

GRAFIT-TREMOLITOVÁ HORNINA Z BAČKOVIC U JEMNICE

Graphite-tremolite rocks at Bačkovice near Jemnice (West Moravia)

Stanislav Houzar¹, David Buriánek²

¹ Mineralogicko-petrografické odd. Moravského zemského muzea, Zelný trh 6, 659 37 Brno; e-mail: shouzar@mzm.cz

² Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 59, Brno; e-mail: burianek@cgu.cz

(33-21 Slavonice)

Key words: Fe-tremolite, graphite, stability assemblage, Gföhl unit, Drosendorf unit, Moldanubicum

Abstract

Graphite-tremolite rocks at Bačkovice, with simple mineral assemblage (tremolite, graphite, biotite, titanite and chlorite), represent rare rocks type in the Gföhl unit (Moldanubicum). Chemical composition and mineralogy indicate that protholite is a volcano-sedimentary Ca-rich rocks rather than basic or ultrabazic igneous rocks.

Geologická pozice

Na poli 400 m jv. u Šimkova mlýna, ležícího necelé 2 km jz. od Bačkovic u Jemnice (obr. 1) byly zjištěny balvany a úlomky amfibolické horniny. Přímý výchoz této horniny není odkryt, v nejbližším okolí vystupují sillimanit-biotitické ruly až migmatity s četnými amfiboly, granulity a nepatrnými vložkami flogopit-forsteritových, dolomitických i grafitických mramorů. Podle geologické mapy 1:25 000 (Jenček 1987) by výskyt měl ležet v rámci tělesa amfibolitu, tento vztah však nebyl v terénu potvrzen. Uvedený horninový komplex je přiřazovaný ke gföhlské jednotce moldanubika, která se nedaleko od této lokality stýká s drosendorfskou (vratěněnskou) jednotkou, tvořenou biotitickými a muskovit-biotitickými pararulami s hojnými mramory, kvarcitu a grafitickými horninami.

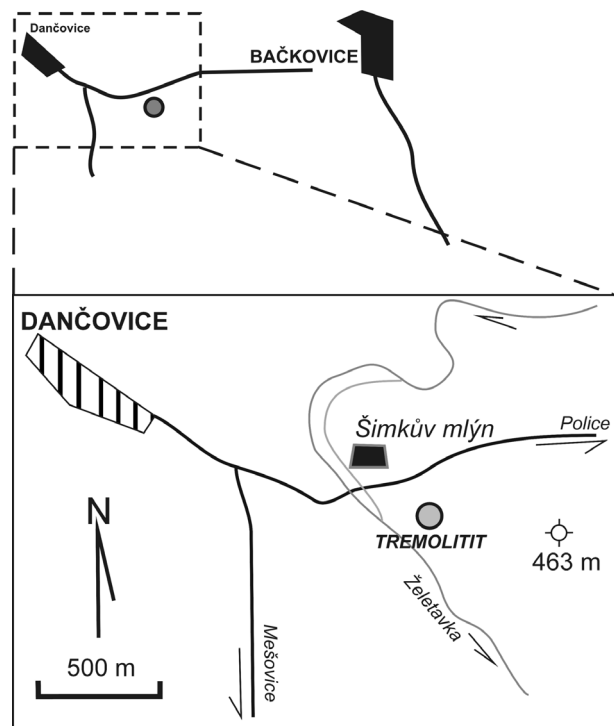
Metodika

Analýzy minerálů byly provedeny na elektronové mikrosondě CamScan, Česká geologická služba, Praha-Barrandov (operátor Z. Kotrba, M. Němečková). Měření probíhalo v energiově disperzním módu za podmínek: urychlovací napětí 15 kV, průměr elektronového svazku 5 μm, proud 30 nA, načítací čas 20 sekund. Při vyhodnocení bylo pro amfiboly užito klasifikace Leake et. al. (1997). Přepočtení bylo provedeno na 24 aniontů a Fe³ přepočteno pro 13 kationtů bez Ca+Na+K (Schumacher, 1996). Chemická analýza horniny byla provedena metodami XRF a INNA v laboratořích AV ČR (srovnej Houzar a Novák 2002). Ostatní prezentované vzorky jsou převzaty ze starších prací (Bešta 2004; Němec 1998, 1999; Houzar–Novák 2002) nebo se jedná o nepublikovaná data autorů.

Petrografický popis

Hornina je hrubozrnná, složená ze stébelnatých často vějířkovitě uspořádaných černošedých agregátů amfibolu. Má všesměrnou stavbu a makroskopicky je podobná některých varietám gabra z nedalekých Uherčic a Korolup.

Z mikroskopického studia vyplývá, že téměř jedinou součástí horniny je amfibol, chemickým složením ležícím na hranici tremolitu, aktinolitu a magneziohornblendu (tab. 1). Jeho protáhlá zrna jsou však převážně bezbarvá a jen



Obr. 1: Topografická situace lokality grafit-tremolitové horniny u Bačkovic u Jemnice.

Fig. 1: Topographical situation of graphite-tremolite rocks at Bačkovice near Jemnice.

výjimečně jeví velmi slabý pleochroismus (X = bezbarvý, Y = bezbarvý, Z = velmi světle zelený). Složení většiny amfibolů (XMg = 0,88–0,89) této horniny odpovídá podle klasifikace amfibolů aktinolitu, avšak použití tohoto názvu je v rozporu s definicí aktinolitu jako zeleného amfibolu (srovnej Leake et al. 1997); vhodnější by bylo proto jméno Fe-tremolit. Černá barva amfibolu je způsobena grafitickým pigmentem. Inkluze grafitu (velikost <0,1 mm) jsou rozmístěny pravidelně v centru zrn amfibolu. Lokálně je patrná rekrystalizace grafitu do větších šupinek velikosti okolo 0,2 mm, kolem nichž se objevuje, stejně jako na okrajích zrn tremolitu,

degrafitizovaná zóna. Degrafitizace a rekrystalizace grafitu jsou patrné rovněž v místech nepravidelných drobných trhlin, vzniklých při deformaci amfibolových zrn. Ojedinelou součástí horniny je dále biotit (X= bezbarvý, Y~Z = hnědý), velmi drobný titanit a zřetelně mladší drobné vějířky chloritu.

Podobné horniny v okolních jednotkách

Petrograficky shodné horniny s různým obsahem grafitu v amfibolech byly vzácně popsány z okolí Olešnice na Moravě (olešnická jednotka). Takovým typem je hornina z Crhova (vrch Stráž), známá rovněž pouze z úlomků. Má vzhled hrubozrnného gabra, u níž jednotlivá zrna tremolitového amfibolu obsahují inkluze grafitu. V další podobné hornině od Olešnice grafit v tremolitových porfyroblastech dokonce převládá nad hmotou tremolitického amfibolu. Jejich vznik byl vysvětlován metasomatózou grafitických mramorů (Sekanina 1965).

Chemické složení

Chemické složení této horniny se v hlavních oxidech příliší neliší od složení příslušného amfibolu. Značně se blíží složení některých amfibolitů v gföhlské jednotce z oblasti strážec-kého moldanubika (srovnej Bešta 2004). Také tvar křivky REE je podobný některým z těchto amfibolitů (obr. 2b). Výrazněji se však studovaná hornina odlišuje v obsazích některých stopových prvků (obr. 2a). Amfibolity mají (srovnej tab. 2) vyšší obsahy Sr (84–506 ppm), Cu (16–79 ppm), Co (29–59 ppm) a naopak nižší obsahy Zn (13–29 ppm). Zřetelně nižší je obsah Cr (39 ppm), dosahující jinak v amfibolitech v okolí Jemnice a v jiných částech moldanubika běžných hodnot >100 ppm (srovnej Němec 1998, 1999).

Obsahy As a Ta jsou srovnatelné s obsahy v mramorech z nedaleké lokality Korolup (vratěněnská skupina; Houzar – Novák 2002). Naopak obsahy Nb, Cu, Sr, Cs jsou nižší než v mramorech. Obsahy REE jsou v mramorech nižší než ve studované hornině. Tvar křivek u obou skupin vykazuje podobné znaky hlavně pokud jde o LREE (například mírná kladná Gd anomálie).

Grafitické horniny z olešnické jednotky mají podobné obsahy Y, Sm, Eu, Gd, Dy a také tvar křivky REE je značně podobný (obr. 2b). Obsahy Co (5–6 ppm), Zn (8–31 ppm) a Cu (18–30 ppm) se blíží spíše obsahům v mramorech od Korolup než studované hornině (obr. 2a).

Diskuze a závěry

Vzhledem k neexistenci přímého výchozu se lze ke genezi horniny vyjádřit pouze omezeně. Je málo pravděpodobné, že by šlo o retrográdně přeměněné gabro nebo ultrabazickou horninu (přítomnost grafitu), lze spíše předpokládat, že může jít o metasediment specifického složení (např. silicifikovaný dolomit bohatý organickou složkou). Mohlo by také jít o horninu vzniklou metasomaticky z grafitických mramorů. Avšak obsahy některých méně mobilních prvků jako je Ti a Al jsou ve studované hornině podstatně vyšší (TiO₂ 0,34 a Al₂O₃ 6,32 hm. %) než v mramorech z Korolup (TiO₂ 0,03 a Al₂O₃ 0,28 hm. %). Podobný tvar křivky REE patrně odráží chemické složení převažujících amfibolů. Zároveň společně s obsahy Ti, Cr, Ni a Co naznačují vulkanickou příměs v protolitu studované horniny. Paraamfibolity bývají ve srovnání s ortoamfibolity

Vzorek	Amp 1	Amp 2	Amp 3
SiO ₂	53,87	53,97	53,41
TiO ₂	0,12	0,31	0,36
Al ₂ O ₃	5,00	5,05	5,82
FeO	3,56	4,51	3,67
Fe ₂ O ₃ *	0,84	0,00	1,19
MnO	0,09	0,15	0,13
MgO	19,92	19,66	19,75
CaO	13,36	13,73	13,62
Na ₂ O	0,12	0,21	0,20
K ₂ O	0,07	0,23	0,16
H ₂ O*	2,17	2,17	2,19
Total	99,12	99,99	100,5
Si ⁴	7,512	7,503	7,378
Ti ⁴	0,822	0,827	0,947
Al ³	0,013	0,032	0,037
Fe ³	0,089	0,000	0,123
Fe ²	0,415	0,524	0,424
Mn ²	0,011	0,009	0,009
Mg ²	4,141	4,075	4,067
Ca ²	1,996	2,045	2,016
Na	0,032	0,057	0,054
K	0,012	0,041	0,028
Total	15,072	15,107	15,131

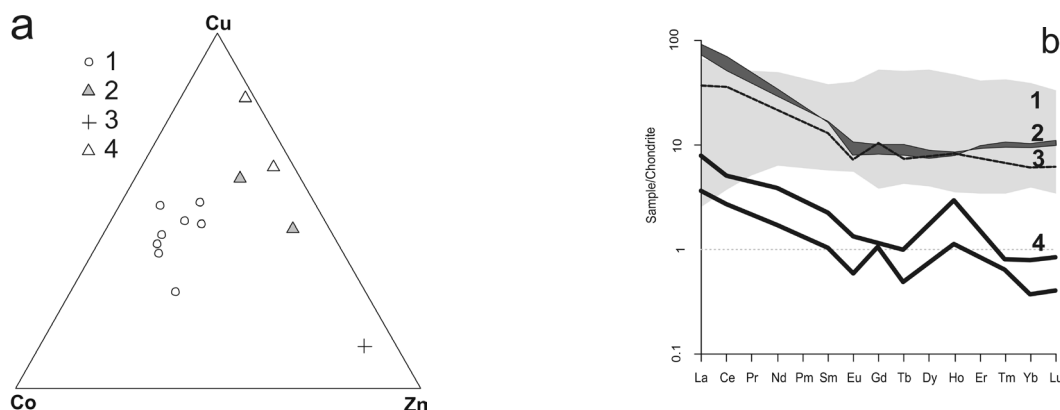
Tab. 1: Reprezentativní chemické analýzy amfibolů (* dopočteno ze vzorce).

Tab. 1: Representative chemical composition of amphiboles (* calculated from formula).

	hm. %		ppm		ppm		ppm
SiO ₂	51,86	As	0,30	Rb	10,00	La	11,64
TiO ₂	0,34	Ba	43,55	Sb	0,07	Ce	29,44
Al ₂ O ₃	6,32	Co	9,66	Sc	9,37	Pr	0
Fe ₂ O ₃	0,67	Cr	38,97	Sr	67,30	Nd	13,04
FeO	3,77	Cs	0,12	Ta	0,28	Pm	0
MnO	0,13	Cu	16,00	Th	3,09	Sm	2,56
MgO	20,42	Hf	1,20	U	0,61	Eu	0,54
CaO	11,98	Mo	0	Y	20,00	Gd	2,72
Na ₂ O	0,90	Nb	9,00	Zn	96,00	Tb	0,35
K ₂ O	0,33	Ni	30,22	Zr	80,00	Dy	0
P ₂ O ₅	0,09					Ho	0,60
H ₂ O	0,19					Er	0
L.O.I.	2,53					Tm	0
F	0,19					Yb	1,29
Cl	0,01					Lu	0,20
Total	99,73						

Tab. 2: Chemické složení grafit-tremolitové horniny (Bačkovice – Šimkův mlýn).

Tab. 2: Chemical composition of graphite-tremolite rock (Bačkovice – Šimkův Mill).



Obr. 2: (a) Co-Cu-Zn trojúhelníkový diagram (ppm); (b) Chondritem normalizované (Boynton, 1984) distribuce REE v amfibolitech moldanubika (1), grafitových horninách moravika (2), studované grafit-tremolitové hornině (3) a mramorech z lokality Korolupy (4).
 Fig. 2: (a) Co-Cu-Zn ternary diagram (ppm); (b) Chondrite-normalized (Boynton, 1984) REE patterns from amphibolites in the moldanubicum (1), graphite rocks in the moravicum (2), studied graphite-tremolite rock (3) and marbles from locality Korolupy (4).

charakterizovány nižšími obsahy Cr, Ni a Ti (Leake, 1964). Obsahy těchto prvků jsou skutečně ve studované hornině nižší než ve většině amfibolitů gföhlské jednotky, ale jsou podstatně vyšší než v okolních mramorech (Houzar-Novák 2002).

Z hlediska stability tremolitu není vyloučen vznik této horniny v podmínkách metamorfózy gföhlské jednotky na rozhraní vyšší amfibolitové a granulitové facie. Samotný tremolit je minerál s širokým polem stability, např. při $P = 500 \text{ MPa}$ v podmínkách $X_{\text{H}_2\text{O}} > 0,8$ v rozmezí $T = 400\text{--}900^\circ\text{C}$. Vysokou aktivitu H_2O , která bývá spojena s oxidací grafitu, však lze patrně vyloučit, teplota vzniku tremolitu byla proto spíše nižší; v podmínkách vysoké aktivity CO_2 ($X_{\text{CO}_2} = 0,9$) je tremolit stabilní mezi cca $550\text{--}700^\circ\text{C}$ (Spear 1995). Částečná degrafitizace probíhala pravděpodobně podle reakcí $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}$ nebo $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ až v mladší retrográdní fázi metamorfózy a postihla méně než 5% horniny; migrace grafitu do samostatných agregátů a tektonicky podmíněných zón nebyla prokázána. Analogické horniny tvořené asociací Fe-tremolit + grafit (\pm biotit \pm titanit) nebyly

v okolní gföhlské jednotce zjištěny. Makroskopicky podobné, amfibolem bohaté asociace typu alpských žil (ojediněle až metasomatické žíly) v amfibolitech a gabrech se kromě nepřítomnosti grafitu odlišují složením amfibolů i celkovou minerální asociací s křemenem, chloritem, magnetitem, epidotem apod. (Houzar – Pošmourný 1989, Houzar – Šrein 1995).

Na základě chemického složení a mineralogie studované horniny, předpokládáme, že nejvhodnějším protolitem pro její vznik mohly být dolomity bohaté SiO_2 s příměsí organického a tuftického materiálu. Jde o extrémní případ růstu tremolitu v podmínkách grafitem, resp. C-bohatými fluidy bohatého prostředí, které by si zasloužily další podrobné studium.

Poděkování

Studium horniny z Bačkovic bylo provedeno v rámci výzkumu korelace tremolitových mramorů Českého masivu s podporou grantu AVČR A3408902/1999 a výzk. záměru MK00009486201. Autoři děkují J. Leichmannovi za kritické pročtení rukopisu a M. Němečkové za pomoc při přípravě analýz.

Literatura

Bešta, J. (2004): Amfibolity na styku moldanubika a svrateckého krystalinika; charakteristika a tektonická pozice. – MS Př F MU Brno.
 Boynton, W.V. (1984): Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. – In: Houzar, S. – Pošmourný, K. (1989): Magnetitové zrudnění v pestré skupině moravského moldanubika u Čáslavic, jz. od Třebíče. – Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 74, 1/2, 59–67.
 Houzar, S. – Šrein, V. (1995): Klinozoisit-epidot z trhlin mramorů, skarnů a amfibolitů jihozápadní Moravy. – Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 79 (1994), 9–23.
 Houzar, S. – Novák, M. (2002): Marbles with carbonatite-like geochemical signature from variegated units of the Bohemian massif, Czech Republic, and their geological significance. – Jour. Czech Geol. Soc., Praha, 47, 3, 103–109.
 Jenček, V. (1987): Základní geologická mapa 1:25 000, List 33-212 Jemnice. – Ústřední ústav geologický, Praha.
 Leake, B. E. (1964): The chemical distinction between ortho- and para-amphibolites. – J. Petrology, 5, 2, 238-254.
 Leake, B. E. – Woolley, A. R. – Arps, C. E. S. – Birch, W. D. – Gilbert, M. C. – Grice, J. D. – Hawthorne, F. C. – Kato, A. – Kisch H. J. – Krivovichev, V. G. – Linthout, K. – Laird, J. – Mandaring, J. A. – Maresch, W. V. – Nickel, E. H. – Rock N. M. S. – Schumacher, J. C. – Smith, D. C. – Stephenson, N. C. N. – Ungaretti, L. – Whittaker, E. J. W. – Youzhi, G. (1997): Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names. – Canad. Mineralogist, 35, 219–246.
 Němec, D. (1998): Regional distribution of Cr and Ni in Moldanubian MORB-derived amphibolites of the Bohemian-Moravian Heights. – Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., 25 (1995), 21–35.
 Němec, D. (1999): Chemical changes in Moldanubian amphibolites caused by regional metamorphism. – Krystalinikum, 25, 105–125.
 Sekanina, J. (1965): Minerály a jejich genetické vztahy k horninám na území geologické mapy 1:50 000, list M 33-93-B (Bystrice nad Pernštejnem). – Rukopis, Miner. petr. odd. Moravského zemského muzea, Brno.
 Spear, S. F. (1995): Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. – Mineral. Soc. of America, Monograph Series, str. 799.