

VLADIMÍR HOFFMAN, JIŘÍ KOUŘIMSKÝ

O ZINEČNATÉM TETRAEDRITU Z VRANČIC U MILÍNA

(Předloženo 15. února 1965)

ÚVOD

Hydrotermální žilné polymetalické ložisko u Vrančic tvoří součást jvv. okrajového území příbramského rudního obvodu. Je vázáno na hypoabysální komplex středně kyselých vyvřelých hornin Středočeského plutonu, převážně granodioritů (biotitických a biotiticko-amfibolických), vzácněji žul (alkalických a normálních). Tento komplex provázejí žilné horniny (zejména lamprofyry — kersantity, pravděpodobně i minety a vzácně žulové porfyry). Vrančické rudní žíly se podstatně liší od známých příbramských žil svým nerostným obsahem i nerostnou paragenézí. Na žilách, v nichž jako jalovina převládají karbonáty a v menší míře křemen, jsou rudní nerosty, z nichž např. sfalerit, chalkopyrit, galenit, goethit a hematit — spekularit jsou známé již z dob staré těžby.

V poslední době byla z vrančických rudních žil určena a popsána řada dalších nerostů jako chalkozín, ryzí měď, bournonit, antimonit (KUPKA, POKORNÝ — 1954, KUPKA — 1955), bornit, baryt, ryzí stříbro, willemit (MALACHOV — 1955, MALACHOV, KOUŘIMSKÝ — 1956), bindheimit (PADĚRA — 1956 a, b), vésigniéit (PADĚRA — 1956 a), uhličitan blízký rosasitu (KOUŘIMSKÝ — 1957) aj. Podrobný přehled nerostů vrančických rudních žil je obsažen v práci V. HOFFMANA (1961), v které jsou jako další popsány boulangerit, nikelin, Ni-skutterudit, pyrrargyrit a stromeyerit.

Vrančické rudní žíly byly předmětem exploatace již koncem XV. a začátkem XVI. století, kdy se zde dolovala železná ruda pravděpodobně ze zóny úplné oxydace. Později, v druhé polovině XVI. století se tu dobývalo téměř po padesát let stříbro, měď a olovo z podzóny druhého oxydačního obohacení a ze zóny sulfidického obohacení. Z neznámých důvodů, pravděpodobně po vydolování nejbohatších částí cementačního pásma (zóny sulfidického obohacení), bylo zde dolování posléze zastaveno. Mezi těženými rudními nerosty uvádí JOKÉLY (1855) též tetraedrit. Protože však tetraedrit se zde v současné době vyskytuje v podstatně menším množství než jemu zcela podobný chalkozín a bournonit, je možno předpokládat záměnu těchto tří nerostů.

Z nových prací uvádí tetraedrit poprvé V. Hanuš (1955) z Pošepného žíly. Exaktnímu určení tohoto nerostu však nebyla věnována dosud náležitá pozornost.



## VÝSKYT A POPIS

Během posledních mineralogických studií na vrančických rudních žilách bylo zjištěno, že tetraedrit je celkově vzácnějším nerostem ve zdejších rudních revíru, avšak jeho extenzivní rozšíření je značné. Běžně se vyskytuje na Pošepného žíle, poněkud méně na Babánkově žíle a akcesoricky byl v nábruse pozorován v materiálu z Hofmannovy žíly. Jedině na Slavíkově žíle dochází k jeho místním akumulacím, které umožnily získat materiál na chemickou kvantitativní analýzu.

Tetraedrit se vyskytuje v drobně zrnitých až kusových akumulacích. Pokud je ho možno pozorovat makroskopicky, je ocelově šedý a nese snadno se rozlíší jak od chalkozínu, tak zejména od bournonitu. Mikroskopicky má charakteristickou našedlou barvu a podstatně nižší odrazivost než galenit.

Tetraedrit se vyskytuje nejčastěji v asociaci s chalkopyritem, bournonitem a galenitem, se kterým se velmi intenzivně prorůstá, méně s bornitem a chalkozínem. Sukcesivně je zřetelně mladší než sfalerit, do kterého žilkovitě proniká a částečně jej i zatlačuje. Značně problematický je jeho vztah k bournonitu, kde není vyloučeno, že dochází k překrývání krystalizačních intervalů. Ze vzorků ze Slavíkovy žíly se však dá soudit, že tetraedrit je mladší, i když počátek jeho krystalizace je možno klást souběžně s krystalizačním intervalem bournonitu. Složitější otázkou je také vzájemný vztah tetraedritu s chalkopyritem. Nesporné je vzájemné překrývání krystalizačních intervalů, čehož si povšimli i dřívější autoři. Na základě mnoha minerografických i makroskopických pozorování lze soudit, že k překrývání krystalizačního intervalu dochází s chalkopyritem I. generace, a že tento tetraedrit je starší než galenit. Toto pojetí se liší od sukcesivního postavení V. HANUŠE (1955) a částečně i A. A. MALACHOVA (MALACHOV, KOUŘIMSKÝ — 1956). Ovšem uvedení autoři neměli zdaleka tolik vhodného materiálu k řešení této otázky, neboť výskyt tohoto nerostu zjistili jen ojediněle a mnohdy jen akcesoricky.

V celkové sukcesi je tetraedrit zařazen do druhé mineralizační etapy, kde tvoří spolu s bournonitem a chalkopyritem I. generace do určité míry samostatné stadium, oddělené od parageneze nerostů s převládajícím galenitem slabými tektonickými pohyby. (V. HOFFMAN — 1961).

## CHEMICKÉ URČENÍ

Chemizmem vrančických tetraedritů se dosud nikdo detailněji nezabýval. Kvantitativní chemickou analýzu umožnila teprve exploatace Slavíkovy žíly, ze které byl získán materiál s dostatečným množstvím tetraedritu, který byl pokud možno čistě separován. Jedině nebylo možno zcela dokonale odstranit heterogenní příměs sfaleritu, jehož množství bylo odhadnuto (v nábruse) a ekvivalentní množství Zn, Fe a Cd bylo od základní analýzy odečteno. Výsledek analýzy je uveden v tabulce č. 1.

Než přejdeme k diskusi chemizmu tetraedritu uvádíme ještě výsledky kvalitativních spektrálních analýz. Separovat bylo možno pouze tetraedrit z Pošepného a Slavíkovy žíly, materiál z ostatních žil byl silně nehomogenní a nehodil se k analýze, neboť by zkreslil výsledky. Výsledky spektrálních analýz jsou obsaženy v tabulce č. 2.

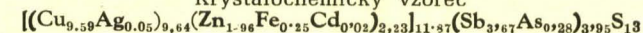
TABULKA Č. 1

Kvantitativní chemická analýza tetraedritu z žíly Slavík (anal. M. KVAČEK — 1962).

Stanovení	Přepočet na 100%	Atomový kvocient	Teoret. složení	
Bi	0,06	0,06		
Hg	0,06	0,06		
Ag	0,32	0,34	0,003159	
Cd	0,17	0,16	0,001420	
Fe	0,82	0,86	0,015444	
Zn	9,91	7,79	0,119071	
As	1,21	1,29	0,017202	
Sb	25,48	27,14	0,222859	29,22
Cu	34,73	36,99	0,582091	45,77
S	25,07	25,31	0,789440	25,01
Nerozp. zb.	1,27	—		
Suma	99,10	100,—		100,—

Obecný dělitel: 0,0607261

Krystalchemický vzorec



TABULKA Č. 2

ŽÍLA	Ag	Al	As	Bi	Ca	Cd	Co	Cu	Fe	Ge	Hg	In	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Si	Sn	Ti	Zn
Pošepný - č. 1	■	●	■	●	●	■	●	■	■	●	●	●	●	●	●	●	■	■	●	■	■
Pošepný - č. 2	■	●	■	●	■	■	●	■	■	●	●	●	●	●	●	●	■	■	●	■	■
Pošepný - č. 3	■	●	■	●	■	■	●	■	■	●	●	●	●	●	●	●	■	■	●	■	■
Slavík - č. 4	■	●	■	●	■	■	●	■	■	●	●	●	●	●	●	●	■	■	●	■	■

■ množství » 1%

● množství 0,1-0,01%

■ množství > 0,1%

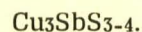
● množství < 0,01%

Kvalitativní spektrální analýzy Zn-tetraedritů z Vrančic: Spektrograf Q 24 Zeiss-Jena při střídavém oblouku 8 A s generátorem DG 1 nebo ABR. 3. Spektra rozpráskovaných vzorků byla získána v oblouku vytvořeném uhlíkovým

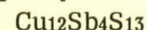
mi elektrodami (tenkostěnné, válcové) ČKD Stalingrad při vzdálenosti 3 mm, cloně T 10-5, diafragmě 3,2, komůrkové cloně 1:15, štěrbině 0,003 mm a expozici 30 sec., bez předjiskření. Použitý fotomateriál zn. Foma s. o. Vzorok byly míchány s uhlíkovým prachem pro rovnoměrné hoření materiálu.

1. Vzorek z žíly Pošepného č. 1: drobné akumulace ve sfaleritové rudnině — haldový vzorek z jámy Alexandr (rtg. č. 1).
2. Vzorek z žíly Pošepného č. 2: drobné akumulace ve sfaleritové rudnině — dokladový materiál Ústavu nerostných surovin č. 1816 (rtg. č. 2).
3. Vzorek z žíly Pošepného č. 3: kusový až jemně zrnitý slabě prostoupený galenitem ve sfaleritové rudnině spolu s křemenem — sbírky mineralogického odd. Přírodovědeckého Národního muzea, inv. č. 39.493 (rtg. č. 3).
4. Vzorek z žíly Slavík: kusové akumulace ve sfaleritové rudnině — haldový vzorek z jámy Slavík — sbírky mineralogického odd. Přírodovědeckého Nár. muzea, inv. č. (rtg. č. 4).

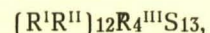
Obraz o chemizmu tetraedritu podává nejen výsledek kvantitativní chemické analýzy, avšak též krystalochemický vzorec, který vyjadřuje stechiometrické poměry uvnitř tetraedritu. Vlastní forma krystalochemického vzorce není stále ještě ustálena a různí autoři podávají různé interpretace. Jedni autoři pokládají za správnější vzorec s jednoduššími stechiometrickými poměry. Tento názor přejímá také H. STRUNZ (1957) ve své nejnovější klasifikaci nerostů, založené na krystalochemickém základě a uvádí s otazníkem vzorec pro tetraedrit:



Starší literatura však uvádí ponejvíce vzorec:



(J. D. DANA — 1946), který je interpretován a rozpracován v posledních letech zejména N. V. BĚLOVEM (1952). Tento autor navrhuje následující obecný krystalochemický vzorec, z čehož také vyplývají možné izomimerální prvky:



přičemž  $\text{R}^{\text{I}} = \text{Cu, Ag};$   
 $\text{R}^{\text{II}} = \text{Cu, Fe, Zn, Pb, Hg, Ni, Co};$   
 $\text{R}^{\text{III}} = \text{Sb, As, Bi}.$

Poměr  $\text{R}^{\text{I}}:\text{R}^{\text{II}} = 10:2$ . V tomto smyslu byl také tento obecný vzorec interpretován při výpočtu našeho krystalochemického vzorce tetraedritu z Vrančic. Z kvantitativní chemické analýzy a spektrální kvalitativní analýzy vyplývá tedy, vycházíme-li zejména z poznatků J. H. BERNARDA (1957), že jako izomimerální prvky tetraedritu jsou mimo hlavních stavebních složek Cu a Sb uvažovány dále Ag, Zn, Fe, Cd, As, Bi, Hg a pravděpodobně též Pb, Co, Ni a Sn (průběžně stanovené spektrálně). Není vyloučeno, že v případě vyšší diadochní příměsi Zn, jako je tomu ve vrančických tetraedritech, je možno za izomimerální uvažovat též Ge a In. Pb však bude přece jen nutno uvažovat jako částečně anizomimerální (galenit) a podobně i Sn. U Co a Ni nebyl mikroskopicky v separovaném materiálu zjištěn žádný heterogenní nerost, který by tyto

prvky obsahoval ve větším množství a tak není celkem pochyby o jejich izomimerální povaze.

Ostatní prvky zjištěné spektrální analýzou považujeme za anizomimerální, neboť přísluší heterogenním složkám v nepatrném množství přímíšených nerostů (karbonát, křemen, ev. horninové částičky).

#### RENTGENOGRAFICKÝ VÝZKUM

Vzhledem k tomu, že ke klasifikačnímu zařazení tetraedritů je nejspolehlivější kombinace kvantitativní chemické analýzy s rentgenometrickou (mřížková konstanta), byla rentgenometrickému výzkumu věnována mimořádná pozornost. Kombinace obou těchto metod byla však proveditelná pouze na tetraedritech ze Slavíkovy žíly, odkud bylo možno získat poměrně čistý materiál bez značnějších příměsí.

Rentgenografický výzkum byl prováděn práškovou metodou Debye-Scherrerovou při použití Al jako cejchovací substance ( $a_0 = 4,0483 \text{ \AA}$ ). Průměr komůrky 57,3 mm.  $\text{CuK}_{\alpha 1,2}$ ,  $\lambda = 1,539 \text{ \AA}$ . Filtr Ni. Napětí 28 kV, intenzita 24 mA, expozice 2—4 hod. Průměr clonky 1 mm. Vzorek upevněn na skleněném vlásku. Hodnoty  $d$  a intenzity vrančických tetraedritů jsou v tabulce č. 3. srovnány s obdobnými daty tetraedritu z Bolívie (MICHEEV — 1957) a s hlavními liniemi galenitu podle tabulek ASTM (1945). Intenzity linií byly odhadovány vizuálně v deseti stupních.

Z výsledků uvedených v tabulce byly vypočteny mřížkové konstanty:

1. tetraedrit z Pošepného žíly č. 1:  
 $a_0 = 10,385 \pm 0,004 \text{ \AA}$
2. tetraedrit z Pošepného žíly č. 2:  
 $a_0 = 10,392 \pm 0,004 \text{ \AA}$
3. tetraedrit z Pošepného žíly č. 3:  
 $a_0 = 10,385 \pm 0,007 \text{ \AA}$
4. tetraedrit ze Slavíkovy žíly:  
 $a_0 = 10,390 \pm 0,004 \text{ \AA}$

K výpočtu mřížkových konstant byly rentgenové snímky cejchovány Al s mřížkovou konstantou  $a_0 = 4,0483 \text{ \AA}$  (Wyckoffova precizní metoda). Mřížkové konstanty pro vzorky č. 1, 2 a 4 byly vypočteny z linií č. 31, 32, 33, 35 a 37. Pro vzorek č. 3 byla mřížková konstanta vypočtena z linií č. 16, 33 a z další linie, v tabulce již neuvedené, o intenzitě 3 a hodnotě  $d = 1,911 (662)$ , vzhledem k neseparovatelné příměsi galenitu (z rentgenogramu zřejmé), která znemožnila použití výhodnějších linií.

#### STANOVENÍ HUSTOTY

Hustota byla stanovena na tetraedritu ze Slavíkovy žíly pomocí pykometru o obsahu 10 ccm z navážky 3—4 gramy v destilované vodě. Heterogenní příměs (sfalerit) byla částečně eliminována podle výsledků chemické analýzy výpočtem podle vzorce:

$$h_{\text{corr}} = \frac{100h_{\text{st}} - h_s \cdot x}{100 - x}$$

Č.	Tetraedrit — Vrančice						Slavíkova ž.		(hkl)	Tetraedrit (MICHEEV — 1957)	Galenit (ASTM — 1945)
	Pošepného ž. č. 1		Pošepného ž. č. 2		Pošepného ž. č. 3		I 2θ				
	I	2θ	I	2θ	I	2θ	I	2θ			
1	0,5d	21,0	4,23	21,3	4,17	0,5d	20,9	(220)	1 3,676	8 3,42	
2	2	24,4	3,65	24,4	3,65	2	24,2		4 3,208		
3	0,5dd	26,7	3,34	26,1	3,41	0,5d	27,0		10 2,996	10 2,96	
4						10	29,7				
5	0,5	29,7	3,01	29,7	3,01	10d	29,7				
6	2	31,2	2,87	32,3	2,77	2	32,2	(321)	3 2,787		
7	2	32,3	2,77	34,6	2,59	3	34,4	(400)	4 2,604		
8	4	34,5	2,60	36,9	2,44	4	36,6	(411), (330)	4 2,450		
9	2	36,9	2,44	38,5	2,338	2	38,5	(420)	1 2,336		
10	Al	38,5	2,338	40,7	2,22	Al	40,6	(332)	1 2,234		
11	1	40,9	2,21			1d	40,6				
12	1	43,0	2,10	43,1	2,10	0,5?	42,2	(422)	1 2,116	9 2,08	
13						10	43,6				
14	Al	44,8	2,022	44,8	2,022	Al	44,8	(510), (431)	6 2,034		
15	3	48,2	1,888	48,2	1,888	3	47,9	(521)	4 1,900		
16	9	49,8	1,831	49,8	1,831	6	49,7	(440)	10 1,834		
17	2	51,3	1,780	51,4	1,777	9	51,4	(530), (433)	4 1,783	9 1,785	
18	1d	53,1	1,725	53,0	1,728	0,5	52,9	(600), (442)	4 1,736		
19						7	53,7				
20	4	54,6	1,681	54,6	1,681	2	54,4	(611), (532)	6 1,685	8 1,480	
21	1d	56,1	1,639	56,1	1,639	1	55,9	(620)	1 1,647		
22	0,5d	57,5	1,003	57,9	1,593	0,5	57,6	(541)	1 1,607		
23	7	59,1	1,563	59,1	1,563	6	59,4	(622)	10 1,564		
24	2	60,6	1,528	60,6	1,528	1	60,4		3 1,537		
25	2	61,9	1,500	62,0	1,497	0,5	61,8	(444)	3 1,503		
26	2	63,4	1,468	63,4	1,468	2	63,4	(710), (550), (543)	3 1,470		
27	Al	65,2	1,431	65,2	1,431	Al	65,2	(721), (633), (552)	3 1,411		
28	0,5	66,2	1,412	66,3	1,411	0,5	66,2	(842)	1 1,387	7 1,360	
29	1d	67,6	1,385	67,6	1,385	1	67,2		1 1,362	9 1,325	
30						7	69,3		4 1,317		
31	2	71,7	1,316	71,5	1,319	9d	71,4	(732), (651)	6 1,297		
32	3	72,9	1,298	72,8	1,299	1	73,0	(800)	4 1,278		
33	3	74,3	1,277	74,1	1,279	2	74,1	(811), (741), (554)	1 1,261		
34	0,5	75,6	1,258	75,6	1,258	0,5	75,3	(653)	4 1,243		
35	3	76,7	1,242	76,6	1,244	2	76,7		1 1,226		
36	Al	78,3	1,220	78,3	1,220	Al	78,3	(831), (750), (742)	6 1,207		
37	3	79,3	1,208	79,3	1,208	9	79,1				

$h_{corr}$  = hustota korigovaná;  $h_{st}$  = hustota stanovená;  $h_s$  = hustota sfaleritu (čistý sfalerit z bezprostředního sousedství studovaného tetraedritu poskytl hodnotu  $h = 4,045$ ;  $x = \%$  sfaleritu podle kvantitativní chemické analýzy.

Hustota tetraedritu ze Slavíkovy žíly:

$$h_{st} = 4,619$$

$$h_{corr} = 4,74$$

Teoreticky je možno stanovit hustotu tetraedritu ze Slavíkovy žíly na základě krystalochemického vzorce výpočtem:

$$h_{vyp.} = \frac{Z \cdot A \cdot 1,6502}{V}$$

kde  $Z = 2$  (počet molekul v základním hranolu);  $A$  = atomová resp. molekulová váha, vypočítaná z krystalochemického vzorce ( $1,6502 =$  = reciproká hodnota Avogadrova čísla;  $V$  = objem základního hranolu, v krychlové soustavě je objem základní krychle  $a_0^3$  ( $10,390^3$ )).

$$h = 4,836$$

#### DISKUSE VÝSLEDKŮ

Podle klasifikace tetraedritů E. K. LAZARENKA (1956) rozeznáváme v řadě tetraedritů — tennantitů též tzv. smíšený tetraedrit na základě zastoupení  $Sb:As$ , kdy dochází k přechodům mezi  $Cu_{12}(Sb_{<3}As_{>1})S_{13}$  a  $Cu_{12}(Sb_{>1}As_{<3})S_{13}$ . Námí studovaný tetraedrit má celkem malou příměs  $As$ , jehož hodnota je menší než 1. Z izomimerálních prvků však dominuje zinek, který dosahuje hodnoty 7,79 %. Jde tedy o vysloveně zinečnatý tetraedrit. J. D. DANA (1946) uvádí, že maximální obsahy  $Zn$  v tetraedritech se mohou pohybovat mezi 8 až 9 %, LAZARENKO uvádí jako krajní mez 8,50 %.

Ve své práci (1956), v níž uvádí analýzy a krystalochemické vzorce celkem 73 tetraedritů z různých nalezišť, pokládá za zinečnaté tetraedrity plných 24 případů, z nichž 12 má obsah  $Zn$  nad 7 %. Ve většině případů však jde o naprosto zřejmě tennantity. Zinečnatý tetraedrit (obsah  $Zn$  6,61 %) popsal z Cínovce i J. HAK (1961). Zinečnaté tetraedrity v užším slova smyslu jsou však zřejmě podstatně vzácnější.

V tabulce č. 4 uvádíme přehled zinečnatých tetraedritů v užším slova smyslu s obsahem  $Zn$  nad 7 % podle LAZARENKA. Z nich pouze tetraedrit č. 1 a 2 se blíží vrančickému tetraedritu, protože tetraedrity č. 6 a 3 je nutno pokládat za smíšené, tetraedrit č. 5 za stříbrný, č. 4 za rtuťnatý.

Je známo z novějších prací některých autorů (BOUŠKA — 1956a, BERNARD, HAK 1958), že některé izomimerální prvky ovlivňují hodnoty mřížkových konstant. Na zvýšení mřížkové konstanty tetraedritu má největší vliv příměs  $Hg$ , též  $Ag$  a pravděpodobně i  $Bi$ . Nejnižší mřížkovou konstantu má čistý tennantit:  $a_0 = 10,21$  Å, kdežto čistý tetraedrit  $a_0 = 10,34$  (STRUNZ — 1957).

Z vypočtených hodnot mřížkových konstant vrančických tetraedritů je zřejmé, že hodnoty  $a_0$  jsou vyšší než hodnoty čistých tetraedritů, přesto-

že prvky, které mřížkovou konstantu zvyšují, jsou přítomny jen v malém množství. Jediný izomerní prvek, který dominuje nad ostatními, je Zn a proto je možno předpokládat, že toto zvýšení je způsobeno jeho mimořádným obsahem, vyšším než v obdobných tetraedritech uváděných v literatuře.

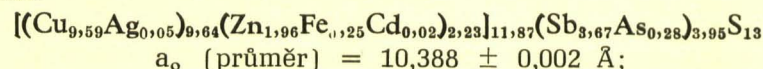
TABULKA Č. 4

Naleziště	Autor	% Zn	% Sb	% As	poznámka
1. Banská Štiavnica :	KRETSCHMER, 1911	7,57	26,12	1,84	
2. Dillenburg (Německo) :	KRETSCHMER, 1911	7,05	25,26	2,69	
3. Anchor Mine, Utah (USA) :	CLARKE — STEIGER, 1918	7,58	21,30	5,54	smíšený
4. M. Avanza :	LILL, 1864*)	8,19	28,07	—	2,67% Hg
5. Změnigorsk (SSSR) :	LAZARENKO, 1941	8,03	21,63	2,84	5,39% Ag
6. Battlemen Crick (Kanada) :	THOMPSON, 1953	8,50	12,54	12,48	smíšený
7. Vrančice :	anal. KVAČEK, 1962	7,79	27,14	1,29	

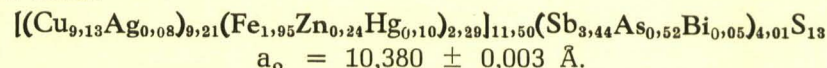
\*) Zusammenstellung der bei dem k. k. General-Probiramt in neuer Zeit bis zum Schluss des Jahres 1862 ausgeführten Analysen von Mineralien und Hüttenprodukten (1964) — Berg- u. hüttenm. Jb. 13, 22—88, Wien.

Přihlédneme-li ke krystalochemickému vzorci vrančického tetraedritu i k jeho mřížkovým konstantám, shledáváme naopak nápadnou podobnost s železnatým tetraedritem z ložiska Mária baňa u Rožňavy (anal. č. 301), popsáným F. Novákem (1959).

Vrančice:



Mária baňa:



V obou těchto případech jde o čisté tetraedrity jen s velmi malou příměsí dalších prvků, přičemž vrančický tetraedrit můžeme pokládat za prakticky krajního zinečnatého člena a tetraedrit z Mária baně za krajního železnatého člena izomerní řady zinečnato-železnatých tetraedritů. Vzájemnými vztahy mezi obsahem Fe a Zn v tetraedritech v souvislosti s jejich mřížkovými konstantami se bude zabývat další připravovaná práce V. HOFFMANA a F. NOVÁKA.

Vzhledem k tomu, že jsou hodnoty mřížkové konstanty tetraedritu ze Slavíkovy a Pošepného žíly celkem shodné, dá se soudit také na ana-

logický chemismus, zejména pokud jde o obsah As a Zn. Tomu odpovídají i výsledky kvantitativních spektrálních analýz. Tím je také možno opravit předběžné nepublikované určení tetraedritu J. KOUŘIMSKÝM (1956), zakládající se na nedokonalém rentgenogramu, které mylně nasvědčovalo možnosti výskytu tennantitu na Pošepného žíle. Všechny vrančické tetraedrity zde dosud zjištěné, jsou tedy zinečnatými tetraedrity v užším slova smyslu.

#### SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ

Tetraedrit z Vrančic u Milína byl určen kvantitativní chemickou analýzou, pomocí spektrálních analýz, rentgenograficky i stanovením hustoty. Všechny výsledky nasvědčují tomu, že jde o poměrně čistý zinečnatý tetraedrit izomerní řady zinečnato-železnatých tetraedritů s velmi značným obsahem Zn, blížícím se jeho maximálnímu možnému obsahu, vypočítanému teoreticky. Obdobný tetraedrit s tak značným obsahem Zn není dosud v literatuře uváděn.

Stanovené mřížkové konstanty jsou vyšší než hodnoty čistých tetraedritů, přestože vrančický tetraedrit neobsahuje ve větším množství prvky, jež mřížkové konstanty tetraedritů běžně zvyšují. Z toho je možno předpokládat, že toto zvýšení je způsobeno právě mimořádně vysokým obsahem Zn.

*Ústav nerostných surovin,  
Kutná Hora  
Přírodovědecké muzeum,  
Národní muzeum, Praha*

#### LITERATURA

- ASTM (1950-533): X-ray diffraction data Cards. — Amer. Society for Festing Materials. Philadelphia.
- BABÁNEK F. (1885): Ueber das Příbramer Fahlerz. — Tschermaks mineral. petrogr. Mitt. 6, 82—86, Wien.
- BELOV N. V. (1952): Karkasnye struktury feldšpatoidov — bleklych rud, III. Očerki po strukturnoj mineralogii. — Mineral. Sbor., Lvov vol. 6, 21—30.
- BERNARD J. H. (1957): O isomorfním zastupování prvků ve skupině tetraedritu. — Rozpr. čs. Akad. Věd, řada MPV, 67, č. 3, 1—30, Praha.
- BERNARD J. H. (1958): Chemismus a velikost mřížkových konstant spišsko-gemerských tetraedritů. — Rozpr. čs. Akad. Věd, řada MPV, 68, č. 14, 1—74, Praha.
- BERNARD J. H., HAK J. (1960): Stříbrem bohatý tetraedrit z Kutné Hory, Staré Vožice a Příbrami. Výzkum nerostů tetraedritové skupiny VII. — Čas. Mineral. Geol. 5, č. 1, 1—9, Praha.
- BOUŠKA V. (1956a): Změna mřížkové konstanty Hg tetraedritů vlivem různého chemického složení. Výzkum nerostů tetraedritové skupiny II. — Rozpr. čs. Akad. Věd, řada MPV, 66, č. 13, 1—30, Praha.
- BOUŠKA V. (1956b): O chemismu a velikosti mřížkové konstanty  $a_0$  některých slovenských tetraedritů z oblasti Nízkých Tater a z Banské Štiavnice. Výzkum nerostů tetraedritové skupiny VIII. — Sbor. ústf. Úst. geol. 23, 43—53, Praha.
- BOUŠKA V., ČECH F. (1956): O některých tetraedritech z Českomoravské vysočiny. Výzkum nerostů tetraedritové skupiny VI. — Čas. morav. Mus. Brno, 41, 49—60.

CLARKE F. W.: Analyses of Rocks and Minerals from the Laboratory of the United States Geological Survey 1880 to 1908.

U. S. Geol. Surv. Bull. 419, 323, Washington.

DANA J. D., DANA E. S., PALACHE CH., BERMAN H., FRONDEL C. (1946): The System of Mineralogy I., New York, London.

HAK J. (1961): Chemicko-mineralogické studium některých nerostů tetraedritové skupiny — Geol. Sbor., Bratislava, 12, č. 1, 79—102.

HANUŠ V. (1955): Mineralogie a geochemie Cu-Pb-Zn žíly s chalkosinem a willemitem u Vrančic na Příbramsku. — Sbor. ústř. Úst. geol. 22, 69—143, Praha.

HOFFMAN V. (1960): Komplexní výzkum ložiskové oblasti Vrančice pro potřeby výzkumu technologie zpracování rudniny z tohoto ložiska — Archiv Ústavu nerostných surovin, Kutná Hora.

HOFFMAN V. (1961): Geochemically-mineralogical Relations of Polymetallic Veins in the Ore District Vrančice near Milín (Bohemia) — Sbor. nár. Mus., Praha — (B), 17, č. 1—2, 1—55.

JOKÉLY J. (1855): Geognostische Verhältnisse in einem Theile des mittleren Böhmen. — Jb. geol. Reichsanst. 6, 355—404, Wien.

KOUŘIMSKÝ J. (1956): Nerosty vrančického revíru — Archiv Západočeského rudného průzkumu, Praha.

KOUŘIMSKÝ J. (1957): O výskytu uhličitanu blízkého rosasitu ve Vrančicích u Milína — Univ. Carol., Praga — (Geol.), 3, No. 2, 115—127, Praha.

KRETSCHMER A. (1911): Analyse und chemische Zusammensetzung der Fahlerze — Z. Kristallogr. 48, 484—513, Leipzig.

KUPKA F., POKORNÝ J. (1954): Identifikace antimonitu z Vrančic — Archiv Ústavu pro výzkum rud, Kutná Hora.

KUPKA F. (1955): Rentgenometrická identifikace několika rudných komponent z Vrančic — Archiv Ústavu pro výzkum rud, Kutná Hora.

KUTINA J. (1951): Totožnost falkenhaynitu s tetraedritem — Rozpr. čs. Akad. Věd, řada MPV, 61, č. 34, 1—5, Praha.

KVAČEK M. (1962): Metodika chemické kvantitativní analýzy nerostů tetraedritové skupiny. Výzkum nerostů tetraedritové skupiny XI — Sbor. geol. věd, řada TG, sv. 1, 203—214, Praha.

LAZARENKO E. K. (1941): Serebrosoderžaščij tetraedrit iz Tarasovki v Donbasse — Dokl. Akad. nauk SSSR, 31, No. 5, Moskva.

LAZARENKO E. K. (1956): O bleklych rudach — Mineral. Sbor., L'vov 10, 171—211.

MACHATSCHKI F. (1928): Präzisionsmessungen der Gitterkonstanten verschiedener Fahlerze. Formel und Struktur derselben — Z. Kristallogr. 68, 204—222, Leipzig.

MALACHOV A. A. (1955): Výskyt willemitu v ČSR — Vesmír 34 č. 7, 235, Praha.

MALACHOV A. A., KOUŘIMSKÝ J. (1956): O výskytu willemitu ve Vrančicích u Milína — Rozpr. čs. Akad. Věd, řada MPV, 66, č. 8, 1—35, Praha.

MICHEEV V. I. (1957): Rentgenometrickij opredelitěl mineralov, Moskva.

NOVÁK F. (1959): Tetraedrit z ložiska Mária u Rožňavy — Geol. Práce, Bratislava 56, 217—246.

PADĚRA K. (1956 a): Výzkum nerostů oxidačního pásma příbramských rudních žil — Archiv Geologicko-geografické fakulty university Karlovy, Praha.

PADĚRA K. (1956 b): O bindheimitu z Vrančic — Rozpr. čs. Akad. Věd, řada MPV, 66 č. 8, 37—41, Praha.

STRUNZ H. (1957): Mineralogische Tabellen, Leipzig.

THOMPSON R. M. (1951): Mineral occurrences in western Canada — Amer. Mineral. 36, No. 5—6, 504—509.

II. Zusammenstellung der bei dem k. k. General-Probiramte in neuerer Zeit bis zum Schluss des Jahres 1862 ausgeführten Analysen von Mineralien und Hüttenprodukten (1864) — Berg- u. hüttenm. Jb. 13, 22—88, Wien.

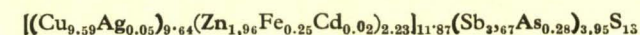
## ZUSAMMENFASSUNG

Die hydrothermale polymetallische Ganglagerstätte bei Vrančice bildet einen Teil des süd-südöstlichen Randgebietes des Příbramer Erzvorkommens. Es ist an den hypoabysalen Komplex der mittelaciden Eruptivgesteine des Mittelböhmischen Plutons gebunden, das heisst überwiegend an Granodiorite und Granite. Dieses Komplex begleiten Ganggesteine (Lamprophyre-Kersantite, Granitporphyre). Die Erzgänge von Vrančice unterscheiden sich durch ihren mineralischen Gehalt und ihre mineralische Paragenese sehr wesentlich von den bekannten Příbramer Gängen. In den Gängen, in denen als taube Gesteine Karbonate und in geringem Mass Quarz überwiegen, sind Erzminerale (Zinkblende, Galenit, Hämatit-Specularit, Chalkosin, Chalkopyrit, Bornit, Bournonit, selten gedieges Silber, Kupfer usw.). In der letzten Zeit wurde eine Reihe weiterer Minerale aus den hiesigen Erzgängen beschrieben, wie Willemit, Stromeyerit, Pyrrargyrit, Nickelin, Ni-Skutterudit, Bindheimit, ein dem Rosasit nahestehendes Mineral und andere mehr.

Ein seltener Bestandteil des hier vorkommenden Erzgemisches ist auch der Tetraedrit. Er bildet kleinkörnige, stahlgraue Akkumulationen, die dem hiesigen Chalkosin und Bournonit sehr ähnlich sind, mit denen er früher verwechselt wurde. Er tritt am häufigsten in Assoziation mit Chalkopyrit, Bournonit und Galenit auf, die er sehr intensiv durchwächst.

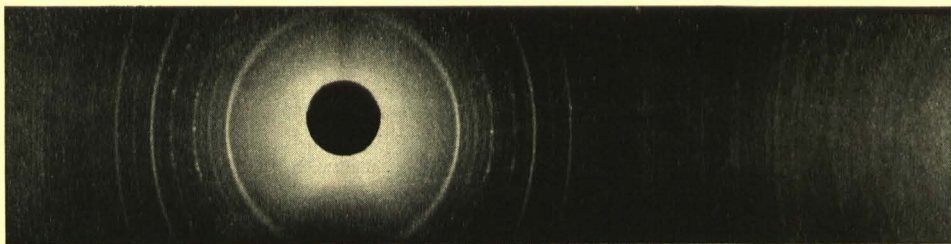
Diese Arbeit befasst sich mit dem Chemismus der Vrančicer Tetraedriten, der auf Grund quantitativer chemischer Analysen und röntgenographischer sowie Spektraluntersuchungen bestimmt wurde. Alle Ergebnisse beweisen, dass es sich um einen ausgesprochenen Zinktetraedrit handelt, der sich mit seinem Zinkgehalt dem maximalen, im Compendium von J. D. Dana (1946) angeführten theoretischen Zinkgehalt nähert. Der Zinkgehalt der Tetraedriten verursacht sichtlich auch die erhöhten Werte der Gitterkonstante. Dafür sprechen ihre, trotz der minimalen Beimengung von Hg, Ag und Bi, die allgemein die Gitterkonstanten der Tetraedriten steigern, verhältnismässig hohen Werte bei den Vrančicer Tetraedriten.

Nachstehend die aus der quantitativen chemischen Analyse berechnete chemische Formel:

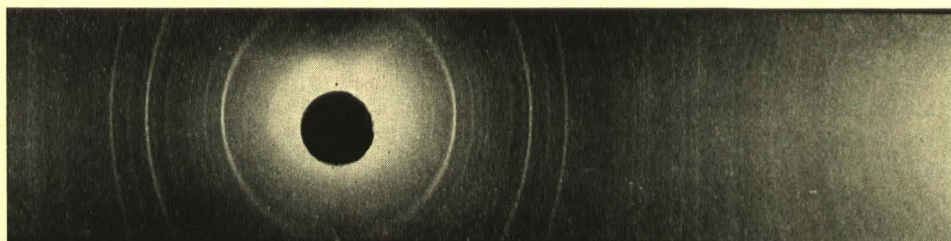


Gitterkonstante:  $a_0 = 10,388 \pm 0,002 \text{ \AA}$ .

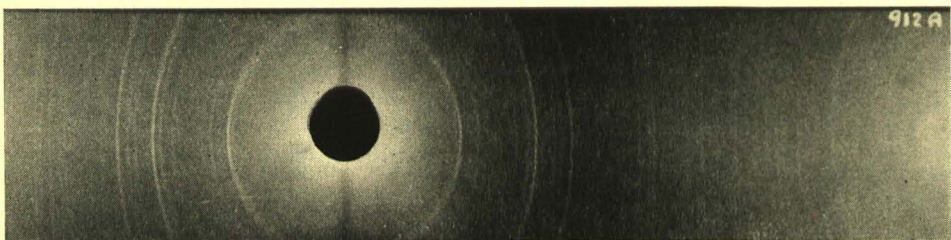




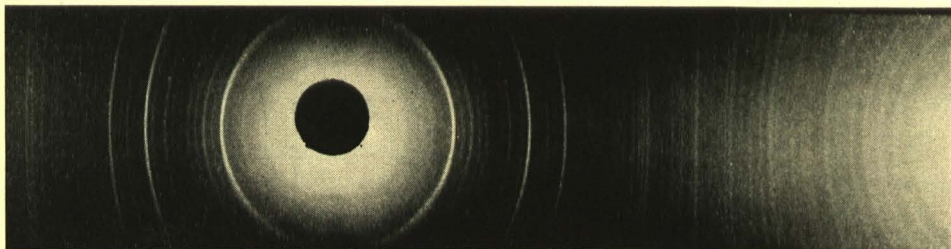
Rtg. tetraedritu z Pošepného žíly č. 1.



Rtg. tetraedritu z Pošepného žíly č. 2.



Rtg. tetraedritu z Pošepného žíly č. 3.



Rtg. tetraedritu ze Slavíkovy žíly.

ZDENĚK TRDLIČKA, VLADIMÍR HOFFMAN

**KE GENEZI HVĚZDIČKOVÝCH ODMÍŠENIN SFALERITU  
V CHALKOPYRITU Z HORNÍ KRUPKY  
V KRUŠNÝCH HORÁCH**

(Předloženo 24. 8. 1964)

Během geochemického výzkumu ložiskové oblasti Horní Krupky u Teplic v Krušných horách (VL. HOFFMAN — ZD. TRDLIČKA, 1962) zaujaly naši pozornost zajímavé hvězdičkovité a křížovité odmíšeniny sfaleritu („Zinkblendesternchen“) v chalkopyritu. Odmíšeniny se vyskytly v chalkopyritu rudního revíru Komáří Vížka — šachta (křemen — sulfidické žíly a impregnace v žule a křemenném porfyru) a revíru Bohosudov — hloubení H 3 (křemen — sulfidické žíly v biotické ruce). Sulfidickou paragenézi z revíru Bohosudov detailně zpracoval L. ŽÁK (1959 a, b), který však v těchto pracích neuvádí výskyt hvězdičkovitých útvarů sfaleritu v chalkopyritu. Citovaný autor dodatečně (L. ŽÁK, 1964) mikroskopicky zjistil podobné inkluze sfaleritu v chalkopyritu z haldového materiálu štoly Vendelín (východně od štoly Barbora) z revíru Bohosudov. Chalkopyrit se vyskytl v této minerální asociaci: křemen, kassiterit, wolframit, pyrit, vismut, chalkosin, arsenopyrit, Bi-sirníky, fluorit, hematit a stannin?

**Mineralogický a paragenetický popis sfaleritových odmíšenin**

Námi studovaný *chalkopyrit* s odmíšeným *sfaleritem*, náležející podle L. ŽÁKA (1959 a, b. 1964) pravděpodobně chalkopyritu 1. generace, asociuje s těmito minerály: *kassiteritem*, *křemenem*, *arsenopyritem*, *pyritem*, *fluoritem*, *pyrrhotinem*, *bismutinem?*, *galenitem*, *tennantitem*, *markasitem* a *covellinem*. Chalkopyrit tvoří jak v křemenných žilách, tak i v okolních horninách allotriomorfní agregáty (velikost řádově X mm až 2 cm), nebo velmi drobná síťiva. Agregáty jsou složeny z allotriomorfních, středně velikých (0, X mm) zrněk. Studovaná asociace je součástí pneumatolyticko-hydrotermálního zrudnění v Horní Krupce (viz též L. ŽÁK, 1959 a, b).

Sfaleritové odmíšeniny z krupecké rudní oblasti mají rozměry řádově v 0,00X—0,0X mm a hvězdičkovité nebo křížovité tvary, z nichž křížovité většinou převládají. Zpravidla jsou individualizované a jen míst-