

<https://doi.org/10.46861/bmp.29.124>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Hydroxyapofylit-(K) z kamenolomu Těchlovice u Děčína (Česká republika)

Hydroxyapophyllite-(K) from quarry Těchlovice near Děčín (Czech Republic)

PETR PAULIŠ^{1,2)*}, ZDENĚK DOLNÍČEK²⁾, LUBOŠ VRTIŠKA²⁾, RADANA MALÍKOVÁ²⁾, ONDŘEJ POUR³⁾
A FERRY FEDIUK⁴⁾

¹⁾Smíškova 564, 284 01 Kutná Hora; *e-mail petr.paulis@post.cz

²⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

³⁾Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

⁴⁾Na Petřínách 1897, 162 00 Praha 6

PAULIŠ P, DOLNÍČEK Z, VRTIŠKA L, MALÍKOVÁ R, POUR O, FEDIUK F (2021) Hydroxyapofylit-(K) z kamenolomu Těchlovice u Děčína (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 29(1): 124-130 ISSN 2570-7337

Abstract

One xenolith of a contactly metamorphosed feldspar-hydroxyapophyllite hornfels from basaltic volcanite of the active quarry in Těchlovice village near-by the town of Děčín has been investigated. Its main components are represented by K-feldspar and hydroxyapophyllite-(K), which was hitherto reported from a single locality only in the territory of the Czech Republic. It forms grains up to 2 mm in size tightly associated with K-feldspar and subsidiary quartz, pyroxene (aegirine, enstatite-ferrosilite and diopside) and titanite. The unit cell parameters of hydroxyapophyllite-(K), derived from the powder X-ray data, are $a = 8.975(4)$, $c = 15.8371(3)$ Å and $V = 1275.6(5)$ Å³. Chemical analyses correspond to the empirical formula $K_{0.93}Ca_{3.75}Si_{7.87}O_{20}(OH_{0.96}F_{0.04}) \cdot 8 H_2O$. The xenolith originated by a comparatively weak contact metamorphic effect of the basaltic magma to a marly sediment under high partial pressure of H₂O. Among xenoliths of North Bohemian Cainozoic volcanites the rock represents a rarity, which has not been known hitherto.

Key words: hydroxyapophyllite-(K), xenolite, powder X-ray diffraction data, unit-cell parameters, chemical composition, Cainozoic volcanics, Těchlovice near Děčín, Czech Republic

Obdrženo 6. 5. 2021; přijato 24. 6. 2021

Úvod

Do skupiny apofylitu v současné době náleží šest minerálních fází: fluorapofylit-(Cs), fluorapofylit-(K), fluorapofylit-(Na), hydroxyapofylit-(K), hydroxymcglasonit-(K) a čerstvě popsaný fluorapofylit-(NH₄). V České republice patří apofylity k běžným minerálům. Nejvíce jsou zastoupeny v efuzivech. Klasickou lokalitou je Mariánská hora v Ústí nad Labem, kde se vyskytují až 2 cm velké krystaly, které jsou často albinizované (Dvořák et al. 2017). Krásné, bezbarvé, ale i jablečně zelené až 5 cm velké se vyskytovaly na vrchu Katzenkoppe (Kočičí hlava) u Velkého Března (Novák et al. 2001). Zajímavé vzorky pocházely též ze Starého vrchu u Radejčína, Puchavce u Provodína a z dalších míst. Vzácnější byl v melafyrech na Kozákově, v pegmatitech a samostatně žíle ve Vlastějovicích (Tvrdý 2000; Kadlec 2009); spolu se zeolity se vyskytl na hydrotermálních žilách na uranovém ložisku v Dolní Rožínce (Pauliš, Šíkola 1999) a na alpských žilách v Markovicích u Čáslavi a Libodřicích u Kolína (Fišera et al. 2002). Všechny dosud známé apofylity z ČR, pokud byly analyzovány, je možné klasifikovat jako fluorapofylity-(K). Vzácnějším členem apofylitové skupiny je hydroxyapofylit-(K), který byl z ČR dosud exaktně zjištěn pouze ve výchozu komínové brekcie olivinického mellilitu z jižního okraje Kytlic u Nového Boru, kde tvoří spolu s kalcitem a opálem bělavé hlízovité agregáty až 20 cm velké (Fediuk et al. 2004).

Studovaný hydroxyapofylit-(K) z Těchlovic je tedy jeho druhým ověřeným výskytem v ČR. Ostatní členy apofylitové skupiny, které jsou podstatně vzácnější, nebyly na našem území zjištěny.

Geologie a mineralogie lokality

První historické zmínky o těžbě kamene v oblasti dnešních Těchlovic (něm. Tichlowitz, 7 km j. od Děčína) sahají až do druhé poloviny 17. století, kdy byla při těžbě využívána vodní energie Těchlovického potoka. Další zmínky se datují do druhé poloviny 19. století, kdy došlo počátkem 80. let ke znovutevření starého lomu na z. svahu Holého vrchu (269 m n. m., něm. Kahler Berg) u Přední Lhoty (dnes součást Těchlovic), asi 500 m s. od Těchlovic. V roce 1896 již bylo z lomů na Holém vrchu a z Dobkovic na protějším břehu Labe jen do Německa distribuováno 25.5 tisíc t kameniva (Radoň 2010). Těžba kamene tu probíhala i po 1. světové válce, kdy bylo ložisko využíváno drobnými těžebními. Vytěžený materiál byl dopravován po kolejích ke břehu Labe, odkud pokračoval jeho transport k zákazníkům po řece na lodích. Po 2. světové válce, až do roku 1948, byl lom v soukromém vlastnictví, po roce 1948 přešel do vlastnictví státu. V roce 1992 byl činný lom (obr. 1, 2) privatizován a převeden ze státního podniku Severokámen Liberec do soukromé sféry (Vildner 2010).

V lomu se těží poměrně rozsáhlé těleso olivinického nefelinitu terciérního stáří, jehož pokračování z směrem je odkryto opuštěným lomem v Dobkovicích. Labská eroze zde tuto intruzi prořízla. Podobně jako v Dobkovicích se i zde objevují petrograficky zajímavé žilné horniny - bostonit, gauteit, monchiquit a camptonit. Jak intruze olivinického nefelinitu, tak i tyto doprovodné žilné horniny jsou prostorově i geneticky spjaty s roztockou subvulkanickou strukturou. Pokryvné útvary jsou na ložisku zastoupeny svahovými hlínami a sutěmi, sprašemi a sprašovými hlínami. Hlíny a sutě dosahují mocnosti do 2 m, ojediněle více. Podloží vulkanických hornin tvoří jílovce a prachovité pískovce s uhelnou příměsí. Teprve pod tímto bazálním terciérním souvrstvím následují křídové sedimenty. Báze nefelinitové intruze směrem k západu klesá až na úroveň cca 140 m n. m. (Vildner 2010).

První mineralogické nálezy - čiré sloupečkovité krystaly natrolitu na analcimu - z této lokality zmiňuje již Reuss mladší (1840). První podrobný popis lokality provedli Hibschi (1899) a později Pelikan (1902). Popsali nálezy několika forem natrolitu, z nichž k nejzajímavějším patří prizmatické krystaly až 25 mm dlouhé, vyskytující se v dutinách gauteitu. Zajímavé nálezy xenolitů přeměněných pískovců a slínů z čedičů studoval Cornu (1905). Pískovce byly přeměněny na tvrdý sklovitý buchit se sillimanitem a cordieritem, slínovce byly zeolitizovány natrolitem. Cornu (1907) se zmiňuje o drobných krystalech thomsonitu. Scheit (1912) popsal až 5 mm velké srůsty thomsonitu s natrolitem a až 2 cm velké krystaly analcimu a kalcit. Mineralogii lokality shrnuje Hibschi (1934). Zmiňuje klenec kalcitu, natro-



Obr. 1 Pohled na kamenolom v Těchlovicích. Foto P. Pauliš (2020).

Obr. 2 Kamenolom v Těchlovicích, foceno z horního patra, v pozadí Labe a obec Dobkovice. Foto P. Pauliš (2020).

Obr. 3 Pohled na horní část kamenolomu Těchlovice, v pravé části je zachycena světlá partie xenolitu. Foto P. Pauliš (2020).

profilovou funkcí Pseudo-Voigt a upřesněny profilovým fitováním v programu HighScore Plus. Mřížkové parametry byly zpřesněny metodou nejmenších čtverců pomocí programu Celref (Laugier, Bochu 2011).

Chemické složení silikátů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalýzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, analytik Z. Dolníček) za podmínek: vlnově disperzní analýza, napětí 15 kV, proud 10 nA (pyroxeny, K-živec, titanit), respektive 5 nA (hydroxyapofylit-K), průměr svazku 2 μm (pyroxeny, K-živec, titanit), respektive 5 μm (hydroxyapofylit-K). V pyroxenech byly stanovovány obsahy Al, Ba, Ca, Cl, Cu, F, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, Ni, P, S, Sr, Ti, V a Zn, v hydroxyapofylitu-K byly měřeny Al, Ba, Ca, Cl, F, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, P, Pb, Rb, S, Si, Sr a Zn, v K-živci Al, Ba, Ca, Cs, Cu, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, P, Pb, Rb, Si, Sr a Zn, v titanitu Al, Ca, Ce, F, Fe, La, Mg, Mn, Na, Nb, Nd, P, Pr, Sc, Si, Sr, Ta, Ti, Y a Zr. Při analýzách byly využity následující standardy a analytické čáry: baryt ($\text{BaL}\alpha$), albit ($\text{NaK}\alpha$), sanidin ($\text{AlK}\alpha$, $\text{SiK}\alpha$, $\text{KK}\alpha$), rodonit ($\text{MnK}\alpha$), diopsid ($\text{MgK}\alpha$), TiO_2 ($\text{TiK}\alpha$), apatit ($\text{PK}\alpha$), halit ($\text{ClK}\alpha$), hematit ($\text{FeK}\alpha$), ZnO ($\text{ZnK}\alpha$), Cr_2O_3 ($\text{CrK}\alpha$), celestin ($\text{SK}\alpha$, $\text{SrL}\beta$), vanadinit ($\text{VK}\alpha$), wollastonit ($\text{CaK}\alpha$), CePO_4 ($\text{CeK}\alpha$), YPO_4 ($\text{YK}\alpha$), LaPO_4 ($\text{LaK}\alpha$), NdPO_4 ($\text{NdK}\alpha$), PrPO_4 ($\text{PrK}\alpha$), YVO_4 ($\text{YK}\alpha$), zirkon ($\text{ZrK}\alpha$) a LiF ($\text{FK}\alpha$). Získaná data byla přepočítána na hm. % oxidů za použití algoritmu PAP (Pouchou, Pichoir 1985). Výsledky byly korigovány na koincidence Ca - P, Ce - F, Ba - Ti, Ti - V. Obsahy měřených prvků, které nejsou uvedeny v níže prezentovaných tabulkách minerálních analýz, byly ve všech případech pod mezí stanovitelnosti, která se pohybovala nejčastěji mezi 0.05 - 0.1 hm. %.

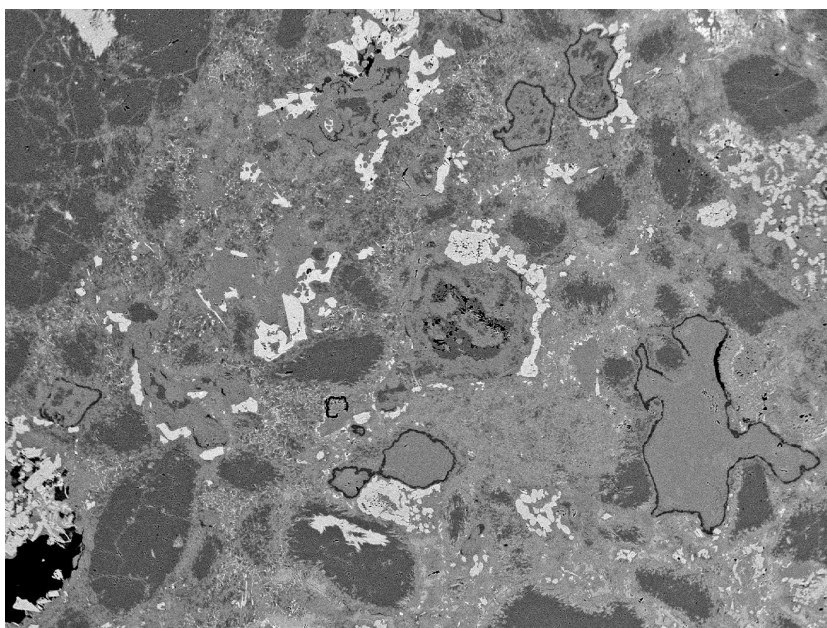
Petrografická a mineralogická charakteristika xenolitu

Na podzim 2020 byly prvním autorem této studie nalezeny na středním patře jižní části činného kamenolomu Těchlovice (GPS: 50°42'24.426"N; 14°12'10.253"E) vzorky xenolitu, které byly nápadné svojí světle šedozelelou barvou. Xenolit, který byl odkryt ve stěně lomu, tvoří vertikálně uloženou nepravidelnou uzavřeninu o rozměrech cca 200 × 60 cm (obr. 3). Jeho fragmenty se též nacházely v sutí čerstvě odstřeleného materiálu. Xenolitová hmota není zcela homogenní, převažující světle šedozelelé partie střídají světle šedé a bělavé, s kontaktní plochou více či méně paralelní polohy. V detailu se xeno-

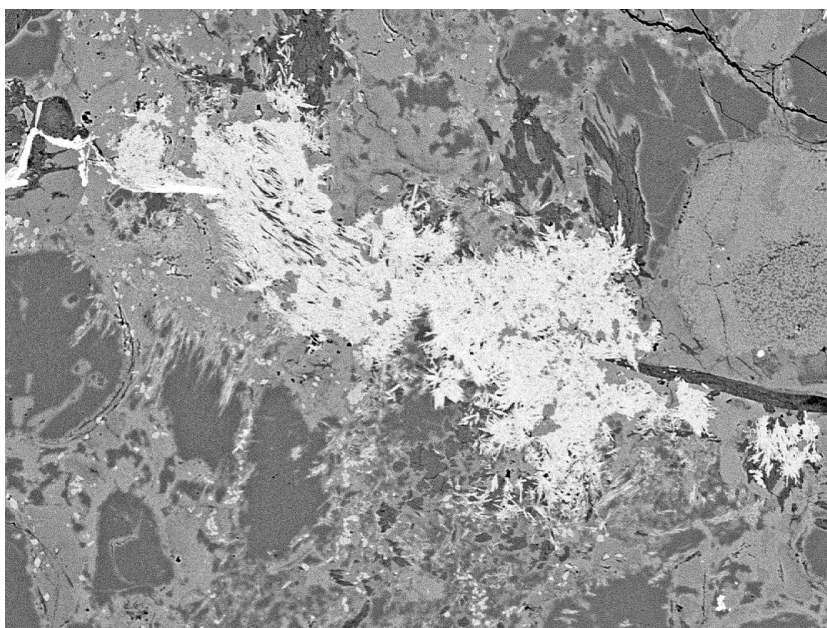
litová hmota skládá zhruba z menší poloviny z nepříliš nápadných krupičkovitých drobných porfyroblastů bělavé barvy o velikosti maximálně 2 mm. Uzavírá je bledě šedá základní hmota o zrnech rozměrů zcela pod hranici makroskopické rozlišitelnosti. Rozmístění těchto bledých

Tabulka 2 Parametry základní cely hydroxyapofylitu-(K) (pro tetragonální prostorovou grupu P4/mnc)

| | tato práce | Rouse et al. (1978) |
|---------------------|------------|---------------------|
| a [Å] | 8.975(4) | 8.978(3) |
| c [Å] | 15.8371(3) | 15.83(1) |
| V [Å ³] | 1275.6(5) | 1275,97 |



Obr. 6 Nepravidelná zrna hydroxyapofylitu-(K) (tmavošedá) s úzkým lemem K-živce (šedočerný) srůstající s agregáty křemene (černošedá), pyroxenu (světle šedá) a jemnozrnné křemen-živcové hmoty (středně šedá); Těchlovice; šířka záběru 2.4 mm, foto v BSE Z. Dolníček.



Obr. 7 Agregát jehličkovitého egirinu (světle šedý) se zrny křemene (černošedý) a K-živcem (středně šedý); šířka záběru 0.85 mm, foto v BSE Z. Dolníček.

zrn je značně nerovnoměrné, místy vytvářejí závojitě pruhy. Odebraný vzorek pro petrografické studium zastihuje v úzkém odlomu kontakt s uzavírajícím bazaltoidem. Ten je téměř sytě černé barvy. V jeho velmi jemnozrné hmotě lze rozeznat singulární drobné vyrostlice patrně olivínu a hojně, nepřilíš však nápadné drobné dutinky izometrických tvarů. Styk bazaltoidu s xenolitem je zcela ostrý (obr. 4).

Podle mikroskopického rozboru z provedeného výbrusu se na složení xenolitu podílejí tyto minerály (přibližný odhad procentuálního zastoupení je uveden v závorce): apofylit (45), živec (50) a limonit (5). Apofylit vystupuje v podobě bezbarvých individualizovaných zrn vzhledově připomínajících porfyroblasty. Jsou víceméně izometrického a hypautomorfně omezeného habitu, rozměrově značně kolísají v desetinách mm. Opticky se vyznačují nízkým indexem lomu, nízkým dvojlomem a zřetelnou štěpností. Minerálem poněkud čteněji zastoupeným je živec. Vesměs je omezen xenomorfně a vždy je alteračně zkalen. Dvojitné srůsty nebo mřížkování nejsou patrná. Podle nízkého indexu lomu jde o K-živec. Se značným kvantitativním odstupem se jako třetí minerální součástka horniny uplatňuje limonit. Disperzně a místy shlukově prostupuje draselným živcem, nikdy ne apofylitem.

Tabulka 3 Chemické složení hydroxyapofylitu-(K) z Těchlovic (hm. %)

| | mean | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 52.78 | 53.20 | 52.82 | 53.42 | 52.10 | 53.41 | 51.76 |
| CaO | 23.47 | 22.63 | 23.39 | 23.67 | 23.78 | 23.47 | 23.87 |
| K ₂ O | 5.07 | 5.47 | 4.94 | 4.98 | 5.00 | 5.06 | 4.96 |
| F | 0.08 | 0.03 | 0.15 | 0.00 | 0.04 | 0.16 | 0.09 |
| H ₂ O | 16.77 | 16.93 | 16.75 | 17.01 | 16.57 | 16.93 | 16.44 |
| total | 98.17 | 98.26 | 98.05 | 99.08 | 97.50 | 99.04 | 97.12 |
| Si ⁴⁺ | 8.000 | 8.000 | 8.000 | 8.000 | 8.000 | 8.000 | 8.000 |
| Ca ²⁺ | 3.812 | 3.646 | 3.796 | 3.798 | 3.913 | 3.767 | 3.953 |
| K ⁺ | 0.980 | 1.049 | 0.955 | 0.951 | 0.979 | 0.967 | 0.978 |
| F ⁻ | 0.038 | 0.014 | 0.072 | 0.000 | 0.019 | 0.076 | 0.044 |
| OH ⁻ | 0.962 | 0.986 | 0.928 | 1.000 | 0.981 | 0.924 | 0.956 |
| H ₂ O | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 8 atomů Si. H₂O bylo dopočítáno na základě teoretického obsahu 8 H₂O a Fe+OH = 1.

Tabulka 4 Chemické složení K-živce z Těchlovic (hm. %)

| | mean | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 64.89 | 65.08 | 64.43 | 64.68 | 65.37 |
| Al ₂ O ₃ | 17.77 | 17.70 | 17.66 | 18.19 | 17.54 |
| SrO | 0.13 | 0.11 | 0.15 | 0.07 | 0.18 |
| BaO | 0.08 | 0.04 | 0.12 | 0.12 | 0.03 |
| K ₂ O | 16.43 | 16.89 | 16.13 | 16.06 | 16.63 |
| Na ₂ O | 0.31 | 0.32 | 0.46 | 0.42 | 0.04 |
| total | 99.61 | 100.14 | 98.95 | 99.54 | 99.79 |
| Si ⁴⁺ | 3.021 | 3.020 | 3.019 | 3.008 | 3.031 |
| Al ³⁺ | 0.977 | 0.968 | 0.975 | 0.997 | 0.958 |
| Sr ²⁺ | 0.001 | 0.001 | 0.004 | 0.002 | 0.005 |
| Ba ²⁺ | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.001 |
| K ⁺ | 0.976 | 1.000 | 0.964 | 0.953 | 0.983 |
| Na ⁺ | 0.011 | 0.011 | 0.016 | 0.015 | 0.002 |

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 8 kyslíků.

Strukturu horniny lze klasifikovat jako drobně porfyroblastickou, textura kolísá od všesměrné po paralelní. Jde o apofylit-živcový kontaktní rohovec, vzniklý patrně relativně slabým kontaktně metamorfním účinkem bazaltoidního magmatu ze sedimentu slínové povahy za vysokého parciálního tlaku H₂O. Mezi hojnými xenolity v severočeských kenozoických vulkanitech jde o pozoruhodný nález.

Mikroskopický obraz příkontaktního vulkanitu, který je zastížen plochou výbrusu, potvrzuje jeho slabou porfyričnost. Drobné vyrostlice klinopyroxenu a olivínu, alteracemi jen slabě postiženému, rozhodně nejsou jeho markantem, hornina má téměř afyrickou povahu. V její hmotě jsou obsaženy hojně drobné plagioklasové lišty a

Tabulka 5 Chemické složení titanitu z Těchlovic (hm. %)

| | mean | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 30.43 | 30.51 | 30.59 | 30.24 | 30.37 |
| TiO ₂ | 28.24 | 27.43 | 25.58 | 30.08 | 29.88 |
| Al ₂ O ₃ | 0.15 | 0.20 | 0.26 | 0.01 | 0.15 |
| La ₂ O ₃ | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.11 | 0.08 |
| Ce ₂ O ₃ | 0.18 | 0.20 | 0.19 | 0.17 | 0.16 |
| P ₂ O ₅ | 2.21 | 2.71 | 2.43 | 2.02 | 1.68 |
| MgO | 0.64 | 0.54 | 1.01 | 0.51 | 0.51 |
| CaO | 25.42 | 25.17 | 24.58 | 25.75 | 25.64 |
| FeO | 5.09 | 3.97 | 6.51 | 4.94 | 4.93 |
| Na ₂ O | 0.72 | 0.74 | 0.82 | 0.68 | 0.65 |
| total | 92.44 | 91.68 | 92.04 | 94.59 | 94.05 |
| Si ⁴⁺ | 1.000 | 1.012 | 1.027 | 0.977 | 0.986 |
| Ti ⁴⁺ | 0.872 | 0.856 | 0.808 | 0.914 | 0.912 |
| Al ³⁺ | 0.006 | 0.008 | 0.010 | 0.001 | 0.006 |
| La ³⁺ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| Ce ³⁺ | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| P ⁵⁺ | 0.062 | 0.076 | 0.069 | 0.055 | 0.046 |
| Mg ²⁺ | 0.031 | 0.027 | 0.051 | 0.025 | 0.025 |
| Ca ²⁺ | 0.895 | 0.913 | 0.884 | 0.892 | 0.892 |
| Fe ²⁺ | 0.140 | 0.110 | 0.183 | 0.134 | 0.134 |
| Na ⁺ | 0.046 | 0.047 | 0.053 | 0.043 | 0.041 |

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 5 kyslíků.

Tabulka 6 Chemické složení egirinu z Těchlovic (hm. %)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 51.42 | 51.09 | 52.48 | 52.97 | 52.48 | 52.02 |
| TiO ₂ | 2.06 | 2.86 | 3.75 | 2.52 | 3.09 | 2.71 |
| Fe ₂ O ₃ | 28.82 | 28.97 | 27.97 | 28.26 | 26.47 | 27.27 |
| MgO | 1.24 | 0.97 | 1.04 | 2.41 | 3.07 | 2.66 |
| MnO | 0.62 | 0.37 | 0.31 | 0.03 | 0.08 | 0.04 |
| CaO | 1.12 | 0.55 | 0.53 | 0.94 | 0.95 | 0.83 |
| SrO | 0.17 | 0.15 | 0.18 | 0.20 | 0.20 | 0.32 |
| Na ₂ O | 12.52 | 13.00 | 13.56 | 12.98 | 13.11 | 12.46 |
| total | 97.97 | 97.96 | 99.82 | 99.37 | 99.45 | 98.31 |
| Si ⁴⁺ | 1.989 | 1.973 | 1.971 | 1.987 | 1.982 | 1.987 |
| Ti ⁴⁺ | 0.075 | 0.104 | 0.132 | 0.089 | 0.109 | 0.097 |
| Fe ³⁺ | 0.839 | 0.842 | 0.790 | 0.780 | 0.752 | 0.784 |
| Mg ²⁺ | 0.072 | 0.055 | 0.058 | 0.135 | 0.173 | 0.151 |
| Mn ²⁺ | 0.020 | 0.012 | 0.010 | 0.001 | 0.002 | 0.001 |
| Ca ²⁺ | 0.047 | 0.022 | 0.042 | 0.038 | 0.038 | 0.034 |
| Sr ²⁺ | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.007 |
| Na ⁺ | 0.939 | 0.973 | 0.987 | 0.944 | 0.960 | 0.923 |

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 6 kyslíků.

rovněž drobný, převážně krátce prizmatický až izometricky zrnitý klinopyroxen. Toto základní minerální složení doplňují v podílu do 10 % izometrická zrníčka magnetitu. Podílem zcela podružným se uplatňují xenomorfní zrna bezbarvého, slabě dvojlomného až izotropního minerálu, jímž může být nefelín. Struktura horniny je velmi slabě porfyrická až afyrická, pilotaxitická, textura je silně dutinatá, paralelní. Jde o slabě olivinický bazalt, téměř afyrický, se slabou tefritickou afinitou.

Rentgenová prášková analýza vzorku xenolitu z Těchlovic potvrdila dominantní obsahy K-živce a apofylitu, který byl na základě provedených chemických analýz identifikován jako **hydroxyapofylit-(K)** a dále zachytila minoritní obsah křemene a diopsidu. V hornině tvoří až 2 mm velká, skelně lesklá nepravidelná zrna (obr. 5). Jeho rentgenová prášková data (tab. 1) jsou blízká da-

Tabulka 7 Chemické složení enstatit-ferosilitu (*hypersten*) z Těchlovic (hm. %)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 51.90 | 51.33 | 51.64 | 50.38 | 50.76 |
| TiO ₂ | 0.27 | 0.88 | 0.28 | 0.16 | 0.48 |
| Al ₂ O ₃ | 0.69 | 0.54 | 0.81 | 0.80 | 0.70 |
| MgO | 19.66 | 16.18 | 19.26 | 15.87 | 14.72 |
| CaO | 3.62 | 3.12 | 3.67 | 5.29 | 4.61 |
| FeO | 22.69 | 21.64 | 22.70 | 25.44 | 24.75 |
| MnO | 0.44 | 0.35 | 0.43 | 0.34 | 0.37 |
| Na ₂ O | 0 | 1.88 | 0 | 0.29 | 1.31 |
| total | 99.27 | 95.92 | 98.79 | 98.57 | 97.70 |
| Si ⁴⁺ | 1.969 | 2.014 | 1.970 | 1.967 | 1.993 |
| Ti ⁴⁺ | 0.010 | 0.033 | 0.020 | 0.006 | 0.018 |
| Al ³⁺ | 0.031 | 0.025 | 0.036 | 0.037 | 0.033 |
| Mg ²⁺ | 1.112 | 0.946 | 1.095 | 0.924 | 0.862 |
| Ca ²⁺ | 0.147 | 0.131 | 0.150 | 0.221 | 0.194 |
| Fe ²⁺ | 0.720 | 0.710 | 0.724 | 0.831 | 0.813 |
| Mn ²⁺ | 0.014 | 0.012 | 0.014 | 0.011 | 0.012 |
| Na ⁺ | 0 | 0.143 | 0 | 0.022 | 0.099 |

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 6 kyslíků.

Tabulka 8 Chemické složení diopsidu z Těchlovic (hm. %)

| | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 50.37 | 50.47 | 51.61 |
| TiO ₂ | 0.64 | 0.63 | 0.60 |
| Al ₂ O ₃ | 4.09 | 4.06 | 4.20 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.73 | 0.68 | 0.73 |
| MgO | 15.35 | 16.17 | 16.03 |
| CaO | 20.02 | 20.94 | 20.91 |
| FeO | 5.70 | 4.17 | 4.27 |
| Na ₂ O | 0.44 | 0.63 | 0.69 |
| total | 97.34 | 97.75 | 99.04 |
| Si ⁴⁺ | 1.862 | 1.893 | 1.880 |
| Ti ⁴⁺ | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| Al ³⁺ | 0.178 | 0.179 | 0.180 |
| Cr ³⁺ | 0.021 | 0.020 | 0.021 |
| Mg ²⁺ | 0.846 | 0.904 | 0.871 |
| Ca ²⁺ | 0.793 | 0.841 | 0.816 |
| Fe ²⁺ | 0.176 | 0.131 | 0.130 |
| Na ⁺ | 0.032 | 0.046 | 0.049 |

Empirický vzorec byl přepočten na bázi 6 kyslíků.

tům pro tento minerální druh, zpřesněné parametry základní cely dobře odpovídají publikovaným údajům (tab. 2). V nábrusu je mikroskopický obraz xenolitové hmoty poměrně komplikovaný, vedle uvedených dvou hlavních minerálních složek jsou přítomny v menším množství křemen a další silikátové minerály. V BSE obraze je hydroxyapofylit-(K) poměrně homogenní. V nábrusu tvoří nepravidelná, někdy laločnatě členěná zrna velikosti do 0.5 mm, která bývají úzce lemována K-živcem (obr. 6). Těsně asociuje s K-živcem, křemenem a pyroxeny. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Ca, K a F; ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce (tab. 3). Obsahuje jen nepatrné množství fluoru (0.038 *apfu*). Jeho empirický vzorec (průměr šest bodových analýz) je na bázi 20 atomů kyslíku možno vyjádřit jako K_{0.93}Ca_{3.75}Si_{7.87}O₂₀(OH_{0.96}F_{0.04})·8 H₂O. Další složkou, která v ploše nábrusu dominuje, je **K-živec**, který tvoří nejčastěji oválná zrna velikosti do 0.5 mm. Při studiu jeho chemického složení byly zjištěny obsahy Si, Al, K, v malé míře Na (0.011 *apfu*), Sr (0.001 *apfu*) a Ba (0.001 *apfu*); ostatní měřené prvky byly pod mezí detekce (tab. 4). Jeho empirický vzorec (průměr čtyř bodových analýz) je na bázi osmi atomů kyslíku možno vyjádřit jako K_{0.98}Na_{0.01}Si_{3.02}Al_{0.98}O₈. S K-živcem na některých místech srůstají až 0.5 mm velká oválná zrna **křemene**. V akcesorickými složkami, které byly mikroskopicky zjištěny v xenolitové hmotě, jsou pyroxeny. Na základě chemického složení (tab. 6 - 8) lze v nábrusech rozlišit pyroxeny blízké **egirinu**, **enstatit-ferosilitu** (*hypersten*) a **diopsidu**. Nejčastější je egirin, tvořící až 1 mm velké agregáty 10 - 20 μm dlouhých jehliček (obr. 7). Diopsid tvoří oválná či nepravidelně laločnatá, až 100 μm velká zrna. Vedle těchto identifikovaných minerálních složek obsahuje tento xenolit velmi jemnozrnnou směsnou silikátovou hmotu, která nebyla detailněji studována.

Závěr

Nově zjištěný xenolit v bazaltech těžných kame-nolomem v Těchlovicích je tvořen zajímavou minerální asociací s hydroxyapofylitem-(K), který byl v ČR dosud potvrzen pouze na jedné lokalitě. V xenolitu tvoří až 2 mm velká zrna těsně asociující s K-živcem a podřadně zastoupenými dalšími fázemi - křemenem, pyroxeny a titanitem. Jde o apofylit-živcový kontaktní rohovec, vzniklý patrně relativně slabým kontaktně metamorfním účinkem bazaltoidního magmatu ze sedimentu slínové povahy, za vysokého parciálního tlaku H₂O. Mezi xenolity severočeských kenozoických vulkanitů jde o výjimečný nález, který zde dosud nebyl zjištěn.

Poděkování

Milou povinností autorů je poděkovat za detailní fotografie lomné plochy xenolitu B. Burešovi z Prahy. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování výzkumné organizace Národní muzeum (00023272 - cíl DKRVO 1.II.c).

Literatura

- CORNU F (1905) Enallogene Einschlüsse aus dem Nephelinbasalt von Jakuben in Böhmen. *Tscherm Min Petr Mitt* 24 (1-2): 143-145
- CORNU F (1907) Mineralogische Notizen II. *Mitt d naturwiss Ver a d Univ Wien V*: 5, 53: 59
- DVOŘÁK Z, RADOŇ M, SVEJKOVSKÝ J, JANEČEK O, DVOŘÁK P, FUCHS P (2017) Minerály Českého středohoří. Muzeum města Ústí nad Labem, Ústí nad Labem
- FEDIUK F, LANGROVÁ A, MELKA K (2004) Vznik a rozpad hydroxyapofylitu v komínové brekcii olivínického melililitu v Kytlicích u Nového Boru, severní Čechy. *Miner Slov* 36: 323-330
- FENGL M, MÜHLSTEIN B, RYCHLÝ R (1982) Pektolit z Těchlovic u Děčína. *Čas Nár Muz, Odd Přírodověd* 151, 2: 61-63
- FIŠERA M, VICHR P, SEJKORA J (2002) Datolit a nepřeměnný fluorapofylit z alpských žil v amfibolitech z Libodřic (jz. od Kolína). *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha)* 10: 210-215
- FIŠERA V (1985) Perspektivní lokalita krystalovaných ukázek natrolitu v Těchlovicích j. od Děčína. *Čas Mineral Geol* 30, 3: 329
- HIBSCH JE (1899) Erläuterungen zur geologischen Karte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt II. (Rongstock-Bodenbach). *Tscherm Min Petr Mitt* 19, 1: 1-101
- HIBSCH JE (1934) Die Minerale des Böhmischen Mittelgebirges. Verlag von Gustav Fischer, Jena
- KADLEC T (2009) Pegmatity Vlastějovic. *Minerál* 17 (6): 467-479
- LAUGIER J, BOCHU B (2011) LMGP-suite of programs for the interpretation of X-ray experiments. <http://www.ccp14.ac.uk/tutorial/lmcp>, přístup duben 2011
- NOVÁK F, PAULIŠ P, ŠEVČŮ J (2004) Saponit z Těchlovic u Děčína. *Zpr stud Region muz (Děčín)* 25: 15-20
- NOVÁK JK, CHVÁTAL M, ULRYCH J, WIESNER T, RADOŇ M (2001) Amygdale mineral paragenesis of trachybasalt from Kočičí hlava hill (Katzenkoppe) near Velké Březno, České středohoří Mts. - *Sbor Prací Univ Palack, Geol* 37: 1-26
- PAULIŠ P, ŠIKOLA D (1999) Pyrit-zeolitová minerální asociace na uranovém ložisku Rožná. *Minerál* 7 (4): 310-314
- PELIKAN A (1902) Beiträge zur Kenntnis der Zeolithe Böhmens. *Sitz-Ber Akad Wiss, mathem-naturwiss Kl* 111, 1: 334-347
- POUCHOU JL, PICOIR F (1985) "PAP" (φρΖ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis* (J. T. Armstrong, ed.). San Francisco Press, San Francisco: 104-106
- RADOŇ M (2010) Historické a významné mineralogické lokality Českého středohoří a jejich současný stav. Sborník abstrakt a exkurzní průvodce 2. mezinárodního semináře Odborné skupiny vulkanologické ČGS, Teplice: 83-106
- REUSS EA (1840) *Geognostische Skizzen aus Böhmen*. I. Band. Die Umgebungen von Teplitz und Bilin in Beziehung auf ihre geognostischen Verhältnisse. Ein Beitrag zur Physiographie des böhmischen Mittelgebirges. Prag Leitmeritz und Teplitz
- ROUSE RC, PEACOR DR, DUNN PJ (1978) Hydroxyapophyllite, a new mineral and a redefinition of the apophyllite group, Part II. Crystal structure. *Am Mineral* 63: 196-202
- SCHEIT A (1912) Eine regelmässige Verwachsung von Thomsonit und Natrolit. *Tscherm Min Petr Mitt* 31 (4-5): 495-500
- TVRDÝ J (2000) Fluorapofylit z Vlastějovic. *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha)* 8: 265-267
- VILDNER R. (2010) Návrh na využití lomu Těchlovice po ukončení těžby - studie. MS, bakal. práce, VŠB-TU Ostrava