

Štúdium antimonitu metódou transmisnej elektrónovej mikroskopie (TEM)

HELENA GERTHOFFEROVÁ

Geologický ústav PFUK, Zadunajská 15, 811 00 Bratislava

(8 obr. v texte)

Doručené 1. 7. 1980

Исследование сурьмы методом трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ)

Результаты электронномикроскопического изучения сурьмы из 4 рудных районов Западных Карпат, на 17 месторождениях являются приносом для объяснения морфологии сурьмы. Автор изучает мономинеральные зёрна сурьмы и их положение в кристаллической решётке. Далее изучает плоскости спайности сурьмы и их отношение к другим плоскостям. Особенное внимание в работе уделяется микроинклизиям пирита, сульфасолей свинца, бертиерита и цинобарита (главным образом их величине, форме, количеству и распределению). Полученные результаты и для сопоставления с результатами минералогическо-геохимических исследований полученных другими методами.

Investigation of antimonite using transmission electron microscopy

Antimonite samples from 17 localities representing 4 ore districts of the Western Carpathians were subjected to transmission electron microscopic (TEM) investigation. Results yielded data on morphology, grain size and inhomogenities of antimonite and supplied detailed insight into microstructure (cleavage and parting) together with pictures on shape, size, amount and distribution of inclusions and impurities (pyrite, Pb-sulphosalts, berthierite and cinnabar). Results so supplied additional data to those obtained by mineralogical and geochemical investigations.

Metódou dvojstupňových uhlíkových replík (tienených Pt—Pd) sme z čerstvých plôch minerálov (v jednotlivých prípadoch z naleptaných lomových plôch) preštudovali viac ako 50 vzoriek zo 17-ich rozličných ložísk. Výskum replík sa uskutočnil na TEM Tesla BS 242 pri zväčšení 7000 až 15 000-krát.

Metódu lomových plôch (fraktografie) použitú v tejto práci opísal v našej literatúre Harman (1966) a Gerthofferová (1969).

Antimonit sa bádala v regióne Západných Karpát z rudných obvodov Malé Karpaty, Nízke Tatry, Spišsko-gemer-ské rudohorie a Kremnické vrchy.

Pre rozličný obsah prímiesí sme vzorky na základe spektrometrických analýz roztriedili do štyroch skupín. Relatívne najčistejšie vzorky boli označené 0, so zvýšeným obsahom prímiesí číslom 1 a 2 a číslom 3 vzorky obsahujúce heterogénne prímiesi v rozsahu 1–4 % (Cambel — Jarkovský 1979). Vzorky poslednej skupiny sme pri výbere na štúdium v elektrónovom mikroskope uprednostnili, pretože poskytujú údaje o výskyte mikroinklúzií (ich veľkosti, množstve, charaktere a lokalizácii v antimonite), ako aj o celkovom stupni monominerálnosti antimonitu.

Morfologické osobitosti antimonitu

Pri príprave vzoriek môžu lomové plochy prechádzať podľa hranice prirodzeného povrchu zŕn alebo podľa povrchu zlomu vzniknutého v dôsledku rozbitia alebo porušenia zŕn. Ak je minerál štiepateľný, lomové plochy prebiehajú podľa plôch štiepateľnosti. Na štúdium v TEM sme osobitne vybrali vzorky antimonitu s makroskopicky dobre vyvinutou štiepateľnosťou z lokality Kuchyňa (Malé Karpaty; vzorka č. 7b), Čučma (č. 15) a Betliar (č. 29), (Spišsko-gemerské rudohorie), Kremnica (Kremnické vrchy, vzorka č. 223) a rad vzoriek antimonitu morfologicky veľmi jemnozrnných, makroskopicky takmer jednotliatych agregátov z lokalít: Medzibrod (Nízke Tatry, vzorka č. 73), Spišská baňa (vzorka č. 27), Helcmanovce (č. 53) a Švedlár (č. 56) — Spišsko-gemerské rudohorie.

Štiepateľnosť je charakteristická vlastnosť minerálov a má veľkú diagnostickú hodnotu, lebo pomáha určiť minerál nezávisle od vonkajšieho tvaru kryštálov alebo kryštálových zŕn. Veľmi dobrá štiepateľnosť antimonitu umožňuje identifikovať ho aj v morfológii nepravidelných zŕn. Ako je známe,

antimonit má veľmi dobrú štiepateľnosť podľa {010} v smere predĺženia stĺpcových kryštálov. Štiepne plochy sú zvyčajne pokryté priečnymi ryhami, ktoré svedčia o polysyntetických zrasťoch (priečne dvojaké ryhovanie na štiepných plochách).

Okrem štiepateľnosti sa v antimonite vyskytujú aj roviny odlučnosti, ktoré sú podmienené, ako predpokladá Belov (1947), vložkami submikroskopických látok iného zloženia, zákonite orientovaných pozdĺž rovín s najhustejším usporiadaním štruktúrnych jednotiek. Oslabenie väzieb medzi kryštálovými plochami sa vysvetľuje prítomnosťou uzavretín cudzích látok, vystupujúcich na plochách odlučnosti. Na rozdiel od štiepateľnosti nie sú plochy odlučnosti presne ploché a navyše sú zvyčajne orientované v jednom smere. Pri snímkovaní v TEM sme sa zamerali práve na tieto časti preparátov, pretože sú nositeľmi množstva inklúzií. Vyplyva to napokon aj zo spektrochemických údajov o zvýšenom obsahu niektorých prvkov.

Pri elektrónovomikroskopickom štúdiu antimonitu sa dajú zistiť rozličné druhy lomových plôch monozŕn. Ďalej možno pozorovať nerovnomerné lomové plochy, ktoré často prechádzajú do pololastúrnatých a lastúrnatých lomov s radiálnymi líniami a sínusoidálnymi okrajmi pokrytými pilkovitým zubkovaním. Z toho možno usudzovať o plochách odlučnosti.

V niektorých vzorkách sme našli charakteristický hladký lom s jasne výraznými, takmer paralelnými stupňami, ktorých výška variruje od stotiny do 0,5 mikrometra. Ich okraje majú niekedy paralelné ryhovanie zodpovedajúce systému drobných, plytkých plôch iného smeru. Tieto výsledky poukazujú na dobrú štiepateľnosť a prítomnosť polysyntetických zrasťov. Časť údajov dokumentuje tab. X až XII práce Cam-

bela — Jarkovského (1979).

Elektrónovomikroskopické štúdium minerálov umožňuje objasniť morfológiu veľmi jemnozrnných, makroskopicky takmer jednoliatych agregátov s mikrokryštalickou a kryptokryštalickou štruktúrou (s rozmerom kryštálov menším ako 0,01 mm).

Štúdium podobných vzoriek antimonitu z rozličných lokalít ukázalo, že rudy obdobnej jemnozrnej morfológie predstavujú kryštalicko-zrnný agregát s rozmerom jednotlivých indivíduí od desiatin mikrometra do 15 až 20 mikrometrov. V dôsledku obmedzujúcich podmienok rastu sú zrná nerovnomerne ohraničené a majú v agregáte silne zdeformované tvary. Iba v niekoľkých prípadoch sú zrná antimonitu v takýchto agregátoch ohraničené zreteľnejšie a niekedy majú jemné paralelné vertikálne ryhovanie na plochách $\{110\}$ (obr. 1). Obmedzenie kryštálových zŕn sa spravidla určuje vzájomným dotykom minerálnych jedincov.

Vcelku sú pre všetky študované vzorky antimonitu charakteristické v zásade izometrické tvary v rozmanitom stupni ohraničených zŕn v agregáte. Výnimku tvoria vzorky antimonitu z ložiska Pezinok (č. 1 a č. 2, Malé Karpaty) a Dve Vody (č. 46, Nízke Tatry), majúce špecifické ihličkovito-vláknité alebo steblovité agregáty, miestami silne porušené tlakom (obr. 2). Steblá majú hrúbku niekoľko desiatin mikrometra až 2 mikrometre. Tieto špecifické formy, nehľadiac na makroskopicky zvyčajný jemnozrnný charakter agregátu, sú typické pre nízkoteplotné podmienky vzniku antimonitu.

Obdobné tvary antimonitu z lokality Pezinok zaznamenal Harman (1973) a predpokladá, že ide o sieť torzných prasklín, niekedy deformovaných, a sieť priečných trhlín, pravdepodobne dislokácií v kryštáloch.

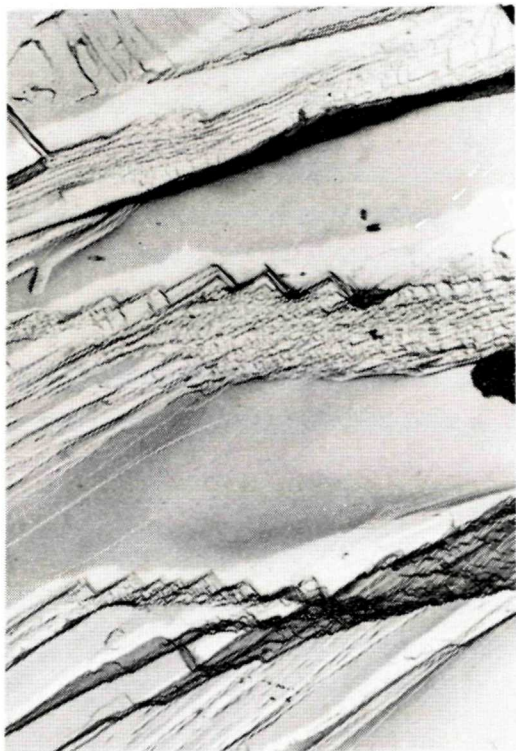
Z hľadiska mikromorfologických oso-



Obr. 1. Zrnný agregát antimonitu s nerovnomerne ohraničenými zrnami, ktoré majú na plochách $\{110\}$ paralelné vertikálne ryhovanie. Typická bloková mikroštruktúra antimonitu so schodovitými útvarmi zvýrazňujúcimi plochy štiepateľnosti je na elektrónovej mikrofotografii v strede. Šípky označujú izometrické reliéfové inklúzie pentagonálno-dodekaedrickej formy veľkosti 1 až 2 mikrometrov. Elektrónová mikrofotografia pozostáva z dvoch záberov. Poproč (Spišsko-gemerské rudohorie, vzorka č. 72). Zväčš. 8000-krát

Fig. 1. Granular antimonite aggregate with irregularly shaped grains disclosing parallel groovings along 110 planes. Typical block-like antimonite microtexture with step-like configuration pronouncing cleavage surface in the central part of the micrograph. Arrows indicate isometric relief inclusions of pentagonal dodecahedral shape and of $1 \div 2 \mu\text{m}$ size. Electron micrograph composed by two shots. Poproč locality, Spišsko-gemerské rudohorie Mts., sample No. 72. Magn. $\times 8000$.

bitostí sa ukázali ako zaujímavé aj vzorky z lokality Chyžné (vz. č. 68, Spišsko-gemerské rudohorie), makroskopicky zastúpené kryštalickým, čias-



Obr. 2. Mikroštruktúra antimonitu so schodovitými útvarmi ukazujúcimi charakter rastu kryštálov; so steblovitými agregátmi miestami silne porušenými tlakom. Ide o pomerne čistý minerál. Dve Vody (Nízke Tatry, vzorka č. 46). Zväčš. 8000-krát

Fig. 2. Antimonite microtexture with step-like configuration disclosing crystal growth features and with rod-like aggregates locally strongly disturbed by pressure. The mineral in question is relatively pure. Dve Vody locality, Nízke Tatry Mts., sample No. 46. Magn. $\times 8000$.

točne steblovitým a pomerne čistým antimonitom.

V TEM sú uprostred základnej hmoty antimonitu viditeľné agregáty častíc veľkých okolo 0,1 mikrometra, nepravidelného tvaru a veľkosti 10 až 20 mikrometrov. Zdá sa, že elektrónovo-mikroskopické štúdium antimonitu z Chyžného ukazuje, ako v detailoch prebieha proces zameny Pb-sulfosolí za antimonit (obr. 3).

Obdobnú kompozíciu antimonitu a Pb-sulfosolí (boulangerit, zinckenit, plu-

mozit, jamesonit bez Fe) dokumentujú mikrofotografie plošnej rtg mikroanalýzy, individuálnych oddelených zŕn antimonitu Krištína (in Cambel — Jarovský 1979).

Podobná je aj predpokladaná zámena berthieritu za antimonit z lokality Mníšek n/Hnilcom (vzorka č. 21, Hoff-



Obr. 3. Bloková mierne porušená mikroštruktúra antimonitu s množstvom mikroinklúzií. Uprostred základnej hmoty antimonitu sú viditeľné zhluky Pb-sulfosolí nepravidelných tvarov. Elektrónová mikrofotografia ukazuje, že v detailoch prebieha proces zameny Pb-sulfosolí za antimonit. Chyžné (Spišsko-gemerské rudohorie, vzorka č. 68). Zväčš. 10 000-krát

Fig. 3. Block-like and slightly disturbed antimonite microtexture with numerous microinclusions. Pb-sulphosalt mineral grains of irregular shape are clustered in antimonite groundmass. The electron micrograph demonstrates forthcoming process of the sulphosalt replacement by antimonite. Chyžné locality, Spišsko-gemerské rudohorie Mts., sample No. 68. Magn. $\times 10\ 000$.



Obr. 4. Kompozícia antimonitu s berthieritom. Mníšek (Spišsko-gemerské rudohorie, vzorka č. 21). Zväčš. 7000-krát

Fig. 4. Composition of antimonite with berthierite. Mníšek locality, Spišsko-gemerské rudohorie Mts., sample No. 21. Magn. $\times 7000$.

grund, Spišsko-gemerské rudohorie) na elektrónovej mikrofotografii (obr. 4).

Charakter nerovnorodosti antimonitu

Pri elektrónovomikroskopickom štúdiu antimonitu možno často zistiť nerovnorodosť zloženia, pretože okrem základnej fázy sa prejavuje prítomnosť inklúzií rozličného druhu, tvaru aj pôvodu.

Podľa údajov spektrochemickej analýzy, rtg mikroanalýzy a chalkografického štúdia skúmané vzorky antimonitu spravidla predstavujú veľmi zložené heterogénne systémy (s vysokým obsa-

hom mikropřímesí a uzavrenín iných minerálov), niekedy s jemným prerastaním niekoľkých komponentov.

Vo väčšine prípadov sa bežnými mineralogickými metódami skúmajú ťažko. Vzhľadom na relatívne vysokú rozlišovaciu schopnosť metóda elektrónovej mikroskopie odhaľuje rad drobných osobitostí v zložení minerálov.

Ako ukázalo elektrónovomikroskopické štúdium vzoriek antimonitu, sú v ňom v značnom množstve prítomné uzavreniny kubickej fázy, ktorá je v dobrom súlade s výsledkami spektrochemických analýz (vysoký obsah Fe, viac ako 1 %) a patrí pravdepodobne pyritu.

V jednom prípade (antimonit z lokality Pezinok, vzorka č. 1, Malé Karpaty) sú tieto uzavreniny dobre viditeľné aj pri zväčšení vo svetelnom mikroskope, keď tvoria drobné inklúzie v podobe izometrických foriem. V TEM vystupujú ako pekne vyvinuté kubické kryštály, ktoré majú zriedkavo pentagonálno-dodekaedrický habitus veľkosti 0,5 mikrometra (obr. 5).

V inom prípade (antimonit z ložiska Poproč, vzorka č. 72, Spišsko-gemerské rudohorie) sa Fe-uzavreniny identifikujú v množstve pod hranicou dôkaznosti rtg mikroanalýzy. Na ich elektrónových mikrofotografiách sa prejavujú izometrické uzavreniny veľké 1 až 2 mikrometre. Niekedy majú výrazne vyvinutú pentagonálno-dodekaedrickú formu (obr. 1).

Väčšie kryštály pyritu sa v antimonite vyskytujú jednotlivo, menšie tvoria často zhluky na definovaných plochách (plochy odlučnosti, lomové plochy obr. 6), inokedy sa zhlukujú do refazcov (obr. 7).

Čiastkové výsledky geochemického štúdia antimonitu z rozličných ložísk a rudných obvodov Západných Karpát sú v práci Cambela et al. (1976). Autori skúmali obsah železa spektrochemic-



Obr. 5. Bloková celistvá mikroštruktúra antimonitu s výskytom uzavrenín kubickej fázy, ktorá je v relácii k pyritu. Pezinok (Malé Karpaty, vzorka č. 1). Zväčš. 10 000-krát
Fig. 5. Block-like massive microtexture of antimonite with cubic phase inclusion occurring in relation to pyrite. Pezinok locality, Malé Karpaty Mts., sample No. 1. Magn. $\times 10\,000$.

kými metódami a nízky obsah ortuti metódou atómovej absorpčnej spektrometrie. Bádali aj formy vystupovania železa na rtg mikroanalyzátoch a ortuti na TEM. Zistili, že železo vystupuje v antimonite prevažne v heterogénnej forme a len vo veľmi nízkom obsahu a maximálne do 0,01 % môže vystupovať aj v homogénnej podobe. Ortuť sa prejavuje ako heterogénny element, a to prevažne v podobe submikroskopických inklúzií cinabaritu.

Častice a mikroagregáty častíc cinabaritu boli identifikované podľa podobnej mikromorfológie syntetickej ru-

melky. Elektronová mikrofotografia (obr. 6) ukazuje obdobné častice, ktoré predstavujú opisovaný materiál HgS. Veľkosť uzavrenín sa pohybuje okolo 1 mikrometra.

Obr. 8 demonštrujú povrchové skulptúry vzniknuté ako výsledok prírodného naleptania povrchu lomových plôch



Obr. 6. Mikroštruktúra pomerne čistého antimonitu s nakopeninami inklúzií pyritu a cinabaritu, ktoré sledujú plochu odlučnosti. Plocha je orientovaná v jednom smere a nie je rovná. Cinabarit (kompaktné častice vpravo) bol identifikovaný podľa podobnej mikromorfológie syntetickej rumelky (Cambel et al. 1976). Kremnica (Kremnické vrchy, vzorka č. 3). Zväčš. 7000-krát
Fig. 6. Microtexture of relatively pure antimonite with pyrite and cinnabar inclusions clustered along uneven parting plane preferably oriented. Cinnabar (compact particles on the right side) has been identified according to the similar micromorphology of the synthetic cinnabar (Cambel et al. 1976). Kremnica locality, Kremnické vrchy Mts., sample No. 3. Magn. $\times 7000$.

melky. Elektronová mikrofotografia (obr. 6) ukazuje obdobné častice, ktoré predstavujú opisovaný materiál HgS. Veľkosť uzavrenín sa pohybuje okolo 1 mikrometra.



Obr. 7. Mikroštruktúra antimonitu, sčasti bloková, porušená, bez inklúzií (vľavo), s výskytom početných mikroinklúzií rozmerov menších ako 1 mikrometer, ktoré sa miestami zhlukujú do refazcov. Pezinok (Malé Karpaty, vzorka č. 2). Zväčš. 8000-krát

Fig. 7. Microtexture of antimonite, partly block-like, disturbed, without inclusions (left side) and with frequent microinclusions lesser than 1 μm grouping into chains. Pezinok locality, Malé Karpaty Mts., sample No. 2. Magn. $\times 8000$.

antimonitu z ložiska Malé Železné (vzorka č. 51, Nízke Tatry). Táto elektrónová mikrofotografia repliky z povrchu naleptanej lomovej plochy ukazuje základnú hmotu antimonitu s usmernenými mikročasticami orientovanými v jednom smere. Na porovnanie sa sledovalo, ako obdobný jav nastáva po naleptaní antimonitu zriedeným roztokom HNO_3 v laboratórnych podmienkach.

Ako ukázali viacerí autori (Cambel 1959, Kantor 1953, 1955, Hak 1966,



Obr. 8. Typická bloková mikroštruktúra antimonitu so schodovitými útvarmi zvýrazňujúcimi plochu štiepepatelnosti a s typickými mikroagregátmi cinabaritu. Dve kompaktné lištovitité častice predstavujú vytrhnutý materiál v štruktúre základného minerálu. Snímka demonštruje povrchové skulptúry vzniknuté ako dôsledok prírodného naleptania povrchu lomových plôch. Replika ukazuje základnú hmotu antimonitu s mikročasticami neznámeho pôvodu orientovanými v jednom smere. Malé Železné (Nízke Tatry, vzorka č. 51). Zväčš. 15 000-krát

Fig. 8. Typical block-like antimonite microtexture with step-like configuration pronouncing cleavage plane and with typical cinnabar microaggregates. Two compact bar-shaped particles represent pulled away material in the texture of the primary mineral. The micrograph demonstrates surficial sculptures originated due to natural etching of parting surfaces. The replica demonstrates antimonite groundmass with microparticles of unknown origin preferredly oriented. Malé Železné locality, Nízke Tatry Mts., sample No. 51. Magn. $\times 15\,000$.

Mozgova — Dudykyna 1969 a i.), v antimonite sa ako uzavreniny nachádzajú tieto minerály: pyrit, arzenopyrit, sfa-

lerit, berthierit, rýdze zlato a i.

Podľa výsledkov elektrónovomikroskopického štúdia tieto uzavreniny netvoria iba veľké odmiešnaniny, zvyčajne rozlíšiteľné vo svetelnom mikroskope, ale aj submikroskopické, drobnejšie útvary, nie väčšie ako niekoľko stotín mikrometra.

Z údajov vidieť, že antimonit má predovšetkým heterogénne zloženie a homogénne sú len isté jeho časti, čo je pre reálne kryštály charakteristické.

Hodnotenie výsledkov

Výsledky elektrónovomikroskopického štúdia vzoriek antimonitu z rozličných ložísk možno zhrnúť takto:

1. Pre monozrná antimonitu je charakteristický stupňovitý lom späť s prejavom štiepatelnosti a miestami prechádzajúci do lastúrnateho a nerovného lomu.

2. Zistila sa kryštalicko-zrnatá štruktúra a veľkosť indivíduí v makroskopicky takmer celistvých veľmi jemnozrnných rudách. Špecifické steblovité štruktúry agregátov v niektorých vzorkách sú typické pre nízkoteplotné podmienky vzniku antimonitu.

3. Popri plochách štiepatelnosti je v antimonite aj odlučnosť, ktorá prebieha podľa definovaných kryštálových plôch. Oslabenie väzieb medzi nimi sa vysvetľuje prítomnosťou uzavrenín cudzích látok, ktoré sledujú plochy odlučnosti. Pri snímkaní sme sa zamerali práve na tieto časti, lebo sú nositeľmi najväčšieho množstva inklúzií.

4. Dokumentovali sa tvary charakteristických a často sa vyskytujúcich uzavrenín pyritu, Pb-sulfosolí, berthieritu a cinabaritu v skúmanom mineráli. Tieto uzavreniny okrem veľkých odmiešnanín tvoria aj submikroskopické útvary veľkosti len niekoľkých stotín mikrometra.

5. Porovnali sa výsledky rtg mikroanalýzy a chalkografického štúdia s výsledkami elektrónovomikroskopického štúdia antimonitu v prípade výskytov pyritu, Pb-sulfosolí a berthieritu.

6. V prípade inklúzií rumelky v antimonite sa výsledky TEM porovnali s výsledkami štúdia etalónu — syntetického cinabaritu.

7. Ukázala sa možnosť porovnať prírodne naleptané plochy s lomovými plochami antimonitu po naleptaní s HNO_3 v laboratórnych podmienkach.

8. Výsledky práce sú príspevkom k celkovému objasneniu heterogénnosti a homogénnosti antimonitu, jeho morfológicko-mineralogických vlastností, rozmiestnenia inklúzií, ich tvaru a veľkosti a množstva.

Na základe dosiahnutých výsledkov pomocou TEM možno získať predstavu o tvorbe a formovaní sa antimonitu v zložitých genetických podmienkach v jednotlivých typoch ložísk a výskytov Sb-mineralizácie. Treba však brať do úvahy aj výsledky získané inými metódami a navzájom ich korelovať.

Ďakovanie

Ďakujeme za cenné rady v odbore elektrónovomikroskopického štúdia minerálov N. E. Sergejevovej a za konzultácie pri riešení otázok geochemie antimonitu J. Jarkovskému.

Recenzoval M. Harman

LITERATÚRA

- Belov, N. V. 1947: Struktura ionnych kristallov i metalicheskikh faz. Moskva, AN ZSSR. 236 s.
- Cambel, B. 1960: Hydrotermálne ložiská v Malých Karpatoch, mineralógia a geochemia ich rúd. *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, 3, s. 3—338.
- Cambel, B. — Jarkovský, J. 1979: Geochemia mikroprvkov v antimonitoch z československých ložísk. *Náuka o Zemi, Geol.*, 13, 226 s.

- Cambel, B. — Jarkovský, J. — Gerthofferová, H. — Krištín, J. — Streško, V. 1976: Contribution to geochemistry of iron and mercury in antimonites of the West Carpathians. *Geol. zbor. Geologica carpath. (Bratislava)*, 27, 2, s. 319—329.
- Gerthofferová, H. 1969: Elektrónový mikroskop a jeho uplatnenie pri mineralogickom výskume hornín. *Manuskript GÚ PFUK Bratislava*, 256 s.
- Harman, M. 1966: Untersuchung von Pyrit mit den Methoden der Elektronenmikroskopie. *Geol. zbor. Slov. akad. vied*, 27, 1, s. 75—81.
- Harman, M. 1973: Otázky štúdia rudných minerálov metódami elektrónovej mikroskopie [Priebežná správa úlohy II. 8-6-11—9.] *Manuskript — GÚ SAV Bratislava*, 118 s.
- Hak, J. 1966: Mineralógia a geochemie nízkotatranských ložísek. *Sbor. geol. vied, R. TG*, 7, 71—145.
- Kantor, J. 1953: O volfráme na antimonitovom ložisku v Spišskej Bani JZ od Mníšku nad Hnilcom. *Geol. zbor. Slov. akad. vied*, 4, 1—2, s. 83—110.
- Kantor, J. 1955: Nález hübneritu pri Chyžnom v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 3, s. 58—78.
- Mozgova, N. N. — Dudykina, A. S. 1969: O nekotorych tipomorfnykh osobennostykh antimonita. In: *Tipomorfizm mineralov. Moskva, Nauka*, s. 185—195.
- Sergejevová, N. E. 1977: Vvedenie v elektronnuju mikroskopiju mineralov. *Moskva, MGU*, 144 s.
- Sergejevová, N. E. — Eremin, N. I. 1978: Morfogenetické typy pirita kolčedannych mestoroždenij Japonii. *Vest. Mosk. Univ., Ser. Geol.*, 4, s. 97—104.

Investigation of antimonite using transmission electron microscopy

HELENA GERTHOFFEROVÁ

Results of transmission electron microscopic (TEM) investigations represent contribution to the knowledge on morphological peculiarities of antimonite crystals, to the nature of inhomogenities and yield detailed insight into antimonite microstructure behind the limits of common light optics.

More than 50 antimonite samples coming from 17 localities and 4 ore districts of the Western Carpathians were submitted to TEM investigation using the method of two-stage replica from fresh parting surfaces. The following basic data were obtained.

A step-like fracture surface related with indices of cleavability characterizes monograins of antimonite. Crystalline grained texture has been found to occur in almost compact ores macroscopically. Individual grain sizes in such samples were determined. Parting surfaces and cleavage planes do occur in antimonite frequently and run along defined crystallographic planes. Such surfaces carry the highest amounts of inclusions.

Shapes of characteristic and frequently present inclusions have been scanned (pyrite, Pb-sulphosalts, berthierite and cinnabar). Their size, shape and sizes were determined.

Results of TEM investigations have been compared with data yielded by X-ray microanalysis and with results of chalcographic investigations. Results of electron microscopic investigations contributed data on pyrite, Pb-sulphosalts and berthierite inclusions. TEM results for cinnabar inclusions were compared with investigation results obtained from a synthetic standard cinnabar.

Natural etching surfaces may be compared with parting surfaces etched by nitric acid in laboratory conditions.

Results contributed to the knowledge on heterogeneity or homogeneity of antimonite and illumined its morphological properties. Special attention was paid to inclusions (shape, size, amount and distribution).

The obtained TEM data, after their comparison with results from other laboratory tests, contributed to the knowledge on generation and growth of antimonite crystals in complicated genetic conditions on single deposit types and occurrences. Results are useful for their compatibility with other mineralogical and geochemical investigations realized.

Preložil I. Varga