

Výskyt tří modifikací TiO₂ z Havlíčkova Brodu

Occurrence of three TiO₂-modifications from Havlíčkův Brod (Czech Republic)

PETR PAULIŠ¹, FERRY FEDIUK², STANISLAV KOPECKÝ³

¹ Smišková 564, CZ – 284 01 Kutná Hora; ² Na Petřínách 1897, CZ – 162 00 Praha 6; ³ Žižkov II/1294, CZ – 580 01 Havlíčkův Brod

Abstract: Pegmatite, from a gneiss quarry at Havlíčkův Brod (Eastern Bohemia), contains the following minerals: quartz, albite and three TiO₂-modifications (anatase, brookite and rutile). The three TiO₂-modifications are rare in Moldanubian gneisses and migmatites.

Key words: Moldanubicum, pegmatite, anatase, brookite, rutile, Havlíčkův Brod, Czech Republic

ÚVOD

V roce 2003 našel jeden z autorů (S. K.) v Havlíčkově Brodě společný výskyt všech tří modifikací TiO₂ (anatas – brookit – rutil) na puklinách pegmatitu, který byl zjištěn společně s rulami v úlomcích drceného kamene v cestě vedoucí k opuštěnému kamenolomu na pravém břehu Šla-panky asi 1 km jv. od nádraží ČD v Havlíčkově Brodě. Jedná se o lom u Špitálského dvora; k. č. 2073 (obr. 1). Lom byl v minulosti ve vlastnictví velkostatkáře Pavla Münze (Procházka 1939). Nejbohatší výskyt úlomků pegmatitu s mineralizací TiO₂ se nachází asi 200 m od lomu na ploše o rozměrech 15 x 3 m.



Obr. 1. Kamenolom u Špitálského dvora. Foto S. Kopecký.
Fig. 1. Quarry near Špitálský dvůr.

PETROGRAFICKÁ CHARAKTERISTIKA

Studovaná mineralizace TiO₂ byla zjištěna na fragmen- tech středně zrnitého pegmatitu, který se v cestě vysky- tuje spolu s převažujícími úlomky pararuly s křemeno- -sillimanitovými nodulemi, nepochybně pocházejícími z lomu.

Drobnozrná biotitická pararula, patřící jednotvárné skupině české větve moldanubika, je za současného stavu jediným horninovým typem odkrytým v lomu. Zatímco severní část lomové stěny je tvořena běžnými pararula- mi, v jižní jsou zachyceny pararuly zajímavé přítomností 1–3 cm velkými sploštělými nodulemi (obr. 2). Subparallel- ní orientace nodulí probíhá k hlavní foliaci horniny kose pod úhlem kolem 30°. V hornině převládají modrošedé no- dule, které bývají olemovány úzkým biotitovým proužkem. Méně četné jsou pecičky bělavé barvy. Základ horniny (bez nodulí) tvoří z 55 % živce, 25 % křemen, 19 % biotit a 1 % akcesorie. Mezi živci, omezenými xenoblasticky až hypau- toblasticky, silně převládá plagioklas (45%), jehož složení odpovídá střednímu oligoklasu (An 20 až 25). Méně hojný draselný živec (10%) je zastoupen ortoklasem až mikro- klinem o velmi nízkém stupni triklinity. Křemenná zrna jsou vždy omezena xenoblasticky a charakterizuje je jen slabá undulozita. Biotit vytváří hypaublasticky omezené



Obr. 2. Drobnozrná biotitická pararula se sillimanitovými nodulemi z Havlíčkova Brodu, velikost vzorku je 8 x 7 cm. Foto P. Pauliš.
Fig. 2. Fine-grained biotite paragneiss with sillimanite nodules from Havlíčkův Brod.

a zřetelně přednostně uspořádané lupínky intenzivního pleochroismu standardních hnědých odstínů. Mezi velmi slabě zastoupenými akcesoriemi (apatit > zirkon) prakticky chybějí rudní minerály.

Přibližně 5 obj. % horniny tvoří nodule, ve kterých byly zjištěny sillimanit, biotit, cordierit a křemen, vzájemně intimně propletené. Sillimanit vystupuje jednak ve svazčitých agregátech, jednak vytváří v cordieritu (který není prakticky vůbec pinitizován) individualizované, vlasově tenké zježené jehličky.

Tohoto typu regionálně metamorfovaných hornin z okolí tehdejšího Německého Brodu si všiml již Hinterlechner (1907). Později popisuje obdobné horniny (sillimanitické ruly) Koutek (1933). Novější údaje o těchto horninách přináší Losert (1966, 1968) a Losert et Fišera (1964). Ve štěrcích Sázavy na západním okraji Havlíčkova Brodu zjistil tuto horninu Karásek (1999), který ji na základě její charakteristické okaté textury označuje jako oftalmit.

POPIS MINERALIZACE

Zjištěná mineralizace s modifikacemi TiO₂ se vyskytuje na puklinách stejnoměrně zrnitého granitického pegmatitu, který je tvořen 2–7 mm velkými zrny křemene a kyselého plagioklasu (albit). V malé míře (do 5%) jsou v pegmatitu přítomné drobné lupínky muskovitu. Podle fragmentů nalezených v navážce cesty se mohla mocnost pegmatitové žíly pohybovat kolem 10–20 cm.

Popisované minerály byly identifikovány rentgenograficky na přístroji Mikrometa II s pomocí difraktografu GON 3, CuK α záření a Ni filtru (analytik Dr. J. Ševců). Chemické složení bylo sledováno energiově disperzním mikroanalyzátozem LINK 860/2 ve spojení s rastrovacím mikroskopem Tesla BS 300 v Ústavu nerostných surovin a.s. Kutná Hora (anal. ing. P. Pauliš).

Nejhojnějším minerálem je *křemen*, který tvoří na puklinách pegmatitu drúzy krystalů o velikosti až 15 mm. Vedle obecného křemene si objevovaly i záhnědy a křišťály či jejich vzájemné přechody (obr. 3). V navážce byly nalezeny i volné krystaly křemene o rozměrech až 4 x 1,5 cm. Křemen často povlékají hnědé povlaky železitých okrů, žlutavý jílovitý minerál a jemně šupinkovitý sericit.

Poměrně častý je *albit*, tvořící bělavé, skelně lesklé, až 8 mm velké krystaly, které narůstají na krystaly křemene či křišťálu. Někdy jsou potažené slabým povlakem hnědé limonitického pigmentu. Albit je velmi čistý, EDX analýzou v něm byly stanoveny pouze Na₂O (11,6), Al₂O₃ (19,7) a SiO₂ (68,7 hmot. %), jejichž zastoupení je velmi blízké teoretickému složení albitu.

Z titanových minerálů, jak již bylo uvedeno výše, byly zjištěny všechny tři modifikace TiO₂.

Anatas tvoří tmavě modře prosvítající, 0,5–2,5 mm velké dipyramidální krystalky (obr. 4) nebo shluky částečně deformovaných dipyramid či nepravidelně vyvinutých

tabulek, které narůstají na krystaly křemene či křišťálu. Krystalky jsou silně polokovově lesklé. Anatas je zde poměrně častý, dosud bylo nalezeno kolem 40 vzorků. Anatas poskytl na rentgenografickém záznamu údaje blízké tabulkovým hodnotám pro tento minerál (JCPDS 21-1272). Změřeny byly tyto hlavní linie: 3,51 (100); 2,381 (30); 1,899 (45); 1,701 (25); 1,669 (25) a 1,490 (20). EDX analýzou byla stanovena pouze jeho hlavní složka Ti.

K zajímavostem tohoto naleziště patří i světle špinavé žluté krystalky *leukoxenizovaného anatasu*, který je přítomen téměř na každém vzorku s anatasem. Leukoxenové pseudomorfozy po anatasu tvoří buď max. 2 mm velké dipyramidální krystalky či nedokonale vyvinuté krystalické agregáty. V jádrech těchto krystalků bývají obvykle zachovány černé reliktky nepřeměněného anatasu. Leukoxen je špatně krystalicky uspořádaný; na rentgenografickém záznamu jsou zachycena pouze hlavní maxima anatasu. EDX analýzou byly stanoveny vedle hlavní složky (Ti) i nízké koncentrace (X %) Al, Ca, Fe, P a Si. Přeměna anatasu v leukoxen, tj. kalně žlutobílou směs s převládajícím anatasem, je projevem endogenní autometamorfozy horniny.

Vzácnější *brookit* tvoří žlutohnědé, diamantově lesklé, max. 2,5 mm velké tence tabulkovité krystalky (obr. 5), které vzácně narůstají na krystalky křemene nebo albitu. Poměrně často se objevují různě orientované srůsty brookitových krystalů. Spolu s nimi se objevují žlutavé povlaky jílového minerálu a jemně šupinkovitý sericit. Krystalky jsou vyvinuté podle (100) a mají zřetelné vyvinuté vertikální rýhování. Na lokalitě bylo doposud nalezeno přes 30 vzorků. Brookit poskytl na rentgenografickém záznamu údaje blízké tabulkovým hodnotám pro tento minerál (JCPDS 16-617). Změřeny byly tyto hlavní linie: 3,52 (100); 3,48 (90); 2,906 (85); 2,479 (35); 2,411 (20) a 2,246 (15). EDX analýzou byla stanovena pouze jeho hlavní složka Ti. Ojedinele byla pozorována i *leukoxenizace brookitu*.

V převážně většině z více než 50 studovaných vzorků se brookit i anatas vyskytly samostatně. Pouze ve 2 případech tyto minerály narůstaly na albitový podklad ve vzájemně blízkém sousedství (obr. 6). Srůsty anatasu s brookitem však nebyly v nasbíraném materiálu zjištěny.

Pouze na dvou vzorcích byl zjištěn *rutil*, tvořící hnědé jemně jehličkovité krystaly max. 3 mm dlouhé a 0,2–0,5 mm široké. Tento minerál se vyskytl v dutině s krystalovaným křemenem, do kterého rutilové jehlice částečně zarůstají. EDX analýzou byla stanovena pouze jeho hlavní složka Ti.

ZÁVĚR

Nově zjištěný výskyt všech tří modifikací TiO₂ v dutinách pegmatitu v Havlíčkově Brodě doplňuje již známé výskyty těchto minerálů v horninách moldanubika. Anatas s brookitem se poměrně často vyskytoval na alpských



Obr. 3. Drúza krystalů křišťálu z Havlíčkova Brodu, velikost největších krystalů 15 mm. Foto P. Pauliš.

Fig. 3. Druse rock crystals from Havlíčkův Brod. The size of the biggest crystals are 15 mm.



Obr. 4. Dipyramidální krystal anatasu z Havlíčkova Brodu, velikost krystalu 1,5 mm. Foto Z. Dvořák.

Fig. 4. Bipyramidal anatase crystal from Havlíčkův Brod. Size of the crystal is 1,5 mm.



Obr. 5. Krystal brookitu z Havlíčkova Brodu, velikost krystalu 2,5 mm. Foto Z. Dvořák.

Fig. 5. Crystal of brookite from Havlíčkův Brod. Size of the crystal is 2,5 mm.



Obr. 6. Krystaly brookitu s anatasem, velikost velkého krystalu brookitu je 3 mm. Foto S. Kopecký.

Fig. 6. Crystals of brookite with anatase. Size of the big anatase crystal is 3 mm.

žilách rul a migmatitů Kutnohorska (Práchevna, Hutě apod. – např. Fišera 1977) a Čáslavska (Bambousek). Klasickým výskytem brookitu doprovázeným anatasem jsou pegmatity nacházející se na Houperku u Bobruvky. Anatas se vyskytl i v pegmatitech v Písku, Řásné a v Dolních Borech (Bernard et al. 1981). Společný výskyt všech tří modifikací TiO_2 v dutinách pegmatitu je však ojedinělý, a dosud nebyl v rámci moldanubika zjištěn.

SUMMARY

Fragments of pegmatite were collected from an abandoned gneiss quarry near the railway station in Havlíčkův Brod (Eastern Bohemia). The pegmatite contains the following fissure minerals: quartz, albite and all three TiO_2 -modifications. Quartz crystals up to 35 mm in size were most abundant, followed by almost pure albite (11,6% Na_2O) forming up to 8 mm white crystals. Ti-minerals were represented mainly by black bipyramidal or tabu-

lar anatase, which was partly leukoxenized. Brookite, as yellow-brown tabular crystals, was relatively rare, as was rutile in brown needle-like crystals. The anatase-brookite assemblage occurs frequently in Moldanubian gneisses and migmatites, while the three TiO₂-modifications are rather rare.

LITERATURA

- BERNARD J. H. et al. (1981): Mineralogie Československa. – Academia, Praha.
- FIŠERA M. (1977): Alpine type paragenesis of the veins in the gneisses and migmatites in the Kutná Hora area (Czechoslovakia). – Acta Univ. Carol. (Praha), Geol., 1–2: 175–183.
- HINTERLECHNER K. (1907): Geologische Verhältnisse im Gebiete des Kartenblattes Deutschbrod. – Jahrb. D. k. k. geol. R.-A. (Wien), 115–374.
- KARÁSEK J. (1999): Valouny oftalmity ze štěrků Sázavy v Havlíčkově Brodě. – Minerál (Brno), 7, 6:459–460.
- KOUTEK J. (1933): Geologie posázavského krystalinika I. (Okolí Rataj n. Sáz.). – Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ. (Praha), 9: 319–331.
- LOSERT J. (1966): Výzkum sillimanitových nodulárních hornin v oblasti Havlíčkova Brodu. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 1965 (Praha), 23–25.
- LOSERT J. (1968): On the genesis of nodular sillimanitic rocks. – Ref. XXIII Sess. Int. geol. Congr. Czechoslovakia, Proc. of Sect. 4 Geology of Pre-Cambrian. – Ústř. Úst. geol., 109–122.
- LOSERT J., FIŠERA M. (1964): Roches nodulaires quartzo-sillimaniteuses dans les complexes cristallins du Moldanubicum. – Guide des excursions dans le noyau du Massif de la Bohème, 9–13. (Lokalita Peklo u Haber).
- PROCHÁZKA V. (1939): Soupis lomů ČSR. Okres Němcký Brod. – Státní ústav geologický, Praha.