01 %. In the left part chloritized, analytical data from point No 2 see in the text; in the right part epidotized and analytical data from point No 6 see in the text



Obr. 5. Drobný intersticiálny ortoklas s hodnotou triklinity 0,2 v kontakte s idiomorfným plagioklasom a alotriomorfným kremeňom. Zloženie v bode 3: SiO_2 65,53, Al_2O_3 18,48, Na_2O 0,76, CaO 0,00, MgO 0,00, MnO 0,06, FeO 0,00, K_2O 15,05, Cr_2O_3 0,08 %

Fig. 5. Fine interstitial orthoclase with triclinity value of 0.2 in contact with idiomorphic plagioclase and xenomorphic quartz. Composition in point No 3: SiO_2 65,53, Al_2O_3 18,48, Na_2O 0,76, CaO 0,00, MgO 0,00, MnO 0,06, FeO 0,00, K_2O 15,05, Cr_2O_3 0,08 %

o ortoklas s 2 V do 56° , triklinitou 0,2, maximálne 0,4. Zloženie K živcov uvádzame v tab. 2. Pevná fáza zodpovedá pomeru $\text{Or}_{89}\text{Ab}_{11}\text{An}_0$ (obr. 5, bod 3).

Muskovit: Ako primárny minerál nie je prítomný.

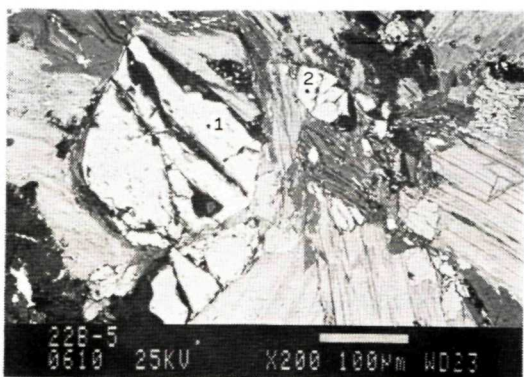
Akcesorické minerály: Určil sa apatit, zirkón, ilmenit, titanomagnetit, magnetit, titanit a epidot. Bližšie sa analyzoval len apatit. V hornine sú prítomné dve jeho generácie. Prvá generácia, tvoriaca v biotite uzavreniny viac-menej idiomorfného obmedzenia, má zloženie: P_2O_5 42, CaO 55, FeO 0,30 a MnO 0,10 % (bod 2). Druhá generácia, vystupujúca na okraji biotitov, ale i mimo nich ako uzavrenina v plagioklasoch a v intersticiách, sa vyznačuje malou idiomorfiou. Výrazne väčšie jedince vystupujú obyčajne v blízkosti premenných biotitov. Charakteristická je pre ne neprítomnosť Fe a vyšší obsah MnO ako v primárnom apatite (obr. 6, bod 1).

Kantorský granodiorit

Kantorský typ leukotonalitov až granodioritov, ako leukokratnejšia varieta smrekovického tonalitu, vytvára jednak nižšie položené partie základného typu, resp. intrúzie v smrekovickom tonalite. Vystupuje napr. v závere doliny Kantorského potoka, v okolí kóty Lipová a na juhovýchodných svahoch Smrekovice (1530 m). Priemerné modálne zloženie je: plagioklas 41, biotit 7, kremeň 31, K živec 14, muskovit 6 a akcesórie 1 %.

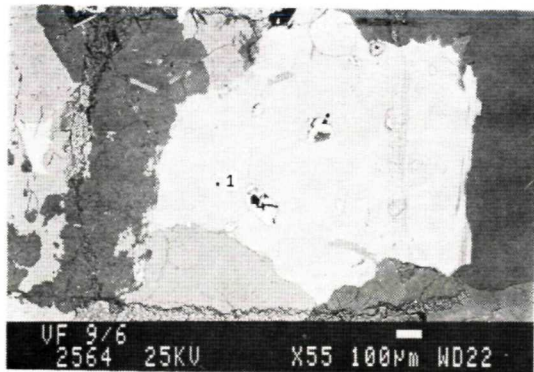
Macroscopicky je to strednozrnná, svetlosivá až svetlobledohnedá hornina s makroskopicky dobre rozoznateľným živcom, kremeňom, biotitom a muskovitom. Pomer K živca k plagioklasu, biotitu a muskovitu nie je na rozličných miestach zhodný.

Plagioklas: Je spravidla hypidiomorfný, ale značný počet jedincov má idiomorfné obmedzenie. Charakteristická je prítomnosť ostro ohraňovaných reliktoov silne pre-



Obr. 6. Dve generácie apatitu. Starší — idiomorfny, drobný, zloženie v bode 2: CaO 54,17, FeO 0,29, MnO 0,16, Cr₂O₃ 0,07 %. Mladší — hypidiomorfny až alotriomorfny, veľký, zloženie v bode 1: CaO 53,35, FeO 0,00, MnO 0,29, Cr₂O₃ 0,23 %.

Fig. 6. Two apatite generations, the older one idiomorphic, fine, with composition in point No 2: CaO 54.17, FeO 0.29, MnO 0.16, Cr₂O₃ 0.07 %. The younger generation is hypidiomorphic to xenomorphic, large, with composition in point No 1: CaO 53.35, FeO 0.00, MnO 0.29, Cr₂O₃ 0.23 %.



Obr. 7. Nepremený biotit, alotriomorfny s uzavreninami opakových mineralov, drobných apatitov prvej generácie a väčší alotriomorfny apatit. Zloženie biotitu v bode 1: SiO₂ 34,36, Al₂O₃ 17,03, Na₂O 0,14, CaO 0,00, MgO 7,18, MnO 1,07, FeO 20,69, TiO₂ 3,22, K₂O 10,24 %. V okolí K živce, kremeň, plagioklas Fig. 7. Unaltered biotite, allotriomorphic with opaque mineral inclusions, fine apatite grains of the first generation and with a single apatite of allotriomorphic shape. Biotite composition in point No 1: SiO₂ 34.36, Al₂O₃ 17.03, Na₂O 0.14, CaO 0.00, MgO 7.18, MnO 1.07, FeO 20.69, TiO₂ 3.22, K₂O 10.24 %. K-feldspar, quartz and plagioclase in the surroundings

menených plagioklasov. Tieto reliktvy vystupujú v centre jadra, ale bežne sú umiestnené aj excentricky pri jeho okraji. Vždy obsahuje dobre individualizovaný muskovit, umiestnený v plochách štiepaťelnosti. V ojedinelých prípadoch možno v plagioklase pozorovať aj dve reliktné jadrá, ostro ohraničené od nepremenenej časti. Plagioklasy majú komplikovanú stavbu. Zrasty sú polysyntetické, lamely úzke, často rozmiestnené do rôzne orientovaných blokov. Majú veľkú zonálnosť. Ide hlavne o oscilačnú a škvrnitú zonálnosť, ktorej sa pripisuje dvojštádiový magmatický vývoj, v ktorom prvá fáza zahŕňa resorpciu s poklesom tlaku a druhá kryštalizáciu za zmenenej teploty a tlaku. Určité tlakové porušenie po kryštalizácii naznačuje albitické zdvojčatenie prechádzajúce naprieč zonálnym plagioklasom. Ich bazicita sa pohybuje v rozmedzí od An₂₆ do An₁₀. Tento rozsah však nie je konštantný, lebo na niektorých miestach začína v inom intervale.

Biotit: V tomto type granitoidov je nepremený, alotriomorfny, zriedka hypidiomorfny, s tmavohnedým pleochroizmom podľa γ a β (opäť bez červenastého odtieňa) a svetložltým podľa α . Vystupuje jednak v interstíciách medzi plagioklasmi, ale je aj uzatváraný v plagioklasoch, čo naznačuje jeho relatívne skorší vznik alebo aspoň širší interval kryštalizácie. Obsahuje hodne uzavrenín apatitu. Aj v tejto variete granitoidov sa sporadicky vyskytujú uzavreniny zirkónu s pleochroickým dvorčekom. Podiel MgO, zjavne nižší ako v smrekovickom tonalite, dokazuje, že kantorský typ granitoidov vznikol z relatívne kyslejšej magmy (obr. 7).

Kremeň: Je alotriomorfny, málokedy intersticiálny. Tvorí akumulácie až hniezda s mozaikovou stavbou, v ktorých sa uzatvárajú hlavné horninotvorné minerály — plagioklas a biotit. Je slabo undulózny. K mladšej generácii možno radíť jem-

nozrnný kremeň, vystupujúci ako jemný agregát v intersticiách medzi zrnami. K živce nie sú uzatvárané v kmeni. Mozaikovitité zhluky kremeňa majú niekedy naznačené usmernené usporiadanie, prípadne jeho izometrické zrná sú orientovane popraskané.

Muskovit: V pomere k biotitu býva v hornine zastúpený len jednou tretinou, ojedinele je s ním v rovnováhe. Tvori drobnošupinkovité až strednošupinkovité jedince alotriomorfného až hypidiomorfného obmedzenia. Je bez uzavrenín. Hlavne u väčších jedincov zreteľne vidieť rôzne intenzívne poprehýbanie (až do oblúka 20°). Nepozorovať prerastanie muskovitu s biotitom.

Sekundárny muskovit tvorí uzavreniny v reliktnom plagioklase. Obvykle tvorí dobre individualizované až idiomorfne lištičky, usporiadané v plochách štiepateľnosti.

K živce: Má alotriomorfne obmedzenie. Je intersticiálny, ale prítomné sú i porfyroblastické zrná. Porfyroblasty uzatvárajú bežne plagioklas a biotit. Nie je zdvojitý. Zatiaľ nie je jasné, či je vedľa ortoklasu prítomný nezávislý mikroklin (ako by sa dalo usudzovať z rtg difrakčného záznamu), alebo ide len o ortoklas triklinizované do rôzneho stupňa (čomu by zas nasvedčovala neprítomnosť chloritizovaných biotitov).

Lubochnianský leukogranit

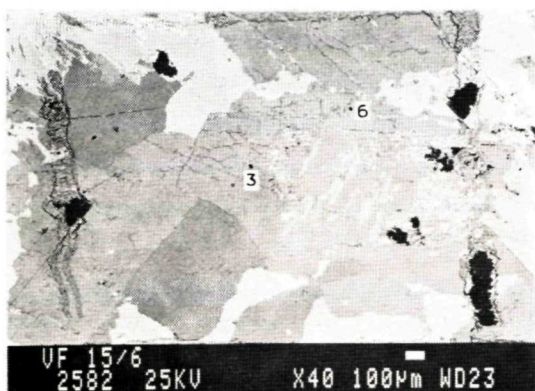
Lubochnianský typ granitoidov, podľa Kubínyho relatívne mladšia intrúzia do smrekovického tonalitu, má variety od granodioritov cez granity do leukogranitov. Na povrch vystupuje v zárezoch hlbších dolín, ako napr. v Lubochnianskej doline alebo v doline Kantorského potoka (v strednej časti). Modálne zloženie horniny na lokalite Raková je: plagioklas 42, kremeň 28, K živce 16, biotit 3, musko-

vit 9, akcesórie 1 %. Zloženie však silne varíruje. V apikálnych častiach tohto typu, ale aj v prilahlých partiách ostatných typov možno pozorovať nahromadenie na ružovo až červeno sfarbených K živcov. Takéto horniny bývajú v literatúre označované ako prašivský typ. Vyskytujú sa napr. v izolovaných erozívnych oknách plutónu pri Vyšnom a Nižnom tajchu, na Z od hájovne Čierňavy, v ústí Kračkovho potoka, ale aj na Malej Smrekovici.

Makroskopicky je lubochnianský leukogranit svetlosivá hornina, niekedy so slabým hnedým odtieňom. Je stredne až hrubozrnný, len ojedinele s viac ako akcesorickým množstvom nepremeného biotitu. Živce sú vzájomne dobre rozoznateľné. Prednostné usmernenie minerálov nepozorovať. Hornina je obvyčajne neporušená a masívna.

Plagioklas: Je prítomný v dvoch generáciách. K staršej, reliktnej, možno radiť úplne premenené (nemerateľné), zväčša idiomorfne jadrá a zrasty plagioklasu, uzatvárané plagioklasom II a K živcom. Pôvodné dvojčatenie je v nich prekryté premenou. Obsahujú uzavreniny dobre individualizovaného sekundárneho muskovitu vystupujúceho v plochách štiepateľnosti. Mladší plagioklas je prakticky nepremený, ojedinele až hypidiomorfný, albiticky polysynteticky zdvojitý. Plagioklas II tvorí hlavnú časť minerálneho zloženia. Vystupuje v dvoch formách, a to buď tvorí samostatné jedince, alebo narastá na reliktu plagioklasu I. V poslednom prípade je hranica medzi nimi ostrá. Je slabozrná. Bazicita sa pohybuje od An_{15} v jadrovej časti samostatných jedincov do An_8 v okrajovej časti zrn i samostatných jedincov (obr. 8).

Biotit: Nepremený je prítomný v obmedzenej miere. V porovnaní s biotitom predchádzajúcich typov granitoidu má tento vo všetkých optických smeroch zjavne svetlejší pleochroizmus. Hlavným pred-



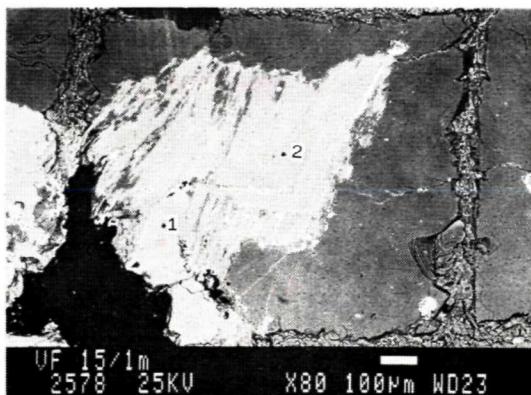
Obr. 8. Idiomorfne premenené jadro plagioklasu s dobre individualizovaným novotvoreným muskovitom usporiadaným podľa štiepaateľnosti, na ktoré narastá idiomorfna až hypidiomorfna ostro ohraničená zóna nepremeného, albiticky zdvojeného plagioklasu. Zloženie v bode 3: SiO_2 64,02, Al_2O_3 22,05, Na_2O 9,75, CaO 3,18, K_2O 0,29 %. Záver kryštalizácie tohto plagioklasu charakterizuje posledná zóna s alotriomorfným obmedzením. Zloženie v bode 6: SiO_2 66,52, Al_2O_3 20,71, Na_2O 9,97, CaO 1,20, K_2O 0,66 %. V okolí je prítomný kremeň, muskovit, bauerit, K živec

Fig. 8. Idiomorphic, altered core of plagioclase with well individualized newly formed muscovite arranged according to cleavage, with overgrowth of idiomorphic to hypidiomorphic, sharply contoured zone of unaltered plagioclase, with albitic twinning. Composition in point No 3: SiO_2 64.02, Al_2O_3 22.05, Na_2O 9.75, CaO 3.18, K_2O 0.29 %. Termination of crystallization of this plagioclase is characterized by the final zone with allotriomorphic shape and composition in point No 6: SiO_2 66.52, Al_2O_3 20.71, Na_2O 9.97, CaO 1.20, K_2O 0.66 %. Quartz, muscovite, bauerite and K-feldspar in the surroundings

staviteľom pôvodného biotitu je však bauerit, ktorý ak obsahuje pozdĺž štiepaateľnosti jemnozrnnú zmes opakových minerálov, je opticky pomerne ľahko a jednoznačne identifikovateľný. Ak je však vyčistený, spoľahlivo sa dá identifikovať a od muskovitu odlišiť len pomocou rtg mikroanalyzátoru, a teda podľa chemického zloženia. Výrazné rozdiely sú zjavné z tab. 2. Biotit vystupuje hlavne v inter-

stíciách a len zriedka je uzatváraný v plagioklase a ostatných mladších mineráloch (obr. 9).

Muskovit: Je prítomný v primárne magmatickej forme (tvoriac hypidiomorfne šupinky) a v priečných nerastoch s baueritom. Má výrazne nižší podiel FeO a TiO_2 ako muskovit kantorského granodioritu, čo v základných rysoch kryštalizačnej schémy zodpovedá záveru kryštalizácie. Neobsahuje uzavreniny iných minerálov alebo akcesórii. K sekundárnym muskovitom možno radiť drobné, dobre individualizované šupinky, uzatvárané v premenených plagioklasoch (reliktoch),



Obr. 9. Baueritizovaný biotit s uzavreninami opakových minerálov usporiadaných v plochách štiepaateľnosti. Zloženie v bode 2: SiO_2 49,62, Al_2O_3 26,36, Na_2O 0,00, CaO 0,0, MgO 2,25, MnO 0,0, FeO 3,50, TiO_2 0,48, K_2O 10,25 %. Často naprieč štiepaateľnosťou preniknutý muskovitom, bez uzavretia. Zloženie v bode 1: SiO_2 45,58, Al_2O_3 32,81, Na_2O 0,50, CaO 0,0, MgO 0,09, FeO 2,71, TiO_2 0,80, K_2O 9,48 %. V tesnom okolí je kremeň

Fig. 9. Baueritized biotite with opaque mineral inclusions arranged into the cleavage surfaces with composition in point No 2: SiO_2 49.62, Al_2O_3 26.36, Na_2O 0.00, CaO 0.00, MgO 2.25, MnO 0.00, FeO 3.50, TiO_2 0.48, K_2O 10.25 %. Frequently pierced by muscovite across the cleavage, without inclusions, composition in point No 1: SiO_2 45.58, Al_2O_3 32.81, Na_2O 0.50, CaO 0.00, MgO 0.09, FeO 2.71, TiO_2 0.80, K_2O 9.48 %. Quartz occurs in the immediate surroundings

orientovaných zjavne v ich štiepných plochách. Vznik muskovitu spadá do obdobia premeny plagioklasu (obr. 8).

Kremeň: Tvorí zväčša mozaikové akumulácie s uzavreninami plagioklasu, muskovitu a baueritu. Je alotriomorfný a slabou undulózny. Nepozorovať uzavreniny K živcov. V interstíciách vidno jemnú drvinu kremeňa, ktorý by už mohol patriť k mladšej generácii.

K živec: Nachádza sa v niektorých varietách vo forme ortoklasu, v iných vo forme mikroklinu.

Chemické zloženie a genéza granitoidov

V tab. 3 uvádzame chemické zloženie granitoidov Veľkej Fatry. Genézu sme vyhodnocovali na základe 25 analýz získaných metódou rtg fluorescencie a vyhodnotených obvyklými metódami. Na obr. 3 je jedna z nich — multikatiónový diagram de la Rochea (1979). Zobrazuje súbor analýz včítane troch reprezentantov opísaných v článku. Tento diagram zohľadňuje pri vyjadrení zloženia minerálov, hornín a ich súborov väčší počet komponentov v určitej minerálnej osnove, a preto lepšie eliminuje nedostatky málozložkových diagramov. V tomto prípade ide o osnovu umožňujúcu poznanie genézy granitoidov. Vrchol Q^* reprezentuje kremeň, vrchol F^* živec a vrchol B^* flogopit — annit. Muskovit je situovaný symetricky oproti vrcholu B, mimo zobrazenej plochy základného tetraédra. Čiarkovaná línia v diagrame naznačuje priebeh magmatickej diferenciácie frakčnou kryštalizáciou. Čiary označené indexmi R_{1-4} naznačujú rozmiestnenie produktov anatexie rôznych metasedimentov, čiara R_5 naznačuje rozmiestnenie produktov anatektickej remobilizácie magmatických hornín.

Podľa diagramu všetky analyzované vzorky ležia mimo priestoru metasedimentov alebo metavulkanitov. Body ležia

v línii magmatickej diferenciácie frakčnej kryštalizácie zložiek. Prevalha bodov umiestnených za stranou Q^*F^* mimo trojuholníka naznačuje, že prevládajú leukokratné granitoidy, v ktorých je zastúpený muskovit. Svedčí o tom aj situácia v teréne a minerálne zloženie vzoriek. Metasedimenty sú v Ľubochňanskom masíve výnimočným zjavom. Kontakty jednotlivých typov granitoidov sú tak isto intruzívne. Tým sa granitoidy Veľkej Fatry líšia od granitoidov Malej Faty, ktoré sú, naopak, v diagrame de la Rochea rozptýlené v priestore metasedimentov, čo tiež zodpovedá výsledkom terénneho štúdia a štúdia PT podmienok metamorfozy plášťa (Korikovskij et al., v tlači).

Z celého faktografického materiálu teda vyplýva, že po vzniku a výzdvihu magmatického krbu spojeného s chladnutím dochádza za kľudných PT podmienok ku kryštalizácii časti magmy vo forme smrekovického typu. Neskôr dochádzalo k prudkým zmenám PT podmienok a k silnému diferenciačnému pohybu s premiešavaním sa mobilnejšej magmy už kyslejšieho charakteru s vykryštalizovanou časťou. V týchto podmienkach kryštalizuje kantorský typ granodioritu. Intímne sa oba typy prelínajú, ale vzájomne na seba minimálne pôsobia, najčastejšie vplyvom „zvodnenia“ kyslejšej magmy. Voľné plagioklasy z bázičkejšieho „obdobia“ sú premiestnené a vplyvom fluidov silne premenené. Tvorí centrá novej kryštalizácie, ktorá nesie všetky znaky kryštalizácie prebiehajúcej súčasne s týmito pochodmi. Po ukončení tejto etapy dochádza k poslednej fáze, a to k intrúzii leukokratnej magmy do celého komplexu. Pôvod tejto intrúzie nie je zatiaľ presvedčivo objasnený a bude predmetom samostatného štúdia.

Zoznam lokalít analyzovaných vzoriek granitoidov Veľkej Fatry

VF 1 — biotitický granodiorit, Ľubochňanská kotlina, Vyšný tajch, 800 m

- od hájovne Rakytov, skalný odkryv pod mostom
- VF 2 — biotitický granodiorit, Lubochnianska dolina, skalný odkryv v ústí doliny Nižná Štefanová
- VF 4 — biotitický granodiorit (až tonalit), Vyšné Matejkovo, odkryv v záreze cesty na Smrekovicu vo výške 1125 m
- VF 6 — biotitický tonalit, Vyšné Matejkovo, odkryv v záreze cesty na Smrekovicu vo výške 870 m
- VF 7 — biotitický granodiorit až tonalit, Vyšné Matejkovo, kameňolom vo výške 850 m
- VF 8 — biotitický granodiorit, Vyšné Matejkovo, cesta na Smrekovicu vo výške 840 m, oproti ústiú prítoku
- VF 9 — biotitický granodiorit, Sklabinský Podzámok, odkryv v ceste na Lipový kopec (1050 m) na západ od kóty
- VF 10 — leukotonalit, Vyšné Matejkovo, odkryv na pravej strane potoka smerom na Smrekovicu vo výške 970 metrov
- VF 11₂ — muskovitický granit, Lubochnianska dolina, ústie bočnej doliny za hájovňou Raková
- VF 12₁ — biotitický granit, Lubochnianska dolina, hájovňa Salatín, 700 m hore dolinou smerom na Maguru
- VF 12₂ — biotitický granit, Lubochnianska dolina, hájovňa Salatín, 700 m hore dolinou smerom na Maguru
- VF 13₂ — biotitický tonalit, zárez cesty v Nižnom Matejkovom v strednej časti doliny, výška 850 m
- VF 13₃ — biotitický granodiorit, Nižné Matejkovo, výška 720 m
- VF 13₄ — biotitický granodiorit, Nižné Matejkovo, južný svah doliny vo výške 620 m
- VF 14₁ — biotitický granit, Lubochnianska dolina, bočné údolie za ozdravovňou, stúpanie cesty od zátáčky
- VF 14₂ — muskovitický granit, odkryv neďaleko predchádzajúcej lokality
- VF 14₃ — muskoviticko-biotitický granit, odkryv neďaleko predchádzajúcej lokality
- VF 15 — muskovitický granodiorit až granit, Lubochnianska dolina, malá skalná stena pri hájovni Raková
- VF 16 — muskovitický leukogranit, Sklabinský Podzámok, Kantorský potok v záreze cesty na JZ od Kopy
- VF 22_A — biotiticko-muskovitický granit, Vyšné Matejkovo, cesta na Smrekovicu, skalná stena v zátáčke vo výške 1050 m

VF 22_B — biotitický granodiorit, Vyšné Matejkovo, skalná stena v zátáčke vo výške 1050 m

Literatúra

- Bystrický, J. 1955: Poznámky o mezozoiku Lubochnianskej doliny Veľkej Fatry. *Geol. Práce, Zpr.*, 2, 74—89.
- Bystrický, J. 1956: Príspevok ku geológii Veľkej a Malej Fatry. Niekoľko poznámok o obalových sériách. *Geol. Práce, Zpr.*, 6, 76—79.
- Kamenický, L. — Macek, J. — Krištín, J. 1985: Geochemicko-mineralogický výskum kryštalinika Malej a Veľkej Fatry. *Manuskript — archív GÚ SAV Bratislava*.
- Korikovskij, S. P. — Kamenický, L. — Boronichin, V. A. — Macek, J. (v tlači): PT-uslovia metamorfizmu krystalických slanev Maloj Fatry. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*
- Kubíny, D. 1954: Niekoľko poznámok ku geológii koreňových zón subtatranských príkrovov na juh od Brezna. *Geol. Práce, Zpr.*, 1, 9—12.
- Kubíny, D. 1956: Zpráva o výskume ústrednej časti dumbierskeho masívu. *Geol. Práce, Zpr.*, 9, 110—119.
- Kubíny, D. 1958: Predbežné výsledky z geologického mapovania nízkotatranského granitoidného masívu. *Geol. Práce, Zpr.*, 14, 129—133.
- Kubíny, D. 1962: Geologická pozícia starohorského kryštalinika. *Geol. Práce, Zpr.*, 62, 109—114.
- La Roche, H. de. 1979: Granites chemistry Through Multicationic Diagrams. *Sci. de la Terre, sér. Inform. Géolog. (Nancy)*, 13, 65—88.
- Matějka, A. 1927: Geologické studie z okolí Ružomberka na Slovensku. *Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ.*, 7, 576—616.
- Matějka, A. 1931: Géologie de la vallée de Revúca. *Knih. geol. Úst. Čs. Republ.*, 13A, 263—287.
- Matějka, A. — Andrusov, D. 1931: Aperçu de la géologie des Carpathes occidentales de la Slovaquie centrale et des régions avoisinantes. *Guide des excursions (Praha)*, 19—163.
- Perčuk, L. L. — Lavrentjeva, I. V. — Kotelnikov, A. R. — Petrik, I. 1984: Sravnitel'naja charakteristika termodinamických režimov metamorfizmu porod glavnogo kavkazskogo chrbeta i Zapadnyh Karpat. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 35, 1, 105—155.
- Štúr, D. 1868: Bericht über die geol. Aufnahme im oberen Gran- und Waag-thale. *Jb. geol. Reichsanstalt (Wien)*.

Recent knowledge on mineralogy and geochemistry of granitoids in the Veľká Fatra Mts., West Carpathians

Three main varieties of Variscan granitoids are known from the granitoid plutonic body of the Veľká Fatra Mts. crystalline: the Smrekovica tonalite, the Kantor granodiorite and the Lubochňa leucogranite. Marginal attention was hitherto paid to the Veľká Fatra Mts. crystalline by Štúr (1868), Matějka (1925, 1927, 1930, 1931), Bystrický (1955, 1956) whereas crystalline units have been studied by Kubíny (1954, 1955, 1958, 1962) and Kamenický et al. (1985).

The paper summarizes detailed knowledge on granitoids (tab. 1) together with data on chemical composition of main rock-forming minerals (tab. 2) and introduces 25 new chemical analyses of granitoids (tab. 3) made by

X-ray fluorescence. The scheme of geological structure according to Kubíny (1954) is in fig. 1 whereas a geological profile of the investigated area is in fig. 2.

It follows from the factographic material that after the generation and uprise of the magmatic chamber, the Smrekovica tonalite crystallized under quiet conditions. After a change of PT conditions, under kinetic conditions and mixing of more acidic differentiates with the already crystallized portions, the Kantor granodiorite crystallized with locally intrusive relations. In the last phase the leucocratic differentiated magma intruded into the entire crystalline complex.

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

Fórum mladých

(Spišská Nová Ves 12. 3. 1987)

Š. Méres: Problematika využitia geotermometrie na príklade metasedimentov centrálnej zóny Západných Karpát

V prácach rôznych autorov zaoberajúcich sa kryštalinikom centrálnej zóny Západných Karpát sa v geotermometrii najčastejšie využíva minerálny pár granát — biotit. Vypočítané teploty sú často vyššie, ako by sa dalo očakávať, a v niektorých prípadoch odporujú uznávaným teoretickým a experimentálne potvrdeným záverom. Uvedenú skutočnosť môže vo všeobecnosti spôsobovať nepresná analýza (resp. selekcia výsledkov, napr. použitie vo výpočtoch analýz biotitov so sumami od 88 do 97 % a pod.), nesprávne definovanie rovnovážnych minerálnych asociácií, chyby v prepočtoch (najmä nezohľadnenie rôznych korekcií) a pod.

Pri štúdiu pararúl Suchého a Malej Magury sa vyskytli problémy, ktoré bolo nutné zohľadniť pri riešení geotermometrických otázok: 1. problém prítomnosti textúrne a chemicky zonálneho granátu (Hovorka et al., v tlači), 2. problém prítomnosti troch typov biotitu v študovaných pararulách (sillimanitizované biotity, biotity koexistujúce s jadrom granátu a biotity koexistujúce s čírym lemom textúrne a chemicky zonálneho granátu. Pri dodržaní podmienok nutných na potvrdenie

rovnovážnych minerálnych asociácií (Méres — Hovorka, v tlači) dospel autor k nasledujúcim výsledkom: a) jadrá granátov s priamym typom chemickej zonálnosti vznikli pri teplote okolo 570 °C a ich okraje pri teplote okolo 600 °C, b) jadrá granátov s obráteným typom chemickej zonálnosti vznikli pri teplote okolo 650 °C a ich okraje v rozmedzí 550—590 °C.

Uvedené výsledky potvrdzujú uplatnenie sa minimálne dvoch metamorfných cyklov v danej oblasti. Intenzita prvého dosiahla sillimanitovú izográdu (t okolo 650 °C) a intenzita druhého staurolitovú izográdu (t do 600 °C).

S. Pramuka: Prepočty štruktúrnych vzorcov horninotvorných minerálov

Bulach prepočítava kryštalochemické vzorce minerálov podľa niekoľkých metód: na základe kyslíka, na základe časti kyslíka, kyslíkovou metódou (podľa náboja), metódou podľa kationov. Prednáška uviedla postup pri jednotlivých prepočtoch a tiež koeficienty jednotlivých minerálov pre jednotlivé prepočty. Opísal sa aj postup výpočtu Fe^{3+} , ak Fe_2O_3 nebolo stanovené, tiež spôsob prepočtu Al^{IV} a Al^{VI} pre základné horninotvorné minerály. Načrtol sa spôsob výpočtu koeficienta pre OH skupinu a spätný prepočet na váhové % H_2O pre minerály obsahujúce OH skupinu,