

NEOBVYKLÁ SN-MINERALIZACE Z NYF PEGMATITU U KLUČOVA; TŘEBÍČSKÝ MASIV, MOLDANUBIKUM

Unusual Sn-mineralisation from NYF pegmatite at Klučov; Třebíč Massif, Moldanubicum

Radek Škoda, Renata Čopjaková

Laboratoř elektronové mikroskopie a mikroanalýzy, ČGS a UGV PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: rskoda@sci.muni.cz

(23-44 Mor. Budějovice)

Key words: Třebíč Massif, NYF pegmatites, Sn-mineralisation, herzenbergite, stokesite, kassiterite

Abstract

Sn-mineralisation was found in the NYF pegmatite near Klučov, in the Třebíč Massif. It fills small veinlets in albitized graphic or blocky K-feldspar zone. Two different mineral assemblages were distinguished: herzenbergite-varlamoffite-stokesite-cassiterite and cassiterite-varlamoffite-tinzenite. Lathy herzenbergite I crystals up to 2 mm were formed during primary crystallization from late hydrothermal fluids and their chemical composition correspond to SnS with small amount of Cu and Fe. Varlamoffite and stokesite form fine grained aggregates and their textural relationships suggest replacement of herzenbergite.

Úvod

Sn-mineralizace bývá přítomna v některých typech pegmatitů. Hlavním Sn minerálem v granitických pegmatitech je obvykle kasiterit SnO_2 , z oxidů mohou být dále přítomny wodginit, ixiolit (Aurischio 2002, Černý a Ercit 1989) a nedokonale popsány varlamoffit (Smeds 1993). Jako Sn-silikáty jsou vzácně přítomny stokesit (Černý 1966, Čech 1961), brannockit, kristiansenit a další (Raade et al. 2002). Z borátů je popisován tusionit (Novák 1999). Z Sn-sulfidů jsou nejhojnější minerály z řady stannin-kesterit (např. Černý et al. 2001) Cu_2SnS_3 - $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. Herzenbergit, SnS se vyskytuje v granitických pegmatitech ojediněle. Zatím byl popsán pouze v pegmatitech z Viitaniemi ve Finsku (Lahti 1981) a v proterozoických pegmatitech severního-centrálního Švédska (Smeds 1993), kde vznikl na úkor kasiteritu. Samotný herzenbergit byl ojediněle zatlačován fází chemickým složením blízkou varlamoffitu.

V rámci moldanubických pegmatitů byly popsány vedle kasiteritu rovněž stokesit (Věžná a Ctidružice; Čech 1961, Černý 1966) a tusionit (Řečice; Novák 1999). Během studia akcesorických minerálů NYF pegmatitů třebíčského masivu (TM) jsme objevili zajímavou Sn-mineralizaci v pegmatitu u Klučova, které se budeme věnovat v tomto článku.

Geologická situace a popis pegmatitu

TM představuje jednu z největších intruzí durbachitických hornin spodnokarbonského stáří (Pb-Pb zirkon, 343 ± 6) v rámci moldanubika (Holub 1997). Jedná se o ultradraselné amfibol-biotitické syenity až melanosyenity uložené v moldanubických, vysoce metamorfovaných horninách (migmatity, biotit-silimanitické ruly) (Holub 1997).

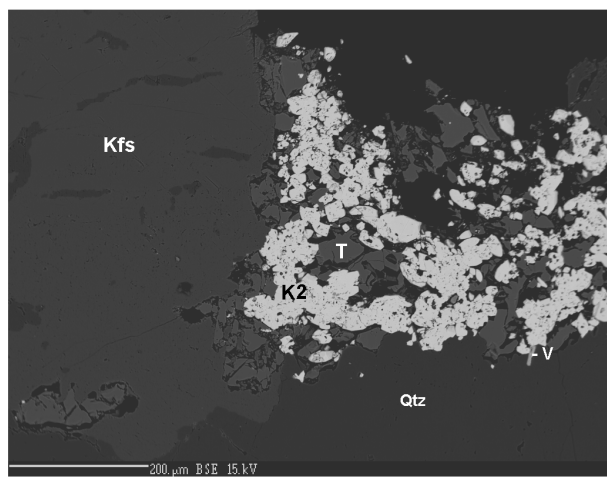
V rámci TM se vyskytují pegmatitová tělesa spadající podle klasifikace Černého (1991) do typu NYF pegmatitů.

Na základě chemického a minerálního složení a texturních znaků lze usuzovat na přímou genetickou spojitost s TM. Můžeme je dále rozdělit na dva subtypy, euxenitový a allanitový, přičemž pegmatity euxenitového subtypu jsou více frakcionovány než pegmatity allanitového subtypu. Pegmatity euxenitového subtypu tvoří čočkovitá tělesa s vyvinutou vnitřní zonálností. Při okraji je vyvinuta granitická zóna, dále je přítomna grafická zóna, blokovaná zóna a křemenné jádro. Mladší albitická jednotka je umístěna blízko křemenného jádra, občas zasahuje i do grafické zóny. Aplitická zóna je asymetricky umístěna mezi blokovanou a granitickou zónou. Vedle hlavních minerálů, křemen, K-živce (lokálně amazonit), plagioklas a biotit, jsou akcesoricky přítomny i allanit-(Ce), ilmenit, zirkon, rutil, pseudorutil, beryl, fenakit, Y,REE-Nb-Ta-Ti oxidy, titanit, turmalín a bástnesit (Novák a Jilemnická 1988, Staněk 1973, Čech 1957). Turmalín a titanit se nevyskytují spolu. Mezi pegmatity euxenitového subtypu spadá i pegmatit u Klučova (Škoda 2003).

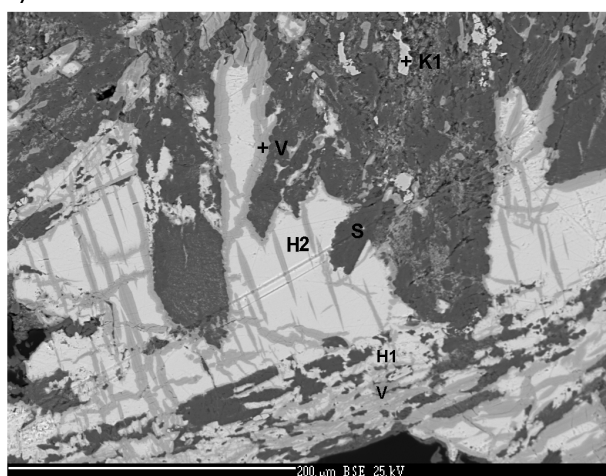
Úlomky a bloky popisovaného pegmatitu se vyskytují na agrikulturní haldě v blízkosti silniční odbočky z hlavní silnice mezi Třebíčí a Třebenicemi ke Klučovu. Podle velikosti nalezených bloků pegmatitu lze usuzovat na minimální mocnost tělesa kolem 1,5 m.

Metodika

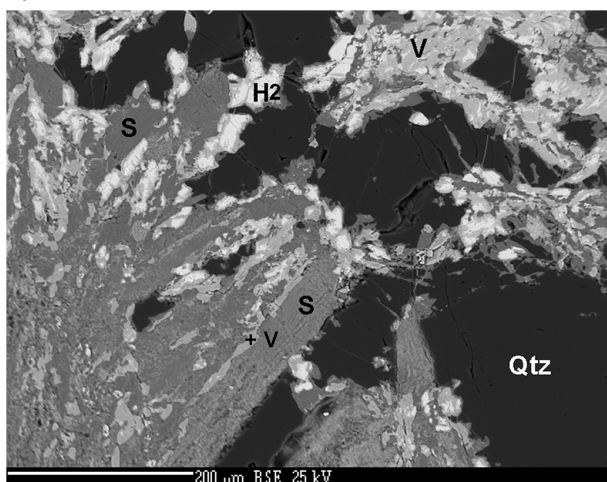
Analýzy chemického složení minerálů byly provedeny pomocí elektronové mikrosondy Cameca SX-100 (Laboratoř elektronové mikroskopie a mikroanalýzy, PřF MU a ČGS, Brno) za následujících podmínek: urychlovací napětí 15 kV pro oxidické fáze a 25 kV pro sulfidy, proud svazku 1–40 nA, velikost svazku 1–10 mm, načítací čas pro hlavní prvky byl 10–20 s a 30–40 s pro stopové prvky. Obsahy prvků byly přepočteny PAP korekcí (Pouchou a Pichoir, 1985). Oxidační stav Fe nebyl vzhledem ke zvolené metodice



a)



b)



c)

Obr. 1 – a) krystaly kasiteritu v asociaci s tinzenitem v dutině pegmatitu; b) drobné krystaly kasiteritu a herzenbergitu zatlačovaný varlamoffitem a stokesitem; c) K-kasiterit; H-herzenbergit; S-stokesit; V-varlamoffit; T-tinzenit; Qtz-křemen; Kfs-draselný živec.

Fig. 1 – a) crystals of cassiterite associated with tinzenite in pegmatite gangue; b) small crystals of cassiterite and herzenbergite replaced by varlamoffite and stokesite; c) K-cassiterite; H-herzenbergite; S-stokesite; V-varlamoffite; T-tinzenite; Qtz-quartz; Kfs-K-feldspar.

a nehomogenitě vzorku studován. U kasiteritu byl oxidační stav Fe spočítán na základě valečního vyrovnání. U varlamoffitu a stokesitu je Fe uvažováno jako Fe^{3+} .

Strukturní vlastnosti byly studovány na difrakto-metru Stadi-P (Stoe & Cie GmbH) v transmisním modu na UGV PřF MU v Brně za těchto podmínek: 30 kV, 40 mA, záření $Co\ K\alpha_1$, 111 Ge monochromátor. Vzhledem k charakteru vzorku nebylo možno studovat jednotlivé minerály samostatně, nýbrž pouze ve směsi.

Minerální asociace Sn-mineralizace

Sn-mineralizace vyplňuje drobné dutiny (do 2 cm) a trhliny v silně albitizované části grafické až blokové zóny s hojným turmalínem. Na základě studia byly vyčleněny dvě asociace:

1. herzenbergit-varlamoffit-stokesit-kasiterit I, II
2. kasiterit II-varlamoffit-tinzenit

Kasiterit I vytváří anhedrální až korodovaná zrna o maximální velikosti 20 μm .

Kasiterit II vytváří subhedrální krystaly do 20-100 μm velké. Jsou hnědavé barvy a mají skelný lesk (obr. 1a, b).

Herzenbergit I vytváří lištovitě krystaly dosahující velikosti až 2 mm a jejich srůsty, které jsou z velké části zatlačeny varlamoffitem a stokesitem. Samotný herzenbergit I se vyskytuje pouze v nepatrných reliktech. Má ocelově šedou barvu a kovový lesk (obr. 1b).

Herzenbergit II vyplňuje prostor mezi krystaly herzenbergitu I. Uzavírá doutníkovité uzavřeniny, které jsou svým chemismem blízké varlamoffitu. Nepodléhá tak silně alteraci jako herzenbergit I. Barva a lesk jsou stejné jako u herzenbergitu I (obr. 1b, c).

Varlamoffit, vznikající jako alterační produkt herzenbergitu I, vytváří nepravidelné útvary a shluky a vyskytuje se společně se stokesitem. Dále tvoří protáhlé uzavřeniny v herzenbergitu II. V BSE obraze je značně nehomogenní (obr. 1b, c).

Rovněž *stokesit* vzniká na úkor herzenbergitu, vyskytuje se společně s varlamoffitem v zemitéch až mikrokrytalických agregátech šedobílé barvy (obr. 1b, c).

Tinzenit vytváří anhedrální krystaly dosahující velikosti až 100 μm . V BSE obraze je relativně homogenní.

Chemické složení Sn-minerálů

Asociace herzenbergit-varlamoffit-stokesit-kasiterit

Kasiterit I je chemicky homogenní. Z minoritních prvků obsahuje zvýšené obsahy Ta_2O_5 kolem 3,0 hm.%, Nb_2O_5 0,6-0,7 hm.%, FeO přibližně 0,5 hm.% a TiO_2 kolem 0,1 hm.% (tab. 1, analýza 74).

Kasiterit II je v BSE obraze homogenní a chemicky se blíží teoretickému SnO_2 . Obsahuje pouze nízké koncentrace Ta a Nb.

Chemické složení *herzenbergitu II* odpovídá velice čistému SnS. *Herzenbergit I* je rovněž velmi čistý. Z ostatních prvků jež do jeho struktury vstupují a jsou nad mezí detekce, to je obvykle pouze Fe a Cu (oba do 0,007 apfu), ojediněle Mn. U herzenbergitu I vycházejí rovněž nižší analytické sumy (okolo 98 hm.%).

Chemické složení *stokesitu* výrazně kolísá od téměř čistého $Ca_2Sn_2Si_6O_{18}\cdot 4H_2O$ (tab. 1, analýza 49) až po složení

	stokesit		varlamoffit		kasiterit I		kasiterit II		herzenbergit I		herzenbergit II	
	bod 49	bod 39	bod 33	bod 43	bod 74	bod 71			bod 05	bod 02	bod 07	
SO ₃	0,02	0,11	0,24	0,07	WO ₃	0,13	0,00		Sn	78,12	78,39	78,85
PbO	0,13	0,76	2,79	1,51	Ta ₂ O ₅	2,90	0,23		Fe	0,249	0,02	0,03
SiO ₂	43,80	21,84	3,35	9,11	Nb ₂ O ₅	0,69	0,00		Pb		0,00	0,00
Na ₂ O	0,01	0,08	0,00	0,03	TiO ₂	0,10	0,06		Cu	0,228	0,00	0,00
CuO	0,04	0,00	0,20	0,05	SiO ₂	0,10	0,11		S	19,043	21,08	21,22
Al ₂ O ₃	0,03	0,98	0,00	2,73	ZrO ₂	0,00	0,00					
As ₂ O ₅	0,00	0,05	0,56	0,31	SnO ₂	94,07	98,83					
Fe ₂ O ₃	0,26	5,52	3,98	11,77	Sc ₂ O ₃	0,00	0,00					
ZnO	0,01	0,00	0,10	0,06	FeO	0,47	0,03					
Bi ₂ O ₃	0,09	0,05	0,03	0,17	MnO	0,00	0,00					
CaO	13,42	5,88	0,63	0,18	CaO	0,00	0,00					
SnO ₂	36,76	57,56	83,36	63,03								
K ₂ O	0,00	0,03	0,00	0,05								
MnO	0,20	0,12	0,15	0,00								
Total	94,77	92,98	95,39	89,07	Total	98,46	99,27		Total	97,64	99,57	100,19
S ⁶⁺	0,002	0,014	0,040	0,010	W ⁶⁺	0,007	0,000		Sn ⁴⁺	1,108	1,004	1,004
Pb ²⁺	0,005	0,036	0,168	0,084	Ta ⁵⁺	0,181	0,014		Fe ²⁺	0,007	0,001	0,001
Si ⁴⁺	5,979	3,835	0,747	1,864	Nb ⁵⁺	0,072	0,000		Pb ²⁺	0,000	0,000	0,000
Na ⁺	0,003	0,027	0,000	0,012	Ti ⁴⁺	0,017	0,010		Cu ²⁺	0,006	0,000	0,000
Cu ²⁺	0,004	0,000	0,033	0,008	Si ⁴⁺	0,023	0,025					
Al ³⁺	0,005	0,203	0,000	0,658	Zr ⁴⁺	0,000	0,000					
As ⁵⁺	0,000	0,005	0,066	0,033	Sn ⁴⁺	8,609	8,944					
Fe ³⁺	0,026	0,730	0,667	1,812	Sc ³⁺	0,000	0,000					
Zn ²⁺	0,001	0,000	0,017	0,009	Fe ²⁺	0,091	0,006					
Bi ³⁺	0,003	0,002	0,002	0,009	Mn ²⁺	0,000	0,000					
Ca ²⁺	1,963	1,106	0,150	0,040	Ca ²⁺	0,000	0,000					
Sn ⁴⁺	2,001	4,030	7,411	5,142								
K ⁺	0,000	0,007	0,000	0,013								
Mn ²⁺	0,023	0,018	0,028	0,000								
suma kat.	10,014	10,013	9,329	9,695	suma kat.	9,000	9,000		suma kat.	1,122	1,005	1,005
O	18,000	18,000	18,000	18,000	O	18,043	18,001		S	1,000	1,000	1,000

Tab. 1 – Chemické složení studovaných minerálů.
Tab. 1 – Chemical composition of studied minerals.

blízké fázi $\text{Ca}(\text{Fe,Pb})\text{Sn}_2\text{Sn}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{18-19}\cdot n\text{H}_2\text{O}$ (tab. 1, analýza 39). Při přepočtu na 18 kyslíků kolísá obsah Ca od 1,10 do 1,96 apfu, Fe 0,01–1,21 apfu, Pb 0,00–0,04 apfu. Sn je v rozsahu od 2,00 do 4,00 apfu. Si je v rozpětí od 3,84–6,02 apfu a Al od 0,00 do 0,20 apfu.

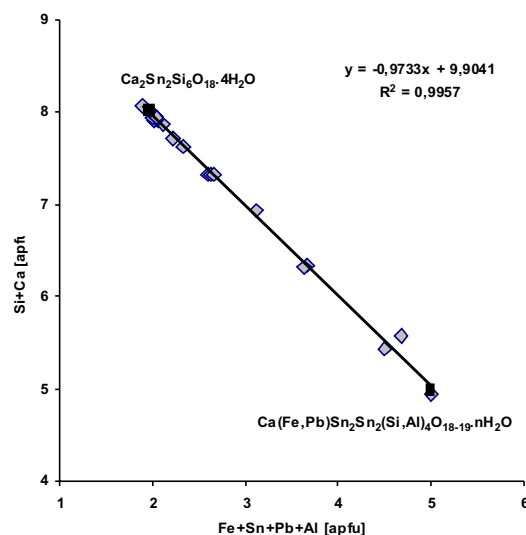
Varlamoffit má teoretické složení $(\text{Sn,Fe}^{3+})(\text{O,OH})_2$. V pegmatitech z Klučova vstupuje do varlamoffitu (tab. 1, analýzy 33 a 43) mimo Sn a Fe rovněž významné množství, Si, Al, v menší míře dále Ca a Pb.

Asociace kasiterit-varlamoffit-tinzenit

Kasiterit II v asociaci s tinzenitem obsahuje pouze malé množství Ta₂O₅ 0,15–0,85 hm.%, FeO do 0,2 hm.% a TiO₂ kolem 0,05 hm.% (tab. 1, analýza 71).

Varlamoffit se vyskytuje ve velmi malém množství a nebyl detailněji studován.

Chemismus *tinzenitu* se kolísá od téměř čistého tinzenitu směrem k manganaxinitu. Obsahy Ca se pohybují od 8,92 do 13,95 hm.% (0,92–1,43 apfu) a Mn od 17,96 do 24,26 hm.% (1,45–1,97 apfu). Zajímavé jsou relativně vysoké obsahy SnO₂ až 0,86 hm.% (0,03 apfu Sn).



Obr. 2 – Substituční mechanismus ve stokesitu. Šedé kosočtverce – analýzy stokesitu z Klučova. V grafu je černým čtvercem vyznačeno složení čistého stokesitu ($\text{Ca}_2\text{Sn}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) a teoretické složení fáze ($\text{Ca}(\text{Fe,Pb})\text{Sn}_2\text{Sn}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{18-19}\cdot n\text{H}_2\text{O}$) k němuž tato substituce směřuje. V grafu je uvedena rovnice regresní přímky.

Fig. 2 – Substitution mechanism of the stokesite. Gray diamonds-stokesite from Klučov. Black squares represent composition of the ideal stokesite ($\text{Ca}_2\text{Sn}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) and of the phase that the stokesite composition tends to ($\text{Ca}(\text{Fe,Pb})\text{Sn}_2\text{Sn}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{18-19}\cdot n\text{H}_2\text{O}$).

herzenbergit, syntet.		herzenbergit, Klučov	
D	Int.	D	Int.
4,035	40	4,034	9
3,423	50	-	-
3,244	65	3,246	30
2,931	70	2,902	100
2,835	100	2,834	60
2,797	50	2,796	28
2,305	50	2,304	19
2,289	6	2,281	27
2,165	3	-	-
2,125	25	2,122	28
2,024	35	2,024	11
1,992	50	1,991	15
1,875	45	1,874	9
1,786	25	-	-
1,779	35	1,774	20
1,722	40	1,725	10
1,713	17	1,712	17
1,695	19	-	-
1,689	16	-	-
1,623	35	-	-
1,556	8	1,542	14
1,519	4	1,522	7
1,466	7	-	-
1,454	30	1,454	7
1,450	22	1,450	7

Tab. 2 – Tabulka D-hodnot a intenzit pro syntetický herzenbergit a herzenbergit z NYF pegmatitu u Klučova.
Tab. 2 – Table of D-values and intensities for synthetic herzenbergite and herzenbergite from NYF pegmatite at Klučov.

Diskuse

Na základě RTG záznamu byla ve směsném vzorku potvrzena přítomnost kasiteritu, herzenbergitu a stokesitu (tab. 2 a 3). Varlamoffit nebyl identifikován, protože se nepodařilo získat jeho tabelované hodnoty, avšak v RTG záznamu zůstalo několik neidentifikovatelných piků.

Chemismus *kasiteritu I* z asociace s herzenbergitem vykazuje vyšší obsahy Ta a Nb, veškeré Fe vychází po přepočtu jako dvojmocné, což poukazuje na vstup Ta, Nb a Fe do struktury kasiteritu substitucí Fe^{2+} (Ta, Nb)₂Sn₃. Na základě vyšších obsahů Ta a Nb v kasiteritu v asociaci s herzenbergitem, lze předpokládat jeho vznik za vyšších teplot než u *kasiteritu II*.

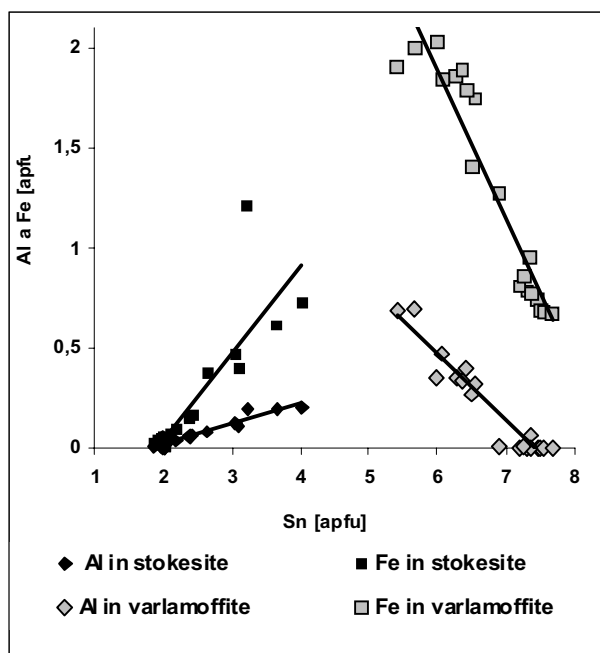
Herzenbergit v pegmatitech u Klučova vzniká pravděpodobně primární krystalizací z hydrotermálních roztoků jako jeden z pozdních minerálů a tvoří obvykle výplň drobných dutin, místy také jeho lištovité krystaly zarůstají do křemene (obr. 1c). V již zmíněných pegmatitech ve Finsku a Švédsku vzniká převážně zatlačováním kasiteritu, obvykle tvoří lemy kolem něj nebo vzniká podél trhlin v kasiteritu, pouze na jedné z lokalit uvažují primární původ (Lahti 1981, Smeds 1993). Příčinou vzácného výskytu herzenbergitu v pegmatitech jsou specifické podmínky jeho stability, kterých je v pegmatitech málokdy

stokesit, syntet.		stokesit, Klučov	
D	Int.	D	Int.
7,250	80	7,220	71
5,820	60	5,796	66
4,950	20	4,913	9
4,790	40	4,763	13
4,540	60	4,524	20
3,990	100	3,979	100
3,760	40	3,751	8
3,550	60	3,544	12
3,430	60	3,418	20
3,030	60	3,025	14
2,890	100	2,881	64
2,690	60	2,694	18
2,650	20	2,643	11
2,620	40	2,615	13
2,520	20	2,512	4
2,470	20	2,456	5
2,390	60	2,385	15
2,360	20	2,360	4
2,270	60	2,265	13
2,230	60	2,227	6
2,150	60	2,152	8
2,120	60	2,122	13
2,040	60	2,037	14
1,992	20	1,991	7
1,938	40	1,936	5
1,906	40	1,907	4
1,877	20	1,874	4
1,832	60	1,831	13
1,808	40	1,818	16
1,774	60	1,774	9
1,755	20	1,752	5
1,726	40	1,725	5
1,711	60	1,712	8
1,694	20	-	-
1,678	60	1,678	7
1,593	40	-	-
1,556	70	1,556	12
1,545	20	1,542	6
1,534	20	-	-

Tab. 3 – Tabulka D-hodnot a intenzit pro syntetický stokesit a stokesit z NYF pegmatitu u Klučova.

Tab. 3 – Table of D-values and intensities for synthetic stokesite and stokesite from NYF pegmatite at Klučov.

dosaženo. Vznik herzenbergitu je ovlivněn výrazně fO_2 a fS_2 , Diman a Nekrasov (1966) popsali vznik SnS v redukčních podmínkách z roztoků relativně S-chudých. Lištovité krystaly *herzenbergitu I* jsou téměř kompletně přeměněny. V reliktech SnS byly zjištěny zvýšené obsahy Fe a Cu, zatímco téměř nealterovaná zrna *herzenbergitu II*, která vyplňují prostor mezi krystaly alterovaného *herzenbergitu I* odpovídají téměř čistému SnS. Nižší sumy u *herzenbergitu I* lze vysvětlit jeho počínající oxidací. Herzenbergit II je jednoznačně mladší než herzenbergit I, který vznikl buď ještě primární krystalizací z hydrotermálního roztoku nebo jako novotvořená fáze, jež brala potřebný Sn



Obr. 3 – Obsahy Fe a Al ve stokesitu a varlamoffitu v závislosti na obsahu Sn ukazují na zcela odlišné substituční mechanismy.

Fig. 3 – Dependence of the content of Fe and Al on the Sn in the stokesite and varlamoffite shows fully different substitution mechanisms.

ke svému vzniku z rozkládajícího se herzenbergitu I. Spolu s Herzenbergitem II vznikl i kasiterit II. Koexistenci kassiteritu a herzenbergitu experimentálně prokázali Drábek a Štemprok (1974).

Variabilita v chemickém složení stokesitu hovoří pravděpodobně pro komplexní výměnu prvků: Fe Pb Sn Al za Ca Si (obr. 2). Jedná se buď o submikroskopickou směs dvou či více minerálů, s velikostí zrn pod hranicí rozlišení el. mikrosondy $<0,5 \mu\text{m}$, nebo o izomorfní směs mezi koncovými členy $\text{Ca}_2\text{Sn}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (stokesit) a $\text{Ca}(\text{Fe,Pb})\text{Sn}_2\text{Sn}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{18-19}\cdot n\text{H}_2\text{O}$, avšak žádný minerál tohoto nebo blízkého chemického složení není znám. Na základě zcela odlišných substitučních mechanismů (viz obr. 3) lze jednoznačně vyloučit, že by se jednalo o směs stokesitu s varlamoffitem. Problematická je otázka valence Fe. V podmínkách, ve kterých tyto minerály vznikaly, lze očekávat oxidační stav Fe^{3+} , ale teoretické obsazení stejné pozice s Pb a počet kyslíků ve strukturním vzorci stokesitu napovídá pro valenci Fe^{2+} . Z těchto důvodů je celkový počet kyslíků ponechán ve tvaru 18-19.

Varlamoffity doutníkovitého tvaru uzavírané v herzenbergitu II vznikly pravděpodobně alterací méně odolné fáze, která se odmísila z herzenbergitu II. Odmíšeniny SnO nebo Sn_2O_3 podobného tvaru popisují Drábek a Štemprok (1974) v systému Sn-S-O. Ve varlamoffitu koreluje pozitivně s obsahem Sn obsah Pb a Ca a negativně obsah Fe, Si a Al, avšak přesnější substituční mechanismus nebyl navržen vzhledem k neznámému mocenství Fe a poměru O/OH.

Literatura:

- Aurischio, C. – De Vito, C. – Ferrini, V. – Orlandi, P. (2002): Nb and Ta oxide minerals in the Fonte del Prete granitic pegmatite dike, Island of Elba, Italy. – *Can. Mineral.*, 40, 799–814.
- Drábek, M. – Štemprok, X (1974): The system Sn–S–O and its geological application. *Neu. Jb. Mineral., Abh.*, 122, 90–118.
- Čech, F. (1957): Priorit (blomstrandin) z Pozďátek u Třebíče. – *Čas. Mineral. Geol.*, 2, 346–348.
- Čech, F. (1961): Occurrence of stokesite in Czechoslovakia. – *Mineral. Mag.*, 32, 673–675.
- Černý, P. (1966): A new occurrence of stokesite. – *Mineral. Mag.*, 35, 274, 835–837.
- Černý, P. (1991): Rare element granitic pegmatites. I. Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. – *Geosci. Canada*, 18, 49–67.
- Černý, P. – Ercit, T.S. (1989): Mineralogy of niobium and tantalum: crystal chemical relationships, paragenetic aspects and their economic implications. in: – „Lanthanides, Tantalum and Niobium“, P. Moller, P. Černý and F. Saupé, eds., Springer-Verlag, 27–79.
- Černý, P. – Masau, M. – Ercit, T.C. – Chapman, R. – Chackowsky, L. E. (2001): Stanine and kesterite from the Peerless pegmatite, Black Hills, South Dakota, USA. – *J. Czech Geol. Soc.*, 46, 27–33.
- Diman, Y.N. – Nekrasov, Y.Y. (1966): Formation conditions for simple sulfides of tin, as indicated by experiments. – *Dokl. Acad. Sci. U.S.S.R., Earth Sci. Sect.*, 170, 6–193.
- Holub, F. V. (1997): Ultrapotassic plutonic rocks of the durbachite series in the Bohemian massif: Petrology, geochemistry and petrogenetic interpretation. – *Sbor. Geol. Věd, ř. Geol. Mineral.*, 31, 5–26.
- Lahti, S.I. (1981): On the granitic pegmatites of the Eräjärvi area in Orivesi, southern Finland. – *Bull. Geol. Surv. Finland.* 314, 1–63.
- Novák, M. (1999): Cassiterite and tusionite as monitors of B and Sn behaviour in the elbaite pegmatite at Řečice near Nové Město na Moravě, western Moravia, Czech Republic. – *Neu. Jb. Mineral., Mh.* 11, 481–493.
- Novák, M. – Jilemnická, L. (1988): Ilmenite from pegmatites of western Moravia. – *Čas. Mineral. Geol.*, 33, 4, 411–416.
- Pouchou, J., L. – Pichoir, F. (1985): „PAP“ procedure for improved quantitative microanalysis. – *Microbeam Analysis*, 20, 104–105.
- Raade, G. – Ferraris, G. – Gula, A. – Ivaldi, G. – Bernhard, F. (2002): Kristiansenite, a new calcium–scandium–tin sorosilicate from granite pegmatite in Tordal, Telemark, Norway. – *Mineral. Petrol.*, 75, 89–99.
- Smeds, S.A. (1993): Herzenbergite (SnS) in Proterozoic granite pegmatites in north-central Sweden. – *Mineral. Mag.*, 57, 489–494.
- Staněk, J. (1973): Phenakite from Třebíč, Czechoslovakia. – *Čas. Morav. Mus.*, 58, 49–52.
- Škoda, R. (2003): Y+REE, Nb-Ta-Ti minerály NYF pegmatitů Českého masivu. – Diplomová práce, MU Brno.