

JOZEF SCHWARTZ, SOŇA SCHWARTZOVÁ*

NIEKTORÉ JAVY PLASTICKEJ DEFORMÁCIE A REKRYŠTALIZÁCIE ŠTUDOVANÉ NA ANTIMONITE Z POPROČA

НЕКОТОРЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ
И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ АНТИМОНИТА ИЗ МЕСТОР. ПОПРОЧ

(Obr. 14—16 v texte, tab. IX—XII, francúzske resumé)

Ešte pred tragickou smrťou dr. Jozefa Schwartza pracovali sme na niektorých problémoch antimonitového ložiska v Poproči. V práci pokračujeme a vynímame zo študovaného zaujímavý problém plastickej deformácie a rekryštalizácie. Spomínané javy sú na popročskom antimonite (a na antimonite vôbec) veľmi hojné. V článku opíšem rôzne typy plastickej deformácie (undulózne zhášanie, translačné lamelovanie) a príčiny, prečo vzniká za určitých podmienok ten-ktorý typ plastickej deformácie. Ďalej sa budem zaoberať rekryštalizáciou a spomeniem niektoré názory zahraničných, najmä sovietskych vedcov na spomínané problémy.

Antimonitové ložisko v okolí Poproča je súčiastkou antimonitového pruhu, ktorý sa tiahne od Betliara, Čučmy smerom k Poproču a Zlatej Idke. Ložisko je súčasťou najvýchodnejšie ležiacej rudnej oblasti Spišsko-gemerského rudohoria. Je hydrotermálne. Z primárnych minerálov sú tu zastúpené kremeň, siderit, arzenopyrit, pyrit, chalkopyrit, sfalerit, tetraédrit, galenit, bertierit, antimonit, jamezonit.

Podstatnou zložkou rudy, ako to vidieť už z makroskopického štúdia, je antimonit. Býva jemnozrnný, miestami hrubozrnnjší. Ihličkovitý alebo stebelnatý vývoj možno pozorovať len zriedkavo. Na hlavnej žile vystupuje v podobe pretiahnutých útvarov v takej miere, že možno získať aj vzorky čistého antimonitu. Zrornosť sa pohybuje v rozmedzí od 0,2—1 mm. Pri hrubozrnnjších odrodách až 5 mm. V masívnej rude alebo vo väčších žilkách antimonitu sú zrná alotriomorfne obmedzené a často zubovite spojené. V dopadajúcom svetle sa javí anti-

* Prom. geol. S. Kipikašová-Schwartzová, Geologické oddelenie Východoslov. múzea, Košice.

monit biely s vysokou odrazivosťou, ktorú prevyšuje len galenit. Pri skrížených nikoloch je silne anizotropný, a preto je štruktúra antimonitu rozlíšiteľná aj bez leptania.

Už pri zbežnom mikroskopickom štúdiu upútajú našu pozornosť rôzne defekty pozorovateľné na jednotlivých kryštálových zrnách. Najmarkantnejšie je tu zastúpená plastická deformácia postihujúca jednotlivé zrná i celé agregáty. Táto plastická deformácia (a súčasne s ňou aj rekryštalizácia) sa na študovaných antimonitových zrnách a agregátoch prejavuje najmä:

A. 1. zvláštnym anomálnym zhášaním, pripomínajúcim známe undulózne zhášanie;

2. veľmi bohaté a rozmanite vyvinutou lamelizáciou;

B. obidva druhy deformácie antimonitu na tomto ložisku sú okrem toho sprevádzané veľmi hojnou rekryštalizáciou.

A. Undulózne zhášanie

Je známe, že antimonit je silne anizotropný minerál, čo sa pri otáčaní nábrusom medzi skríženými polaroidmi prejavuje markantným zhášaním jednotlivých zŕn. Pri takomto optickom vyšetrovaní popročského antimonitu možno však zistiť, že vedľa normálne zhášajúcich jedincov niektoré antimonitové zrná zhášajú anomálne, a to v podobe veľmi výrazného undulózneho zhášania, ako ho poznáme napríklad u kremenných zŕn, postihnutých tlakom. Takéto antimonitové zrno nezaháša potom naraz ako jeden celok, ale postupne v podobe akýchsi vln, takže v každej polohe je niektorá jeho časť zhasnutá a iná rozsvietená. Uvedeným spôsobom zhášajúce jedince vystupujú vždy spoločne so zrnami, postihnutými lamelizáciou.

Tento optický defekt je nesporne znakom určitej deformácie štruktúrnych mriežok jednotlivých antimonitových zŕn. Tu sa nám však vynára otázka, prečo v našom prípade undulózne zhášajú len niektoré antimonitové zrná, aj keď boli ich agregáty ako celok vystavené tlaku, kým napr. u porfyroidov pri podobných podmienkach undulózne zhášajú všetky kremenné vyrastlice.

Tento jav sa dá vysvetliť dvoma spôsobmi:

a) Zvláštnou stavbou štruktúrnej mriežky antimonitu, ktorý umožňuje mimoriadne účinné prispôbenie sa tlakovým podmienkam, a to sklzmi čiže transláciou (bližšie o tomto jave povieme ďalej). Túto vlastnosť kremenná mriežka v takej miere nemá.

b) Druhý faktor je závislý od prvého. Translácia antimonitových mriežok je totiž možná len pri ich vhodnej orientácii vzhľadom na smer pôsobenia tlaku, a to je smer približne paralelný s vertikálnou kryštalografickou osou *c*.

Z uvedeného vyplýva, že na antimonitových zrnách, tvoriacich agregáty, prejaví sa tlak v podstate dvojakým spôsobom:

a) U tých antimonitových jedincov, ktoré sú náhodou svojimi kryštalografickými smermi vhodne orientované so smerom pôsobenia tlaku, vyvolá tlak rôzne druhy sklzu, a to podľa svojej intenzity.

b) U ostatných, „nevhodne“ orientovaných zŕn spôsobuje tlak iné formy deformácií, ktorých výsledkom je napr. opisované undulózne zhášanie. Pri zvlášť silných tlakoch môže v uvedenom prípade dôjsť až k úplnému zboršteniu takýchto zŕn.

U kremennej mriežky sú javy translácie oveľa vzácnejšie. Známe sú z literatúry (E l i s e j e v 1953). Častejšie sa však tlak prejaví u kremenných zŕn deformáciou druhého typu (uvedeného v ods. b).

2. Lamelizácia

Vedľa undulózne zhášajúcich deformovaných antimonitových jedincov možno v popročských agregátoch pozorovať aj zrná s veľmi vyvinutou lamelizáciou.

Napriek značnej rozmanitosti lamiel — najmä ak ich pozorujeme na nábrusoch zo vzoriek odobraných z rozdielnych miest žily — možno ich zoradiť do určitého systému, ktorý nám bližšie charakterizuje rôzne podmienky, pôsobiace na popročskú antimonitovú žilovú výplň.

Aby sme mohli geneticky rozlíšiť a roztriediť pozorovanú lamelizáciu antimonitu, pripomeňme si klasifikáciu lamiel, ako ju uvádza P. R a m d o h r (1955). Tento autor rozlíšil v genetickom zmysle na rudných mineráloch štyri druhy lamiel:

1. prirodzené lamely, vzniknuté rastom (Wachstumslamellen), ktoré sú zvyčajne lamelárne vyvinuté, pričom lamelky sú zväčša nerovnomerne široké;

2. lamely vzniknuté premencu (Umwandlungslamellen) sú často vyvinuté v podobe ihlíc;

3. tlakové lamelky (Drucklamellen) sa vyznačujú výrazným polysyntetickým vývojom. V prípade, že sú orientované podľa jedného zákona, sú zvyčajne rovnako široké, často tlakom sprehýbané alebo sprevádzané kataklastickými znakmi, prípadne rekryštalizáciou;

4. lamelky vzniknuté drvením (Zerkitterungslamellen) sú charakteristické svojim vretenovitým, klinovitým a ihličkovitým tvarom. Vznik týchto lamiel je veľmi problematický a doteraz nevyjasnený. Pravdepodobne vznikajú účinkom intenzívnejších tlakov.

Lamelizácia bola na popročských antimonitových zrnách v dôsledku ich silnej anizotropie zreteľne pozorovateľná, a to bez akéhokoľvek štruktúrneho leptania. Pritom bolo možné rozlíšiť lamelizáciu prvého, tretieho a štvrtého genetického typu.

Lamely prvého typu — teda lamely vzniknuté priamo pri kryštalizácii jednotlivých zŕn — možno pozorovať len zriedkavo, a to vždy na relatívne väčších jedincech s približne izometrickým vývojom (tab. IX). Lamely tohto typu majú dosť variabilnú šírku, zreteľne však prevládajú lamelky širšie — v priemere okolo 0,36 mm. Priebeh týchto lamiel je nerovnomerný a nepravidelný. Okrem toho sú tieto lamelky často prerušené trhlinami, ktoré však boli vo väčšine prípadov neskôr rekryštalizáciou vyhojené.

Je príznačné, že orientácia lamiel uvedeného typu na rôznych jedincech toho istého agregátu je od seba nezávislá. To napr. znamená, že možno vedľa seba pozorovať jedince, ktorých rastové lamely sú voči sebe orientované aj približne kolmo. Ako uvidíme v ďalšom, u tlakových lamiel je takýto jav vylúčený.

Je tiež pozoruhodné, že jedince s uvedenou lamelizáciou boli pozorované zväčša len na takých antimonitových vzorkách, ktoré obsahovali podstatne menšie množstvo kremenných úlomkov.

Tretí a štvrtý typ lamiel je na študovanom antimonite zastúpený najpočetnejšie. Ide tu o lamelizáciu, ktorá vznikla vonkajšími mechanickými účinkami, pričom v prípade lamiel štvrtého typu účinnosť mechanického pôsobenia bola oveľa výraznejšia.

Tlakové lamely obidvoch typov sú na prvý pohľad rozlíšiteľné svojím charakteristickým tvarom, priebehom i orientáciou.

V prevažnej miere ide tu o polysyntetickú, výrazne a hladko ohraničenú lamelizáciu, pričom lamelky sú radove približne stokrát užšie ako opisované rastové lamelky. Ich absolútna šírka sa pohybuje v rozmedzí od 0,012 do 0,0012 mm, majú teda v prevažnej miere ihličkovitú povahu.

Aj celé antimonitové agregáty, ktoré obsahujú tlakom lamelizované jedince, sú už nápadné tým, že všetky ich zrná majú pretiahnutý, často šošovkovitý tvar. Ak u agregátov, pochádzajúcich zo žilných častí menej postihnutých tlakom, pozorujeme antimonitové zrná v prevažnej miere izometricky vyvinuté, v takýchto agregátoch, vystavených tlakom, sú zrná do takej miery deformované, že ich pomer dĺžky k šírke je často až 1:10. Celkove pôsobí potom takýto agregát dojemom usmernenia všetkých zŕn. V takýchto „usmernených“ agregátoch sú potom tlakové lamelky najnápadnejšie svojou orientáciou, pričom možno konštatovať, že v tom istom antimonitovom agregáte sú všetky tlakové lamely orientované približne rovnobežne, a to kolmo na predĺženie jednotlivých zŕn (tab. XII, obr. 2).

Podobnú zákonitosť možno konštatovať aj u lamiel štvrtého typu — vzniknutých intenzívnejšími tlakmi. Tieto lamelky sú charakteristické tým, že sú uprostred najhrubšie a k obidvom koncom sa rovnomerne zužujú — v tomto prípade majú vretenovitý tvar, prípadne sa po celej svojej dĺžke zužujú a v takomto prípade majú potom skôr klinovitý tvar. Často sú lamelky posunuté bočným tlakom a vtedy nadobúdajú mierne esovitý tvar (tab. XII, obr. 2). Tieto klinovité a vretenovité lamelky sa vymykajú z exaktného kryštalografického bádania, pretože každé

ich meranie vedie k rozdielnym a prítom iracionálnym hodnotám. Ich tvar je však natoľko charakteristický, že ich možno na prvý pohľad rozlíšiť.

Spomenuli sme už, že rastové lamelky sú hojnejšie vyvinuté v takých partiách antimonitu, ktoré sú pomerne čisté a neobsahujú kremennú drvinu (resp. jej obsahujú len málo), ktorej prítomnosť je ináč pre popročský antimonit veľmi príznačná. Na druhej strane možno však konštatovať, že antimonit so značným podielom kremenných zŕn vykazuje vždy aj veľké množstvo transláciou postihnutých antimonitových jedincov. V tomto ohľade možno uvažovať buď o bezprostrednom vzťahu kremenných zŕn k plastickej deformácii antimonitu, alebo predpokladať, že niektoré partie antimonitového ložiska (a to práve tie, ktoré majú menší obsah kremennej drviny) boli mechanicky menej namáhané, a preto vykazujú len nepatrný počet transláciou deformovaných antimonitových zŕn, resp. im tieto úplne chýbajú. Druhá alternatíva je však zrejme nepravdepodobná, a to už aj preto, že aj partie pomerne čistého antimonitu tu boli vystavené značným tlakom a napätiami, keďže na vzorkách z takéhoto antimonitu možno mineragraficky zreteľne rozlíšiť celé sústavy trhlín, ktoré však boli neskôr rekryštalizáciou vyhojené, prípadne vyplnené mladším antimonitom. Konečne treba ešte podotknúť, že niektoré partie antimonitovej žiloviny mohli byť namáhané skôr ťahom a v takýchto prípadoch potom vznikajú na antimonite skôr rôzne pukliny a trhliny než plastickej deformácie. V každom prípade možno však s určitou istotou usúdiť, že jednotlivé zrná kremennej drviny pôsobili v plastickej a ďaleko väčšej antimonitovej hmote ako akési centrá, okolo ktorých sa mechanické namáhanie antimonitu zosilňovalo. Na tab. X vidieť veľmi názorne, ako prítomnosť kremenného zrna spôsobovala v antimonitovej hmote defekty aj po vytvorení sa translačných lamiel. Tieto translačné lamelky boli zrejme tlakovým účinkom kremenného zrnka druhotne poprehýbané a deformované.

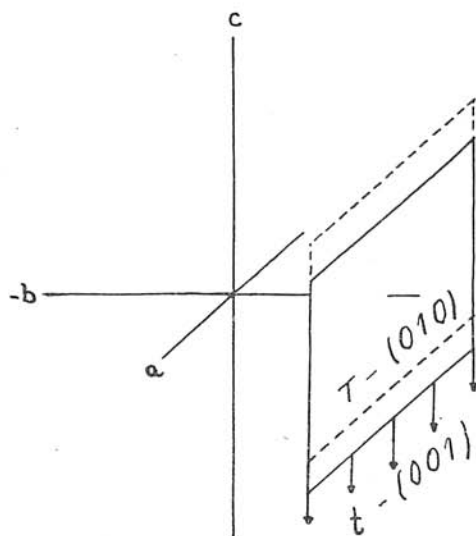
Mimoriadne časté a početné sklzy na popročskom antimonite (a na antimonite vôbec) možno veľmi názorne objasniť pomocou štruktúrnej mriežky tohto minerálu.

Je známe, že antimonitové kryštály vytvárajú rovnobežnú transláciu, pričom translačná rovina T je vždy brachypinakoid (010) a smer sklzu t bazálna plocha (001) (obr. 14).

Všimnime si teraz bližšie princíp stavby antimonitovej mriežky. Štruktúrna mriežka antimonitu je zložená zo samých stĺpkovitých, či pretiahnuto šošovkovitých útvarov s pomerne tesnou homopolárnou väzbou antimónu a síry, pričom všetky stĺpiky sú spolu zoradené paralelne s vertikálou — teda kolmo na bazálnu plochu (001). Obr. 15 predstavuje vzájomnú orientáciu a rozmiestnenie jednotlivých pretiahnutých šošoviek v celej mriežkovej sústave, a to v priemete na bazálnu plochu. Pre názornosť je pôdorysný priemet jedného „zväzočka“ zdôraznený. Vidíme, že jednotlivé iónové stĺpiky sú síce svojou dĺžkou orientované predozadným smerom, ale od brachydiagonály (osi a) sú pravidelne odchýlené, a to

tak, že vytvárajú systém klukatých brachypinakoidálnych „rovín“, pričom každá druhá je orientáciou svojich iónových stĺpikov analogická.

V uvedenom antimonitovom mriežkovom systéme je smer sklzu — $t = (001)$ — jednotlivých alebo i viacerých takýchto klukatých útvarov, ktoré vzájomne do



Obr. 14. Znáozornenie translačnej roviny T [brachypinakoid (010)] a smeru sklzu t [bazálna plocha (001)].

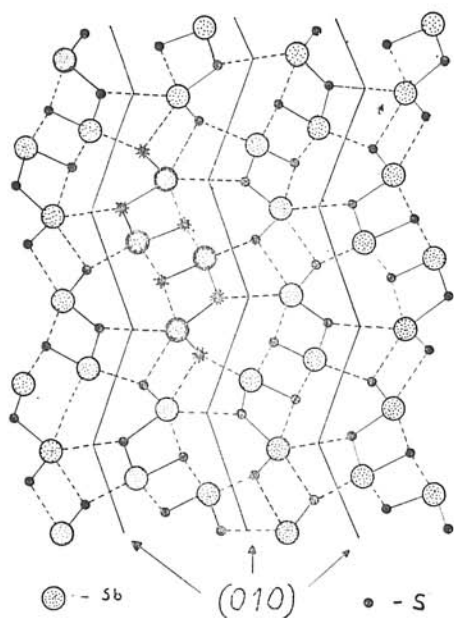
seba zapadajú, zrejme determinovaný práve touto ich vlastnosťou (obr. 16). Je celkom pochopiteľné, že napríklad translácia v smere $t = (100)$, teda kolmo na makropinakoid je vylúčená, keďže v tomto smere by sa pri sklze porušila sama homogenita a identita štruktúrnej mriežky.

V opisnej časti je uvedená charakteristika jednotlivých foriem plastickej deformácie na popročskom antimonite a formulované sú aj niektoré zásadné pozorovania o spomínanom jave. V ďalšom si bližšie všimnime podstaty celého toho efektu. Sama otázka plastickej deformácie — konkrétne mechanizmus vzniku translačných, resp. dvojčenských lamiel — je otázka veľmi zaujímavá napriek tomu, že v niektorých svojich vývodoch, najmä matematických, je neobyčajne zložitá a celý fenomén nie je ešte stále dokonale objasnený.

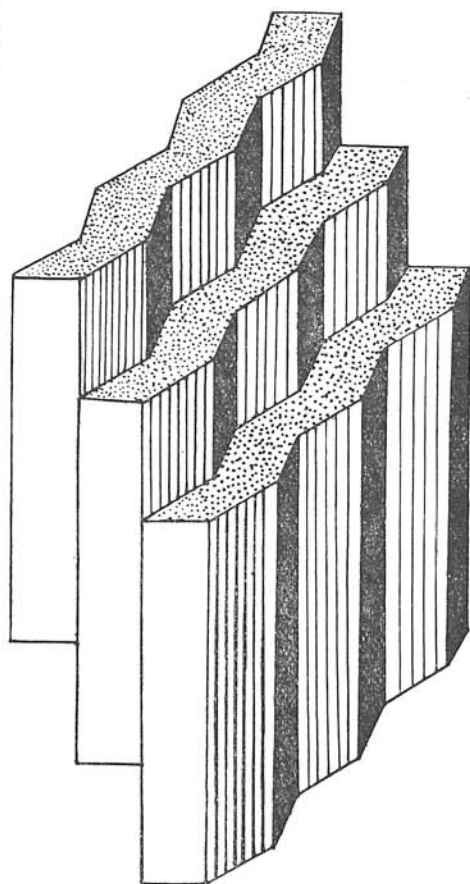
Mineralogické disciplíny sa uspokojovali ešte donedávna s vysvetľovaním celého javu plastickej deformácie — najmä translácie — jednoduchým príkladom s hracími kartami, ktoré sa pri vhodne orientovanom tlaku voči sebe posúvali. Posun kariet mal názorne demonštrovať celý mechanizmus translácie, pri ktorej sa podobným spôsobom ako karty mali kĺzať účinkom tlaku celé sústavy kryštálových rovín. Klasickým pokusom v tomto ohľade je známy experiment s orientovaným

ľadovým hranolom. Mineralogické disciplíny v minulosti nevenovali tomuto javu väčšiu pozornosť ako opisno-registračnú. Dnes pri moderných metódach štúdia štruktúrnej petrológie má veľký význam poznať podstatu javov plastickej deformácie, podmienky jej vzniku, sily a pohyby, ktoré podmieňujú jej vznik. Na základe štúdia deformácií minerálov a hornín možno usudzovať na charakter pohybov a z týchto súdiť na históriu geologických procesov, v dôsledku ktorých sa diali tieto pohyby.

Metalografia, v ktorej na javoch plastickej deformácie je založený celý rad metód spracovania zliatin, študuje a aj v minulosti študovala tieto javy na experimentálnom a matematickom základe. Je zaujímavé a poučné sledovať, do akej miery metalografia svetového mena, ako napr. Frenkel, Kontorová, Šapošnikov, Taylor a iní rozpracovali túto problematiku. Ich výsledky veľmi blahodarne oplodnili i mineralogické disciplíny, najmä kryštalografiu a štruktúrnu petrológiu, pretože nám umožňujú oveľa zrozumiteľnejšie a správnejšie chápať chovanie sa kryštalovanej hmoty.



Obr. 15. Štruktúrna mriežka antimonitu.



Obr. 16. Systém sklzov antimonitovej mriežky.

Budeme si tu všímať plastickú čiže ireverzibilnú deformáciu (známa je aj reverzibilná, zvratná čiže elastická deformácia). V podstate možno plastické chovanie sa kryštálov odvodzovať z dvoch základných procesov, a to 1. z mechanickej translácie, 2. z mechanického zdvojčatovania.

Podstata mechanickej translácie spočíva v rovnobežnom posune jednotlivých častí kryštálu pozdĺž určitých kryštálových rovín; označujeme ich rovina a smer skľzu.

Mnohí, najmä starší autori nerobili rozdiel medzi mechanickou transláciou a zdvojčatovaním, čo viedlo k mnohým chybám. Dva kryštály sú dvojčatami jedine vtedy, keď sú navzájom symetrické už či po odraze v nejakej rovine, alebo po otočení o 180° kolo niektorej kryštalografickej osi. Okrem mechanických rozoznávame ešte aj rastové dvojčatá.

Translácia spočíva na tom princípe, že sa mriežkové centrá posunujú, a to vtedy, kým znova nevytvoria mriežku. Tieto posuny sú podmienené okrem iného aj defektmi skutočných štruktúrnych mriežok minerálov oproti ideálnym mriežkam.

Toto premiestňovanie je viazané na roviny štruktúrnej mriežky a teda aj na kryštalografické roviny, ktoré sú rovnocennými stavebnými centrami najhustejšie obsadené. Najhustejšie obsadené roviny nájdeme u kryštálov s veľkým koordinačným číslom, preto kubické kryštály (koordinačné číslo 12 a 8) sú pri každej teplote ľahko preformovateľné, zatiaľ čo kryštály s koordinačným číslom 4 (diamant a kremičitany) takmer nemožno preformovať.

Pokusy ukázali, že deformáciu nemožno doceliť ľubovoľným mechanickým namáhaním. K translácii môže dôjsť len vtedy, keď začne pôsobiť určité vonkajšie kritické strihové napätie. Pritom potrebné strihové napätie je oveľa nižšie ako to, ktoré možno vypočítať na základe mriežkových síl.

Okrem už opísaných príznakov plastickej deformácie, prípadne až kataklastického porušenia antimonitových agregátov možno pozorovať zreteľne na študovaných popročských antimonitových vzorkách aj rôzne štádiá rekryštalizácie. Možno ju sledovať v rôznych stupňoch pokročilosti, čo samozrejme závisí od vplyvu určitých premenlivých veličín, podmieňujúcich tento jav.

Rekryštalizáciu v celkom počiatočných štádiách možno pozorovať v podobe rekryštalizačných zárodkov či centier, ktoré vznikajú vnútri alebo ešte častejšie na rozhraní lamiel, a to či už lamiel tlakových, alebo rastových (tab. XI). Treba si totiž uvedomiť, že aj rastová lamelizácia vznikla vlastne účinkom tlakov, no tieto boli vyvolané zväčšovaním sa objemu antimonitových agregátov pri ich kryštalizácii.

Podobne vzniká počiatočná rekryštalizácia aj na hraniciach dvoch alebo i viacerých intenzívnejšie deformovaných antimonitových jedincov, pričom na iných miestach zase vidieť, ako ich táto novovzniknutá jemnozrnnnejšia rekryštalizovaná antimonitová hmota úplne vyplnila a strávil.

Pozoruhodná je ďalej aj rekryštalizácia deformovaného antimonitu okolo jed-

notlivých zŕn kremennej drviny. Často totiž možno pozorovať, že sa novovzniknuté drobné, mierne pretiahnuté antimonitové kryštáliky zoraďujú do radiálnych útvarov, a to približne kolmo na kremenné zrnká.

Spontánnu rekryštalizáciu možno zistiť na miestach, kde bol antimonit markantnejšie deformovaný a prevalcovaný. Výsledkom takejto intenzívnej rekryštalizácie je potom oveľa jemnozrnejšia, často tlakom usmernená agregátna stavba s typickou granoblastickou štruktúrou (tab. XII, obr. 1). Priemerná veľkosť rekryštalizovaných indivíduí sa pohybuje od 0,01 do 0,3 mm.

Konečne možno rekryštalizáciu pozorovať v podobe rôzne a celkom náhodile orientovaných žiliek. Tento spôsob rekryštalizácie sa vyskytuje na antimonite (už sme ho raz spomínali, a to v súvislosti s rastovými lamelkami), obsahujúcim menšie množstvo kremennej drviny. Tieto žilky sú taktiež tvorené antimonitovou hmotou, no na rozdiel od ostatného antimonitu sú to veľmi jemnozrnné agregáty, takže medzi skríženými nikolmi sa dajú ich hranice celkom ľahko rozlíšiť. Veľkosť zŕn vyplňujúcich tieto žilky je radove až stokrát menšia ako zŕn okolitých agregátov. Opisované žilky robia dojem, akoby išlo o mladšiu generáciu antimonitu, no pri pozornejšom vyšetrovaní týchto jemnozrnných agregátov možno konštatovať, že sú to pomerne jemné pukliny, ktoré boli postupne rekryštalizáciou úplne zacelené. Tieto vyhojené tektonické poruchy možno však na antimonite pozorovať len medzi skríženými nikolmi; pri normálnom osvetlení mikroskopicky nepozorovať po puklinách ani stopy.

Čo sa týka samej rekryštalizácie, hodno spomenúť, že aj o tomto závažnom jave, charakteristickom pre kryštalované látky, vyslovili prvé exaktné pozorovania a závery metalografi. Sám výraz označujúci tento jav vznikol z nesprávneho predpokladu, že sa kovy v dôsledku určitého mechanického namáhania stávajú „amorfnými“ (čo sa samozrejme odráža aj v ich nových mechanických vlastnostiach) a pri zohriatí sa stávajú znova kryštalickými — čiže rekryštalizujú. Tento výraz sa zaužíval napriek nesprávnosti teórie, ktorá ho vyprodukovala. Dnes týmto pojmom označujeme (v minerografii i v metalografii) taký jav, pri ktorom rudy (kovy), ktoré boli mechanicky namáhané až za hranicu elasticidy a pritom získali určité vlastnosti, ktoré nevyplývajú z ich pôvodnej štruktúrnej mriežky, po určitom čase nadobúdajú zase normálne vlastnosti, a to tak, že vytvárajú pôvodnú štruktúrnú mriežku. Tento jav prebieha počas dlhších období aj za normálnych teplôt, no pri zvýšení teploty celý jav prebieha oveľa rýchlejšie.

Podľa všetkého mriežky, ktoré boli postihnuté transláciou, nemožno považovať za stabilné. Mechanickým zásahom boli v nich zrejme vyvolané vnútorné napätia, ktoré boli len čiastočne a prechodne vykompenzované sklzmi. R a m d o h r (1955) veľmi priliehavo personifikuje, keď uvádza, že takéto stavy napätia sú potom jed-notlivým zŕnám akoby „nepohodlné“ a tieto sa preto snažia svoju štruktúrnú mriežku oslobodiť od napätia a prebudovať ju tak, aby novým tlakovým podmienkam čo najviac vyhovovali. To sa potom uskutočňuje pri rekryštalizácii. Z toho

prirodzene vyplýva, že čím je deformácia väčšia, tým bude aj intenzívnejšia tendencia k rekryštalizácii. V takomto prípade sa znižuje aj potrebná teplota.

Už sme spomenuli, že rôzne štádiá pokročilosti rekryštalizácie popročského antimonitu závisia od čiastočne už spomínaných premenlivých veličín, ktoré môžu kvantitatívne tento jav ovplyvňovať. Ak predpokladáme, že rekryštalizácia je pre antimonit obzvlášť typickou vlastnosťou, ktorá vyplýva z povahy štruktúrnej mriežky tohto minerálu, sú potom rýchlosť a rozsah samej rekryštalizácie ovplyvňované, resp. podmienené najmä stupňom mechanického deformovania, ktorému boli antimonitové zrná predtým podrobené, ďalej teplotou, ktorej boli neskôr deformované antimonitové agregáty vystavené, a konečne časovým obdobím, počas ktorého mohla rekryštalizácia prebiehať.

LITERATÚRA — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

- Ažgirej G. D., 1956: Strukturnaja geologija. Moskva. — Bernard J. H. — Zeleňá M., 1953: Bertierit z Grunty u Kutné Hory a Poproče. Sborník ústřed. ústavu geol. XX, Praha. — Bernáth J., 1946: Popis antimonorudných výskytov v Poproči. Archív závodu. — Betehtin A. G., 1950: Mineralogija. Moskva. — Betehtin A. G., 1951: Paragenetické sootnošenija i posledovatel'nosť mineralov. ZVMO. — Betehtin A. G., 1953: O generacijach rudnych mineralov. ZVMO. — Čuchrov F. V., 1955: Kolloidy v zemnoj kore. Moskva. — Eliseev N. A., 1953: Strukturnaja petrologija. Leningrad. — Frenkel J. I., 1950: Vvedenije v teoriju metallov. Moskva. — Houwink R., 1954: Elasticity, plasticity and structure of matter. Eindhoven, Holland. — Ilavský J., 1956: Závěrečná zpráva k metalogenetickéj mape Spišsko-gemerského rudohoria, archív VSRP, Spišská Nová Ves. — Juško S. A., 1949: Metody izučeniya rud pod mikroskopom v otaženom svete. Moskva. — Juško S. A., 1953: Novyje metody mineralogičeskogo issledovaniya oksislennych rud. Moskva. — Kantor J., 1948: Antimonit v okolí Poproča — predbežná zpráva. Archív geol. ústavu D. Štúra, Bratislava. — Kantor J., 1950: Geologické pomery okolia Lazov pri Poproči. Archív závodu. Poproč. — Kertai G., 1936: Ércmikroszkópi és paragenetikai mckligyelések a Szepes-Gömöri érchegységben. Annales musei nationalis Hungarici XXX, Budapest. — Kleber W., 1956: Einführung in die Kristallographie. Berlin. — Klein R., 1940: Die Antimonitlagerstätte von Csucsom in Oberungarn. Berg und Hüttenmänn. Monatshefte, Bd. 88, Heft 10, Loeben. — Leutwein F. — Sommer-Kulaszewski Ch., 1954 Allgemeine Mineralogie. Freiberg. — Ramdohr P., 1950: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin. — Schneiderhohn H. — Ramdohr P., 1931, 1934: Lehrbuch der Erzmikroskopie. Berlin. — Šapošnikov N. A., 1951: Mehaničeskije ispitaniya metallov. Moskva. — Vachromejev S. A., 1941: Rukovodstvo k praktičeskim zaňatijam po minerografii. Moskva. — Varček C., 1956: Príspevok k poznaniu metalogenetických pomerov v južnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. Geol. sborník VII, 1–2, Bratislava. — Zedník V., 1950: Kapitoly z fyziky kovů. Praha.

Recenzoval C. Varček.

QUELQUES PHÉNOMÈNES DE DÉFORMATION PLASTIQUE
ET DE RECRISTALLISATION OBSERVÉS SUR L'ANTIMONITE
DE POPROČ

(Fig. 14—16 dans le texte, pl. IX—XII)

Le gîte d'antimonite de Poproč est d'origine hydrothermale. Il se trouve dans la zone à antimonite qui s'étend de Betliar et Čučma dans la direction de Poproč et Zlatá Idka. Le minerai est représenté surtout par l'antimonite. Les autres minéraux sont le quartz, la sidérite, l'arsénopyrite, la pyrite, la chalcoppyrite, la blende, la tétraédrite, la gailénite, la bertiérite et quelques autres.

En étudiant l'antimonite de Poproč au microscope chalcographique nous avons constaté que les cristaux ont des défauts. Le plus souvent c'est la déformation plastique et la recrystallisation.

La déformation plastique se manifeste: 1. par une extinction anormale rappelant l'extinction roulante, 2. par une lamellation très intense et variée. Les deux sortes de déformation sont accompagnées d'une forte recrystallisation.

Les grains à extinction roulante s'observe toujours ensemble avec les grains affectés par la lamellation. La déformation plastique est l'indice d'une certaine déformation des réseaux cristallins des grains de minéraux. L'apparition de tel ou tel autre genre de déformation plastique dépend de la susceptibilité ou de la non-susceptibilité du réseau cristallin donné de la subir, ainsi que de l'orientation des individus vis-à-vis de la pression.

Le réseau cristallin de l'antimonite est susceptible de se déformer; suivant la direction de la pression, on pourra observer l'extinction roulante ou la lamellation par translation. Les cristaux d'antimonite montrent une translation parallèle; le plan de translation est toujours le brachypinacoïde (010), et la direction de glissement coïncide avec le plan basal (001).

Outre toutes ces déformations plastiques on observe sur les minerais de Poproč différents stades de recrystallisation. La recrystallisation est particulièrement intense aux endroits fortement affectés par la pression. Ce phénomène peut s'expliquer comme suit: les réseaux cristallins qui ont éprouvé une translation ne peuvent plus être considérés comme stables — l'action mécanique y provoqua des tensions internes qui ne furent que partiellement compensées par les glissements. Le stade de la recrystallisation, sa vitesse et l'aire sur laquelle elle se propage dépendent du degré de la déformation mécanique, de la température à laquelle se sont trouvés plus tard portés les agrégats d'antimonite et, enfin, du laps de temps pendant lequel le processus de recrystallisation avait lieu.

Explication des figures 14—16 dans le texte et des planches

Fig. 14. Schéma représentant le plan de translation T [brachypinacoïde (010)] et la direction du glissement t [plan basal (001)].

Fig. 15. Structure du réseau cristallin de l'antimonite.

Fig. 16. Système de glissements dans le réseau cristallin de l'antimonite.

Pl. IX

Partie d'un grand grain xénomorphe d'antimonite avec lamelles mâclées inégalement dé-

* Prom. geol. S. Kipikašová-Schwartzová, Section géologique du Musée de la Slovaquie de l'Est, Svermova ul. 5, Košice.

veloppées par croissance naturelle. Le grain a été disloqué tectoniquement perpendiculairement aux lamelles. La fissure s'est cicatrisée plus tard par recristallisation. Grandeur naturelle du grain 5,4 mm. Localité Poproč. Nicols croisés, coupe polie, gross. cca 60 fois. Microphoto S c h w a r t z.

Pl. X

Lamelles de translation d'un grain d'antimonite provenant de la galerie Agneška (Poproč). On remarque que les lamelles sont déformées et recourbées par un petit morceau de quartz (dans la partie droite de la figure) qui a été enfoncé dans l'antimonite plus tendre perpendiculairement aux lamelles de translation. Nicols croisés, coupe polie, gross. cca 850 fois. Immersion dans l'huile. Microphoto S c h w a r t z.

Pl. XI

Premier stade de recristallisation de l'antimonite. Les centres de recristallisation se forment le plus fréquemment à la limite des lamelles, mais on en voit aussi au centre des lamelles. Nicols croisés, coupe polie, gross. cca 45 fois. Microphoto S c h w a r t z.

Pl. XII

Fig. 1. Structure granoblastique typique des grains d'antimonite recristallisés. Nicols croisés, coupe polie, gross. cca 40 fois.

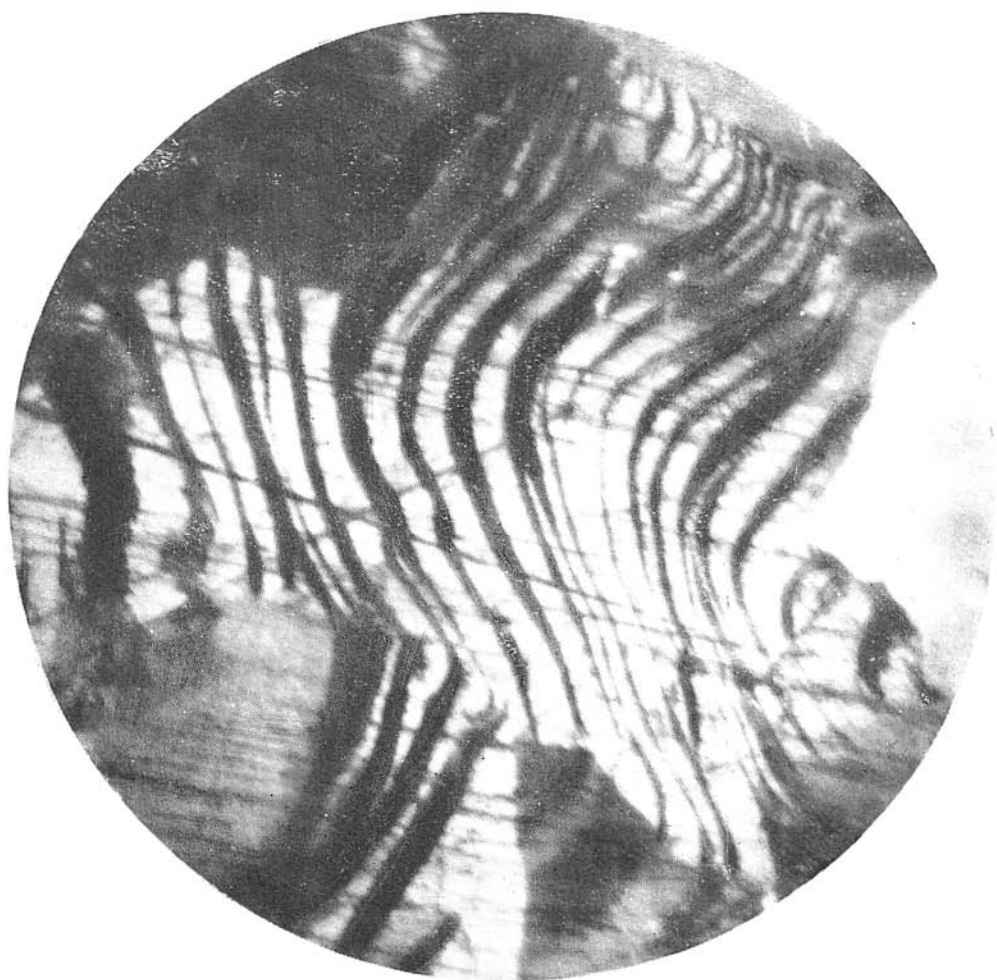
Fig. 2. Grains d'antimonite déformés par la pression dirigée. La forme allongée des grains prédomine. On voit bien les lamelles de translation du 3-e et 4-e types orientées parallèlement à la direction de la pression. Nicols croisés, coupe polie, gross. cca 160 fois. Microphoto S c h w a r t z.

Traduit du slovaque par Valentine Andrusova.



Časť veľkého xenomorfného antimonitového zrna s dvojčenskými nerovnomerne vyvinutými lamelami, vzniknutými prirodzeným rastom. Zrno bolo naprieč lamiel tektonicky porušené, no porucha bola neskôr vyhojená rekryštalizáciou. Skutočná veľkosť tohto zrna je 5,4 mm. Lokalita Poproč.

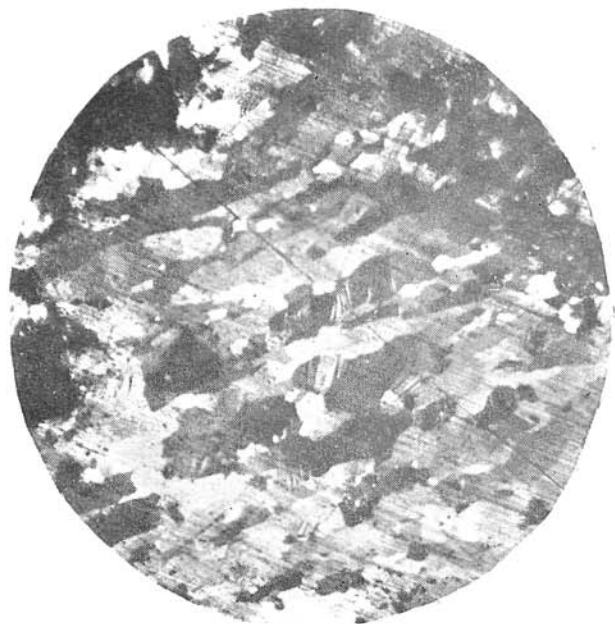
Nikoly +, nábrus zv. ca 45×. Mikrofoto Schwartz.



Translačné lamelky na antimonitovom zrne z popročskej štôlne Agnešky, ktoré sú deformované a poprehýbané drobným kremenným úlomkom (pozorovať ho v pravej časti obrázku), vtlačaným do väčšieho antimonitového zrna kolmo na priebeh translačných lamiel. Nikoly +, nábrus zv. v imerznom oleji ca 640 $\times$. Mikrofoto Schwartz.



Počiatkové štádium rekryštalizácie antimonitu. Centrá rekryštalizácie vznikajú najčastejšie na rozhraní lamiel, ale taktiež v ich vnútri. Nikoly +, nábrus zv. ca 45 $\times$. Mikrofoto Schwartz.



Obr. 1. Granoblastická štruktúra typická pre rekryštalizované antimonitové individúá. Nikoly +, nábrus zv. ca 40X. — Obr. 2. Jednosmerným tlakom deformované antimonitové zrnká s prevládajúcim pretiahnutým tvarom, na ktorých pozorovať dobre vyvinuté translačné lamely, tretieho a štvrtého typu, orientované paralelne so smerom pôsobenia tlaku. Nikoly +, nábrus zv. ca 160X.
Mikrofoto Schwartz.