

CHEMICKÉ SLOŽENÍ TURMALÍNU Z HYDROTHERMÁLNĚ ALTEROVANÝCH VULKANITŮ U OBCE HLÁSNICE V JIŽNÍ ČÁSTI ŠTERNBERSKO-HORNOBENEŠOVSKÉHO PRUHU

Chemical composition of tourmaline from hydrothermal altered volcanic rocks in the neighbourhood of Hlásnice village in the southern part of the Šternberk-Horní Benešov Belt

Jiří Prokop, Zdeněk Losos, Antonín Přichystal

Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: 175358@mail.muni.cz

(14-44 Šternberk)

Key words: Silesium Šternberk-Horní Benešov belt, Devonian, metabasalt (spilite), tourmaline, K-metasomatism

Abstract

Four boreholes situated in the southern part of the Šternberk-Horní Benešov Belt, in the vicinity of the village of Hlásnice, were drilled between 1983 and 1987. The deepest of them reached its final depth of 381 m. The purpose of the drilling was geological research on base metal mineralization. Sequence of rocks penetrated by the boreholes is represented by metabasalts (spilites) and their tuffs, dolerites and sedimentary interbeds of Middle Devonian age. Different types of rock alterations, namely K-metasomatism, biotitization, chloritization, dolomitization to a lesser extent tourmalinization and ore minerals formation are widespread. Tourmaline concentrations have been observed only in Hlásnice 2 and 3 boreholes. The tourmaline occurs as subhedral or anhedral grains disseminated throughout the rock or it is concentrated in particular laminae. Some tourmaline grains are present within sulfide crystals. Microprobe analysis showed that, with only one exception, tourmalines from the Hlásnice 2 borehole correspond to dravite. On the other hand the tourmalines from the Hlásnice 3 borehole have schorl composition. Anyway, all analyses fall very close to the schorl-dravite join. Compositional zoning of tourmalines is not prominent but studied tourmaline samples showed a significant Na-enrichment at the X-site which is unique compared to tourmalines associated with hydrothermal ore deposits.

Úvod

V rámci projektu ÚÚG 2013 „Geologicko-ložiskové zhodnocení Jeseníků na polymetalické a zlaté rudy“ (Orel 1982), který probíhal v osmdesátých letech minulého století, bylo vyhloubeno několik vrtů v prostoru šternbersko-chabičovské struktury (jižní část šternbersko-hornobenešovského pruhu). Jedna z etap výzkumu zrudnění byla situována v komplexní geochemické anomálii u obce Hlásnice. Nejhlubší dílo je reprezentováno vrtem Hlásnice 3 o hloubce 381,3 m (Hlásnice 2 – 309,6 m; Hlásnice 1 – 228,4 m; Hlásnice 1A – 133 m). Vrtná jádra byla vícekrát petrograficky, chemicky a mineralogicky popsána (naposledy souhrnně viz Chlupáčová et al. 1989).

Horninové sledy zastížené vrty jsou reprezentovány metabazalty s mandlovcovitou texturou (v literatuře běžně označovanými jako mandlovcové spility) a jejich tufy, středně až hrubozrnnými subvulkanickými bazalty (diabasy) a vložkami sedimentárních hornin. Samotné metabazalty (spility a mandlovcové spility) jsou zastoupeny v menším rozsahu v porovnání s jejich vulkanoklastickými ekvivalenty (metatufy). Významným znakem těchto hornin je jejich intenzivní alterace a to především K-metasomatóza, projevující se extrémními poměry K_2O/Na_2O (často > 15). Tělesa „metadiabasů“ nejsou postižena alteracemi přítomnými ve „spilitech“ a jejich současná pozice v rámci horninového sledu spilitických hornin je považována za tektonickou. Vložky sedimentárních hornin jsou reprezentovány střídáním vápenců, prachovců a černých jílovitých břidlic (Gnojek – Přichystal 1984, Přichystal 1989, Mixa 1989, Chlupáčová et al. 1989).

V oblasti šternbersko-chabičovské struktury byly rovněž objeveny úlomky křemen-kalcitových žil s turma-

línem, pocházející z povrchového sběru mezi obcemi Chabičov, Hlásnice, Krákořice a Řídeč (Zimák 1995). Zimák studoval tyto turmalíny pomocí kvantitativní chemické analýzy na mokré cestě a RTG-difrakce a označil je jako turmalíny buergerit-dravitové řady s mírnou převahou dravitové komponenty (obsah Na 0,49 až 0,51 apfu). Avšak i sám autor připouští, že provedené analýzy byly zatíženy chybami, spočívajícími např. ve zvýšení oxidačního stupně určité části železa během přípravy vzorku.

Metodika

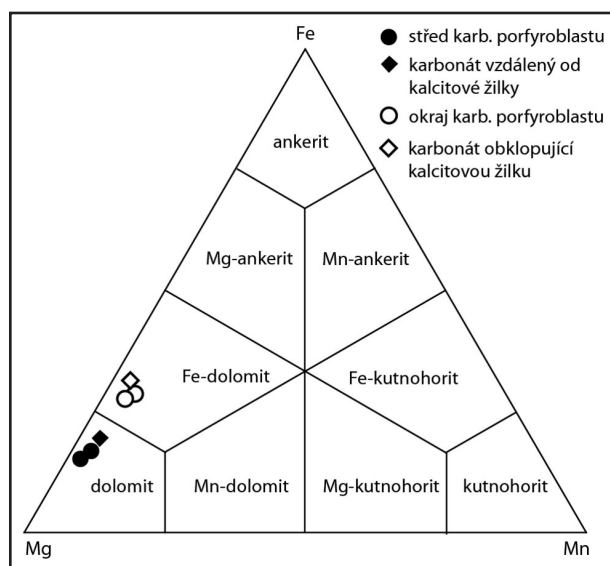
Analýzy minerálů byly provedeny na elektronové mikrosondě Cameca SX-100 na společném pracovišti Přírodovědecké fakulty MU v Brně a České geologické služby. Měření probíhalo ve WDX módu za následujících podmínek: urychlovací napětí 15 kV, průměr elektronového svazku 5 μm , proud 30 nA, načítací čas 20 s. Jako standardy byly užity (Ka rtg linie): augit (Si, Mg), ortoklas (K), jadeit (Na), chromit (Cr), almandin (Al), andradit (Fe, Ca), rodonit (Mn), TiO (Ti). Krystalochemický vzorec živců byl přepočten na 8 atomů kyslíku, chloritů na 14 atomů O, minerálů skupiny biotitu na 11 atomů O, karbonátů na bázi $Ca^{2+} + Fe^{2+} + Mg^{2+} + Mn^{2+} = 2$ a turmalínu na 31 aniontů, přičemž ze stechiometrie byl dopočten $B = 3$, $OH + F = 4$. Použité zkratky minerálů jsou podle Whitney a Evans (2010).

Výsledky

Výskyt turmalínu byl zjištěn ve dvou vzorcích z vrty Hlásnice 2 (v metrži 68,4 a 85,8 m). Horniny v rozsahu této metrže jsou tvořeny střídáním silně alterovaných šedozelených až šedohnědých brekciovitých mandlovcových

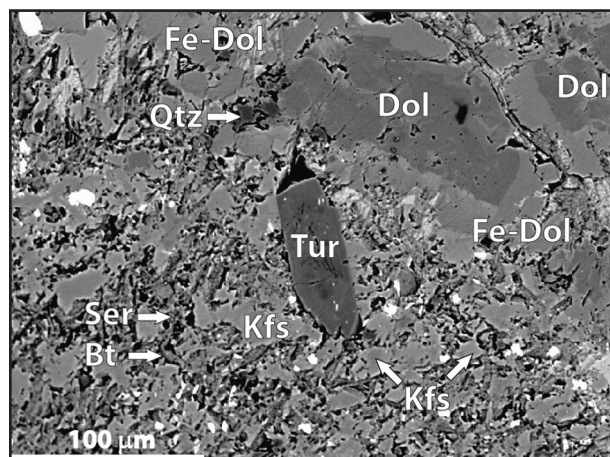
spilitů, zvětralých zelenošedých až bělošedých krystalovitrických tufů a tzv. peperitů, tj. smíšených hornin, kde je vulkanická složka reprezentována hyaloklastity (Přichystal 1989, Mixa 1989, Chlupáčová et al. 1986).

V jednom vzorku z vrtu Hlásnice 3 (metráž 77,5 m) byl rovněž zjištěn výskyt turmalínu až turmalinitu, který je vázán na polohu vápence s pyrit-sfalerit-galenitovým zrudněním.



Obr. 1: Pozice karbonátů dolomit-ankeritové řady ze studovaných vzorků metabazaltů a jejich tufů z vrtu Hlásnice 2 v trojúhelníkovém klasifikačním diagramu $\text{FeCO}_3\text{-MgCO}_3\text{-MnCO}_3$ podle Trdličky a Hoffmana (1976).

Fig. 1: The $\text{FeCO}_3\text{-MgCO}_3\text{-MnCO}_3$ classification diagram of Trdlička and Hoffman (1976) showing the compositions of carbonates of the dolomite-ankerite series in metabasites and their tuffs from the Hlásnice 2 borehole.



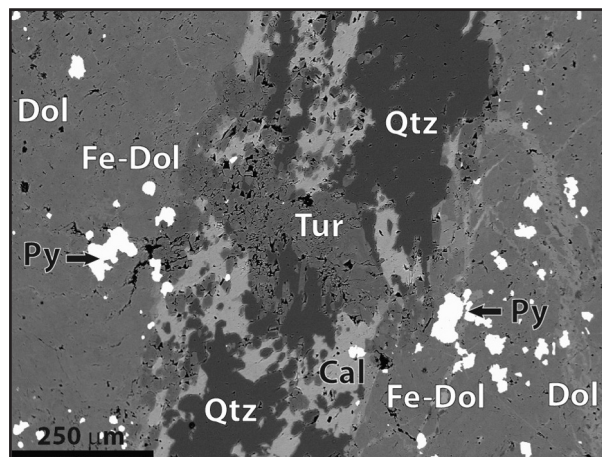
Obr. 2: Hypautomorfní krystal turmalínu (typ 1, vrt Hlásnice 2) v základní hmotě tvořené K-živcem (Kfs), sericitem (Ser), biotitem (Bt), křemenem (Qtz) a vyrostlicemi dolomitu (Dol) s Fe bohatými okraji; odražené elektrony (BSE). Foto P. Gadas.

Fig. 2: Subhedral tourmaline crystal (type 1, Hlásnice 2 borehole) disseminated in the rock matrix formed by K-feldspar (Kfs), sericite (Ser), biotite (Bt), quartz (Qtz) and phenocrysts of dolomite (Dol) with Fe rich rims; back-scattered electrons (BSE). Photo P. Gadas.

Minerální asociace ve vrtu Hlásnice 2

Mineralogické složení dvou vzorků z vrtu Hlásnice 2 je prakticky shodné, reprezentované minerální asociací Dol + Kfs + Ser + Chl + Cal ± Qtz ± Py ± Ilm ± Tur, a proto budou tyto popisovány společně. Karbonáty dolomit a Fe-dolomit představují podstatné minerály metabazaltů s obsahem turmalínu. Hojně jsou zonální nepravidelné až čočkovité útvary karbonátu s Mg bohatším středem a okraji obohacenými o ankeritovou komponentu (obr. 1). Karbonát dolomit-ankeritové řady je rovněž významnou měrou zastoupen v základní hmotě. Sporadicky se mohou vyskytovat nápadné, až 2 mm velké mandle, tvořené dolomitem až Fe-dolomitem s kalcit-křemennou středovou výplní. Kalcit tvoří žilky prostupující starším karbonátem dolomit-ankeritové řady (obr. 2 a 3). V menší míře se objevují vyrostlice draselného živce, který se podílí i na složení horninové hmoty. Draselné živce obsahují do 3 % Ab-komponenty a minimální obsahy Sr (0,001 apfu) a Ba (0,004 apfu). Velmi jemnozrnný sericit, jemné šupinky chloritizovaného biotitu a křemen tvoří součást základní hmoty. Místy se objevují akumulace až šliry tvořené pyritem a lištovým ilmenitem.

Na základě texturních a genetických znaků lze výskyt turmalínu v obou vzorcích z vrtu Hlásnice 2 rozdělit do dvou typů. První typ představují hypautomorfní až xenomorfní pleochroické (ϵ – žlutohnědá, ω – hnědá) krystalky turmalínu, místy opticky zonální (světle hnědý střed a tmavě hnědý okraj), které jsou rozptýleny v základní hmotě (obr. 2). Druhý typ turmalínu má formu radiálně paprscitých agregátů a nodulí nepravidelného zbarvení, koncentrovaných do křemen-kalcitových žilek, které prostupují starším karbonátem dolomit-ankeritové řady (obr. 3).



Obr. 3: Xenomorfní turmalín (typ 2, vrt Hlásnice 2) v kalcit-křemenné žilce spolu s pyritem a dolomitem vykazujícím obohacením o Fe směrem k žilce. Turmalín (Tur), křemen (Qtz), kalcit (Cal), dolomit (Dol), pyrit (Py); odražené elektrony (BSE). Foto P. Gadas.

Fig. 3: Anhedral tourmaline (type 2, Hlásnice 2 borehole) in a calcite-quartz vein in assemblage with pyrite and dolomite showing Fe-enrichment towards the vein. Tourmaline (Tur), quartz (Qtz), calcite (Cal), dolomite (Dol), pyrite (Py); back-scattered electrons (BSE). Photo P. Gadas.

Lokalita	HLÁSNICE 2							HLÁSNICE 3						
	TYP 1				Typ 2			Tur. v hornině			Tur. v chlorit. žilce			
	1	2	3 střed kryst.	4 okraj kryst.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 v pyr.
SiO ₂	34,41	36,51	37,12	35,72	36,46	36,42	36,41	36,07	36,07	35,98	36,32	35,81	36,13	36,06
TiO ₂	0,93	1,07	0,68	0,92	1,28	0,24	0,83	0,96	0,99	1,33	0,65	0,61	0,62	0,48
Al ₂ O ₃	28,90	29,76	29,77	29,50	28,35	29,52	29,63	28,65	28,51	28,08	29,06	28,82	29,15	29,20
V ₂ O ₃	0,09	0,08	0,03	0,07	0,11	0,03	0,12	0,07	0,08	0,14	0,13	0,11	0,08	0,09
Cr ₂ O ₃	0,03	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	0,03	0,04	0,03	0,00	0,02	0,03	0,01
FeO	9,95	8,82	8,87	9,03	9,39	9,03	8,87	11,71	10,94	11,86	11,45	11,11	10,78	12,42
MgO	7,04	6,89	6,90	7,10	6,87	7,02	6,88	5,80	5,93	6,07	6,05	6,23	6,19	6,10
CaO	0,16	0,19	0,17	0,21	0,26	0,32	0,17	0,14	0,14	0,38	0,10	0,11	0,13	0,12
MnO	0,01	0,03	0,01	0,03	b. d.	0,07	b. d.	b. d.	0,02	b. d.	b. d.	b. d.	b. d.	0,02
ZnO	b. d.	0,19	b. d.	0,02	0,04	b. d.	0,02	0,04	b. d.	0,02	0,16	0,13	0,07	0,13
BaO	b. d.	b. d.	b. d.	0,05	0,04	b. d.	b. d.	0,02	0,04	b. d.	0,03	b. d.	0,02	b. d.
Na ₂ O	3,06	3,04	2,83	3,18	2,81	3,02	2,76	2,89	2,92	2,58	3,16	3,09	2,86	2,77
K ₂ O	0,07	0,06	0,04	0,07	0,11	0,02	0,07	0,07	0,01	0,03	0,00	0,05	0,10	0,05
F	0,18	0,18	0,17	0,14	0,20	0,17	0,17	0,13	0,11	0,19	0,10	0,15	0,18	0,10
Cl	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
H ₂ O*	3,43	3,54	3,56	3,52	3,48	3,51	3,52	3,50	3,50	3,48	3,55	3,49	3,49	3,55
B ₂ O ₃ *	10,18	10,53	10,54	10,40	10,38	10,41	10,44	10,34	10,30	10,34	10,43	10,32	10,37	10,43
Li ₂ O*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	98,43	100,93	100,69	99,99	99,80	99,80	99,89	100,42	99,60	100,50	101,20	100,03	100,18	101,52
O=F	0,07	0,08	0,07	0,06	0,09	0,07	0,07	0,06	0,05	0,08	0,04	0,06	0,08	0,04
Total*	98,36	100,85	100,62	99,93	99,71	99,73	99,82	100,37	99,56	100,42	101,16	99,97	100,11	101,48
* vypočteno na základě ideální stechiometrie (B = 3 apfu; OH + F+ Cl = 4 apfu)														
* calculated on the basis of ideal stoichiometry (B = 3 apfu; OH + F+ Cl = 4 apfu)														
T: Si ⁴⁺	5,877	6,029	6,121	5,968	6,105	6,079	6,060	6,061	6,088	6,049	6,051	6,033	6,058	6,009
Al ³⁺	0,123	0,000	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Z: Al ³⁺	5,694	5,792	5,786	5,778	5,594	5,807	5,813	5,673	5,671	5,565	5,707	5,721	5,761	5,736
Mg ²⁺	0,306	0,208	0,214	0,222	0,406	0,193	0,187	0,327	0,329	0,435	0,293	0,279	0,239	0,264
Cr ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Y: Al ³⁺	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ti ⁴⁺	0,119	0,133	0,084	0,115	0,161	0,030	0,104	0,121	0,125	0,168	0,081	0,078	0,078	0,060
V ³⁺	0,013	0,011	0,003	0,010	0,015	0,004	0,016	0,010	0,011	0,019	0,017	0,014	0,011	0,012
Cr ³⁺	0,004	0,002	0,000	0,003	0,002	0,002	0,000	0,003	0,005	0,004	0,000	0,002	0,004	0,001
Mg ²⁺	1,485	1,488	1,482	1,547	1,308	1,552	1,521	1,126	1,162	1,086	1,210	1,285	1,307	1,250
Mn ²⁺	0,002	0,004	0,002	0,004	b. d.	0,009	b. d.	b. d.	0,002	b. d.	b. d.	b. d.	b. d.	0,002
Fe ²⁺	1,422	1,218	1,223	1,261	1,315	1,260	1,235	1,645	1,544	1,668	1,596	1,564	1,511	1,731
Zn ²⁺	b. d.	0,023	b. d.	0,002	0,005	b. d.	0,002	0,005	b. d.	0,003	0,020	0,016	0,009	0,016
Li ⁺ *	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ΣY	3,045	2,881	2,794	2,942	2,806	2,858	2,878	2,910	2,849	2,948	2,925	2,959	2,919	3,073
X: Ca ²⁺	0,029	0,033	0,029	0,038	0,046	0,057	0,031	0,026	0,025	0,068	0,017	0,020	0,023	0,021
Ba ²⁺	b. d.	b. d.	b. d.	0,003	0,002	b. d.	b. d.	0,001	0,003	b. d.	0,002	b. d.	0,001	b. d.
Na ⁺	1,013	0,974	0,906	1,031	0,911	0,978	0,890	0,940	0,955	0,841	1,021	1,008	0,930	0,895
K ⁺	0,015	0,012	0,009	0,015	0,024	0,004	0,016	0,015	0,003	0,006	0,000	0,011	0,021	0,010
r	0,000	0,000	0,056	0,000	0,016	0,000	0,063	0,018	0,014	0,085	0,000	0,000	0,025	0,073
OH ⁻	3,903	3,901	3,911	3,919	3,891	3,912	3,912	3,928	3,940	3,898	3,949	3,919	3,903	3,941
F	0,095	0,096	0,089	0,076	0,108	0,087	0,088	0,070	0,058	0,102	0,050	0,081	0,096	0,054
Cl	0,003	0,003	0,000	0,005	0,001	0,001	0,000	0,002	0,003	0,000	0,001	0,000	0,001	0,004
CatSum	19,101	18,928	18,858	19,029	18,895	18,976	18,875	18,953	18,923	18,912	19,016	19,030	18,952	19,009
AnSum	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000	31,000
* vypočteno ze stechiometrie – calculated from stoichiometry														
b. d. = pod mezí detekce – below detection limit														

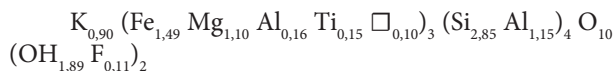
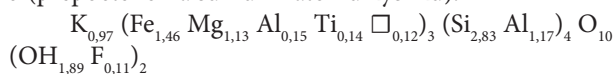
Tab. 1: Reprezentativní chemické analýzy turmalínů z vrtů Hlásnice 2 a 3.

Tab. 1: Representative chemical analyses of tourmalines from the Hlásnice 2 and 3 boreholes.

Turmalíny obou typů jsou chemicky relativně homogenní nebo je mírná chemická zonálnost značně nezřetelná (tab. 1). Studované turmalíny lze označit jako Fe-bohaté dravity s neúplným zastoupením Al v pozici Z (5,59–5,84 apfu) a s poměrem X_{Fe} 0,39 až 0,44. V X pozici významně převažuje Na (0,86–1,03 apfu) nad obsahy Ca (0,00–0,07 apfu) a K (0,00–0,02 apfu). Obsahy F jsou nízké a kolísají od 0,08 do 0,14 apfu. Ojedinele bylo u turmalínu rostoucího z hydrotermálních fluid na puklinách zjištěno složení odpovídající Mg-bohatému skorylu, který se lišil mírně zvýšeným obsahem Si, Ti a X_{Fe} (tab. 1; bod č. 5). Pouze v jednom případě byla pozorována zonalita krystalu projevující se mírným nárůstem obsahů některých prvků (Mg, Ti, Na) směrem k okraji zrna, který byl doprovázen poklesem Si a vakance v pozici X (tab. 1; bod 3 a 4).

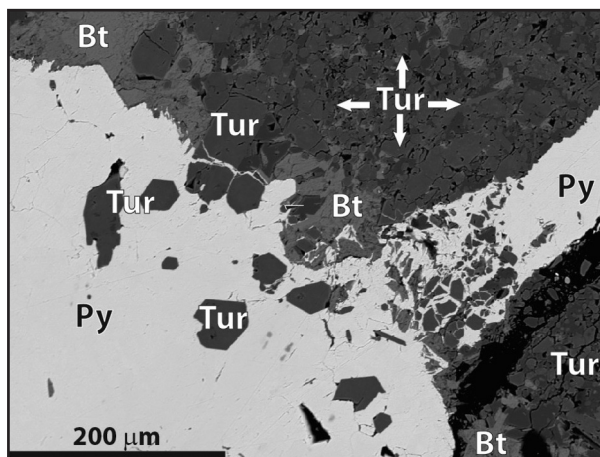
Minerální asociace ve vrtu Hlásnice 3

Minerální asociaci ze vzorku odebraného ve vrtu Hlásnice 3 reprezentuje složení $Tur \pm Kfs \pm Bt (Ann) \pm Chl \pm Py \pm Ilm$. Nerovnoměrně rozptýlené, až několik mm velké mikrovyrostlice draselných živců odpovídají svým obsahem Or_{98-99} ortoklasu s malým podílem Ab_{01-02} složky. Obsah Ba je velmi nízký (0,014 apfu) a Sr se pohybovalo pod detekčním limitem. Fylosilikáty jsou reprezentovány především šupinkatým biotitem, jehož chemické složení odpovídá Mg-bohatému annitu. Dosud byl tento novotvořený fylosilikát z vrtu Hlásnice 3 popisován pouze jako Mg-biotit (Přichystal 1989, Míxa 1989). Následující empirické vzorce vyjadřují průměrné složení annitu z vrtu Hlásnice 3 (přepočteno na sumu 11 atomů kyslíku):



Jemně šupinkatý chlorit byl pozorován v podobě výplně drobných žilek a leží přímo na hranici pole klinochloru a chamositu (Melka 1965). V optickém mikroskopu jsou jen obtížně rozlišitelná akcesorická množství křemene a albitu. Albit o složení Ab_{99-100} s podílem Ba a Sr pod hranicí detekce byl rovněž pozorován jako inkluze či odmišlenina v draselném živci. V hornině se objevují šlírky tvořené pyritem. Hojný je rovněž krátce lištovitý, proudovitě uspořádaný ilmenit.

Hypautomorfní nepravidelně uspořádaný turmalín je ve vzorku z vrtu Hlásnice 3 naprosto převládajícím minerálem. Turmalíny jsou výrazně pleochroické v hnědozelených barvách, často opticky zonální se zeleným jádrem a hnědým okrajem. Tato zonálnost zřetelná v optickém mikroskopu však nekorresponduje s chemickou zonálností (tab. 1). Turmalín bývá běžně uzavírán v pyritu (obr. 4) a rovněž byl pozorován spolu s draselným živcem jako součást výplně chloritové žilky. Studium turmalínů v odražených elektronech poukázalo jak na prakticky nezonální stavbu jednotlivých krystalů, tak na relativně homogenní chemické složení krystalů turmalínu v rámci celého výbrusu. Z chemických analýz vyplývá, že studované turmalíny odpovídají Mg bohatému skorylu (tab. 1). Pozice



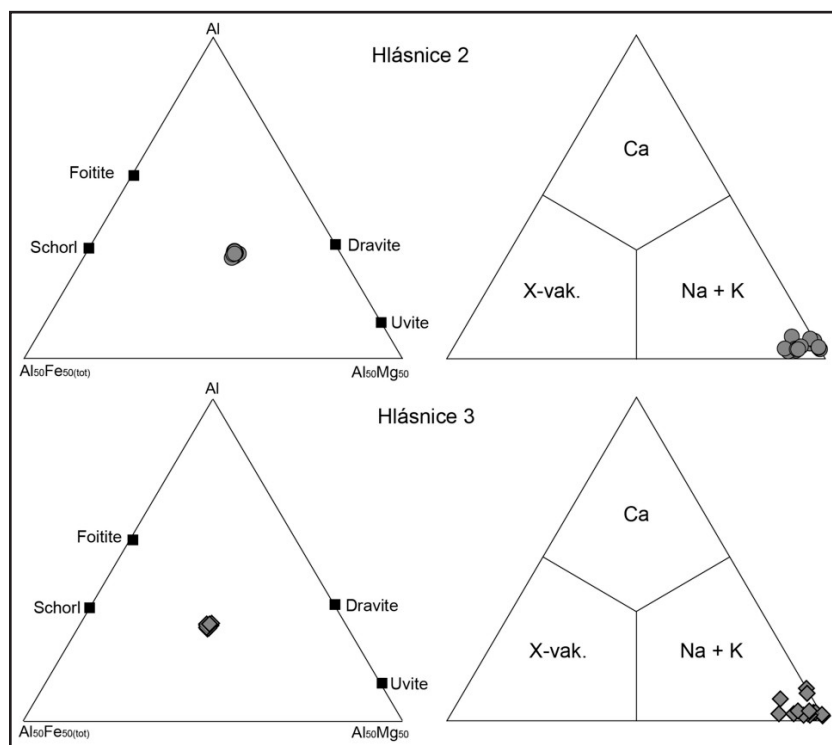
Obr. 4: Turmalín uzavíraný v pyritu, základní hmota tvořená turmalínem a biotitem (vrt Hlásnice 3). Turmalín (Tur), biotit (Bt), pyrit (Py); odražené elektrony (BSE). Foto P. Gadas.

Fig. 4: Tourmaline enclosed in pyrite, tourmaline-biotite matrix (Hlásnice 3 borehole). Tourmaline (Tur), biotite (Bt), pyrite (Py); back-scattered electrons (BSE). Photo P. Gadas.

Z ve struktuře není zcela obsazena Al (5,57–5,80 apfu). Hodnoty X_{Fe} se pohybují v rozsahu 0,49 až 0,53. Typickým znakem turmalínů z vrtu Hlásnice 3 je opět velmi vysoký obsah Na v pozici X, který jen zřídka klesá pod hranici 0,9 apfu (0,84–1,02 apfu). Obsahy Ca (0,00–0,11 apfu) a K (0,00–0,02 apfu) jsou zanedbatelné. Zastoupení F ve struktuře turmalínů je opět velmi nízké (0,05–0,10 apfu). Hypautomorfní zrna turmalínu vyplňující mladší chloritové žilky, mají pozice X obsazeny téměř výhradně sodíkem a od převládajícího turmalínu se liší vyšším zastoupením Mg v pozicích Y (X_{Fe} 0,49–0,51). Naopak nejvyšší hodnoty Fe v Y pozicích byly pozorovány u zrn uzavíraných v pyritu (tab. 1; bod č. 14).

Diskuze a závěr

V silně alterovaných devonských vulkanitech jižní části šternbersko-hornobenešovského pruhu byly nalezeny turmalíny v rámci dostupných vzorků polymetalické mineralizace, která je spjata s tvorbou sulfidické akumulace typu SEDEX (Přichystal 1993). Prostředí těchto hornin se vyznačuje vysokou přítomností CO_2 , TiO_2 a P_2O_5 . Mimořádný je vysoký obsah K_2O a jeho výrazná převaha nad Na_2O . Chemická analýza studovaného horninového vzorku s turmalínem z vrtu Hlásnice 3 (metráž 77,5 m) se vyznačuje nejnižší přítomností Na_2O (0,13 %) a rovněž i MnO (0,071 %) a CaO (1,73 %) ze všech analyzovaných vzorků z tohoto vrtu (Přichystal 1989). Z vrtu Hlásnice 2 (vzorky s turmalínem studovány z hloubek 68,4 a 85,8 m) bylo provedeno pouze 8 chemických analýz vulkanických hornin, přičemž nejbližší námi studovaným turmalínům jsou vzorky z hloubek 75,5 m a 99,9 m, které rovněž vykazují extrémně vysoké poměry K_2O/Na_2O . Zatímco hodnoty CaO jsou v tomto případě vysoké (bližící se 10 %), přítomnost Na_2O je v porovnání s ostatními analyzovanými vzorky v tomto vrtu opět extrémně nízká (75,5 m = 0,26 %, 99,9 m = 0,16 %; Přichystal 1989). Chemismus těchto hornin je vskutku mimořádný, neboť u některých prvků se zde



Obr. 5: Chemické složení turmalínů z vrtů Hlásnice 2 a 3 v ternárních Al-Al₅₀Fe₅₀-Al₅₀Mg₅₀ a Ca-vakance v poz. X-Na diagramech. Symboly: kolečka – vrt Hlásnice 2, diamanty – vrt Hlásnice 3.

Fig. 5: Chemical composition of tourmalines from the Hlásnice 2 and 3 boreholes plotted in Al-Al₅₀Fe₅₀-Al₅₀Mg₅₀ and Ca-X-site vacancy-Na ternary diagrams. Symbols: circles – Hlásnice 2 borehole, diamonds – Hlásnice 3 borehole.

setkáváme s anomálně vysokými obsahy a u jiných zase s extrémně nízkým zastoupením z celé analyzované série.

Studované turmalíny odpovídají skoryl-dravitu s neobvykle vysokými obsahy Na v pozicích X (obr. 5),

pohybujícími se v hodnotách od 0,84 do 1,03 apfu. Veškerý sodík, který byl v hornině přítomen je téměř výhradně začleněn pouze do struktury turmalínu. Množství albitu je zcela akcesorické. Dříve zmiňovaný flogopit byl na základě chemismu nově určen jako annit.

Složení turmalínů ze stratiformních masivních sulfidických ložisek je většinou blízké Mg – bohatému koncovému členu – dravitu, často se značným podílem uvitové komponenty (Taylor – Slack 1984, Slack – Coad 1989). Obvyklé jsou rovněž turmalíny s významným deficitem alkálií, kdy suma Na+Ca+K často nedosahuje hodnoty 0,5 apfu (Slack 1996). Přítomnost turmalínu s podobně vysokým zastoupením sodíku, jaké bylo zaznamenáno u studovaných turmalínů z vrtu Hlásnice 2 a 3, je proto u tohoto typu ložisek neobvyklá.

Poděkování

Autoři děkují P. Gadasovi za provedení mikrosondových analýz a BSE fotodokumentace. Dík patří také M. Novákovi za náměty k řešenému problému

a za kritické připomínky v recenzích. Práce byla vypracována s finanční podporou grantu GAČR P210/010/0743.

Literatura

- Gnojek, I. – Přichystal, A. (1984): Metalogenetický význam leteckých draslíkových anomálií Nizkého Jeseníku. – Acta Universitatis Carolinae, Geologica, No. 4, 361–388. Praha.
- Chlupáčová, M. – Dvořák, J. – Hladíková, J. – Horák, J. – Kašparec, I. – Marešová, M. – Mixa, P. – Orel, P. – Pecina, V. – Přichystal, A. (1989): Závěrečné zhodnocení vrtných prací na lokalitě Hlásnice (Zn-Pb) v prognózní ploše Šternberk – Chabičov 1989. – MS, Ústřední ústav geologický, Praha.
- Melka, K. (1965): Návrh na klasifikaci chloritových minerálů. – Věstník Ústředního ústavu geologického, 40, 23–27. Praha.
- Mixa, P. (1989): Zhodnocení vrtných prací na lokalitě Hlásnice (Zn-Pb) v prognózní ploše Šternberk-Chabičov. – Zprávy o geologických výzkumech v roce 1989, 140–141. Praha.
- Orel, P. (1982): Ideový projekt úkolu „Geologicko-ložiskové zhodnocení Jeseníků na polymetalické a zlaté rudy“. – MS, Ústřední ústav geologický, Praha.
- Přichystal, A. (1989): Petrologické studium vulkanických hornin z vrtu Hlásnice 3 a jejich srovnání s vulkanity z vrtu Hlásnice 1, 1A a 2. – MS, Ústřední ústav geologický Praha.
- Přichystal, A. (1993): Vulkanismus v geologické historii Moravy a Slezska. – In: Přichystal, A. – Obstová, V. – Suk, M. (eds): Geologie Moravy a Slezska, 59–70. Moravské muzeum a PřF MÚ, Brno.
- Slack, J. F. – Coad, P. R. (1989): Multiple hydrothermal and metamorphic events in the Kidd Creek volcanogenic massive sulphidic deposit, Timmins, Ontario: Evidence from tourmalines and chlorites. – Canadian Journal of Earth Sciences, 26, 694–715.
- Slack, J. F. (1996): Tourmaline associations with hydrothermal ore deposits. – In: Grew, E. S. – Anovitz, L. M. (eds): Boron: Mineralogy, Petrology and Geochemistry, MSA Reviews in Mineralogy, 33, 559–644.
- Taylor, B. E. – Slack, J. F. (1984): Tourmalines from Appalachian-Caledonian massive sulfide deposits: Textural, chemical, and isotopic relationships. – Economic Geology, 79, 1 703–1 726.
- Trdlička, Z. – Hoffman, V. (1976): Untersuchungen der chemischen Zusammensetzung der Gangkarbonate von Kutná Hora (ČSSR). – Freiburger Forschungshefte, C321, 29–81.
- Whitney, D. L. – Evans, B. W. (2010): Abbreviations for names of rock-forming minerals. – American Mineralogist, 95, 185–187.
- Zimák, J. (1995): Hydrotermální žíly s turmalínem a turmalinizace v jižní části šternbersko-hornobenešovského pruhu. – Bulletin Mineralogicko-petrografického oddělení Národního muzea v Praze, 3 (1995), 48–50.