

Rtuťí bohatý tetraedrit z Jedové hory u Neřežína a jeho doprovodné minerály

Hg-rich tetrahedrite from Jedová hora (Gifftberg) Hill near Neřežín (Czech Republic) and associated minerals

DALIBOR VELEBIL¹⁾ A ZDENĚK LOSOS²⁾

¹⁾Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1

²⁾Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Ústav geologických věd, Kotlářská 2, 611 37 Brno

VELEBIL D., LOSOS Z. (2008): Rtuťí bohatý tetraedrit z Jedové hory u Neřežína a jeho doprovodné minerály. - *Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **16/1**, 56-60. ISSN: 1211-0329.

Abstract

In gangue minerals samples from the historical iron and mercury deposit of Jedová hora Hill (formerly Gifftberg), an exceptionally mercury rich macroscopic tetrahedrite was found. The average content of mercury detected in this tetrahedrite was 18.26 wt. % (17.52 - 18.73) ~ 1.73 (1.65 - 1.78) *apfu*. This percentage represents one of the highest content of mercury ever found in tetrahedrites. An empirical formula for this tetrahedrite was derived as follows: $\text{Cu}_{6.00}[\text{Cu}_{4.07}(\text{Hg}_{1.73}\text{Fe}_{0.07}\text{Zn}_{0.08})_{\Sigma 1.88}\text{Sb}_{3.98}\text{As}_{0.07}]_{\Sigma 4.05}\text{S}_{13.08}$. This tetrahedrite represents a relatively pure end member of the tetrahedrite series with the majority presence of ^{III}Cu, ^{IV}(Cu, Hg), Sb and S at individual positions. The second (tetrahedral) position, in general referred to as the position B+C (Moëlo et al. 2008), is predominately occupied by copper (B = 4.07 *apfu*) and mercury (C = 1.73 *apfu*). The examined Hg-tetrahedrite from Jedová hora potentially represents a new mineral species, the chemical composition of which is close to the ideal theoretical formula $^{\text{III}}\text{Cu}_6^{\text{IV}}[\text{Cu}_4\text{Hg}_2]\text{Sb}_4\text{S}_{13}$.

Key words: cinnabar, mercury, mercurian tetrahedrite, chemical composition, Jedová hora (Gifftberg) Hill near Neřežín, Bohemian Massif, Czech Republic

Úvod

V rámci studia českých historických ložisek cinabaritu (Velebil 2003, 2004, 2005, 2007, 2008) byly podrobněji zkoumány vybrané minerály železnorudného a rtuťového ložiska Jedová hora u Neřežína, jv. od Hořovic (Velebil 2003, 2008). Během mineralogických výzkumů vzorků z ložiska Jedová hora byl zjištěn rtuťí mimořádně bohatý makroskopický tetraedrit. Tento příspěvek podává jeho charakteristiku zasazenou do širšího kontextu souvisejících geologických a mineralogických údajů.

Ložisko Jedová hora

Železnorudné ložisko Jedová hora představují dvě mírně ukloněné polohy sideritu a hematitu uložené v ordo-vických tufech. Spodní horizont je mocný jeden až dva metry, svrchní okolo půl metru; odděleny jsou dvěma až třemi metry tufu. Ložisko železných rud je protnuto systémem vertikálních severojižních poruch mineralizovaných zejména křemenem, sideritem a ankeritem. Lokálně je v křemen-karbonátových žilách přítomen cinabarit, pyrit, baryt, hematit a nepříliš hojné sulfidy mědi. Délka hydrotermálních žil dosahuje několika metrů, jejich mocnost se pohybuje od dvou do deseti centimetrů. Cinabarit byl těžen jako vedlejší produkt těžby železných rud a byla z něj vyráběna rtuť; menší objemy kvalitnějšího čistého rozemletého cinabaritu byly prodávány jako červený pigment (Velebil 2003).

Přehled mineralogických výzkumů ložiska Jedová hora

Mineralogie ložiska Jedová hora byla zkoumána ještě v době provozu železnorudného dolu v 19. století. Cinabarit uvádí z ložiska již Rosenbaum (1789). Zippe (1836, 1839) popisuje krystaly barytu a akumulace chalkopyritu; Reuss (1856) zmiňuje tetraedrit, malachit a azurit; Lipold (1862, 1863) si všímá sukcese žilných minerálů včetně „jalovinové“ výplně žil, tj. křemene, sideritu, ankeritu, barytu a hematitu.

Asi nejpodrobněji studoval minerály ložiska Jedová hora Bořický (1869a,b, 1871), který kromě jiného zjistil, že cinabarit tvoří inkluze v barytu. Dále popsal z ložiska pyrit, galenit, chalkantit, melanterit, chrysokol, rtuť a především vzácný kalomel. Bořický (1869b) také popisuje drobné krystaly tetraedritu na trhlínách sideritu. Podle jeho analýz obsahuje tetraedrit z Jedové hory měď a antimon a neobsahuje arsen (Bořický 1869a,b). Přítomnosti rtuťi v tetraedritu si Bořický nevšiml.

Kratochvíl (1912) popsal z Jedové hory bornit a chalkozín. Vtělenský (1958, 1959) studoval minerály z haldového materiálu a následně popsal ještě covellin a sfalerit. Černý (nepubl.) identifikoval v materiálu z hald brochantit (Černý in Velebil 2003).

Skupina tetraedritu, přehled výzkumů Hg-tetraedritů

Krystalochemii skupiny tetraedritu nově shrnují Makovický (2006) a Moëlo et al. (2008). Ve struktuře tetraedritu jsou dnes rozlišovány čtyři strukturní pozice, v nichž se vyskytují různé prvky. Obecný vzorec minerálů skupiny

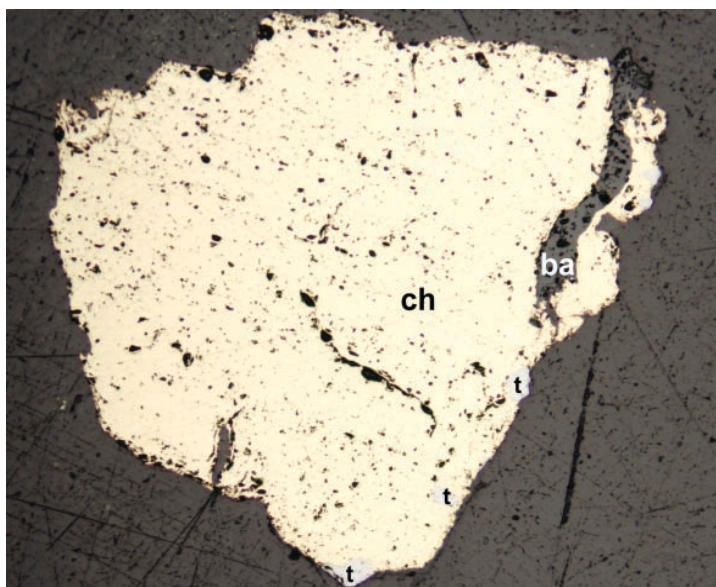
tetraedritu (Arlt, Diamond 1998; Moëlo et al. (2008) lze uvést následovně: $A_6[B_4C_{26}]_{26}D_4X_{13}$

V první pozici (A; trigonální koordinace) se zastupuje Cu s Ag, ve druhé (tetraedrické) jednak Cu s Ag (B) a jednak Fe, Zn, Hg, Cd, Mn (C) (v přírodních fázích obvykle $4B+2C$), ve třetí (D; trigonální) Sb, As, Bi, Te a ve čtvrté (X) S a Se. V posledním případě (X) jde vlastně o dvě samostatné pozice - tetraedrickou (12 *apfu*) a oktaedrickou (1 *apfu*) (Foit, Ulbricht 2001; Moëlo et al. 2008). Podle Mozgovy (1985) vstupuje do struktury tetraedritů ještě Sn, Co, Pb, Au. Ideální strukturní vzorec tetraedritu vypadá podle Moëla et al. (2008) takto: $Cu_6[Cu_4(Fe, Zn)_2]Sb_4S_{13}$.

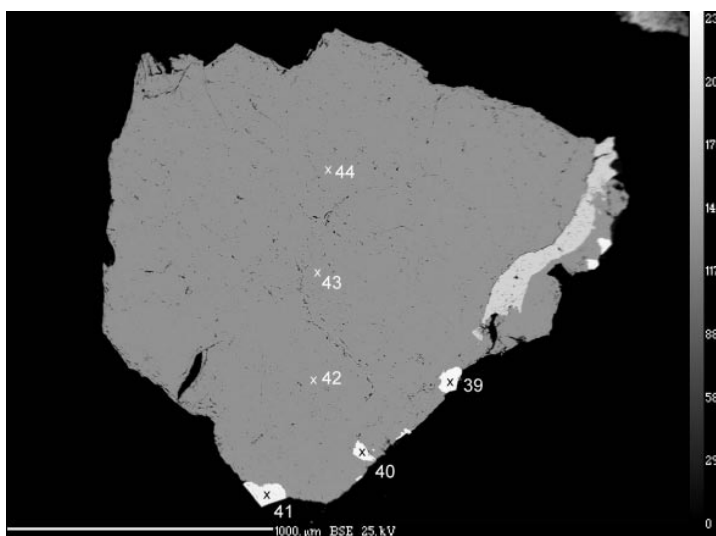
Hg-tetraedrit z tyrolského Schwazu označil v roce 1849 mineralog H. Weidenbusch jako „schwazit“ (Arlt, Diamond 1998; Karup-Møller, Makovický 2003); Hg-tetraedrit ze slovenského ložiska Rudňany (dříve Kotrbach) označil v roce 1853 mineralog F. von Kobell jako „spaniolit“ (Moravec 2007). Tetraedrity ze Schwazu obsahují průměrně 1.8 (max. 9.4 ~ 0.82 *apfu*) hm. % Hg (Arlt, Diamond 1998; 1167 analýz), tetraedrity z Rudňan až 16.4 hm. % Hg (Nováček 1942), resp. 17.5 hm. % (Hak 1961). Hg-bohaté tetraedrity se vyskytují i na dalších lokalitách. Tak například tetraedrity z Rožňavy obsahují podle Nováčka (1942) až 17.2 hm. % Hg (Novák 1959 uvádí pro tetraedrity ze stejné lokality obsahy Hg pouze 0.2 - 2.2 hm. % ~ 0.02 - 0.19 *apfu*), tetraedrity z Maškary v Bosně obsahují 9 - 15 hm. % (Nováček 1942; J. Frána AV ČR 2008 - nepublikováno).

Nejvyšší obsahy rtuti v minerálech skupiny tetraedritu byly zjištěny na ruských lokalitách

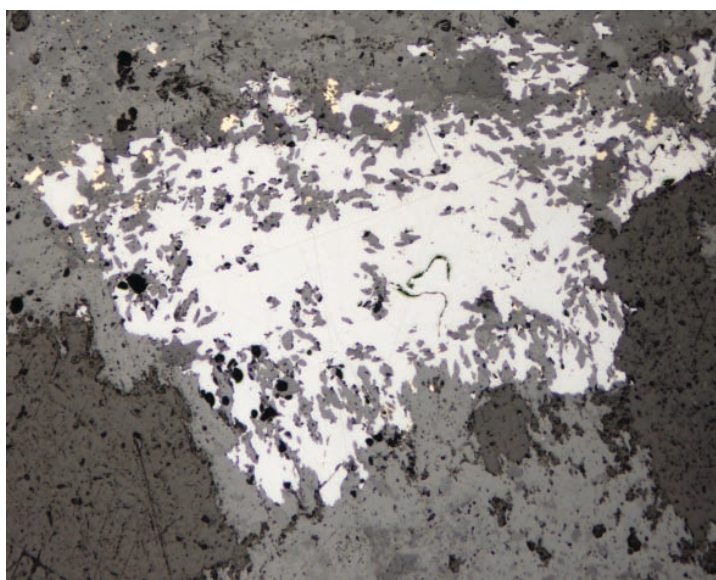
Obr. 2 Chalkopyrit, Jedová hora (Národní muzeum, P1N 9961, sběr A. Kreidl 1889); BSE foto P. Gadas. V chalkopyritu byla elektronovým mikroanalyzátozem provedena tři měření chemického složení (body 42 - 44), analyzována byla také zrna tetraedritu zarostlá v chalkopyritu (body č. 39 - 41).



Obr. 1 Chalkopyrit, Jedová hora (Národní muzeum, P1N 9961, sběr A. Kreidl 1889). Na okraji velkého zrna chalkopyritu (ch) jsou drobná zrna tetraedritu (t), do chalkopyritu zarůstá baryt (ba); rudní mikroskop, pozorování s jedním nikolem, šířka záběru 2.1 mm. Foto D. Velebil.



Obr. 3 Tetraedrit, Jedová hora (Národní muzeum, P1N 9960, sběr E. Bořický 1868). Asi 1.5×1 mm velké zrna tetraedritu, v němž jsou zarostlá zrnka sideritu; při horním okraji tetraedritového zrna na rozhraní s okolním karbonátem jsou drobná zrnka chalkopyritu; rudní mikroskop, pozorování s jedním nikolem, šířka záběru 1.5 mm. Napříč zrnem bylo provedeno šest analýz; foto D. Velebil.



Tabulka 1 Kvantitativní bodové analýzy tetraedritu z Jedové hory (hm. %) a příslušné počty atomů na vzorcovou jednotku (apfu)

	Ag	Cu	Pb	Cd	Hg	Zn	Fe	Sb	As	Bi	Co	Ni	S	Se	Total
1	0.00	33.66	0.00	0.00	18.22	0.30	0.22	25.66	0.26	0.00	0.03	0.01	22.21	0.08	100.64
2	0.07	33.61	0.00	0.00	18.20	0.25	0.12	25.76	0.25	0.02	0.03	0.00	22.07	0.02	100.42
3	0.00	33.64	0.00	0.00	18.61	0.25	0.11	25.59	0.18	0.00	0.02	0.00	21.97	0.00	100.39
4	0.04	33.65	0.00	0.00	18.73	0.26	0.15	25.26	0.36	0.00	0.02	0.00	22.09	0.03	100.59
5	0.03	33.60	0.00	0.01	18.64	0.25	0.16	25.39	0.23	0.00	0.02	0.00	21.99	0.11	100.44
6	0.00	33.92	0.00	0.04	17.52	0.40	0.36	25.82	0.29	0.00	0.03	0.01	22.32	0.00	100.70
7	0.09	33.87	0.00	0.00	18.03	0.27	0.26	25.34	0.42	0.00	0.01	0.01	22.13	0.00	100.40
8	0.00	33.76	0.00	0.01	18.10	0.28	0.24	25.50	0.27	0.00	0.01	0.00	21.95	0.00	100.11
9	0.00	33.69	0.00	0.00	18.31	0.27	0.21	25.45	0.28	0.00	0.02	0.01	22.05	0.02	100.32

1	0.00	10.05	0.00	0.00	1.72	0.09	0.07	4.00	0.07	0.00	0.01	0.00	13.14	0.02	
2	0.01	10.07	0.00	0.00	1.73	0.07	0.04	4.03	0.06	0.00	0.01	0.00	13.10	0.01	
3	0.00	10.08	0.00	0.00	1.77	0.07	0.04	4.00	0.05	0.00	0.01	0.00	13.05	0.00	
4	0.01	10.06	0.00	0.00	1.78	0.08	0.05	3.94	0.09	0.00	0.01	0.00	13.09	0.01	
5	0.01	10.07	0.00	0.00	1.77	0.07	0.05	3.97	0.06	0.00	0.01	0.00	13.06	0.03	
6	0.00	10.05	0.00	0.01	1.65	0.11	0.12	3.99	0.07	0.00	0.01	0.00	13.11	0.00	
7	0.02	10.09	0.00	0.00	1.70	0.08	0.09	3.94	0.10	0.00	0.00	0.00	13.06	0.00	
8	0.00	10.08	0.00	0.00	1.71	0.08	0.08	3.98	0.07	0.00	0.00	0.00	12.99	0.00	
9	0.00	10.07	0.00	0.00	1.73	0.08	0.07	3.97	0.07	0.00	0.01	0.00	13.07	0.00	

Kulpojně na Čukotce (až 21.49 hm. % ~ 1.83 apfu; tenantit As>>Sb) a Terlig-Chaja v Tuvě (20.99 hm. % ~ 1.96 apfu; Sb>As) (Mozgova et al. 1977). Foit a Ulbricht (2001) zjistili v mikroskopických zrnech minerálů tetraedrit-tenantitové série z důlního revíru Steens-Pueblo v Oregonu (USA) proměnlivé obsahy Hg; nejvyšší činil 21.3 hm. % Hg (~ 2 apfu). Litochleb et al. (2000) zjistili na vzorku z lokality Mnišek pod Brdy - Skalka zonální zrna Zn-tetraedritu; okraje zrn obsahovaly až 7.31 hm. % Hg (~ 0.63 apfu). Karanović et al. (2003) popsali tetraedrit z lokality Dragodol v Srbsku, který obsahuje až 17.63 hm. % Hg (~ 1.64 apfu).

Chemické složení velkého množství vzorků přírodních i syntetických tetraedritů, včetně Hg-tetraedritu studoval Johnson et al. (1986). Karup-Møller a Makovicky (2003, 2004) studovali zastupování prvků ve struktuře syntetických Hg-tetraedritů a vztah mezi obsahem Hg a dalších prvků v minerálech tetraedritové skupiny a parametrem základní buňky.

Hg-tetraedrit z Jedové hory

Nově byla autory této práce analyzována čtyři zrna tetraedritu z Jedové hory (mineralogická sbírka Národního muzea - vzorky P1N 9960 a P1N 9961) - obr. 1, 2 a 3, přičemž bylo zjištěno, že mají velmi vysoký obsah rtuti, jeden z nejvyšších u tetraedritu dosud zjištěný. Výsledky analýz a příslušné počty atomů na vzorcovou jednotku (hodnoty apfu) jsou prezentovány v tabulce 1. Chemismus Hg-tetraedritu (9 bodových analýz) byl stanoven na elektronové mikrosondě Cameca SX 100 v Brně (Laboratoř elektronové mikroskopie a mikroanalýzy, společně pracoviště ÚGV PŘF MU a ČGS, analytici R. Škoda a P. Gadas).

Analýzy byly provedeny za těchto podmínek: vlnově disperzní mód (WDX), urychlovací napětí 25 kV, proud 20 nA, průměr svazku 0.8 μm (maximální zaostření). Bylo použito těchto standardů: Ag (Ag Lα), chalkopyrit (S Kα), Sb (Sb Lβ), galenit (Pb Mα), Bi (Bi Mβ), CdTe (Cd Lβ), HgTe (Hg Mα), pyrit (Fe Kα), Co (Co Kα), parammel-sbergit (Ni Kα, As Lβ), Cu (Cu Kα), PbSe (Se Lβ), ZnS (Zn Kα) a PbCl₂ (Cl Kα). Načítací časy na peaku (CT) byly

20 s, CT pro obě pozadí byla 10 s. Naměřené intenzity byly přepočteny na koncentrace za použití automatického PAP programu (Pouchou, Pichoir 1985). Síra byla načítána jako první prvek.

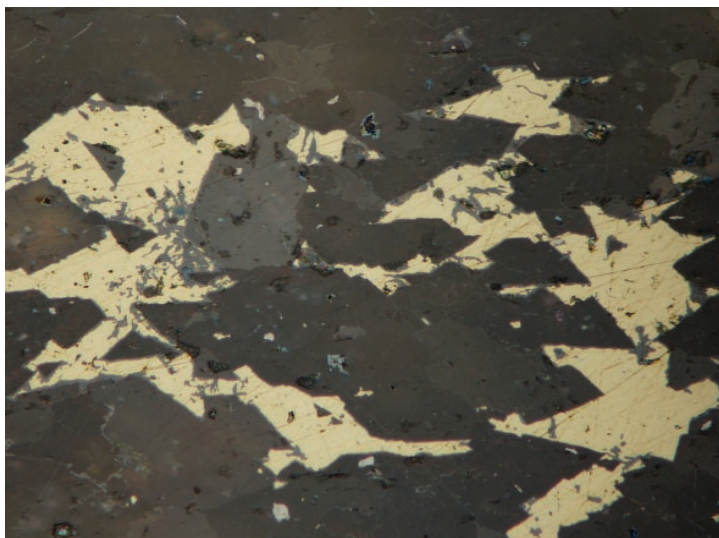
Zkoumaná zrna tetraedritu jsou podle BSE obrazu chemicky homogenní, zonalita nebyla pozorována. Průměrný obsah rtuti v zrnech tetraedritu je 18.26 (17.52 - 18.73) hm. %, což odpovídá průměrně 1.73 apfu; vysoký je obsah Cu (průměrně 33.71 hm. % ~ 10.07 apfu); velmi nízký je obsah Fe a Zn; Sb zcela převládá nad As; další zjišťované prvky buď nejsou přítomny vůbec (Pb, Bi, Ni) anebo jen ve stopách (Ag, Cd, Co, Se). Z výsledků chemických analýz zkoumaných zrn tetraedritu z Jedové hory byl vypočten strukturní vzorec (hodnoty devíti analýz byly zprůměrovány, přepočet na sumu kationtů Cu+Hg+Fe+Zn+Sb+As = 16): Cu_{6.00}[Cu_{4.07}(Hg_{1.73}Fe_{0.07}Zn_{0.08})_{Σ1.88}]_{Σ5.95}(Sb_{3.98}As_{0.07})_{Σ4.05}S_{13.08}

Doprovodné minerály

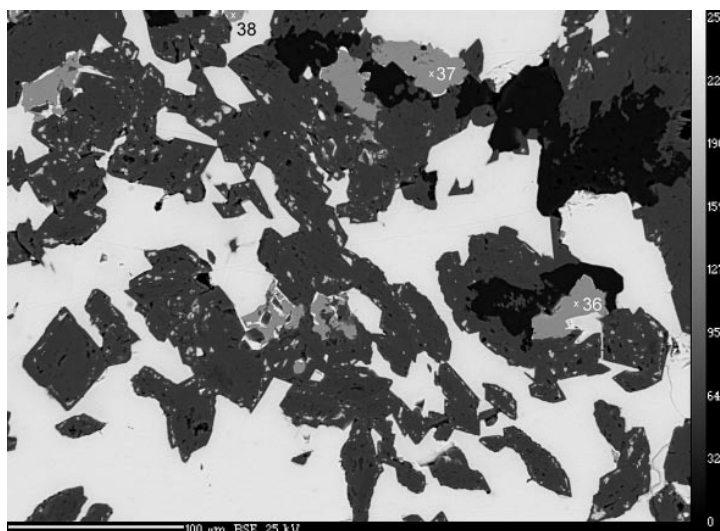
V těsné asociaci s Hg-tetraedritem vystupuje ve zkoumaných vzorcích chalkopyrit. Kvantitativně byla analyzována čtyři zrna chalkopyritu z Jedové hory (mineralogická sbírka Národního muzea - vzorky P1N 9960 a P1N 9961). Zkoumané chalkopyrity (obr. 1, 2, 4 a 5) nevykazují zvýšené obsahy vedlejších prvků; ve dvou analýzách dosáhl obsah Hg řádu desetin hm. % (od 0 do 0.17 hm. %, průměrně 0.07 hm. %; obsahy dalších vedlejších prvků jsou nižší). Podle výsledků chemické analýzy zkoumaného chalkopyritu z Jedové hory byl vypočten jeho empirický vzorec Cu_{1.03}Fe_{1.05}S₂, který prakticky odpovídá ideálnímu vzorci chalkopyritu CuFeS₂.

Šesti body byl analyzován také siderit přítomný ve vzorku P1N 9960. Ve všech bodech vykázal siderit poměrně konstantní chemismus (průměrný obsah FeO 51.12 hm. %) s podružným obsahem kalcitové (průměrně 3.29 hm. % CaO) a magnezitové (průměrně 5.68 hm. % MgO) komponenty.

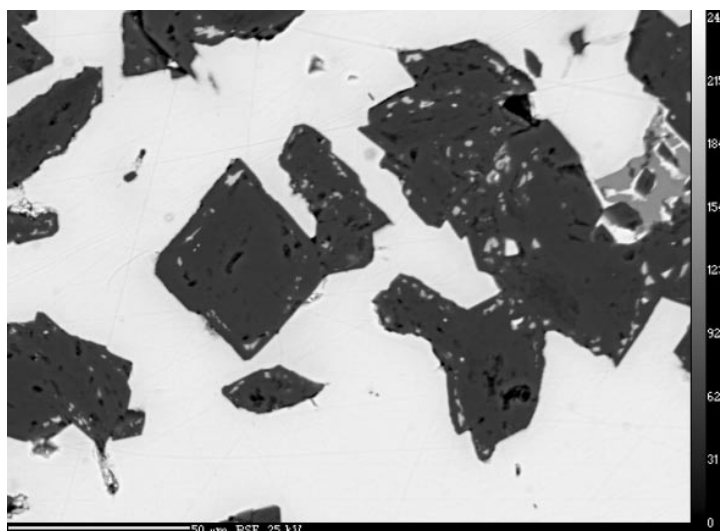
Pozorováním mikrotextrů nábrusů (obr. 3 až 6) bylo vysledováno, že sulfidy (chalkopyrit, tetraedrit) jsou mladší než siderit, protože obklopují jeho automorfní krystaly, respektive vyplňují dutiny omezené automorfními krystaly



Obr. 4 Chalkopyrit vyplňující prostor mezi krystaly sideritu. Jedová hora, Národní muzeum, P1N 9960, sběr E. Bořický 1868. Rudní mikroskop, pozorování s jedním nikolem, šířka záběru 0.3 mm. Foto D. Velebil.



Obr. 5 Tetraedrit, siderit, chalkopyrit, Jedová hora (Národní muzeum, P1N 9960, sběr E. Bořický 1868), BSE foto P. Gadas. Tmavé romboedry sideritu jsou obklopeny bílým tetraedritem. Šedá zrna chalkopyritu (body číslo 36 - 38) byla kvantitativně analyzována.



sideritu. Zajímavá je přítomnost barytu v růstové zóně sideritu (\Rightarrow sulfidy jsou mladší než baryt) - obrázek 6.

Závěr

Podle současného pojetí je analyzovaný tetraedrit z Jedové hory poměrně čistým krajním členem skupiny tetraedritu s naprostou převahou $^{III}\text{Cu},^{IV}\text{Cu}$, Hg, Sb a S v jednotlivých pozicích. Ve druhé strukturální pozici (s tetraedrickou koordinací) obecně označované jako B+C ($B+C = 6$, v přírodních tetraedritech většinou $4B + 2C$) (Moëlo et al. 2008) zcela převládá měď ($B = 4.07 \text{ apfu}$) a rtuť ($C = 1.73 \text{ apfu}$). Tetraedrit definovaný jako samostatný minerální druh (tetraedrit s. s.) má v „pozici“ C železo a zinek (viz výše). Zkoumaný Hg-tetraedrit z Jedové hory, ve kterém Hg velmi výrazně převládá nad Zn a Fe, může být potenciálně novým samostatným minerálním druhem, jehož chemismus se blíží ideálnímu teoretickému vzorci $^{III}\text{Cu}_6^{IV}[\text{Cu}_4\text{Hg}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}]$. Takovýto ideální vzorec čistého Hg-tetraedritu byl analogicky odvozen od ideálního vzorce tetraedritu s. s. (Moëlo et al. 2008). Arlt a Diamond (1998) uvádějí ideální vzorec čistého Hg-tetraedritu v takovéto podobě: $\text{Cu}_{10}\text{Hg}_2\text{Sb}_4\text{S}_{13}$. Substituce prvků ve struktuře minerálů tetraedritové skupiny nebyla zatím spolehlivě dořešena, takže klasifikace této skupiny nebyla dosud navržena a tedy ani přijata Mezinárodní mineralogickou asociací (IMA). Určitým pokusem o zpracování klasifikace minerálů tetraedritové skupiny byla práce Mozgovy (1985).

Poděkování

Autoři děkují R. Škodovi a P. Gadasovi za provedení analytických prací na mikrosondě. Práce byla finančně podpořena projektem Grantové agentury České republiky č. 205/07/1159 (Z. L.) a projektem Ministerstva kultury České republiky č. DE07P04OMG004

Obr. 6 Siderit, tetraedrit, baryt, Jedová hora (Národní muzeum, P1N 9960, sběr E. Bořický 1868), BSE foto P. Gadas. Tmavé romboedry sideritu obklopené bílým tetraedritem. Při okrajích zrn sideritu je v růstových zónách přítomen světlý baryt.

Literatura

- Arlt T., Diamond L. W. (1998): Composition of tetrahedrite-tennantite and "schwarzite" in the Schwarz silver mines, North Tyrol, Austria. - *Mineral. Mag.* **62**, 801-820.
- Bořický E. (1869a): Zur Entwicklungsgeschichte der in dem Schichtencomplex der silurischen Eisensteinlager Böhmen's vorkommenden Minerale. - *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften* **59**, I. Abth. April, 1-32.
- Bořický E. (1869b): O nerostech, v pásmu železných rud silurských se objevujících. - *Živa. Sborník vědecký Musea království Českého, Odbor přírodovědecký a matematický (Praha)*, č. 2, 3-22.
- Bořický E. (1871): Verzeichniss der in dem Schichtencomplex der silurischen Eisensteinlager Böhmens vorkommenden Minerale. - *Lotos. Zeitschrift für Naturwissenschaften (Prag)* **21**, October, 155-165.
- Foit F. F., Ulbricht M. E. (2001): Compositional variation in mercurian tetrahedrite-tennantite from the epithermal deposits of the Steens and Pueblo Mountains, Harney County, Oregon. - *Can. Mineral.* **39**, 819-830.
- Hak J. (1961): Chemicko-mineralogické studium některých nerostů tetraedritové skupiny. - *Geol. Sbor.* **12**, 1, 1-13. Bratislava.
- Johnson N. E., Craig J. R., Rimstidt J. D. (1986): Compositional trends in tetrahedrite. - *Can. Mineral.* **24**, 385-397.
- Karanović L., Cvetković L., Poletić D., Balić-Žunić T., Makovický E. (2003): Structural and optical properties of schwarzite from Dragodol (Serbia). - *N. Jb. Mineral., Mh.* **11**, 503-520.
- Karup-Møller S., Makovický E. (2003): Exploratory studies of element substitutions in synthetic tetrahedrite. Part V. Mercurian tetrahedrite. - *N. Jb. Mineral., Abh.* **179**, 1, 73-83.
- Karup-Møller S., Makovický E. (2004): Exploratory studies of the solubility of minor elements in tetrahedrite, VI. Zinc and the combined zinc-mercury and iron-mercury substitutions. - *N. Jb. Mineral., Mh.* **11**, 508-524.
- Kratochvíl J. (1912): Nerosty širšího pražského okolí. - *Výroční zpráva c. k. státní české reálky na Malé straně v Praze za školní rok 1911 - 1912 (Praha)*, 1-36.
- Lipold M. V. (1862): "...Mittheilung über die Gänge in dem Eisensteinbergbaue am Gifberg nächst Komorau in Böhmen...". - *Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt (Wien)* **12** (1861-1862), Heft II, Sitzung am 18. März 1862, 195-196.
- Lipold M. V. (1863): Die Eisensteinlager der silurischen Grauwackenformation in Böhmen. - *Jb. k. k. geol. Reichsanstalt (Wien)* **13**, 3, 339-448 (Eisensteinbergbau „Gifberg“ 425-428).
- Litochleb J., Šrein V., Langrová A. (2000): Amalgam stříbra - luanheit, mckinstyit a Zn-Hg tetraedrit ze železnorudného ložiska Mníšek pod Brdy - Skalka. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **8**, 202-207.
- Makovický E. (2006): Crystal structures of sulfides and other chalcogenides. - In: *Sulfide Mineralogy and Geochemistry, Reviews in Mineralogy* (ed. Vaughan D. J.), 7-107. Mineralogical Society of America, Chantilly, USA.
- Moëlo Y., Makovický E., Mozgova N. N., Jambor J. L., Cook N., Pring A., Paar W., Nickel E. H., Graeser S., Karup-Møller S., Balić-Žunić T., Mumme W. G., Vurro F., Topa D., Bindi L., Bente K., Shimizu M. (2008): Sulfosal Systematics: A Review Report of the Sulfosal Sub-Committee of the IMA Commission on Ore Mineralogy. - *E. Journ. Mineral.* **20**, 1, 7-46.
- Moravec B. (2007): Nerosty skupiny tetraedritu a jejich výskyt v České a Slovenské republice. - *Minerál* **15**, 3, 211-216.
- Mozgova N. N. (1985): Sulfosoli so složným sostavom polumetalov i metallov - bloklye rudy (sistéma Me-PMe-S). - In: *Něstěchiometria i gomologičeskíe rjady sulfosolej*, Nauka Moskva, 193-218.
- Mozgova N. N., Cepin A. I., Ozerova N. A., Bortnikov N. S., Troněva N. V. (1977): Rtuť-soděržašie bloklye rudy. - *Zap. Vsesojuz. mineral. Obšč.* **108**, 4, 437-453.
- Nováček R. (1942): Slovenské rtuťnaté tetraedrity. - *Zpr. Geol. Úst. pro Čechy a Moravu* **18**, 107-110.
- Novák F. (1959): Tetraedrit z ložiska Mária u Rožňavy. - *Geol. Práce* **56**, 217-246.
- Pouchou J. L., Pichoir F. (1985): „PAP“ procedure for improved quantitative microanalysis. - *Microbeam Analysis* **20**, 104-105.
- Reuss A. E. (1856): Neue Pseudomorphose vom Giftberge bei Hořowic. - *Lotos. Zeitschrift für Naturwissenschaften (Prag)* **6**, Mai, 119-120.
- Rosenbaum K. (1789): Ueber die Quecksilbererzeugung und den Zinnerbergbau zu Horzowitz im Berauerkreise in Boehmen. - *Bergbaukunde (Leipzig)* **1**, 200-216.
- Velebil D. (2003): Jedová hora (Dědova hora) u Neřežína. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **11**, 86-99.
- Velebil D. (2004): Dolování rumělky u obce Svatá, zjz. od Berouna. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **12**, 78-94.
- Velebil D. (2005): Dobývání rumělky, železné rudy a vápence v obci Jesenný, s. do Semil. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **13**, 98-111.
- Velebil D. (2007): Dobývání rumělky (cinabaritu) u Bezdržic, jv. od Teplé v západních Čechách. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* **14-15**, 47-54.
- Velebil D. (2008): Mineralogie a geneze historických ložisek cinabaritu v Čechách. - MS, bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Ústav geologických věd, 1-46.
- Vtělenský J. (1958): Polymetalické rudy středočeského ordoviku. Závěrečná zpráva. - MS, Geofond Praha P 11 869/24.
- Vtělenský J. (1959): Polymetalické rudy železoporudných ložisek středočeského ordoviku. - *Bohemia centralis (A - Scientiae naturales)*, Vol. **1** (1959), fasc. 1, Krajský dům osvěty v Praze, kabinet muzejní a vlastivědné práce.
- Zippe F. X. M. (1836): Böhmens Edelsteine. - *Sitzung der königl.- böhm. Gesellschaft der Wissenschaften (Prag)*, 21-53.
- Zippe F. X. M. (1839): Die Mineralien Böhmens nach ihren geognostischen Verhältnissen und ihrer Austellung in der Sammlung des vaterländischen Museums, V. Abtheilung. Mineralien des Uibergangsgebirges. - *Verhandlungen der Gesellschaft des vaterländischen Museums in Böhmen (Prag)*, 17. allgemeinen Versammlung (3. April 1839), 28-67.