

Geol. vjesnik	Vol. 40	str. 89—95	Zagreb 1987.
---------------	---------	------------	--------------

UDK 549.1:549.3

Izvorni znanstveni rad

## Tetraedrit iz rudnika Stari trg

Vladimir BERMANEC<sup>1</sup>, Darko TIBLJAS<sup>1</sup> i Vladimir ZEBEC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Mineraloško-petrografski zavod, Prirodoslovno-ametamički fakultet,  
Demetrova 1, YU — 41000 Zagreb*

<sup>2</sup>*Mineraloško-petrografski muzej, Demetrova 1, YU — 41000 Zagreb*

U radu su prikazani rezultati istraživanja tetraedrita iz rudnika Stari Trg kraj Trepče. Materijal je kemijski i rendgenografski analiziran, a na kristalima su obavljena goniometrijska mjerenja. Dobiveni rezultati upućuju na to da se radi o srebronosnom tetraedritu.

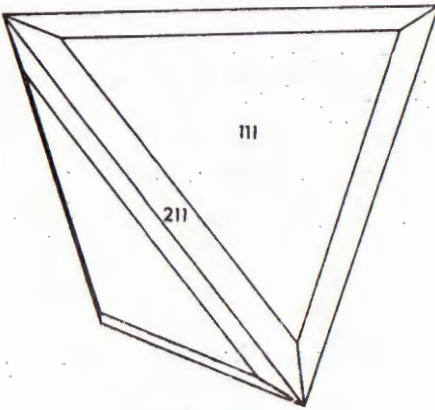
In this paper results of tetrahedrite crystals investigations from Stari Trg mine (Trepča) are shown. X-ray and chemical analysis were done as well as measurements on the two circle reflecting goniometer. Obtained results appear that this is argentian tetrahedrite.

Tek u nekoliko navrata nabrojen je i tetraedrit kao član rudne parageneze na materijalima iz rudnika Stari Trg (Smejkal, 1960; Barić, 1973). Bila su to tek alotriomorfna zrna viđena u rudnim preparatima. Sada smo, međutim, naišli na uzorak na kojem su već prostim okom vidljivi srebrnasto sjajni kristali tetraedrita. Obično su tetraedrijskog habitusa, a vrlo su često naredani jedan do drugoga gotovo paralelno, kao u vijencima oko nekih većih piritnih kristala. U paragenizi s tetraedritom najzastupljeniji je pirit koji je dovojake generacije. Prva, odnosno, starija piritna generacija sudeći prema heksagonalnom obrisu tih nakupina bila bi ona koja je vjerojatno nadomjestila nekadašnje kristale pirhotina. Dimenzije kristalića su nekoliko milimetara i heksaedrijskog su habitusa. Često ih je nekoliko paralelno sraslo, što je redovito slučaj kod takvih pseudomorfoza. Te nakupine su obilno preraštene različito orijentiranim krupnijim i do 1 cm velikim kristalima piritna pentagonskog habitusa. Tetraedrit je vezan uz stariji pirit postrojen po nekadašnjim kristalima pirhotina. Budući da je i inače na materijalima iz Starog Trga vrlo često orijentirano srastanje halkopirita na pirhotinu, a prilikom zamjene pirhotina piritom halkopirit ostaje nedirnut, on ostaje onako orijentiran kako je bio prirašten na pirhotinu. Vjerojatno je upravo takav halkopirit poslužio kao podloga na koju se orijentirano odlagao tetraedrit. Tako bi se mogli i tumačiti nađeni subparalelni nizovi kristala tetraedrita na spomenutim pseudomorfozama.

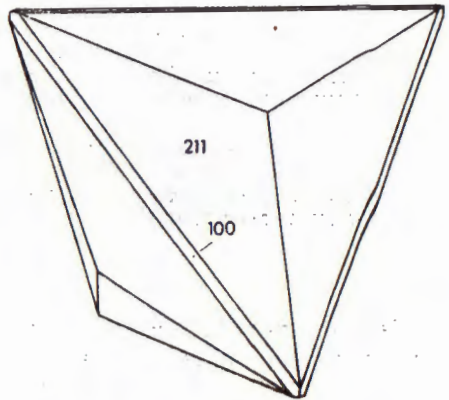
Od ostalih minerala u paragenezi još je obilniji sfalerit (marmatit), a tetraedrit se nađe ponešto rjeđe i na njemu prirašten. Mnogo rjeđe mogu se naći stapičasti kristalici arsenopirita, nešto halkopirita, kremenita i kalcita.

Kristalici tetraedrita veliki su 1—3 mm. Na desetak kristala obavljena su goniometrijska mjerenja i tada je utvrđeno prisustvo ploha sljedećih formi:  $\{100\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{211\}$ ,  $\{665\}$ ,  $\{332\}$  i  $\{321\}$ . Izgled kristala vidi se na slikama 1—6, pri čemu se primjećuje da su izgledom prilično raznoliki. Nije međutim bilo moguće ustanoviti bilo kakvu vezu između morfologije i vremena i mjesta odlaganja, jer se u najneposrednijoj blizini nalaze po habitusu vrlo različiti kristali.

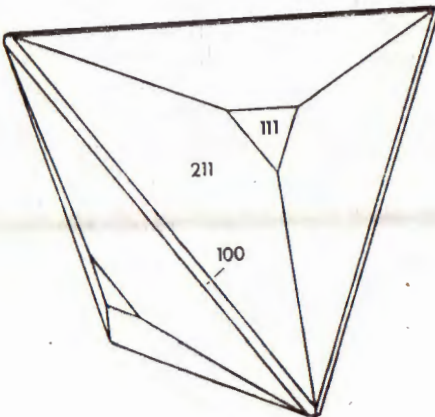
Osim kristala samaca češće se pojavljuju i kristali sraslaci po  $\{111\}$ , koji su pojednostavljeno prikazani na slici 7.



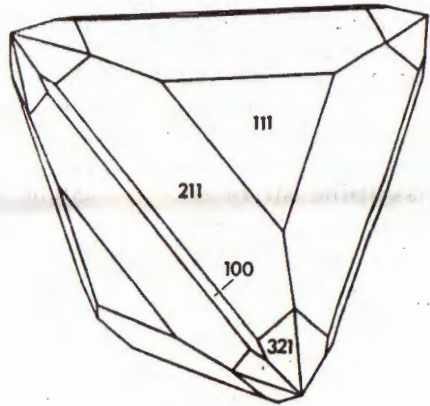
Sl. — Fig. 1



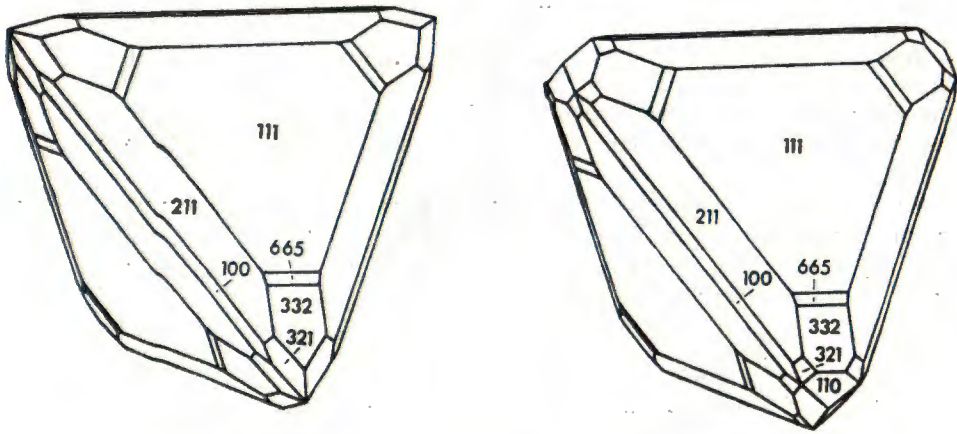
Sl. — Fig. 2



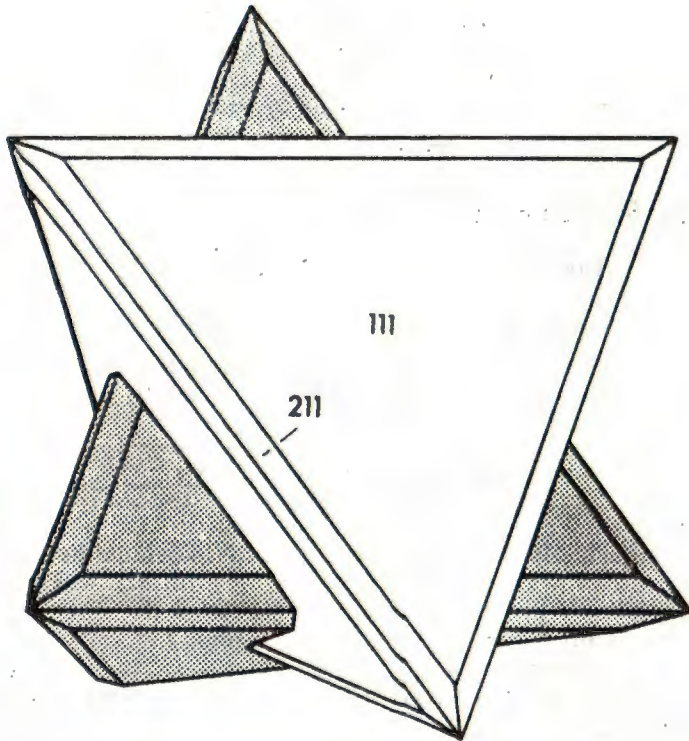
Sl. — Fig. 3



Sl. — Fig. 4



Sl. 1—6: Kristal tetraedrita iz Starog Trga.  
Fig. 1—6: Tetrahedrite crystals from Stari Trg.



Sl. 7: Sraslac tetraedrita iz Starog Trga.  
Fig. 7: Tetrahedrite twin from Stari Trg.

## KEMIJSKA ANALIZA

Tetraedrit iz Starog Trga podvrgnut je kemijskoj analizi. Uzorak je otopljen u zlatotopci. Bistra otopina analizirana je uz pomoć ARL plazma emisionog spektrometra ICP 35000C. Mjerene su emisione linije Cu, Zn, Sb, Fe, As, Hg i Bi. Hg i Bi nisu pronađeni u mjerljivim koncentracijama.

Sumpor je određen gravimetrijski. Nakon oksidacije bromom (elementarnim) i dušičnom kiselinom do sulfata taložen je s barij kloridom.

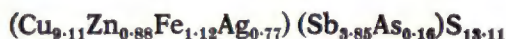
U toku postupka odvojen je i talog AgCl iz kojeg je gravimetrijski određen sadržaj srebra.

Tablica 1

Kemijska analiza tetraedrita iz Starog Trga  
*Chemical analysis of tetraedrite from Stari Trg*  
(analitičar: V. Bermanec)

element	%	f
Cu	34.3	9.11
Zn	3.4	0.88
Fe	3.7	1.12
Ag	4.9	0.77
Sb	27.8	3.85
As	0.7	0.16
S	24.9	13.11
SUMA	99.7	29.00

Prema tome formula bi bila:



pa bi to bio srebronosni tetraedrit.

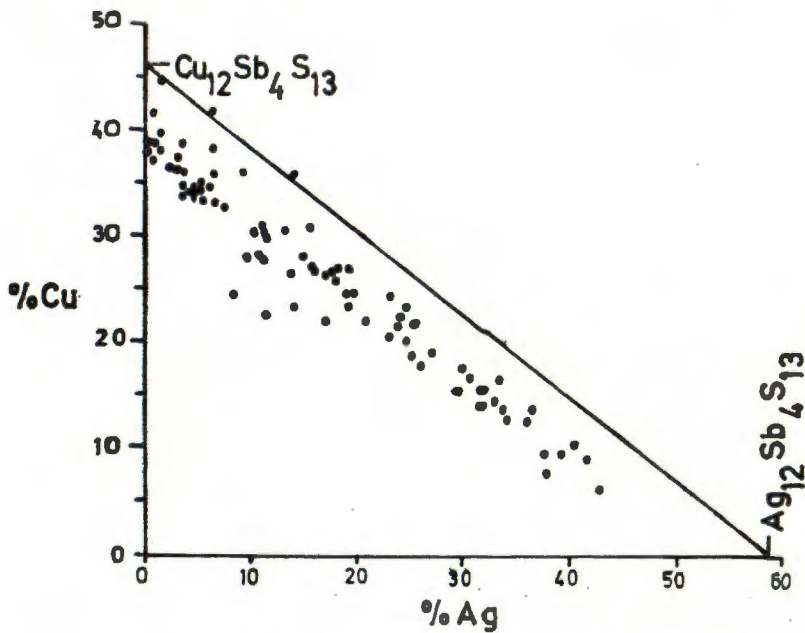
Omjer sadržaja srebra i bakra u tetraedritu iz Starog Trga odgovara omjerima u drugim tetraedritima (Riley, 1974) što se vidi na slici 8.

## RENDGENOGRAFSKA ISPITIVANJA

Za rendgenografska ispitivanja tog tetraedrita korištena je metoda difrakcije rendgenskih zraka na smrvljenom uzorku (metoda praha); upotrebljena je brojačka tehnika. Korišten je Philipsov vertikalni rendgenski goniometar s grafitnim monokromatorom uz zračenje bakarne anode. Rezultati ispitivanja prikazani su na tablici 2.

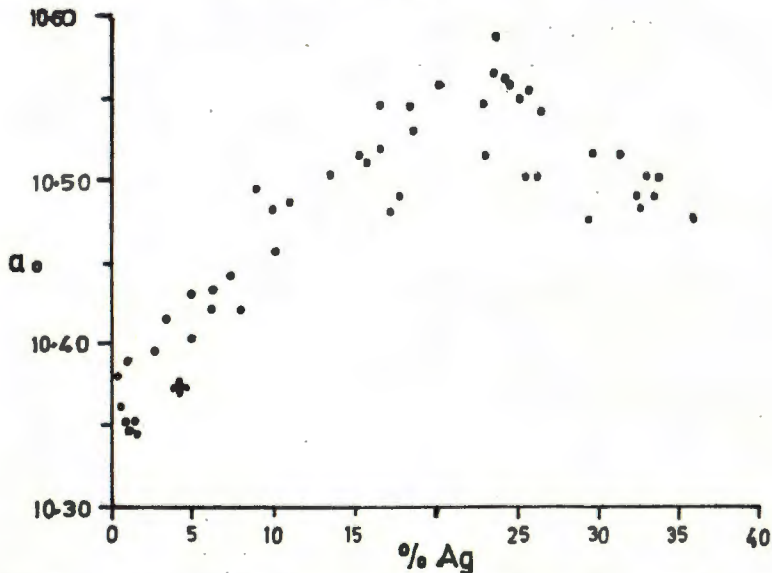
Račun dimenzije brida jedinične ćelije (metodom najmanjih kvadrata iz 17 refleksa) dao je uz pouzdanost od 99% vrijednost za  $a = 10.3725(40)$  Å.

Kao što je poznato dimenzija jedinične ćelije tetraedrita je jako ovisna o sadržaju Ag i As (Riley, 1974 i Charlat i Levy, 1975). Dobivene vrijednosti za tetraedrit iz Starog Trga dobro se slažu s literaturnim podacima (slike 9 i 10).



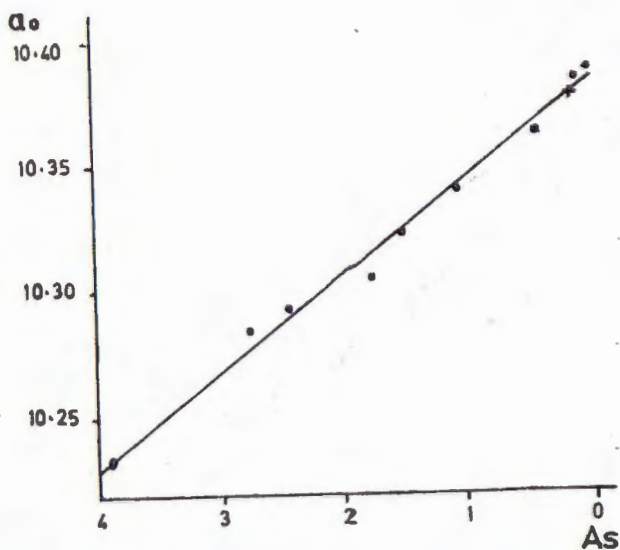
Sl. 8: Ovisnost sadržaja Ag i Cu u tetraedritima (prema Riley, 1974).  
+ tetraedrit iz Starog Trga

Fig. 8: Variation of silver with copper content (after Riley, 1974).  
+ tetrahedrite from Stari Trg



Sl. 9: Ovisnost dimenzije jedinične ćelije o sadržaju srebra (prema Riley 1974).  
+ tetrahedrit iz Starog Trga

Fig. 9: Variation of cell dimension with silver content (after Riley, 1974)  
+ tetrahedrite from Stari Trg



Sl. 10: Ovisnost dimenzije jedinične ćelije o sadržaju arsena (prema Charlat & Levy, 1975). + tetraedrit iz Starog Trga

Fig. 10: Variation of cell dimension with arsenic content (after Charlat & Levy, 1975). + tetrahedrite from Stari Trg.

Tablica 2

Rendgenografski podaci za tetraedrit iz Starog Trga  
X-ray data of tetrahedrite from Stari Trg

d	I	hkl
5.1852	6	002
4.2342	4	112
3.6686	13	022
3.0000	100	222
2.7715	11	123
2.5909	15	004
2.4448	8	114.033
2.3197	2	024
2.2116	2	233
2.1175	4	422
2.03416	7	510.431
1.89308	6	521
1.83300	33	440
1.77893	2	530.433
1.68192	6	611.532
1.63988	2	620
1.56363	16	622

Dimenzija jedinične ćelije dobivena računom nešto je veća ( $a = 10.413$  prema Charlat i Levy, 1975 odnosno  $a = 10.415$  prema Mozgova i dr., 1979). Razlika između mjerene i teoretske vrijednosti vjerojatno bi mogla biti posljedica prisustva male količine pirita u analiziranom materijalu koji je tako obogaćen željezom.

Istraživani materijal pohranjen je u Mineraloško-petrografskom muzeju u Zagrebu, inv. br. 3201 i 3202.

Primitljeno 6. siječnja 1987.

#### LITERATURA

- Barić, Lj. (1973): Referat über Str. Smejkal's Dissertation »Strukturen, Mineralisationen, Mineralparagenesen und Genese der Bleizinklagerstätten des Kopaonik — Gebietes, (Trepča). *Der Karintin, F. 68*, 19—22. Salzburg.
- Charlat, M. & Levy, C. (1975): Influence des principales substitutions sur le paramètre cristallin dans la série tennantite-tetraedrite. *Bull. Soc. fr. Mineral. Cristallogr.*, 98, 152—158. Paris.
- Mozgova, N. N., Capin, A. I., Ozerova, N. A., Borotnikov, N. S. i Troneva, N. V. (1979): Rtutosoderžašće blekije rudi. *Zapiski Vsesojuzn. miner. obš.*, 108, 437—453. Moskva—Lenjingrad.
- Machatski, F. (1928): Präzisionsmessungen der Gitterkonstanten verschiedener Fahlerze. Formel und Struktur derselben. *Z. Krist.*, 68, 204—222. Frankfurt.
- Riley, F. (1974): The Tetrahedrite-Freibergite Series, with Reference to the Mount Isa Pb-Zn-Ag Orebody. *Mineral. Deposita*, 9, 117—124, Berlin.
- Smejkal, S. (1960): Strukture, mineralizacije, mineralne paragenese i geneza olovno-cinkovih ležišta kopaoničke oblasti. Dizertacija, preuzeto od Barića.

### Tetrahedrite from Stari Trg Mine (Trepča)

V. Bermanec, D. Tibljaš and V. Zebec

On the Stari Trg (Trepča) sample tetrahedrite crystals were found. Tetrahedrite crystals are up to 3 mm in size. They have grown on the pyrite and sphalerite (marmatite) crystals. Together with pyrite and sphalerite, arsenopyrite, chalcopyrite, quartz and calcite were found. About ten crystals of tetrahedrite were measured on the two circle reflecting goniometer and the following forms were found: {100}, {110}, {111}, {211}, {665}, {332} and {321}. Various types of crystals are shown on the figures 1—6. Twinning on {111} are common (figure 7). Chemical analysis (table 1) show that this is silver bearing tetrahedrite. X-ray investigations were done (table 2) and unit cell dimension is calculated ( $a = 10.3725 \text{ \AA}$ ).