

Klebersbergit $\text{Sb}_4\text{O}_4(\text{OH})_2\text{SO}_4$ z Au-Ag ložiska Kremnica, Slovenská republika

Klebersbergite $\text{Sb}_4\text{O}_4(\text{OH})_2\text{SO}_4$ from the Kremnica Au-Ag deposit, Slovak Republic

MARTIN ŠTEVKO¹⁾, DANIEL OZDÍN¹⁾, PETER BAČÍK²⁾ A TÍMEA BÁLINTOVÁ¹⁾

¹⁾ Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina, 842 15, Bratislava, Slovenská republika

²⁾ Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, SOLIPHA, Katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina, 842 15, Bratislava, Slovenská republika

ŠTEVKO M., OZDÍN D., BAČÍK P., BÁLINTOVÁ T. (2009): Klebersbergit $\text{Sb}_4\text{O}_4(\text{OH})_2\text{SO}_4$ z Au-Ag ložiska Kremnica, Slovenská republika. - *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 17/1, 25-28. ISSN: 1211-0329.

Abstract

Rare supergene antimony sulphate klebersbergite was found in the abandoned mine adit at 1st vein system of the Kremnica epithermal Au-Ag deposit, Slovak Republic. It forms yellow or white radial and spherical aggregates up to 3 mm, which are consisted of tabular and acicular crystals. Aggregates of klebersbergite form crusts on the weathered stibnite. The unit-cell parameters of klebersbergite are $a = 5.7596$ (6), $b = 11.2678$ (11), $c = 14.8576$ (9) Å and $V = 964.24$ (12) Å³. Klebersbergite consists of major elements Sb, S and O exclusively as shown by qualitative chemical analysis. Klebersbergite is a product of (sub)recent weathering of stibnite in acid environment of the mine adit.

Key words: klebersbergite, X-ray powder data, Kremnica, Slovak Republic

Úvod

Klebersbergit $\text{Sb}_4\text{O}_4(\text{OH})_2\text{SO}_4$ patrí k vzácnym sekundárnym minerálom. Prvý krát bol opísaný z lokality Baia Sprie v Rumunsku v podobe žltých vejárovitých a ihlicovitých agregátov narastených na antimonite s baritom (Zsivny 1929). Novšie sa štúdiu klebersbergitu z tejto lokality venovali Antonovici a Vanghelie (1972) a Nakai a Appleman (1980). Druhou známou lokalitou klebersbergitu je Pereta v Taliansku, kde sa vyskytuje v asociácii spolu s coquanditom, peretaitom, valentinitom a sírou v dutinách kremeno-antimonitovej žiloviny (Cipriani et al. 1980; Sabelli et al. 1992). V podobnej paragenéze bol zistený aj na Sb ložisku Le Cetine v Taliansku (Sabelli, Brizzi 1984). Uvádzaný je tiež z Sb-Hg ložiska Chauvai v Kyrgyzstane (Kolesár et al. 1993).

Cieľom tohto príspevku je podať informácie o prvom výskyte tohto minerálu v Slovenskej republike.

Geológia a lokalizácia výskytu

Hydrotermálne Au-Ag ložisko Kremnica patrí k najvýznamnejším mineralogickým lokalitám v Slovenskej republike. Na ložisku je známych približne 120 žilných štruktúr, ktoré sú zoskupené do štyroch hlavných žilných systémov. Z nich iba 1. a 2. žilný systém bol v minulosti ekonomicky zaujímavý (Böhmer 1966). Žily majú smer S - J až SSV - JJZ a vystupujú prevažne v andezitoch a dioritoch zlatostudnianskej formácie, ktoré sú v rôznej miere hydrotermálne premenené (Bakos, Chovan, eds. 2004). Mineralizácia na ložisku sa vznikla v dvoch vývojových štádiách: v staršom Au-Ag štádiu, ktoré je predstavova-

né najmä kremeňom, karbonátmi, pyritom, Ag sulfosolami a zlatom a mladšom Sb štádiu, kde je dominantným minerálom antimonit (Böhmer 1966).

Klebersbergit bol zistený v starých banských prácach na 1. žilnom systéme v oblasti Šturca. Jeho výskyt bol obmedzený len na krátky úsek v čelbe chodby, ktorá bola razená po maximálne 40 cm mocnej kremeno-antimonitovej žile.

Metodika

Röntgenové práškové údaje klebersbergitu boli získané pomocou difraktometra Bruker D8 Advance (laboratóriu RTG difrakcie SOLIPHA, Prírodovedecká fakulta UK,



Obr. 1 Žlté radiálne agregáty klebersbergitu narastené na antimonite. Šírka záberu 6 mm. Foto M. Števko.



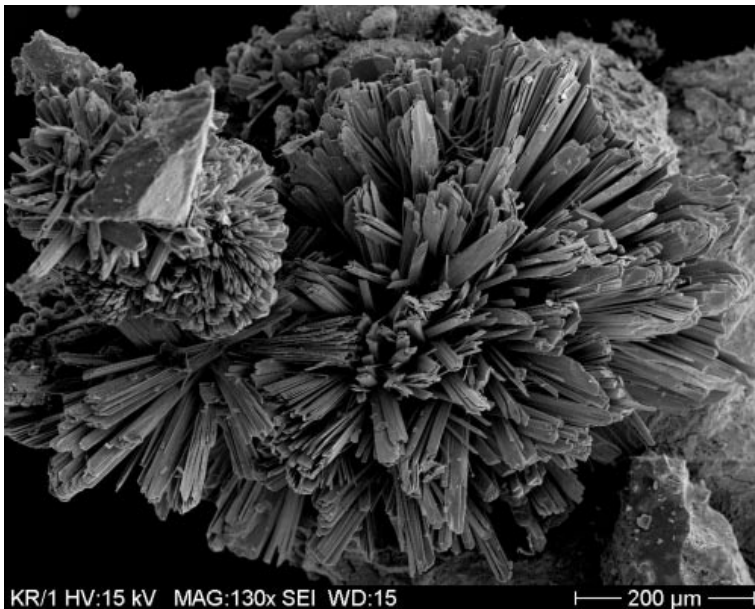
Obr. 2 Biele vejárovité agregáty klebelsbergitu na antimonite. Šírka záberu 4 mm. Foto M. Števkó.

Bratislava) za týchto podmienok: antikatóda/ filter Cu/Ni ($\lambda_1 = 1.54060 \text{ \AA}$), detektor Lynx Eye, napätie 40 kV, prúd 40 mA, krok $0.01^\circ 2\theta$, čas 5 s/krok, rozsah merania $4 - 65^\circ 2\theta$. Pre zníženie pozadia záznamu bol práškový preparát nanosený na nosič zhotovený z monokryštálu Si. Získané údaje boli vyhodnotené pomocou softvéru DIFFRAC^{plus} EVA (Bruker 2008). Mriežkové parametre jednotlivých fáz boli získané pomocou programu UnitCell (Holland, Redfern 1997).

Obrázky v sekundárnych elektrónoch boli vyhotovené na rastrovom elektrónovom mikroskope Jeol Superprobe JXA-840A (PriF UK, Bratislava) za nasledovných podmienok: urýchľovacie napätie 15 kV, vzorkový prúd 6 nA. Mikrografografie minerálov boli vyhotovené na stereoskopickom mikroskope Olympus SZ61 s pripojeným digitálnym fotoaparátom Olympus SP-350 (PriF UK, Bratislava) a pomocou softvéru QuickPHOTO MICRO 2.2.

Výsledky a diskusia

Klebelsbergit vytvára najčastejšie sírovožlté radiálne (obr. 1) a guľčkovité agregáty ktoré narastajú na povrch zvetraného antimonitu. Vzácnnejšie sa vyskytujú agregáty klebelsbergitu bielej farby (obr. 2). Maximálna veľkosť agregátov je 3 mm, pričom vytvárajú súvislé povlaky a kôry na plochách vzácné až 30 cm^2 . Klebelsbergit sa vyskytoval na povrchu voľne ležiacich úlomkov kremeno-antimonitovej žiloviny alebo priamo v čelbe chodby v časti, kde je zachytená kremeno-antimonitová žila. V rastrovom elektrónovom mikroskope je možné pozorovať, že agregáty klebelsbergitu pozostávajú z jednotlivých tabuľkovitých (obr. 3, 4) až ihlicovitých kryštálov (obr. 5). Rtg. práškové difrakčné údaje (tab. 1) ako aj vypočítané mriežkové parametre (tab. 2) sa dobre zhodujú s publikovanými údajmi, najmä z lokality Pereta v Toskánsku. Pri porovnaní mriežkových parametrov b a c klebelsbergitu z Kremnice a z lokalít v Taliansku a typovej lokality Baia Sprie v Rumunsku je pozorovateľná ich pozitívna korelácia (obr. 6). Pomer mriežkových parametrov a a c vyčleňuje dve skupiny analýz (obr. 7). Prvá skupina (Kremnica a najnovšie údaje z lokality Pereta) má nižšie hodnoty parametrov a a c ako druhá. Možnosť, že by to mohlo byť dôsledkom chyby pri príprave vzorky

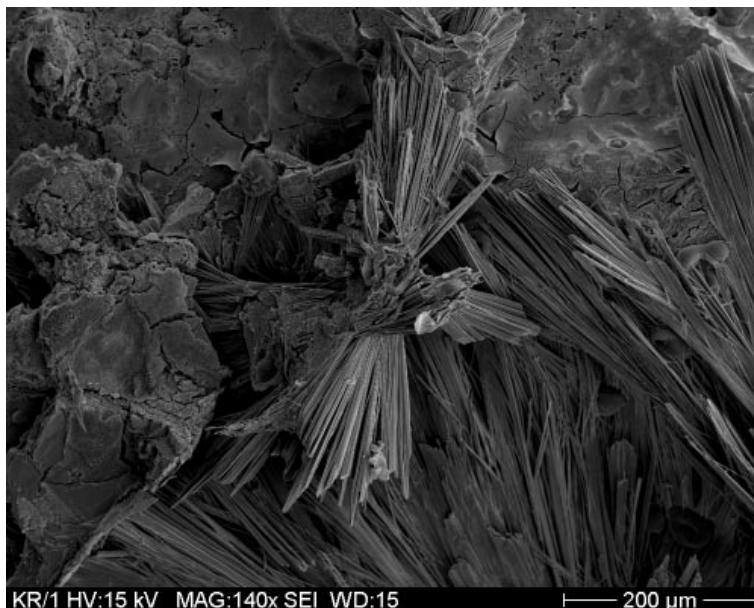


Obr. 3 Radiálny agregát klebelsbergitu zložený z tabuľkovitých kryštálov (SEM). Foto M. Števkó.

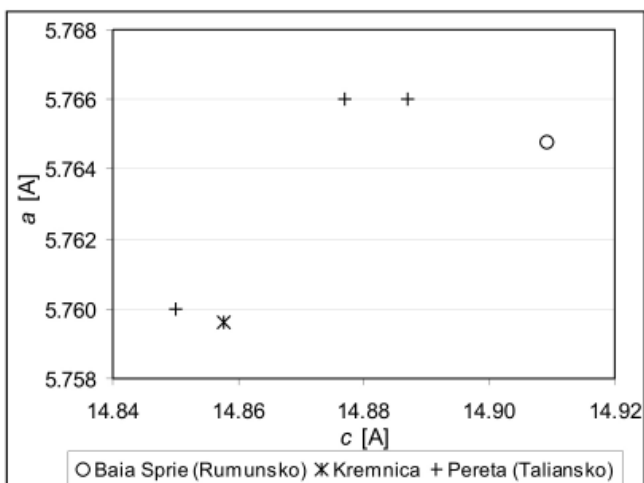
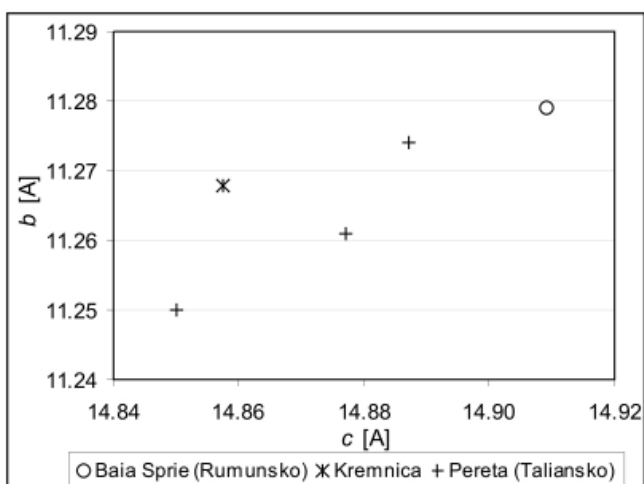


Obr. 4 Detail tabuľkovitých kryštálov klebelsbergitu (SEM). Foto M. Števkó.

Obr. 5 Ihlicovité kryštály klebelsbergitu (SEM). Foto M. Števko.



Obr. 6 Závislosť mriežkových parametrov b a c v klebelsbergitoch. ↓



Obr. 7 Vzťah mriežkových parametrov a a c v klebelsbergitoch.

Tabuľka 1 Röntgenové práškové údaje klebelsbergitu z Kremnice

h	k	l	$d_{\text{obs.}}$	$l_{\text{obs.}}$	$d_{\text{calc.}}$
0	0	2	7.429	48	7.432
0	1	2	6.200	100	6.203
1	1	0	5.125	14	5.126
1	1	1	4.844	13	4.846
1	1	2	4.219	13	4.220
1	2	1	3.884	22	3.886
0	0	4	3.719	37	3.716
1	2	2	3.532	93	3.540
1	3	0	3.145	21	3.145
1	2	3	3.125	86	3.124
0	2	4	3.104	30	3.102
1	3	1	3.078	16	3.077
1	3	2	2.8973	10	2.8962
2	0	1	2.8268	12	2.8259
0	4	0	2.8166	15	2.8159
1	2	4	2.7330	18	2.7306
2	0	2	2.6855	11	2.6841
0	4	2	2.6344	10	2.6333
0	0	6	2.4810	76	2.4774
2	1	3	2.4323	16	2.4303
2	2	2	2.4234	8	2.4230
1	4	2	2.3943	13	2.3946
2	0	4	2.2776	9	2.2756
0	4	4	2.2466	9	2.2443
2	1	4	2.2334	9	2.2305
1	4	4	2.0928	10	2.0911
2	4	0	2.0140	6	2.0129
2	4	1	1.9961	5	1.9947
1	1	7	1.9650	13	1.9618
0	6	2	1.8216	9	1.8201
3	2	1	1.8044	8	1.8030

Tabuľka 2 Parametre základnej bunky klebelsbergitu (pre rombicú priestorovú grupu $Pca2_1$)

		a [Å]	b [Å]	c [Å]	V [Å ³]
Kremnica	táto práca	5.7596 (6)	11.2678 (11)	14.8576 (9)	964.24 (12)
Pereta (Taliansko)	Downs (2006)	5.7600 (8)	11.250 (2)	14.850 (3)	962.3 (2)
Pereta (Taliansko)	Menchetti, Sabelli (1980)	5.766 (2)	11.274 (2)	14.887 (2)	967.74
Pereta (Taliansko)	Cipriani et al. (1980)	5.766 (1)	11.261 (2)	14.877 (1)	967.7
Baia Sprie (Rumunsko)	Nakai, Appleman (1980)	11.279 (2)	14.909 (3)	5.7648 (6)	969.40

z Kremnice (výškový posun roviny meranej vzorky oproti referenčnej rovine difraktometra), nie je pravdepodobná, keďže smerný posun uhla 2Θ jednotlivých difrakcií nie je systematický a tento efekt sa objavuje aj na vzorkách z Perety (Downs 2006). Pravdepodobnejšie ide o zvýšenie presnosti údajov získaných modernejšími práškovými (Kremnica) alebo monokryštalovými (Pereta) rtg. prístrojmi. Ostatné údaje (2. skupina s vyššími hodnotami parametrov a a c) pochádzajú z 80. rokov 20. storočia (Cipriani et al. 1980; Menchetti, Sabelli 1980; Nakai, Appleman, 1980). Možný vplyv izomorfného zastupovania prvkov vo vzťahu k mriežkovým parametrom je málo pravdepodobný, pretože doteraz nie je známe žiadna významnejšia substitúcia tak v kationovej ako aj aniónovej časti v klebelsbergite. Na vzorke z Kremnice, tiež na EDS spektre neboli zastúpené iné prvky ako Sb, S a O.

Klebelsbergit vznikol recentne interakciou antimonitu s kyslými roztokmi, ktoré boli produkované rozkladom hojného pyritu.

Záver

Na hydrotermálnom Au-Ag ložisku Kremnica bol v starých banských prácach v oblasti Šturca identifikovaný klebelsbergit. Ide o prvý výskyt tohto vzácného sekundárneho minerálu v Slovenskej republike. Rtg. práškové difrakčné údaje, vypočítané mriežkové parametre, charakteristický tvar agregátov ako aj morfológia kryštálov sa dobre zhodujú s publikovanými údajmi.

Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV VVCE-0033-07.

Literatúra

- Antonovici S., Vanghelie I. (1972): Klebelsbergitul, un mineral rar. - *Dări de seamă ale ședințelor* **58**, 13-19.
- Bakos F., Chovan M., eds. (2004): Zlato na Slovensku. - Slovenský skauting, Bratislava, 298 s.
- Böhmer M. (1966): Ložiskové a paragenetické pomery zlatonosných žíl centrálnej časti kremnického rudného poľa. - *Acta geol. geogr. Univ. Comen. Geol.* **11**, 5-123.
- Bruker (2008): DIFFRACplus EVA. - <http://www.bruker-axs.com/eva.html>.
- Cipriani N., Menchetti S., Sabelli C. (1980): Klebelsbergite and another antimony mineral from Pereta, Tuscany, Italy. - *N. Jb. Mineral., Mh.*, 223-229.
- Downs R. T. (2006): The RRUFF Project: an integrated study of the chemistry, crystallography, Raman and infrared spectroscopy of minerals. (<http://rruff.info>).
- Holland T. J. B., Redfern S. A. T. (1997): Unit cell refinement from powder diffraction data: the use of regression diagnostics. - *Mineral. Mag.* **61**, 65-77.
- Kolesár P., Brekler V., Tvrđý J. (1993): Südkirgisien: Quecksilber-Antimon Lagerstätten und ihre Mineralien. - *Lapis* **11**, 11-24.
- Menchetti S., Sabelli C. (1980): The crystal structure of klebelsbergite $Sb_4O_4(OH)_2SO_4$. - *Am. Mineral.* **65**, 931-935.
- Nakai I., Appleman D. E. (1980): Klebelsbergite, $Sb_4O_4(OH)_2SO_4$: redefinition and synthesis. - *Am. Mineral.* **65**, 499-505.
- Sabelli C., Brizzi G. (1984): Alteration minerals of the Cetine mine, Tuscany, Italy. - *Mineral. Rec.* **15**, 1, 27-36.
- Sabelli C., Orlandi P., Vezzalini G. (1992): Coquandite, $Sb_8O_8(SO_4) \cdot H_2O$, a new mineral from Pereta, Tuscany, Italy and two other localities. - *Mineral. Mag.* **56**, 599-603.
- Zsivny V. (1929): Klebelsbergit, egy új ásvány Felsőbányáról. - *Math. Termud. Értes.* **46**, 19-26.