

Telurobismutit z lokality Kráľová v rudnom rajóne Javoria, stredoslovenské neovulkanity

JOZEF STANKOVIČ*, MILENA KOZUMPLÍKOVÁ**

* Geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

** Ústav geológie a geotechniky ČSAV, Rozvojová 135, 165 00 Praha

Doručené 23. 12. 1986

Телуробисмутит месторождения Кралёва в рудном районе Явория, среднесловацкие неовулканы

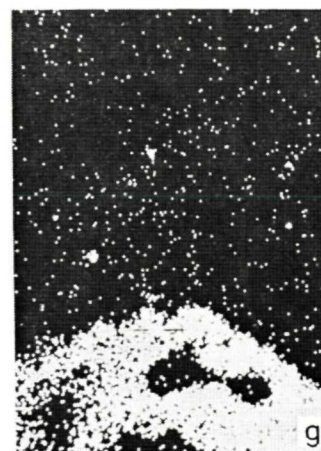
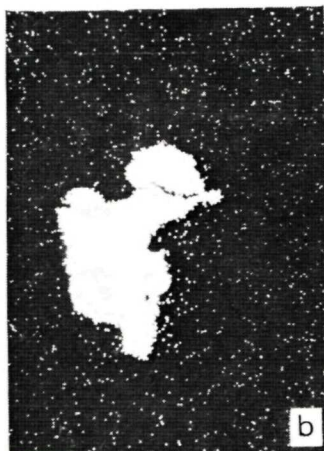
На основании электронного микроанализа, рентгенографического и оптического изучения было установлено, что телуровисмутит находится в ассоциации пирита, пирротина, галенита, сфалерита, халькопирита в кварцкарбонатных прожилках вместе со шабазитом в парагенезисе полиметаллической минерализации неовулканитов Явория. Содержание отдельных элементов находятся в пределах: висмут 56,44—58,26; телур 40,27—42,11; сера 0,21—0,31 об. %. Средняя величина микротвёрдости 10-ти определений представляет 676,6 МПа, в пределах 462,61—854,73 МПа. Рентгенографические данные подтвердили идентификацию телуробисмутита наличием выразительных характерных линий 5,08; 3,215; 2,37; 2,19; 2,03 и также рядом линий менее выразительной интенсивности.

Tellurobismutite from Kráľová locality in the Javorie Mts. ore district, Middle Slovakian neovolcanic region

Tellurobismutite occurring in association with pyrite, pyrrhotite, galena, sphalerite and chalcopryrite in quartz-carbonate veinlets with chabasite in polymetallic mineralization paragenesis of the Javorie Mts. neovolcanites has been investigated using electron microprobe analyzer, X-ray analysis and optical studies. Contents of individual elements fluctuate in ranges as follows: Bi 56.44—58.26; Te 40.27—42.11; S 0.21—0.31 (in weight per cent). The mean value of microhardness of 10 imprints confirmed the identification of tellurobismutite by the presence of distinct lines 5.08; 3.215; 2.37; 2.19; 2.03; but also by further lines of weaker intensity.

Intenzívny geologický výskum rudných indícií na početných lokalitách a rôznych rudných rajónoch umožnil rozšíriť doneďavna len sporadický výskyt Te minerálov v Západných Karpatoch (tetradymit zo Župkova pri Žarnovici z neovulkanitov Vtáčnika uvádzaný in Zepharovich, 1859,

1873) o hessit, Te canfieldit, rickardit, sylvanit a alit na ložisku Zlatá Baňa v Slanských vrchoch (Ďuďa — Krištín, 1978; Kaličiak — Ďuďa, 1981; Ďuďa et al., 1981; Ďuďa, 1986), tetradymit a telurobismutit na ložisku Jasenie-Kyslá v Nízkych Tatrách (Beňka — Suchý, 1983) a v aso-



ciácii polymetalickej mineralizácie neovulkanitov Javoria o altait (Határ in Štohl et al., 1985), ako aj o ďalšie Bi-Te minerály (Konečný et al., 1985; Stankovič, 1986), ktorých presnejšia identifikácia je cieľom tejto práce.

Lokalita Kráľová patrí samostatnému hydrotermálnemu centru Zaježová, ktoré leží na severozápadnom okraji priestoru zóny rozsiahleho stratovulkánu vrchov Javoria (Štohl in Burian et al., 1985). Výskyt telurobismutitu je viazaný na kremeňovo-karbonátové žilky s chabazitom, dominujúcim pyritom a pyrotínom, podradne zastúpeným galenitom, sfaleritom a chalkopyritom, pričom telurobismutit sa tu javí ako najmladší minerál. Žilky tohto typu (mocné do 5 cm) prenikajú vulkanickými brekciami polymiktného charakteru a vytvárajú mladšiu etapu mineralizácie. Staršia etapa v tomto rudnom rajóne zodpovedá Cu-Mo porfýrovému $\pm$ magnetitovo-hematitovému zrudneniu (Štohl in Burian et al., 1985; Rojkovičová, 1982).

Telurobismutit tvorí jednak drobné nepravidelné zrnká veľké do niekoľkých desiatín mm, ale aj zrnité agregáty olovenosedej farby na čerstvých plochách takmer šedobieleho odtieňa a kovového lesku (pripomína arzenopyrit), ktoré sa prerasťujú s pyritom a pyrotínom. V odrazenom svetle má telurobismutit svetložltú farbu s naružovelým krémovým odtieňom. Pripomína pyrit, je však bledší, ale v porovnaní s galenitom zas o niečo svetlejší. Efekty anizotropie sú oveľa menšie ako

u okolitého pyrotínu, avšak na rozdiel od pyritu sú pozorovateľné a ich farebný odtieň je značne podmienený použitím filtra, intenzitou osvetlenia a pod. (ružovomodrošedá a šedohnedá), takže agregáty xenomorfných zŕn v polarizovanom svetle vykazujú mozaikovú štruktúru žltkastej farby. Pomerná odraznosť telurobismutitu je zjavne vyššia ako pri pyrotíne, galenite a sfalerite, jej hodnoty sa najviac blížia k hodnotám odrazivosti pyritu, s ktorým aj bezprostredne vystupuje. Dojem vyššej odrazivosti môže spôsobiť i jeho svetlejší farebný odtieň.

Priemerná hodnota mikrotvrdosti vypočítaná z 10 meraní pri závaží 20 g, expozícii 15 s na mikrotvrdometri PMT-3 je 676,65 MPa v rozmedzí 462,91–854,73 MPa. Zistené hodnoty mikrotvrdosti sú v súlade s údajmi, ktoré uvádza Uytenbogaardt — Burke (1971).

Chemické zloženie telurobismutitu sa sledovalo bodovými analýzami na elektrónovom mikroanalýzátore JEOL JXA-50A v Ústave geológie a geotechniky ČSAV Praha za použitia korekčnej metódy ZAF pri urýchľovacom napätí 20 kV (korekcia na mŕtvy čas, pozadie, absorpciu a atómové číslo). Z výsledkov analýz (tab. 1) je zrejmé, že jeho zloženie je takmer konštantné a veľmi blízke teoretickému vzorcu (Bi 51,5; Te 48,5 % hmot.), iba hodnoty obsahu Te sú deficitné a Bi so S vykazujú nadbytok. Potom chemické zloženie prepočítané na atómové množstvá a vynesené v grafe (obr. 2) javí v porov-

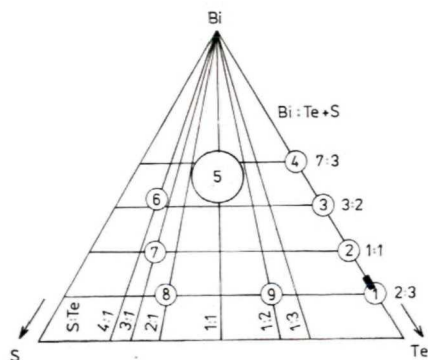
Obr. 1. Sledovanie nábrusu vzorky s telurobismutitom pod mikroanalýzátorom. a — Kompozícia telurobismutitu (biele) v asociácii pyritu a pyrotínu na kremeňovo-karbonátovej žilke s chabazitom (tmavé); Distribúcia: b — telúru, c — bizmutu, d — síry, e — železa, f — kremíka, g — vápnika, h — hliníka. Zv. 300 $\times$

Fig. 1. Investigation of polish section of the sample in electron microprobe analyzer. a — Composition of tellurobismutite (white) in association with pyrite, pyrrhotite in quartz-carbonate veinlets with chabasite (dark); Distribution of: b — tellurium, c — bismuth, d — sulphur, e — iron, f — silicon, g — calcium, h — aluminium. Magn. $\times 300$

TAB. 1

Chemické zloženie telurobismutitu z lokality
Kráľová (v %)
Chemical composition of tellurobismutite from
Kráľová locality (in per cent)

Číslo anal.	Te	Bi	S	Suma
1	42,11	58,26	0,26	100,64
2	40,27	57,32	0,21	97,81
3	40,39	57,55	0,31	98,24
4	41,69	57,96	0,28	99,93
5	41,35	57,39	0,25	98,98
6	41,14	56,44	0,26	97,84
7	40,90	57,15	0,27	98,31



Obr. 2. Postavenie analyzovanej vzorky telurobismutitu v diagrame Bi—Te—S (v atómových pomeroch). Postavenie ďalších známych minerálov v systéme Bi—Te—S (Godovikov et al., 1971; Shimazaki Hidehiko — Ozawa Tohru, 1978): 1 — telurobismutit Bi_2Te_3 , 2 — tsumoit BiTe , 3 — wehrlit $\text{Bi}_3\text{Te}_{2-x}$, 4 — hedleyit Bi_7Te_3 , 5 — joseit A (sulfojoseit) $\text{Bi}_{4-x}\text{Te}_{1-x}\text{S}_2$, joseit B (tellurojoseit) $\text{Bi}_{4-x}\text{Te}_{2-x}\text{S}$, 6 — oruetit Bi_8TeS_4 , 7 — gruenlingit Bi_4TeS_3 , 8 — csiklovait Bi_2TeS_2 , 9 — tetradymit $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$. Oruetit a gruenlingit môžu byť i odrodou joseitu (Uytenbogaardt — Burke, 1971)

Fig. 2. Position of analysed samples of tellurobismutite in the Bi—Te—S diagram (in at. quantities). Position of additional well-known minerals in the Bi—Te—S system (Godovikov et al., 1971; Shimazaki Hidehiko — Ozawa Tohru, 1978). 1 — tellurobismutite Bi_2Te_3 , 2 — tsumoit BiTe , 3 — wehrlite $\text{Bi}_3\text{Te}_{2-x}$, 4 — hedleyite Bi_7Te_3 , 5 — joseite A (sulphojoseite) $\text{Bi}_{4-x}\text{Te}_{1-x}\text{S}_2$, joseite B (tellurojoseite) $\text{Bi}_{4-x}\text{Te}_{2-x}\text{S}$, 6 — oruetite Bi_8TeS_4 , 7 — gruenlingite Bi_4TeS_3 , 8 — csiklovait Bi_2TeS_2 , 9 — tetradymite $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$. Oruetite and gruenlingite can be varieties of joseite (Uytenbogaardt — Burke, 1971)

nani s ďalšími Bi-Te minerálmi určitú paralelu s chemickým zložením tsumoitu. Táto okolnosť môže byť zapríčinená i použitím neideálneho štandardu (Bi — rýdzi, Te — CdTe , S — FeS_2 — pyrit), pričom v našom prípade možno za dokonalý etalón považovať telurid bizmutu podobného chemického zloženia, ako má študovaná vzorka.

Obrázok 1 znázorňuje distribúciu prvkov Te, Bi, S, Fe, Si, Ca, Al na študovanej ploche nábrusu pri zväčšení 300X. Zároveň dokumentuje, že u sledovaného minerálu sa neprejavuje tendencia zonálneho či iného nehomogénneho usporiadania. Telurobismutit môže byť potenciálnym nositeľom celého radu ďalších prvkov (Sb, Se, As, Hg, Cu, Au a pod.), ale vzorka, ktorú sme my analyzovali, ich neobsahovala.

Zo študovaného materiálu, ktorý nebol celkom totožný s výbrusovým, sa pripravila prášková vzorka pre röntgenografické štúdium pomocou difraktografu DRON UM-1 za týchto podmienok: CuK_α žiarenie, γ — 1,54178, Ni filter, 30 kV, 15 mA, rýchlosť otáčania $2^\circ/\text{min.}$, posun papiera 720 mm/hod., rozsah záznamu 1000 imp./s. Vyhodnotením rtg záznamu (analytik Gavenda z GÚDŠ Bratislava) sa zistila prítomnosť difrakčných línií patriacich telurobismutitu. Potvrdzujú ho jednak najintenzívnejšie línie 5,08 (3), 3,215 (10), 2,37 (7), 2,19 (4), 2,03 (5), ale aj celý rad ďalších línií slabšej intenzity, ktorých hodnoty sa takmer zhodujú s tabelárnymi údajmi (Michejev, 1957) i údajmi ďalších autorov (Afanasjeva, 1970).

Záverom konštatujeme, že identifikáciou telurobismutitu sa potvrdila správnosť zvolených a použitých metód, ktoré umožnili objasniť charakter Bi-Te minerálov. Štúdium potvrdilo predpoklad, že sa jedná o niektorý z Bi-Te minerálov a zároveň naznačilo nutnosť kombinovať pri ich identifikácii rozličné analytické metódy.

Literatúra

- Afanasjeva, E. L. 1970: Telluridy v medných rudách Kafanského mestoroždenia. *Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. geol.*, 7, 40—45.
- Beňka, J. — Suchý, Š. 1983: Mineralogická charakteristika volfrámového zrudnenia v Kyslej pri Jasení. In: *Scheelitovo-zlatonosné zrudnenie v Nízkych Tatrách*. Bratislava, GÚDS, 71—84.
- Burian, J. — Slavkay, M. — Štohl, J. — Tözsér, J. 1985: Metalogenéza neovulkanitov Slovenska. *Miner. slov. — Monogr.*, Bratislava, Alfa, 269 s.
- Đuďa, R. — Krištín, J. 1978: Výskyt Te mineralizácie na lokalite Zlatá Baňa v Slanských vrchoch. *Miner. slov.*, 10, 47—53.
- Đuďa, R. — Černý, P. — Kaličiak, M. — Kaličiaková, E. — Tözsér, J. — Ulrich, J. — Veselovský, F. 1981: Mineralógia severnej časti Slanských vrchov. *Miner. slov. — Monogr.*, Bratislava, Alfa, 98 s.
- Đuďa, R. 1986: Altait — nový telurid z ložiska Zlatá Baňa. *Miner. slov.*, 18, 89—92.
- Kaličiak, M. — Đuďa, R. 1981: Časový vývoj a formačné členenie zrudnenia v zlatobanskom rudnom poli. *Miner. slov.*, 13, 1—23.
- Konečný, V. — Mihaliková, A. — Došina, V. — Štohl, J. — Marsina, K. — Stankovič, J. — Planderová, E. — Straka, P. — Panáček, A. — Šefara, J. 1985: Vysvetlivky k listu Geologickej mapy 1:25 000 Krupina-2 (36 342). *Manuskript — Geofond Bratislava*, 148 s.
- Michejev, V. I. 1957: Rentgenometrickij opredelitel' mineralov. *Moskva, Gosgeoltechizdat.*, 867 s.
- Rojkovičová, L. 1982: Rudná mineralizácia v Javorí. *Miner. slov.*, 14, 461—470.
- Shimazaki Hidehiko — Ozawa, Tohru, 1978: Tsumoite, Bi Te, a new mineral from the Tsumo mine, Japan. *Amer. Mineralogist*, 63, 1162—1165.
- Stankovič, J. 1986: Výskyt Bi-Te minerálov v asociácii polymetalickej mineralizácie neovulkanitov Javoria. *Miner. slov.*, 18, 477—478.
- Štohl, J. — Žáková, E. — Mihaliková, A. — Határ, J. — Skvarka, L. 1985: Záverečná správa za štruktúrny vrt KŠ-33. *Manuskript — Geofond Bratislava*, 90 s.
- Uytendogaardt, W. — Burke, E. A. J. 1971: Tables for microscopic identification of ore minerals. *Amsterdam, London, New York, Elsevier*, 430 s.
- Zepharovich, V. 1859, 1873: Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich. Bd. I—II. *Wien*.

Tellurobismutite from Kráľová locality in the Javorie Mts. ore district, Middle Slovakian neovolcanic region

During the investigation of samples from the Javorie Mts. neovolcanites the occurrence of Bi—Te minerals was ascertained on Kráľová locality in mineral assemblage consisting of pyrite, pyrrhotite, galena, sphalerite and chalcopyrite in quartz-carbonate veinlets in polymetallic mineralization paragenesis with chabasite. Their identification using electron microprobe analyzer, X-ray analysis and optical methods was the aim of this article.

The contents of individual elements, determined by electron microprobe analyzer JEOL JXA 50A fluctuated in ranges as follows: Bi 56.44—58.26; Te 40.27—42.11; S 0.21—0.31 in wtg. per cent (Tab. 1). It is obvious, from the results of analyses of mineral, that its composition is almost constant and very close to the theoretical formula of tellurobismutite, only the content of Te is deficit and Bi with S display surplus. This manifests, in comparison with other Bi—Te minerals, certain similarity with the composition of tsumoite

(Fig. 2). Fig. 1 illustrates a homogenous distribution of investigated elements.

The presence of diffraction lines belonging to tellurobismutite has been ascertained by evaluation of X-ray record obtained by the analysis of pulverous sample using diffraction spectroscop DRON UM-1. Their values are almost identical with the tabular data (Michejev, 1957) and with the data of other authors (Afanasjeva, 1970).

The mean value of microhardness of 10 imprints is 676.6 MPa, in range of 462.91—854.73 MPa.

From the point of view of topographical mineralogy the assemblage of Te-minerals has been extended by the identification of tellurobismutite not only in the Javorie Mts. ore district, where altaite has been described up to now (Határ in Štohl et al., 1985), but in the neovolcanites of the West Carpathians its occurrence has been confirmed for the first time.