

<https://doi.org/10.46861/bmp.32.153>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

Mineralogická charakteristika U-Pb výskytu u obce Bezděkov (Tachovsko, Česká republika)

Mineralogical characteristic of the U-Pb occurrence near the Bezděkov village (Tachov area, Czech Republic)

PAVEL ŠKÁCHA^{1)2)*}, JAKUB KRISTEK³⁾, JIŘÍ SEJKORA²⁾ A RADEK ZEMÁNEK⁴⁾¹⁾Hornické muzeum Příbram, nám. Hynka Klíčky 293, Příbram VI, 261 01; *e-mail: skachap@seznam.cz²⁾Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9³⁾Dobratická 524, Praha 9, 199 00⁴⁾K Florianu 1562, Stříbro, 349 01

ŠKÁCHA P, KRISTEK J, ZEMÁNEK R, SEJKORA J (2024) Mineralogická charakteristika U-Pb výskytu u obce Bezděkov (Tachovsko, Česká republika). Bull Mineral Petrolog 32(2): 153-159 ISSN 2570-7337

Abstract

The uranium-lead mineralisation was found in the mine dump material in the locality Bezděkov (Tachov area, western Bohemia, Czech Republic). Galena occurs as coarse-grained aggregates up to 5 cm in size in quartz gangue, partly replaced by cerussite. Cerussite forms massive and powdery aggregates replacing galena. It is orthorhombic, space group $Pm\bar{c}n$ with unit-cell parameters refined from X-ray powder diffraction data: a 5.1848(2), b 8.5001(3), c 6.1478(2) Å and V 270.937(13) Å³. Kasolite forms globular aggregates covering the area up to several cm². It is monoclinic, space group $P2_1/c$, the unit-cell parameters refined from X-ray powder diffraction data are: a 6.7133(6), b 6.9516(8), c 13.2666(14) Å, β 104.156(8)° and V 600.33(11) Å³. The chemical analyses of kasolite correspond to the empirical formula $Pb_{1.12}Fe_{0.03}Ca_{0.02}K_{0.01}(UO_2)_{1.11}(SiO_4)_{1.00} \cdot H_2O$ on the base of $Si = 1$ apfu. The Bezděkov ore occurrence belongs to the shear-zone hosted uranium mineralisation. The discovered mineralization originated by the weathering of galena and uraninite in conditions of supergene zone *in-situ*.

Key words: kasolite, cerussite, galena, Bezděkov ore occurrence, supergene mineralization, X-ray powder data, unit-cell parameters, chemical composition, Czech Republic

Obdrženo 14. 10. 2024; přijato 6. 12. 2024

Úvod

Uranový výskyt Bezděkov je součástí širší oblasti označované jako západočeská rudní oblast. Toto území hostí několik významných ložisek uranu jako je například Zadní Chodov, Vítkov II, Dyleň nebo Svatá Anna. Uranový výskyt Bezděkov se nachází zhruba 4 km severovýchodně od významnějšího výskytu Ostrov (který bývá označován také jako Bor). V rámci výzkumu haldového materiálu pravděpodobně pocházejícího ze šurfu č. 4 (4/73-z) byl zjištěn zajímavý výskyt primární mineralizace reprezentované masivním galenitem místy přeměněným na cerusit. Dále byly zjištěny blíže nespecifikované uranové slídy vzhledově odpovídající (meta)autunitu a (meta)torbernitu a kulovitý kasolit. Výskytu Pb-mineralizace a kasolitu je věnován tento příspěvek.

Uranová mineralizace je v oblasti Tachovska obvykle vázána na rozsáhlé tektonické zóny vyvinuté jak v horninách pestré skupiny moldanubika v okolí borského masivu, tak i přímo v granitoidech tohoto masivu (ložisko Vítkov II). Převažujícím typem je vtroušená a prožilkově vtroušená metasomatická mineralizace, zatímco žilně zrudnění je zřetelně vzácnější (Arapov et al. 1984).

Na ložisku Zadní Chodov, které patří mezi nejvýznamnější ložiska v této oblasti, byly zjištěny čtyři hlavní stádia alterace metasedimentů (Havelcová et al. 2020):

předrudní alterace, rudní alterace a dva typy porudní alterace spjaté s vývojem starší křemenné a mladší kalcitové mineralizace. Z křemenné mineralizace jsou známé minoritní výskytu uranových rud jako je brannerit, uraninit, nebo coffinit, zatímco mladší karbonátová mineralizace obsahuje kromě uraninitu také sulfidy (mj. i galenit), selenidy, fluorit a zeolity.

Supergenní uranová mineralizace se na Tachovsku v přípovrchových částech ložisek vyskytovala poměrně běžně, většinou je ve zprávách zmiňována jako výskytu „uranových slíd“. Sejkora a Vavřín (2014) podrobně studovali vzorky silikátů uranu z ložiska Vítkov II a fosfátů uranu z lokality Ostrov u Tachova. Kasolit v rámci těchto výzkumů nebyl zjištěn.

Charakteristika výskytu

Uranový výskyt Bezděkov se nachází ve východním exokontaktu borského masivu. Území je budováno horninami západního proterozoika intenzivně postiženými kontaktní metamorfózou, především amfibolity, svory a fylity. Uranové zrudnění tvoří drobné čočky vázané na struktury směru S - J příslušící mariánskolázeňskému zlomu s křemen-limonitovou výplní (Hnízdo 1993). Průzkum zjistil přítomnost dvou žil směru 10 - 25° a jedné příčné žily směru 170° o mocnosti kolem 10 cm. Z jejich výplně je uváděn

mylonit, limonit, křemen, kalcit, grafit, pyrit, galenit a uranové slídy (Pauliš 2007).

Drobný výskyt uranového zrudnění 100 m východně od obce Bezděkov byl zjištěn emanačním průzkumem v roce 1954. Zjištěná gama anomálie o délce 30 m a šířce 4 m směru S - J byla ověřena jednou podélnou a několika příčnými rýhami a následně v roce 1958 mělkou šachticí č. 128 o hloubce 7.5 m. Průzkum zastihl uranové zrudnění reprezentované blíže neurčenými uranovými slídkami a příčnou křemennou žílou s čočkou galenitu. Průzkum pokračoval v letech 1962 až 1964 vyhloubením 13 vrtů, z nichž šest zastihlo zrudnění nebilančního charakteru (Hrádek et al. 1967). Vrtový průzkum obnovený v letech 1973 - 1978 nepotvrdil pokračování uranového zrudnění do hloubky, což vedlo k definitivnímu ukončení průzkumu na lokalitě se závěrem, že se jedná pouze o nebilanční výskyt ve formě drobných čoček uranového zrudnění bez další perspektivy (Hnízdo 1993). Nevelké haldy šachtice

byly po ukončení průzkumu rozvlečeny a rekultivovány. V aplikaci České geologické služby (www.mapy.geology.cz) jsou zde uváděny šurfy č. 1 - 4 a šurf č. 128, jejichž hloubka ani v jednom případě nepřesahuje 15 m. Dnes jsou haldy po průzkumu na uranové rudy situovány v lesíku s kótou 516 m n. m. východně od obce Bezděkov a po provedené rekultivaci tvoří pás terénně velmi nevýrazných odvalů bez patrných ústí jednotlivých šurfů. Popisovaný materiál byl sbírán na severním konci tohoto pásma v místě šurfu č. 4 (obr. 1), haldový materiál je ale rozvlečen po celé ploše i z ostatních šurfů, takže příslušnost ke konkrétnímu důlnímu dílu není možné jednoznačně určit.

Vzhledem k současnému stavu lokality nebylo možné ověřit průběh, mocnost a strukturu žil *in-situ* a současný výzkum byl odkázán na nehojné úlomky žiloviny z rozvlečených hald šurfů, při kterém byly zjištěny dva typy zrudnělé žiloviny.

První typ je reprezentován úlomky křemen-galenitové žiloviny o mocnosti až 5 cm. Drobně krystalovaný křemen tvoří převážně okrajové partie žil s výplní tvořenou masivním galenitem páskované/vláknité struktury, který je často částečně či zcela přeměněn na cerusit. Na tento typ žiloviny je vázán výskyt kasilitu, který lokálně prorůstá masivním cerusitem a narůstá na pukliny okolních hornin, převážně svorů.

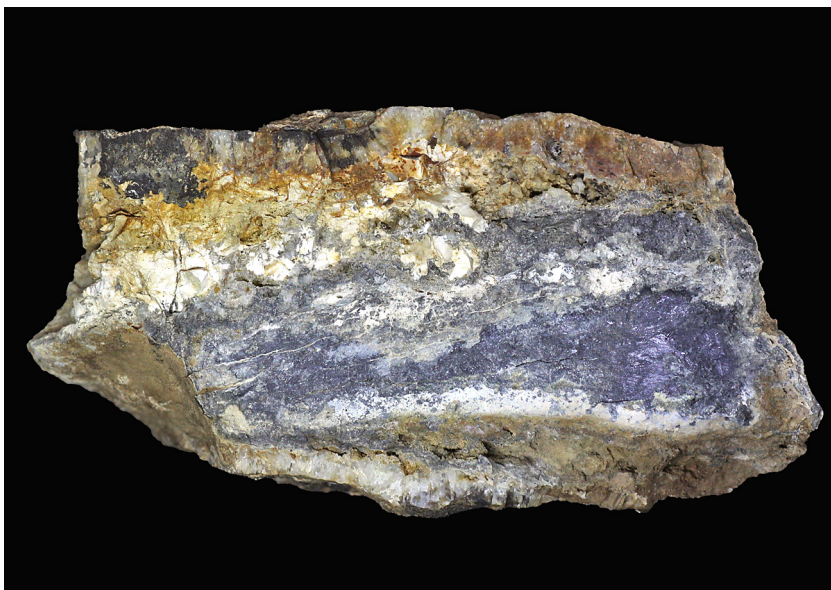
Druhý, blíže nestudovaný, typ materiálu je reprezentován křemen-mylonitovou drťí hojně prorostlou povlaky uranových slídk. Podle vzhledu a luminiscence v dlouhovlnném UV záření (365 nm) jsou zde přítomny meta/autunit jako nehojné drobné šupinkovité krystaly žlutozelené barvy o velikosti do 1 mm na puklinách hornin blízkým svorům a hojnější meta/torbernit, který tvoří povlaky zelené barvy na ploše několika cm², vzácněji též drobné tence tabulkovité krystaly o velikosti do 0.5 mm. Na jednom vzorku byl nalezen i opál (hyalit) v podobě bezbarvého čirého povlaku s typicky ledvinitým povrchem na ploše cca 1 cm², který vykazuje zřetelnou zelenou luminiscenci.

Metodika výzkumu

Rentgenová prášková difrakční data studovaných minerálů byla získána pomocí práškového difraktometru Bruker D8 Advance s polovodičovým pozičně citlivým detektorem LynxEye za užití CuK α záření (40 kV, 40 mA). Práškové preparáty byly nanášeny v acetonové suspenzi na nosič zhotovený z monokrystalu křemíku a následně pak byla pořizována difrakční data ve step-scanning režimu (krok 0.01°, načítací čas 8 s/krok detektoru, celkový čas experimentu cca 15 hod.). Získaná data byla vyhodnocena pomocí softwaru ZDS pro DOS (Ondruš 1993) za použití profilové funkce Pearson VII.



Obr. 1 Pozůstatky odvalů v místě šurfu č. 4. Bezděkov. Stav v roce 2024. Foto J. Kristek.



Obr. 2 Agregáty galenitu v křemenné žíle intenzívně zatlačované bílým a šedým cerusitem. Šířka záběru 8.5 cm. Foto J. Kristek.

Tabulka 1 Chemické složení galenitu z Bezděkova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pb	86.53	86.00	85.95	86.72	86.21	86.71	86.82	86.34	87.01	86.65	86.58	86.80
In	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00
Sb	0.02	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
S	13.68	13.66	13.73	13.61	13.71	13.65	13.73	13.66	13.82	13.63	13.61	13.71
Cl	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.06	0.00	0.07
Total	100.29	99.83	99.75	100.33	99.92	100.36	100.61	100.05	100.89	100.40	100.25	100.66
Pb	0.988	0.985	0.983	0.993	0.986	0.991	0.989	0.987	0.985	0.989	0.992	0.987
In	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
Sb	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
S	1.010	1.011	1.015	1.007	1.014	1.009	1.010	1.009	1.011	1.006	1.007	1.007
Cl	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.004	0.000	0.005

Mean - průměr 11 chemických analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi 2 apfu.

Tabulka 2 Rentgenová prášková data cerusitu z Bezděkova

$d_{obs.}$	$l_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$l_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$l_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
4.428	15.1	4.426	1	1	0	2.0086	27.4	2.0084	0	4	1	1.5369	2.6	1.5369	0	0	4
4.253	9.7	4.250	0	2	0	1.9819	15.5	1.9817	2	0	2	1.5036	7.2	1.5037	2	2	3
3.593	100.0	3.592	1	1	1	1.9332	36.6	1.9331	1	3	2	1.4833	2.8	1.4834	3	1	2
3.497	63.7	3.496	0	2	1	1.8597	23.1	1.8596	1	1	3	1.4753	10.2	1.4754	3	3	0
3.075	23.7	3.074	0	0	2	1.8460	13.0	1.8459	0	2	3	1.4518	4.1	1.4519	1	1	4
2.891	2.6	2.891	0	1	2	1.7961	5.9	1.7961	2	2	2	1.4492	2.8	1.4493	2	4	2
2.645	2.1	2.644	1	0	2	1.7480	3.8	1.7480	0	4	2	1.4452	1.9	1.4453	0	2	4
2.593	15.0	2.592	2	0	0	1.6936	3.2	1.6936	3	1	0	1.4298	3.8	1.4300	1	5	2
2.525	20.4	2.525	1	1	2	1.6435	3.3	1.6434	2	4	0	1.4166	3.4	1.4167	0	6	0
2.4867	40.1	2.4863	1	3	0	1.6328	12.6	1.6328	3	1	1	1.3301	7.5	1.3302	3	3	2
2.2133	10.8	2.2132	2	2	0	1.6153	2.7	1.6154	1	5	0	1.3220	3.4	1.3221	2	0	4
2.1253	3.8	2.1250	0	4	0	1.5876	13.2	1.5877	2	4	1						
2.0825	38.1	2.0823	2	2	1	1.5623	13.6	1.5624	1	5	1						

Tabulka 3 Parametry základní cely cerusitu (pro ortorombickou prostorovou grupu Pmcn)

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Bezděkova	tato práce	5.1848(2)	8.5001(3)	6.1478(2)	270.937(13)
Tsumeb	Ye et al. (2012)	5.1820(4)	8.4953(9)	6.1436(5)	270.46(4)
synt.	Antao, Hassan (2009)	5.18324(2)	8.49920(3)	6.14746(3)	270.817(2)
Příbram	Chevrier et al. (1992)	5.179(1)	8.492(3)	6.141(2)	270.08
Ratibořské Hory	Vrtiška et al. (2019)	5.1835(4)	8.5011(7)	6.1464(5)	270.84(4)
Banská Štiavnica	Števko et al. (2018)	5.176(3)	8.491(4)	6.143(3)	270.0(2)
Hodruša-Hámre	Števko et al. (2016)	5.1785(7)	8.4896(11)	6.1396(8)	269.91(6)
Čavoj	Števko et al. (2015)	5.189(1)	8.507(2)	6.152(1)	271.56(9)
Jáchymov	Sejkora et al. (2011)	5.173(2)	8.487(2)	6.135(2)	269.3(2)
Valaská Belá	Števko et al. (2008)	5.175(2)	8.486(2)	6.136(2)	269.5(1)

Tabulka 4 Chemické složení cerusitu z Bezděkova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6
Na ₂ O	0.42	0.77	1.18	0.56	0.00	0.00	0.00
CaO	0.35	0.62	0.65	0.62	0.10	0.06	0.06
PbO	83.53	83.00	83.03	83.45	83.74	84.37	83.58
SO ₃	0.15	0.28	0.38	0.24	0.00	0.00	0.00
CO ₂ *	16.97	17.25	17.50	17.25	16.60	16.70	16.50
total	101.42	101.92	102.74	102.12	100.44	101.13	100.14
Na	0.034	0.061	0.090	0.045	0.000	0.000	0.000
Ca	0.016	0.027	0.027	0.027	0.005	0.003	0.003
Pb	0.950	0.912	0.882	0.928	0.995	0.997	0.997
S	0.005	0.009	0.011	0.007	0.000	0.000	0.000
C	0.978	0.961	0.943	0.973	1.001	1.001	0.998

Mean - průměr šesti bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi Σ kationtů = 1 apfu. Obsah CO₂* byl dopočítán na základě nábojové bilance.

Zjištěná rentgenová prášková data byla indexována na základě teoretického záznamu vypočteného programem Lazy Pulverix (Yvon et al. 1977) z publikovaných krystalových strukturních dat, parametry základních cel pak byly následně zpřesněny pomocí programu Burnhama (1962).

Chemické složení minerálů bylo kvantitativně studováno pomocí elektronového mikroanalyzátoru Cameca SX100 (Národní muzeum, Praha, analytik P. Škácha) ve vlnově disperzním modu. Sulfidy (galenit) byly měřeny za použití urychlovacího napětí 25 kV, proudu svazku 20 nA a při průměru svazku 0.7 μm . Použité standardy a analytické čáry: Ag (AgLa), Au (AuMa), Bi_2Se_3 (BiM β), CdTe (CdLa), Co (CoKa), CuFeS_2 (CuKa, SKa), FeS_2 (FeKa), GaAs (GaLa), Ge (GeLa), HgTe (HgLa), Tl(Br,I) (TlLa), InAs (InLa), Mn (MnKa), NaCl (ClKa), NiAs (AsL β), Ni (NiKa), PbS (PbMa), PbSe (SeL β), PbTe (TeLa), Sb_2S_3 (SbLa), Sn (SnLa) a ZnS (ZnKa).

Cerusit byl měřen při urychlovacím napětí 15 kV, proudu svazku 5 nA a průměru elektronového svazku 2 μm . Použité standardy a analytické čáry: albit (NaKa), hematit (FeKa), baryt (BaLa), celestin (SKa, SrL β), Co (CoKa), diopsid (MgKa), fluorapatit (PKa), chalkopyrit (CuKa), rodonit (MnKa), sanidin (AlKa), wollastonit (SiKa, CaKa), wulfenit (PbMa) a ZnO (ZnKa). Kasolit pak při urychlovacím napětí 15 kV, proudu svazku 5 nA a průměru elektronového svazku 10 μm . Použité standardy a analytické čáry: albit (NaKa), hematit (FeKa), baryt (BaLa), Bi (BiMa), BN (NKa), celestin (SKa, SrL β), Co (CoKa), diopsid (MgKa), fluorapatit (CaKa, PKa), halit (ClKa), chalkopyrit (CuKa), Cr_2O_3 (CrKa), klinoklas (AsLa), LiF (FKa), rodonit (MnKa), sanidin (AlKa, SiKa, KKa), UO_2 (UMa), vanadinit (VKa), wulfenit (PbMa, MoLa), YVO_4 (YLa) a ZnO (ZnKa). Obsahy výše uvedených měřených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.03 - 0.15 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití algoritmu PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

ně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (cca 0.03 - 0.15 hm. % pro jednotlivé prvky). Získaná data byla korigována za použití algoritmu PAP (Pouchou, Pichoir 1985).

Výsledky

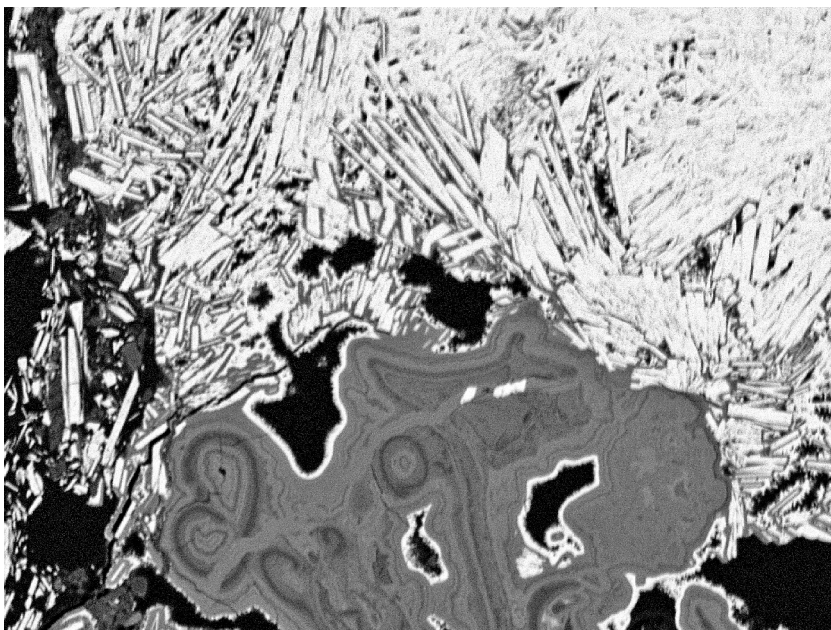
Galenit tvoří masivní, až 5 cm mocné výplně křemen-galenitových žil zpravidla výrazně páskované až stébelnaté struktury. Na všech nalezených vzorcích byl do různé míry zatlačován práškovitým nebo celistvým cerusitem (obr. 2). Galenit je mladší než křemen, tvoří středy žilných výplní. V BSE obraze je galenit homogenní, bez patrné zonality, což je v souladu s výsledky chemických analýz. Kromě dominantního Pb a S, byly zjištěny pouze velmi nízké obsahy In, Sb a Cl (tab. 1).

Křemen je převládajícím minerálem žiloviny, kde tvoří masivní agregáty mléčné barvy a vzácné drobné sloupcovité krystaly o velikosti až 2 mm v drúzových dutinách. Křemen je starší než galenit a tvoří okraje žil.

Cerusit je na lokalitě poměrně hojným minerálem. Ve formě bílých práškovitých agregátů intenzivně zatlačuje galenit, dále tvoří prakticky monominerální, jemně krystalické žíly o mocnosti až 5 cm s typicky silně skelným leskem, zcela zjevně vzniklé přeměnou původních galenitových agregátů ve více oxidovaných partiích rudního výskytu. V dutinách těchto žil se zřídka vyskytly dobře vyvinuté, krátce sloupcovité krystaly cerusitu velikosti do 1 mm. Místy se cerusit vyskytl také ve formě povlaků a zrnitých agregátů na puklinách svorů v asociaci s kasolitem. Všechny formy zdejšího cerusitu se vyznačují poměrně intenzivní luminiscencí žlutooranžové barvy v dlouhovlnném UV záření vlnové délky 365 nm. V BSE obraze je cerusit často pórovitý.



Obr. 3 Souvislé povlaky sytě žlutého polokulovitého kasolitu narůstajícího na poruchu v hornině. Šířka záběru 14 mm. Foto J. Kristek.



Obr. 4 Jehlicovité krystaly kasolitu (bílý) narůstající na kolomorfní oxidy Fe, místy se zvýšenými obsahy Pb (různé odstíny šedé); oxidy Fe jsou lokálně lemovány slabým povlakem minerálu řady mimetit - pyromorfit (bílý); šířka obrázku je 400 μm , BSE foto P. Škácha.

Tabulka 5 Rentgenová prášková data kasolitu z Bezděkova

$d_{obs.}$	$l_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$l_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l	$d_{obs.}$	$l_{obs.}$	$d_{calc.}$	h	k	l
6.522	42.1	6.509	1	0	0	2.4803	2.0	2.4797	2	1	2	1.8797	1.6	1.8800	0	3	4
6.453	5.9	6.432	0	0	2	2.4669	1.6	2.4667	1	1	4	1.8754	2.9	1.8755	-3	2	2
6.126	2.9	6.116	0	1	1	2.4612	0.6	2.4614	-2	1	4	1.8495	3.2	1.8496	3	1	2
5.271	3.6	5.264	-1	0	2	2.4143	2.0	2.4145	-2	2	1	1.8407	1.7	1.8406	3	2	0
4.752	1.3	4.752	1	1	0			2.4128	0	1	5	1.8247	1.0	1.8248	0	2	6
4.726	1.2	4.721	0	1	2	2.3765	0.7	2.3758	2	2	0	1.7455	0.9	1.7456	2	3	2
4.223	7.7	4.219	1	1	1	2.3690	1.3	2.3683	1	2	3	1.7402	2.6	1.7411	1	3	4
4.200	6.4	4.197	-1	1	2	2.3600	0.8	2.3590	-1	2	4			1.6783	-4	0	2
4.104	9.9	4.101	1	0	2	2.1806	4.1	2.1801	0	3	2	1.6781	9.5	1.6786	-1	4	1
3.652	0.5	3.650	0	1	3	2.1701	9.4	2.1698	3	0	0	1.6575	1.2	1.6583	-1	0	8
3.534	11.8	3.532	1	1	2	2.1432	0.7	2.1440	0	0	6	1.6272	1.1	1.6274	4	0	0
3.512	4.0	3.510	-1	1	3	2.1239	2.4	2.1242	-3	1	1	1.6198	1.0	1.6201	-4	1	1
3.478	1.2	3.476	0	2	0	2.1208	0.6	2.1213	-3	1	2	1.5960	0.8	1.5965	-1	3	6
3.358	2.4	3.355	0	2	1	2.1098	1.5	2.1102	1	1	5	1.5659	0.7	1.5664	-3	2	6
3.257	100.0	3.255	2	0	0			2.1095	2	2	2	1.5322	0.3	1.5330	2	4	0
3.243	33.2	3.241	-2	0	2	2.1012	0.5	2.1015	1	2	4	1.4780	0.8	1.4779	3	3	2
3.217	5.1	3.216	0	0	4	2.0714	3.2	2.0713	3	1	0	1.4737	0.8	1.4738	4	2	0
		3.212	-1	0	4	2.0494	1.4	2.0487	0	1	6	1.4663	0.5	1.4668	2	2	6
3.068	12.7	3.066	1	2	0	2.0329	1.2	2.0334	-2	0	6	1.4593	3.0	1.4594	0	2	8
2.918	12.0	2.919	0	1	4	1.9740	1.9	1.9739	3	1	1	1.4586	1.4	1.4579	-2	2	8
		2.916	-1	1	4	1.9665	4.1	1.9668	2	1	4	1.4496	0.6	1.4500	-4	1	6
2.902	2.4	2.901	-1	2	2	1.9621	2.0	1.9623	-3	1	4	1.3986	0.4	1.3988	-3	3	6
2.745	2.7	2.744	2	1	1	1.9511	1.1	1.9516	-2	1	6	1.3827	0.3	1.3831	4	1	3
2.728	2.0	2.727	-2	1	3	1.9246	0.5	1.9251	-2	2	5	1.3669	1.0	1.3671	3	0	6
2.701	0.7	2.700	0	2	3	1.9188	2.6	1.9188	3	0	2	1.3301	0.8	1.3299	3	3	4
2.655	3.1	2.654	2	0	2	1.9023	1.7	1.9028	1	0	6	1.3022	1.5	1.3019	5	0	0
	1.3	2.632	-2	0	4	1.8853	1.5	1.8850	-2	3	2						

Tabulka 6 Parametry základní cely kasolitu (pro monoklinickou prostorovou grupu P2₁/c)

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	β [°]	V [Å ³]
Bezděkov	tato práce	6.7133(6)	6.9516(8)	13.2666(14)	104.156(8)	600.33(11)
Shinkolobwe	Rosenzweig, Ryan (1977)	6.704(2)	6.932(2)	13.252(7)	104.2	597.0
Swambo K1Hy	Fejfarová et al. (2013)	6.7048(2)	6.9400(2)	13.2402(3)	104.091(2)	597.55(2)
Swambo K1S	Fejfarová et al. (2013)	6.7050(3)	6.9257(2)	13.2857(5)	105.064(4)	595.74(3)
Musonoi	Fejfarová et al. (2013)	6.7071(2)	6.9351(2)	13.2488(3)	104.153(2)	597.55(2)
Katanga	Huynen et al. (1963)	6.660	6.960	13.230	104.0	595
Horní Halže	Sejkora et al. (2007)	6.738(2)	6.977(2)	13.271(4)	104.28(3)	604.6(4)
Příbram	Škácha, Sejkora (2001)	6.701(1)	6.950(2)	13.258(4)	104.20(2)	599.1(3)
Medvědin	Plášil et al. (2009)	6.707(2)	6.887(5)	13.247(4)	104.09(3)	593.5(5)
Zborovy-Nicov	Sejkora et al. (2013)	6.716(2)	6.924(5)	13.256(6)	104.17(3)	597.6(5)

Tabulka 7 Chemické složení kasolitu z Bezděkova (hm. %)

	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K ₂ O	0.05	0.05	0.07	0.11	0.14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
CaO	0.13	0.17	0.14	0.12	0.14	0.11	0.11	0.08	0.13	0.12	0.16
FeO	0.36	0.00	0.21	0.00	0.14	0.31	0.40	0.56	0.62	0.63	0.70
PbO	36.18	36.36	36.24	35.36	36.00	36.36	36.07	37.82	34.85	36.49	36.25
SiO ₂	8.73	8.62	8.46	8.88	7.92	8.34	8.76	9.09	9.49	8.66	9.07
UO ₃	46.00	46.46	44.52	44.80	47.55	47.15	46.37	46.19	46.22	45.32	45.39
H ₂ O*	2.62	2.58	2.54	2.66	2.37	2.50	2.63	2.73	2.85	2.60	2.72
total	94.06	94.24	92.18	91.93	94.26	94.83	94.34	96.47	94.16	93.82	94.34
K	0.007	0.007	0.011	0.016	0.023	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
Ca	0.016	0.021	0.018	0.014	0.019	0.014	0.013	0.009	0.015	0.015	0.019
Fe	0.034	0.000	0.021	0.000	0.015	0.031	0.038	0.052	0.055	0.061	0.065
Pb	1.116	1.136	1.153	1.072	1.224	1.174	1.108	1.120	0.989	1.134	1.076
Si	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
U	1.107	1.132	1.105	1.060	1.261	1.188	1.112	1.067	1.023	1.099	1.051
H ₂ O	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Mean - průměr 10 bodových analýz; koeficienty empirického vzorce počítány na bázi Si = 1 apfu. Obsah H₂O* byl dopočítán na základě stechiometrie.

V jednom případě byl zjištěn v cerusitu zhruba 100 mm velký nepravidelný nehomogenní agregát blíže neurčené supergenní fáze obsahující Pb, Sb, Si a Fe, který může indikovat výskyt primární Sb-mineralizace. Rentgenová prášková data cerusitu (tab. 2) jsou ve shodě s publikovanými údaji, zpřesněné parametry jeho základní cely jsou v tabulce 3 porovnány s publikovanými údaji pro tento minerální druh. Při studiu chemického složení cerusitu byly zjištěny obsahy Na (až 0.09 *apfu*), Ca a S, které mohou náležet heterogenním příměsím. Chemické složení cerusitu z Bezděkova je uvedené v tabulce 4.

Kasolit na lokalitě pokrývá pukliny svorů, méně často se vyskytuje v žilách tvořených cerusitem. Na puklinách svorů tvoří jednotlivé, až 1 mm velké, radiálně paprscité agregáty a souvislé hroznovité povlaky pokrývající plochu až několik cm^2 sytě žluté barvy a skelného lesku (obr. 3). Ojedinele tvoří také jednotlivé drobné dobře vyvinuté sloupcovité krystaly. V asociaci s cerusitem tvoří masivní agregáty žluté barvy velikosti až 1 cm, vzácně také dobře vyvinuté sloupcovité krystaly o velikosti do 0.5 mm v dutinách cerusitu. V BSE obraze je kasolit homogenní a tvoří až 150 μm dlouhé jehlicovité krystaly skládající paprscité agregáty (obr. 4), někdy narůstající na několik μm silné lemy blíže neurčeného minerálu řady mimetit-pyromorfit, které pokrývají kolomorfní agregáty *limonitu* s minoritními obsahy Pb, U, Al a Si. Rentgenový práškový záznam kasolitu (tab. 5) dobře odpovídá publikovaným datům pro tuto minerální fázi; zjištěné intenzity difrakčních maxim se však výrazně odlišují od intenzit vypočtených z monokrystalových strukturálních dat kasolitu (Rosenzweig, Ryan 1977; Fejfarová et al. 2013). Tento jev je pravděpodobně vyvolán významnou přednostní orientací typu *h00* a dalšími texturními efekty; podobná situace byla pozorována prakticky u všech studovaných přírodních vzorků kasolitu (např. Škacha, Sejkora 2001; Sejkora et al. 2007, 2013; Plášil et al. 2009). Zpřesněné parametry základní cely kasolitu z lokality Bezděkov jsou v tabulce 6 porovnány s publikovanými údaji pro tuto minerální fázi. Při studiu chemického složení kasolitu byly vedle hlavních prvků zjištěny minoritní obsahy K, Fe a Ca; zvláště obsahy Fe mohou náležet heterogenním příměsím. Chemické složení kasolitu z Bezděkova je uvedeno v tabulce 7. Jeho empirický vzorec (průměr 10 bodových analýz) lze na bázi Si = 1 *apfu* vyjádřit jako $\text{Pb}_{1.12}\text{Fe}_{0.03}\text{Ca}_{0.02}\text{K}_{0.01}(\text{UO}_2)_{1.11}(\text{SiO}_4)_{1.00} \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Závěr

V materiálu pocházejícím z odvalu šurfu č. 4 na malém uranovém výskytu Bezděkov v Tachovské oblasti byla zjištěna Pb-U mineralizace. V křemenné žilovině vystupuje poměrně hojný hrubozrnný galenit společně s cerusitem, který jej intenzivně zatlačuje. Jak v žilovině, tak i puklinách okoložilných hornin vystupuje kasolit, který z této oblasti nebyl doposud popsán. Uvedená data rozšiřují informace o výskytech minerálů na uranových ložiskách vázaných na poruchové zóny. Výskyt supergenní mineralizace je možné vztáhnout ke zvětrávání *in-situ* galenitu a uraninitu v přípovrchových podmínkách zemské kůry.

Poděkování

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury ČR v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2024-2028/1.II.a, 00023272).

Literatura

- ARAPOV JA A KOLEKTIV (1984) Československá ložiska uranu. 1-368. Československý uranový průmysl, Praha
- ANTAO SM, HASSAN I (2009) The orthorhombic structure of CaCO_3 , SrCO_3 , PbCO_3 and BaCO_3 : linear structural trends. *Can Mineral* 47(5): 1245-1255
- BURNHAM CHW (1962) Lattice constant refinement. *Carnegie Inst Washington Year Book* 61: 132-135
- FEJFAROVÁ K, DUŠEK M, PLÁŠIL J, ČEJKA J, SEJKORA J, ŠKODA R (2013) Reinvestigation of the crystal structure of kasolite, $\text{Pb}[(\text{UO}_2)(\text{SiO}_4)](\text{H}_2\text{O})$. *J Nucl Mat* 434: 461-467
- HAVELCOVÁ M, MACHOVIČ V, RENÉ M, SÝKOROVÁ I, LAPČÁK L, ŠPALDOŇOVÁ A (2020) Geochemistry of shear zone-hosted uranium mineralisation at the Zadní Chodov uranium deposit (Bohemian Massif). *Ore Geol Rev* 120: 103428
- HNÍZDO E (1993) Zkrácená zpráva o výsledcích vrtného průzkumu na uran úseku Bezděkov: 2-3. MS Geofond
- HRÁDEK J, STÁRA S, STUDNIČNÁ B, SYKA J., SVOBODA P (1967) Závěrečná zpráva o geologickém průzkumu v oblasti borského masivu: 400. MS Geofond
- HUYNEN AM, PIRET-MEUNIER J, VAN MEERSSCHE M (1963) Structure de la kasolite. *Bull Cl Sci (Acad roy Belg)* 49: 192-201
- CHEVRIER G, GIESTER G, HEGER G, JAROSCH D, WILDNER M, ZEMANN J (1992) Neutron single-crystal refinement of cerussite, PbCO_3 , and comparison with other aragonite-type carbonates. *Zeit Krist* 199(1-4): 67-74
- ONDRUŠ P (1993) ZDS - A computer program for analysis of X-ray powder diffraction patterns. *Materials Science Forum*, 133-136, 297-300, EPDIC-2. Enschede
- PAULIŠ P (2007) Uranové minerály České republiky a jejich naleziště 1. část: 82-83
- PLÁŠIL J, SEJKORA J, ČEJKA J, ŠKACHA P, GOLIÁŠ V (2009) Supergene mineralization of the Medvědin uranium deposit, Krkonoše Mountains, Czech Republic. *J Geosci* 54: 15-56
- POUCHOU JL, PICOIR F (1985) "PAP" ($\phi\rho Z$) procedure for improved quantitative microanalysis. In: *Microbeam Analysis* (ARMSTRONG JT, ed.). San Francisco Press, San Francisco: 104-106
- ROSENZWEIG A, RYAN RR (1977) Kasolite, $\text{Pb}(\text{UO}_2)(\text{SiO}_4)(\text{H}_2\text{O})$. *Crystal Struct Comm* 6: 617-621
- SEJKORA J, VAVŘÍN I (2014) Vybrané supergenní minerály uranu z tachovské rudní oblasti (Česká republika). *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha)* 22(1): 123-130
- SEJKORA J, ČEJKA J, ŠREIN V (2007) Supergene uranium mineralization from Horní Halže near Mědenec (Krušné hory Mountains), Czech Republic. *J Geosci* 52: 199-210
- SEJKORA J, PLÁŠIL J, CÍSAŘOVÁ I, ŠKODA R, HLOUŠEK J, VESELOVSKÝ F, JEBAVÁ I (2011) Interesting supergene Pb-rich mineral association from the Rovnost mining field, Jáchymov (St. Joachimsthal), Czech Republic. *J Geosci* 56: 257-271
- SEJKORA J, LITOHLEB J, ČEJKA J, ČERNÝ P (2013) Výskyt silikátů uranuly (weeksit, kasolit) na uranovém rudním výskytu Zborovy - Nicov u Plánice (Česká republika). *Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha)* 21(1): 37-46

- ŠKÁCHA P, SEJKORA J (2001) Kasolit z Jánské žíly, Březové Hory, Příbram. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 9: 272-273
- ŠTEVKO M, OZDÍN D, BAČÍK P, PRŠEK J, GRAMBLIČKA R (2008) Sekundárne minerály z polymetalickej mineralizácie pri Valaskej Belej, Slovenská republika. Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 16: 177- 184
- ŠTEVKO M, TUČEK P, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R (2016) Supergénne minerály z Novej Anton žily, Hodruša-Hámre, Štiavnické vrchy (Slovenská republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 24(2): 183-193
- ŠTEVKO M, GRAMBLIČKA R, MALÍKOVÁ R (2015) Nové údaje o supergénnych mineráloch z polymetalického ložiska Čavoj, Strážovské vrchy (Slovenská republika). Bull mineral-petrolog Odd Nár Muz (Praha) 23(1): 63-74
- ŠTEVKO M, SEJKORA J, MALÍKOVÁ R (2018) Nové údaje o supergénnych mineráloch z ložiska Banská Štiavnica (Slovenská republika). Bull Mineral Petrolog 26(1): 90-101
- VRTIŠKA L, MALÍKOVÁ R, DOLNÍČEK Z, SEJKORA J (2019) Pyromorfit, kintoreit a cerusit z historického Ag-Pb-Zn ložiska Ratibořské Hory (Česká republika). Bull Mineral Petrolog 27(2): 394-410
- YE Y, SMYTH JR, BON, P (2012) Crystal structure and thermal expansion of aragonite-group carbonates by single-crystal X-ray diffraction. Am Mineral 97(4): 707-712
- YVON K, JEITSCHKO W, PARTHÉ E (1977) Lazy Pulverix, a computer program for calculation X-ray and neutron diffraction powder patterns. J Appl Cryst 10: 73-74