

GALINA HALAHYJOVÁ-ANDRUSÓVOVÁ

MINERAGRAFICKÁ ŠTÚDIA Ni—Co ARZENIDOV DEDIČNEJ ŠTÔLNE V DOBŠINEJ

(Tab. IX—XI, ruské resumé)

Vo svojej práci podávam výsledky mineragrafického štúdia niklových arzenidov z Dedičnej štôlne v Dobšinej. Pri výskume dobšinských arzenidov (gersdorfit, nikelín, chloantit, pararamelsbergit) použila som výsledky emisnej spektrálnej analýzy a porovnala som hodnoty difrakčných snímok X-lúčov s údajmi v literatúre. Dotýkam sa taktiež ložiskovej polohy Ni arzenidov, charakteru rudných žíl Dedičnej štôlne a celkového metalogenetického postavenia Ni arzenidov paragenézy dobšinského zrudnenia.

Dobšiná a jej okolie je už dávno známa svojím niklovým zrudnením. Aj dnes nájdeme niklové minerály na mnohých lokalitách, ako napr. Zemberg, Terezia, Dobrá nádej, Mária štôľňa, Dedičná štôľňa, Ebeberg, Jozef štôľňa, Lányi huta.

Z nich najzaujímavejšou lokalitou je Dedičná štôľňa. Leží na úpätí južného svahu Guglu a jej pôvodným účelom bolo nafárať sideritové metasomatické povrchové lomy v oblasti Biengartenu a Massörteru a neskoršie niklové a kobaltové žily Altenbergu. Niklové rudy sa v tejto štôlni intenzívnejšie ťažia od začiatku XX. storočia, hoci siderit sa dobýva povrchove už v XVII. storočí.

Na niekoľkých úsekoch v obvode Martinského poľa, Coburgu, Tešnárrok a Georgi sa vyskytujú niklové arzenidy, ktoré som študovala bližšie. Na uvedených lokalitách predstavujú rudné žily žilník, systém žil. Ide o sideritovú žilu mocnú 30—50 cm s drobnými niklovými a medenými žilkami. Tieto niklové a medené žilky predstavujú výplne puklín, ktoré vznikli v dôsledku intermineralizačnej tektoniky. Ich priebeh je nepravidelný: sú alebo na okrajoch, alebo v strede sideritovej žily, jednoduché a rozvetvené. Na prístupných miestach som nenašla doteraz taký styk niklových a medených žiliek, kde by sa mohla určiť ich sukcesia. Rudná žila má žilnatú textúru (pretínanie žiliek — Jušková), siderit je pritom hrubokryštalický. V žilníku prevažuje siderit, niklových a medených žiliek je spolu asi 30 %. Rudné žily v Tešnárkach sa čiastočne líšia od opísaného typu, väčšinou sú to samostatné šošovky a žilky niklových arzenidov s veľmi nepatrným množstvom ankeritu, len tu a tam možno nájsť sideritové žilky so

značným množstvom niklových žiliek. Textúra týchto žíl je masívna, sú čiastočne porušené tektonickými tlakmi, ale omnoho menej ako v obvode Martinského poľa a Georgi. Smer všetkých žíl je V—Z so sklonom na juh. Okolitou horninou rudných žíl je všade tzv. dobšinský gabrodiorit.

Podľa uvedeného môžeme rudné niklové žily zaradiť do dvoch typov: 1. martinský a 2. tešnársky. Minerálne zloženie týchto dvoch typov sa dosť líši:

1. V martinskom type nie je taká bohatosť niklových minerálov gersdorfitu a chloantitu, sprevádzaných arzenopyritom a löllingitom; sú hojne zastúpené medené minerály chalkopyrit a tetraedrit s doteraz presne neurčeným Bi minerálom. Z nerudných minerálov hlavne siderit, kremeň, ale aj ankerit, kalcit. Zo sekundárnych minerálov, vzniknutých hypergeneticky, je tu annabergit a limonit.

Do tohoto typu zaraďujem rudné žily z obvodu martinského poľa, Coburgu a Georgi.

2. Tešnársky typ sa vyznačuje vyššou bohatosťou niklových arzenidov. Nachádza sa tu gersdorfit, chloantit, pararamelsbergit (?) a nikelín, sprevádzané obyčajne arzenopyritom. Chalkopyrit a tetraedrit sa vyskytuje len ojedinele. Z nerudných minerálov je tu ankerit a kremeň a medzi produktami vetrania annabergit so serytrínom. Do tohto typu patria Tešnárske.

Makroskopicky sa nedá minerálne zloženie oboch typov presne odlišiť, preto si všimnime bližšie mineragrafickej charakteristiky jednotlivých, predovšetkým niklových minerálov.

Minerografia

1. *Gersdorfit* — NiAs je bežný niklový minerál v Dobšinej a jej okolí. Na rudných žilách tvorí prevažnú časť spomedzi rudných minerálov. Makroskopicky je ocelovobielej farby s vysokým leskom. V odrazenom svetle (pozorovania sa robili na sovietskom rudnom mikroskope MIN-6, osvetlenie 8 V, modrý filter) je gersdorfit biely so slabým odtieňom do žltá, najmä voči iným Ni arzenidom, s ktorými sa vyskytuje. Dvojodraz nemá, je izotropný, pri skrížených nikoloch má vysokú odrazivosť, vnútorné reflexy nie sú. Veľmi častá je štiepnosť podľa (001). Krehkosť gersdorfitu sa prejavuje stopami silnej kataklázy. Pri zväčšení 100×, bez leptania, s imerzným olejom a hlavne po leptaní s HNO_3 (1 : 1) sa objavuje krásna zonárnosť, ktorá je typická pre dobšinský gersdorfit. V literatúre uvádzané činidlá H_2O_2 (30 %) + H_2SO_4 (konc.) v pomere 1 : 1 a KMnO_4 + H_2SO_4 (konc.) v pomere nerovných dielov sa neosvedčili, hoci sú odporúčané ako dobré štruktúrne činidlá.

Zonárnosť sa prejavuje ako pravidelné striedanie rôzne mocných vrstvičiek, ktoré sa odlišujú farbou. Jedny sú biele, druhé sivofialové. Po leptaní badať ešte väčšiu rôznorodosť; môžeme rozoznať zóny intenzívne naleptané — čierne, tmavohnedé, zóny slabo naleptané — svetlohnedé a zóny vôbec nenaleptané. Nena-

leptané časti tvoria prevažne okraje zŕn, prípadne tenučké medzivrstvičky, málokedy stred zŕn. Badáme aj prejavy selektívnej metasomatózy gersdorfitu, kde bol ankeritom zatisnutý stred zŕn, vonkajší okraj zostal. Po naleptaní HNO_3 zistujeme, že vonkajší okraj sa neleptá, väčšia časť vykorodovaného stredy sú partie slabšie naleptané. Goll (1937) uvádza analýzu neleptajúcej sa zóny gersdorfitu: Fe = 3,6 %, Ni = 19,82 %, Co = 8,82 %, As = 57,54 %, S = 7,55 %, Sb = 2,99 %. Analýzy ostatných zón sa nerobili. Goll podľa podobných záverov uvádza, že zonárnosť nie je spôsobená rozdielnou rastovou rýchlosťou, ale v dôsledku kolísania As a S. Raz sa približuje gersdorfitu a raz chloantitu.

O zonárnosti gersdorfitu uvádza Dunn (1937), že tu je úzky vzťah k chloantitu. Tvar β gersdorfitu (Dunn) má prevahu As, hodne Co a pri leptaní rýchlo reaguje v porovnaní s tvarom α gersdorfitu. Dunn myslí, že to spôsobuje submikroskopický zrast gersdorfitu s chloantitom. Doteraz však nebolo pozorované zdvojenie difrakčných čiar (Ramdohr 1953), ktoré by potvrdzovali prítomnosť gersdorfitu a chloantitu. Rozhodne je zonárnosť gersdorfitu spôsobená kolísaním As a S. Otázku zonárnosti však chcem riešiť v osobitnej práci v prípade, že sa podarí vyseparovať jednotlivé zóny.

Gersdorfit v dobšinských žilách je buď v podobe idiomorfných, drobných kryštálikov, alebo ako úlomky väčších zŕn po silných tektonických tlakoch, alebo v podobe celistvých žiliek v niektorých vzorkách (Martinské pole) gersdorfit obrastá idiomorfné kryštáliky pyritu. Na gersdorfite vidieť prejavy silnej metasomatózy ankeritom, ktorý selektívne zatláča najčastejšie stred zŕn. Zatlačené alebo silné korodované sú tie partie gersdorfitu, ktoré sa silnejšie alebo aj slabšie leptajú HNO_3 , vonkajšie časti, ktoré sa vôbec neleptajú HNO_3 , sú omnoho odolnejšie voči zatlačovaniu.

Gersdorfit je v pomere k iným minerálom najhojnejší, asi 50–60 %, po ňom je najhojnejší parameľbergit; chloantit a nikelín len ojedinele. Vekove je z niklových minerálov najstarší.

2. *Chloantit* NiAs_2 3. Pri pozornejšom štúdiu nábrusov, kde podľa röntgenometrických snímok sa nachádza chloantit, vidíme, že na prvý pohľad jednorodý minerál — gersdorfit je vetvičkovite prerastený druhým minerálom. Líšia sa iba podstatným farebným odtieňom. Chloantit je sivobiely, gersdorfit je biely s odtieňom do žltá. Nie je to však celkom smerodajné, lebo sám gersdorfit má niekoľko farebných odtieňov. Ostatné jeho vlastnosti sú zhodné s vlastnosťami gersdorfitu. Nemôžeme teda, na základe pozorovaní v rudnom mikroskope, tieto dva minerály bezpečne od seba odlíšiť. Doteraz chloantit je bezpečne určený vo vzorkách z Tešnárok.

3. *Nikelín* NiAs je zriedkavým minerálom dobšinských rudných žíl. Doteraz sa našiel iba v Tešnárkach v Dedičnej štôlni. Makroskopicky je ružový s vysokým kovovým leskom. Mikroskopicky v odrazenom svetle je výrazne ružovej farby so silným dvojodrazom pri jednom nikole a silnou anizotropiou pri skrížených

čís. Por.	Gersdorfit ASTM II-2208		Gersdorfit G A H		Nábrus 173			
	$d_{\text{tab}}(\text{kX})$	I/I_0	$d_{\text{tab}}(\text{kX})$	I/I_0	$d_{\text{zr}}(\text{kX})$	$I_{0,2h}$	$Ad_1(\text{kX})$	$Ad_2(\text{kX})$
1								
2					3,180	0,3	0,010	
3	2,850	0,8	2,830	0,66	2,800	0,7	0,050	0,030
4	2,550	1,0	2,530	1,00	2,510	1,0	0,040	0,020
5								
6	2,330	0,8	2,310	0,83	2,300	1,0	0,030	0,010
7								
8	2,010	0,5	2,010	0,16	1,990	0,6	0,020	0,020
9	1,900	0,3	1,900	0,08				
10	1,721	1,0	1,715	1,00	1,700	1,0	0,021	0,015
11	1,651	0,2			1,630	0,3	0,021	
12	1,581	0,5	1,550	0,16	1,560	0,5	0,031	0,010
13	1,525	0,7	1,518	0,33				
14					1,507	0,6		
15								
16								
17								
18								
19								
20	1,270	0,2	1,270	0,05	1,270	0,2		
21	1,243	0,5	1,240	0,16	1,240	0,5	0,003	
22	1,216	0,3	1,208	0,08	1,208	0,6	0,008	
23	1,167	0,4						
24	1,148	0,1	1,148	0,03	1,148	0,2		
25	1,122	0,2						
26	1,099	0,7	1,093	0,33	1,093	0,8	0,006	

nikoloch, s farebným efektom svetloružovohnedým a tmavoružovohnedým. Vnútorne reflexy nie sú, odrazivosť je vysoká, vyššia ako u galenitu, ktorého $R = 42\%$ (viď Ramdohr). Od druhých niklových arzenidov sa dá jasne rozoznať. Spolu s ostatnými niklovými arzenidmi tvorí (vzorka D-22) veľmi zaujímavú štruktúru. Štruktúra má vzhľad guľovitých, koncentrických útvarov a je výsledkom postupnej kryštalizácie jednotlivých starších niklových minerálov, ktoré zatlačujú mladšie. V strede týchto guľovitých útvarov sú pekne vyvinuté kockovité kryštáliky, izotropné, bielej farby, neleptajúce sa HNO_3 a s vyšším reliéfom ako nikelin. (Je to gersdorfit?) Nikelin zatláča obyčajne ankerit alebo preniká naprieč gersdorfitovým lemom a preniká po hraniciach zŕn pararamelsbergitu. Najväčšiu časť tvorí pravdepodobne gersdorfit z vonkajšej strany lemovaný pararamelsbergitom. Pararamelsbergit nájdeme niekedy aj v podobe zhlukov alebo roztrúsených zŕn priamo v gersdorfitovom leme.

4. *Pararamelsbergit* NiAs_2 . Okrem spomínaných niklových arzenidov je vo vzorkách z obvodu Tešnárok v Dedičnej štolni ešte pararamelsbergit. Tento

Nábrus 122				Nábrus 134				Chloantit ASTM II-204	Chloantit G A H
d_{h} (kX)	I_{0th}	Δd_1 (kX)	Δd_2 (kX)	d_{h} (kX)	I_{0th}	Δd_1 (kX)	Δd_2 (kX)		
3,250	0,05			3,530	0,1	0,090	0,230	3,540—0,2	3,40—0,11
2,830	0,80	0,020		3,250	0,1			3,170—1,0	
2,550	1,00		0,020	2,850	0,8		0,020		
				2,580	1,0	0,030	0,050		
				2,390	0,3			2,460—0,2	
2,310	1,00	0,020		2,300	1,0	0,030	0,010	2,320—0,5	
				2,190	0,3			2,130—0,2	
2,000	0,60	0,100	0,020	2,000	0,6	0,010	0,020		2,22—0,33
				1,900	0,6				
1,708	1,00	0,013	0,008	1,710	1,0	0,011	0,005		
1,634	0,30	0,027		1,680	0,3	0,029			
1,676	0,50	0,005		1,570	0,3	0,011			
1,518	0,60	0,007		1,518	0,8	0,007			
									1,63—0,33
1,478	0,20			1,469	0,1			1,449—0,6	
1,421	0,10			1,418	0,1				1,43—0,22
1,371	0,10			1,388	0,1				1,38—0,11
1,336	0,10			1,336	0,1				
1,304	0,10			1,299	0,1				1,31—0,06
1,271	0,10	0,001	0,001	1,271	0,3	0,001	0,001		
1,240	0,10	0,003							
1,212	0,10	0,004	0,004	1,220	0,3	0,066	0,012		
1,163	0,20	0,004		1,160	0,3	0,007			
1,093	0,60	0,006							

minerál bol Paděrom (1955) röntgenometricky určený ako pararamelsbergit, ktorý som pôvodne považovala za ramelsbergit (pozri zprávu z výskumu r. 1953). Pri vyhodnocovaní difrakčných snímok opisovaného minerálu sme s M. Mathernym došli k názoru, že je sporné, či ide o pararamelsbergit. V mnohých vzorkách sa línie difrakčných snímok môžu lepšie interpretovať ako línie ramelsbergitu. Vo svojej práci neuvádza Paděra porovnanie s ramelsbergitom.

Hlavným odlišovacím znakom v odrazenom svetle pararamelsbergitu a gersdorfitu je výrazná anizotropia, viditeľná najmä na okrajoch zŕn pri skrížených nikoloch s imerzným + cédrovým olejom. Farebný efekt pri skrížených nikoloch sú modré a ružové farby, čo podľa mineragrafickej literatúry (napr. Ramdohr) nie je typické pre pararamelsbergit, ale pre ramelsbergit. Je belší ako gersdorfit, má nižšiu tvrdosť, dobre sa leští. Dvojodraz pozorujeme s imerzným olejom (zväčš. 470×) v jednom smere je bieložltý, v druhom bielomodrý. Odrazivosť R je vysoká ako pri gersdorfite (v porovnaní s galenitom nad 42 %). Činidlami

$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ sa leptá intenzívnejšie ako gersdorfit, podobne aj $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$. Štruktúra sa vôbec neobjavila.

Je vždy mladší ako gersdorfit, chloantit a arzenopyrit, v ktorých tvorí nepravidelne obmedzené zrná, žilky alebo zhluky.

Pararamelsbergit je ortorombickou, polymorfnou modifikáciou ramelsbergitu, nevie sa však, za akých podmienok vzniká pararamelsbergit a za akých ramelsbergit, pri prakticky rovnakom chemizme (Ramdohr).

Pretože ide v prípade opisovaného minerálu z Dobšinej o zložitú identifikáciu, bude sa riešiť táto otázka samostatne.

Zatiaľ sa budem pridŕžiavať identifikácie Paděru, že ide o pararamelsbergit.

Najbežnejším sprievodcom niklových arzenidov je *arzenopyrit* FeAsS . Tvorí veľké idiomorfne kryštáliky na okraji dutín v rudnej žile, v puklinách niklových arzenidov, najmä gersdorfitu, alebo má podobu kryštálikov veľmi menlivej veľkosti. Taktiež sa zoskupuje do ružicovitých agregátov. Je silne korodovaný sideritom alebo ankeritom. Spolu s arzenopyritom sa nachádza v nepatrnom množstve aj löllingit.

Löllingit FeAs_2 sa líši od arzenopyritu výraznejším dvojodrazom pri pozorovaní s imerzným olejom a intenzívnejšími farbami pri skrížených nikoloch. Nájdeme ho v oblasti Tešnárok a Coburgu.

Pyrit FeS_2 je veľmi hojný v rudných žilách Dedičnej štôlne a v oblasti Dobšinej vôbec. Tvorí idiomorfne kryštáliky rozmerov od 0,075 do 0,20 mm, niekedy aj väčšie. Sú roztrúsené ako staršie uzavreniny v gersdorfite, ale najmä v chalkopyrite. Na niektorých miestach je pyrit anizotropný. Ide asi o markazit, ktorý bol už v Dobšinej nájdený.

Chalkopyrit CuFeS_2 je veľmi hojný minerál. Vytvára nepravidelné žilky väčších rozmerov, aj menšie roztrúsené zrníčka nepravidelného obmedzenia. Preniká v smere kubickej štiepnosti gersdorfitu alebo vyplňuje pukliny po tektonickom drvení gersdorfitu. Je jasne mladší ako niklové minerály. Spolu s ním vykrištálizoval *tetraedrit* $(\text{Cu}, \text{Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$. Podobne ako chalkopyrit tvorí výplň puklín gersdorfitu a prerastá chalkopyritom, miestami vytvára akoby myrmezytické zrasty. Pomerne zriedkavý minerál je doteraz neurčený Bi minerál, pravdepodobne zo skupiny aikinit—klaprotit—rézbanyit. Má silný dvojodraz, veľmi silnú anizotropiu pri skrížených nikoloch, je farby bielej v porovnaní s tetraedritom. Pre svoju veľmi nepatrné rozmery sa nedá röntgenometricky určiť.

Identifikácia pomocou difrakcie X-lúčov

Pre presnejšiu identifikáciu jednotlivých niklových arzenidov urobila sa ich analýza pomocou difrakcie X-lúčov. Difrakčné záznamy X-lúčov sa robili na prístroji Mikrometa — Chirana metódou práškových preparátov. Pracovalo sa so žiarením Co antikatódy, filtrovaním Fe filtrom $\lambda\text{K}\alpha_1 = 1,7853 \text{ kX}$. Difrakčné

záznamy sa robili v komôrke o $\varnothing$ 64 mm. Všetky preparáty jemne rozdrvené boli nanosené na sklené vlákno o $\varnothing$ 0,2 mm, ktoré nevykazuje vlastnú difrakciu. Expozičná doba bola 2 hod. 30 min. pri 1 mm clone, 23 kV a 32 mA. Na registráciu sa použil Agfa-Laue film a snímky sa vyvolávali vo vývojke Agfa-30,6 min. pri $18 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Difrakčné snímky sa premeriavali na komparátore Chirana s presnosťou $\pm 0,1$ mm a intenzita sa odhadovala podľa tejto stupnice: v. s. 1–0,9, s. 0,8–0,7, m. 0,6–0,4, sl. 0,3–0,2; v. sl. 0,1–0,05 a vypočítavala sa s denzitometrických záznamov automaticky registrujúceho mikrofotometra Khol – F-2.

Namerané vzdialenosti vyjadrené Braggovým uhlom sa prepočítali prevodovými tabuľkami Tolkačeva (1955) na hodnotu d. Výsledky sú uvedené v tabuľkách.

Opis analyzovaných vzoriek

- D-2 – vzorka gersdorfitu znečisteného sideritom a chalkopyritom.
- D-3 – vzorka gersdorfitu znečisteného sideritom a chalkopyritom.
- D-4 – vzorka gersdorfitu so sideritom. Znečistenie medenými minerálmi.
- D-5 – gersdorfit s karbonátmi vo veľmi nepatrnej miere.
- D-10 – gersdorfit s arzenopyritom, možnosť znečistenia sideritom.
- D-11 – arzenopyrit s gersdorfitom, siderit.
- D-12 – arzenopyrit, prípadne znečistený ankeritom.
- D-14 – gersdorfit s chloantitom, tesne prerastajú s ankeritom.
- D-15 – čistý gersdorfit.
- D-17 – agregát Ni arzenidov (gersdorfit, chloantit, pararamelsbergit).
- D-19 – pararamelsbergit, chloantit s gersdorfitom, ankerit.

Diskusia

Pretože makroskopická a ani podrobná mikroskopická identifikácia nie je dostatočná na presné určenie Ni arzenidov nachodiacich sa v Dobšinej, použila sa pre ich identifikáciu analýza röntgenometrická. Analyzoval sa väčší počet vzoriek, ktorých výsledky sú pri rovnakých mineráloch zhodné; uvádzam tie najtypickejšie. Výsledky difrakčných záznamov sa porovnávali s údajmi podľa ASTM (1944) a s údajmi Harcourta (1942). Sú uspokojivé a dostatočne zhodné pre správnu identifikáciu minerálov gersdorfitu a chloantitu. Lúnia 2,83 u gersdorfitu sa pri väčšine snímok lepšie zhoduje s údajmi Harcourta (1942). To isté platí o lúni 1,518. Lúnie 1,900, 1,507, 1,148, 1,122 sa neprejavili na difrakčných snímkoch pre slabú intenzitu.

Chloantit bol zistený v málo vzorkách, z nich uvádzam údaje jednej snímky (pozri tab. X). Aj pri možnosti veľkej koincidencie lúni, tieto uvádzané sú dostatočným dôkazom jeho prítomnosti. Hodnoty lúnií snímkovanej vzorky sa dobre zhodujú s tabuľkovými údajmi.

Emisná spektrálna analýza

Spektrálna analýza sa robila na kremennom spektrografe E-492 Hilger (Kupčo) v kombinácii s odiskrením v oblúku rovnosmerného prúdu a na kremennom strednodisperznom spektrografe ISP-22 v kombinácii s odiskrením v oblúku striedavého prúdu, aktivovaného vysokofrekvenčným výbojom použitím generátora DG-1. Spektrá sa pri vyhodnocovaní porovnávali v spektroprojektorii PS-18 s tabuľkami Kalinina (1952) a Gerlach (1949). Intenzita čiar sa odhadovala podľa stupnice: veľmi silná — v. s., silná — s., stredná — m., slabá — sl., veľmi slabá — v. sl. Na základe tejto stupnice boli prvky zadelené do kategórií podľa koncentrácie, ako uvádza tabuľka.

Tabuľka koncentrácií

Vzorka	Hlavné komp.	Vedľajšie komp.	Stopové komp.
D-2	Fe, Ni, Co, Mg, Ca	As, Al, Cu, Mn, Si	Bi, Sb, Sn
D-3	Fe, Ni, Co, Mg, Ca, Mn	Al, As, Ti, K, Ba, Na	Si, Sb, Cu, Ag, Bi, Sn, Zn, Cr
D-5	Fe, As, Si	Ca, Ni, Sb, Bi, Pb, Mn, Al, Mg, Cu, Co	B, Ag, Ti, Cr, Ba
D-10	As, Ca, Co, Fe, Mg, Ni	Al, Cu, Mn, Sn	Ag, Sb, Sn, Bi?
D-11	Fe, Ni, As, Mg, Si	Co, Cr, Ca	Al, Bi, Ag, Mn
D-12	Co, Fe, Ni	As, Ca, Mg	Al, Cu, Mn?, Sb, Si
D-14	Co, Fe, Mg, Ni, Si	Al, As, Ca	Ag, Cu, Mn, Sb, Sn
D-15	Fe, Ni, Co, Ca, Mg	Cu, Al, As	Mn, Sb, Sn, Bi, Si, Zn, Ti, Ba, Ta?
D-17	Fe, Ni, Mg, Ca	Al, Mn, Cu, Si, Co, As	Ag?, Bi, Sb, Sn
D-19	Fe	As, Ca, Co, Mg, Ni	Al, Cu, Mn, Si

Diskusia

Spektrálna analýza sa robila so vzorkami niklových minerálov gersdorfitom, chloantitom, pararamelsbergitom na zistenie ich stopových prvkov a prípadného kolísania množstva As, Ni a Co. Podobne išlo o zistenie, či pri rôznych niklových mineráloch je veľká odlišnosť v zastúpení niektorých prvkov, ako Sb, Bi, Ag a pod.

Gersdorfit základné prvky Ni, Fe, As, Co. Hoci ide o gersdorfit s teoretickým vzorcom NiAsS, pri dobšinských vzorkách sú v značnej miere zastúpené i Fe a Co. Tak isto ďalšie prvky Bi a Cu izomorfne zastupujú Ni (Betehtin 1951). Sb izomorfne zastupuje As. Siderit a ankerit veľmi tesne prerastá Ni arze-

nidmi, takže zvýšené množstvo Fe je spôsobené prítomnosťou karbonátov. Ag, Cu, Zn, Pb pochádza asi z uzavrenín rudných minerálov — chalkopyritu a tetraedritu. Prvky Al, K, Na, Ti, Ba, Cr, Si pochádzajú z okolitých minerálov. Prítomnosť Ta a Sn je nejasná. Podľa literárnych údajov nie sú izomorfnými prímiesmi ani niklových ani medených minerálov.

Spektrálne analýzy vzoriek s *chloantitom* NiAs_{2-3} a *pararamelsbergitom* NiAs_2 sa podstatne nelíšia od gersdorfitu. Pri všetkých niklových arzenidoch vidíme kolísanie obsahu Ni, Co a As.

Chemická kvantitatívna analýza

O značnom kolísaní zastúpenia Ni a Co v Ni arzenidoch svedčia aj výsledky chemickej analýzy:

	D-11	D-12	D-18	D-20	D-6	D-4
Ni	3,40	0,64	22,00	32,30	24,70	20,00
Co	0,53	0,39	2,12	2,23	2,14	0,91
Fe	23,10	24,60	1,50	0,85	1,50	19,30
S	1,13	—	5,16	1,43	—	7,20

Podľa rozpočtu chemickej analýzy a na základe porovnania s výsledkami chemických analýz dobšinských minerálov uvedených v staršej literatúre (S i p ö c z, S t r o m e y e r, Z e r j a u, P a p p), ide pri vzorkách D-4 a D-6 o gersdorfit, pri vzorke D-18 o zmes gersdorfitu a chloantitu a pri vzorke D-20 o ramelsbergit.

Pri vzorkách D-11 a D-12 podľa týchto výsledkov ide o arzenopyrit, hoci röntgenometrická analýza ukazuje, že ide o gersdorfit.

Sukcesia a geochemický vývoj rudných žíl Dedičnej štólne

Na základe podrobného štúdia vzoriek, ktorého výsledky uvádzam vyššie, môže sa stanoviť táto sukcesia:

Najstaršou periódou na všetkých rudných žilách tak Dedičnej štólne, ako aj celej oblasti Dobšinej, je perióda sideritická s ankeritom. Siderit vznikol buď metasomatózou karbónskych vápencov (Massörter), alebo ako hydrotermálna výplň puklín v oblasti dobšinských rudných žíl. V žilách s obsahom Ni minerálov ide o žilný, hydrotermálny siderit.

Po tejto perióde bol siderit tlakmi silne rozpukaný, pukliny sa vyplnili druhou periódou niklovými minerálmi, sprevádzanými pyritom, markazitom, arze-

nopyritom a löllingitom. Rozhodne mladšie ako perióda Ni minerálov sú medené minerály—chalkopyrit, tetraedrit, Bi minerály s kremeňom. Tieto minerály prenikajú po puklinách v gersdorfit, ktorý javí stopy silnej kataklázy. O pôsobení týchto tektonických tlakov svedčí aj zaujímavá brekciovitá textúra z obvodu Georgi II. Úlomky sideritu 1 sú tmelené rozdrveným gersdorfitom, ktorý je zasa tmlený chalkopyritom a kremeňom. To svedčí o tom, že vo vývoji rudných žíl v oblasti Dedičnej štôlne pôsobili dve fázy tektonických tlakov, a to prvá fáza po siderite 1 a druhá po gersdorfit, pred vykryštalizovaním medených minerálov. Čo sa týka medených minerálov treba uvažovať, či ide o súvislú periódu niklovú a medené minerály ju zavŕšujú, alebo či ide o tretiu periódu samostatnú — medenú. Podobne treba uvažovať, či sa dá urobiť analógia tejto tretej medenej periódy s výskytmi medených minerálov s úplne zhodnou paragenézou v štôlnach Hirschkohlung, Za skalou a Friedwald.

Okrem sideritu a metasomatického ankeritu sú niklové minerály sprevádzané sideritom 2 a ankeritom, vekove mladšími, ako sú uvádzané niklové minerály. Najmladšími minerálmi v paragenéze sú oxydačné minerály annabergit, erytrín, malachit a limonit. Z uvedeného možno určiť túto sukcesiu:

<i>Martinské pole</i>	<i>Coburg</i>	<i>Tešnárky</i>
siderit 1	siderit 1	
pyrit	tlaky	
tlaky	gersdorfit	gersdorfit
gersdorfit	arzenopyrit	chloantit
arzenopyrit	löllingit	arzenopyrit
siderit 2	siderit 2	paráramelsbergit
kremeň	chalkopyrit	? minerál
chalkopyrit	tetraedrit	nikelín
tetraedrit	ankerit	kremeň
ankerit	kremeň	annabergit
annabergit	annabergit	erytrín

Postavenie jednotlivých minerálov v sukcesii a ich zastúpenie značne kolíše a nie je na všetkých úsekoch Dedičnej štôlne rovnaké. Napr. v Tešnárkach sú bohato zastúpené niklové minerály s arzenopyritom, bez zastúpenia Cu minerálov. Aj v sukcesii nie je všade jednoznačnosť: pyrit je jednak starší minerál ako gersdorfit, ale je na inom úseku žily mladší ako siderit 2 s kremeňom. V Martinskom poli z niklových minerálov je iba gersdorfit, zriedkavo chloantit, Cu minerálov je viac. Ankerit v Tešnárkach je mladší ako arzenopyrit, v Martinskom poli je až po medených mineráloch.

Na záver niekoľko poznámok ku geochemickému vývoju rudných žíl Dedičnej štôlne:

1. Zrudnenie sa svojím pôvodom neviaže geneticky na bárickú magmu, ale je geneticky zhodné s ostatným zrudnením v Spišsko-gemerskom rudohorí. Prav-

depodobne podľa niektorých autorov súvisí s magmatizmom gemeridnej žuly. Treba však poznamenať, že prostredie bázických hornín spôsobilo obohatenie nimi prechádzajúcich hydrotermálnych roztokov o Ni, zatiaľ čo As má pôvod v juvenilnom metalogénnom zdroji. Tak vznikli Ni arzenidy.

2. Procesy rudných žíl mali prerývaný — pulzujúci charakter, pričom zmeny ich chemizmu súvisia s intermineralizačnou tektonikou, nie so vznikom nových puklín, postupne otváraných pri vrásnení.

3. Pre sukcesiu je významný aj silne kolísavý režim S a As, avšak vcelku vidíme tendenciu striedavého klesania množstva S a zvyšovania As. Súvisí to s tým, že v paragenéze raz máme Ni arzenidy s väčším obsahom S a menším obsahom As a naopak.

4. Ešte treba zdôrazniť, že medené minerály sú mladšie ako minerály niklové, či už ako najmladší člen niklovej periódy, alebo ako samostatná perióda.

Považujem za svoju povinnosť poďakovať inž. M. Mathernymu za spoluprácu pri vyhodnocovaní röntgenometrických a spektrálnych analýz, podobne aj prof. G. Kupčovi z GÚDŠ, Bratislava, a inž. S. Ďurovičovi za vykonanie chemických analýz.

*Katedra mineralógie a petrografie
Fakulty geologicko-geografických vied
Univerzity Komenského,
Bratislava*

LITERATÚRA — ЛИТЕРАТУРА

- Bergfest A., 1954: Baníctvo nikel-kobaltových rúd v Dobšinej. Rukopis. — Betechtin A. G., 1951: Mineralógia. Preklad S. Koděra. 1955, Slov. vyd. tech. lit., Bratislava. — Dana J. D. a E. S., 1951: Sistema mineralogii. tom 1,1-polutom (preklad), Izd. inostr. lit., Moskva. — Dunn J. A., 1937: A microscopical study of the Bawdwin ores, Burma. Geol. Surv. India., Rec., 72. — Gerlach W., Riedl E., 1949: Die chemische Emissions-Spektroanalyse. III. Teil, Leipzig. — Goll J., 1937: Metalografická studie o niklových rudách od Dobšíně. Rozpr. České ak. věd. XLVII, 2. — Hanawaldt J. D., Rinn H., Frevel L. K., 1938: Ind. Eng. Chem., An. Ed. 10. — Harcourt G. A., 1942: Tables for identification of ore minerals by X-ray powder patterns. Am. Min. 27, 2. — Hennig R., 1927: Chalkographische Untersuchungen an Siegerländer Erzen. Neues Jahr. M. G. LV, Beil A. — Juško S. A., 1949: Metódy skúmania rúd pod mikroskopom v odrazenom svetle. Preklad G. Halahyová, SAV, Bratislava, 1955. — Kalinin S. K. a kol., 1952: Atlas spektrálnych linij. Št. izd. techn. teor. lit., Moskva. — Paděra K., 1955: Roentgenometrické určení pararamelsbergitu z Dobšíně. Sb. ÚÚG, Praha. — Peacock M. A., Dadsón A. S., 1940: On rammelsbergite and pararamelsbergite, distinct forms of nickel diarsenide. Am. Min. 125, 9. — Ramdohr P., 1955: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Akademie-Verlag. Berlin. — Schneiderhöhn H., 1952: Erzmikroskopisches praktikum. Schweitzerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. — Ulrich F., 1928: Výskyt rutilu na sideritových žilách u Rožňavy na Slovensku a jeho postavení v žilné paragenesi. Rozpr. II. tř. Č. akad. věd XXXVII, 8. — Ulrich F., 1931: Niklové minerály z Rožňavy a Železníku. Věda přírodní XII. — Ulrich F., 1936: Ryzí bizmut z Dobšíně. Věda přírodní XVII, 6—8. — Volyn-

skij I. S., 1947: Opredelenije rudnych mineralov pod mikroskopom. Gosgeolizdat, Moskva. — Vachromejev S. A., 1950: Rukovodstvo po mineragrafii. Gosgeolizdat, Moskva. — Tolkačev S. S., 1955: Tablicy mežploskostnyh rodstajaniy. Izd. Leningrad. univ., Leningrad.

Vysvetlivky k tabuľkám IX—XI

Tab. IX

Obr. 1. Charakter rudnej žily z Dedičnej štólne — Martinské pole. Starším sideritom (S) prenikajú mladšie žilky niklových minerálov—gersdorfit (G). Fotografované v pomere 1 : 0,5. — Obr. 2. Celistvá rudná žila Ni-arzenidov (N) s povlakmi erytrínu a annabergitu (P). Dedičná štôlna - Tešnárky. Fotografované v pomere 1 : 0,5.

Foto L. Osvald

Tab. X

Obr. 1. Zonárna stavba gersdorfitu. Leptané konc. HNO_3 . Gersdorfit je rozdrvený tlakmi a tmelený karbonátom. Dedičná štôlna - Martinské pole. Zväčš. 116×. — Obr. 2. Zonárny gersdorfit prerážajú mladšie karbonáty. Na okraji gersdorfitu pyrit (P). Dedičná štôlna. Zväčš. 16×. — Obr. 3. Selektívna metasomatóza gersdorfitu leptaného konc. HNO_3 . Zväčš. 1 : 2.

Foto L. Osvald

Tab. XI

Obr. 1. Brekciovitá textúra rudnej žily z Georgi II. Úlomky sideritu (S) sú tmelené gersdorfitom (G), kremeňom (K) a chalkopyritom (Ch). Gersdorfit má taktiež stopy silnej kataklázy. Zväčš. 1 : 2. — Obr. 2. Radiálne lúčovité ružice arzenopyritu v siderite. Dedičná štôlna - Coburg. Zväčš. 40×.

Foto L. Osvald

ГАЛИНА ГАЛАГНИЯ-АНДРЕСОВА

МИНЕРАГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НИКЕЛЕВО-КОБАЛЬТОВЫХ АРСЕНИДОВ ШТОЛЬНИ ДЕДИЧНА БЛИЗ Г. ДОБШИНА

(Таб. IX—XI)

В настоящей статье приводятся результаты минераграфического изучения никелевых арсенидов из штольни Дедична близ г. Добшина. На многих участках штольни Дедична (напр. Мартинское рудное поле, Тешнарки, Кобург, Георги) находятся никелевые рудные жилы. Различается два типа: 1. мартинский, 2. тешнарский. У первого типа одним из главных минералов является сидерит, трещины которого выполнены жилками никелевых минералов (герсдорфит, хлоантит) и жилками медных минералов (халькопирит, тетраэдрит). У второго типа преобладают никелевые арсениды (герсдорфит, хлоантит, никеллин, парамельсбергит), карбонаты же находятся в подчиненном количестве (сидерит, анкерит). Медные минералы у этого типа рудных жил встречаются очень редко.

Минераграфическое изучение упомянутых никелевых минералов принесло много интересных данных. Из всех никелевых минералов герсдорфит является самым распространенным. В отраженном свете он обладает обычными оптическими свойствами. Очень

интересна его зональность, которая чрезвычайно характерна для этого месторождения. Ее можно видеть без предварительного травления при увеличении в 100 раз или с иммерсионными объективами. После травления HNO_3 1:1 выявляется замечательная зональность. Одни зоны становятся совсем черными или темно-коричневыми, другие светло-коричневыми или остаются вообще нетронутыми. По мнению Голла (1937), которое разделяю и я, зональность является результатом колебания в содержании As и S.

Другие арсениды никеля, например хлоантит, труднее различать; обнаружить их можно только в тех образцах, в которых их присутствие было предварительно установлено рентгенометрически. Чрезвычайно интересным минералом является никеллин, образующий вместе с другими арсенидами никеля интересные концентрические, шаровидные структуры. Особого внимания заслуживает довольно редкий в штольне Дедична минерал, который Падера (1955) определил как парарамельсбергит. Я считаю, что вопрос о том является этот минерал парарамельсбергитом или рамельсбергитом еще недостаточно выяснен.

Арсениды никеля сопровождаются другими минералами, а именно: арсенопиритом, леллингитом, пиритом, халькопиритом, тетраэдритом и сульфосолю бисмута, определить которую точно еще не удалось.

Данные минераграфического исследования подтверждаются рентгенометрическими, спектральными и химическими анализами (см. стр. 262).

О генезисе и геохимии рудных жил штольни Дедична близ г. Добшина можно сказать следующее: 1. Оруденение не связано генетически с основными породами, но присутствие последних вызвало обогащение растворов никелем. Многие геологи связывают оруденение с магматизмом гемеридного гранита. 2. Процесс возникновения рудных жил имел пульсационный характер в соответствии с тектоническими движениями. 3. Важно отметить, что никелевые арсениды образовались раньше, чем медные минералы. Карбонаты представлены несколькими генерациями (сидерит I, сидерит II, анкерит). Сидерит I и герсдорфит сильно раздроблены тектоническим давлением.

*Кафедра минералогии и петрографии
геолого-географического факультета
университета им. Я. А. Коменского,
Братислава*

Объяснения к табл. IX—XI

Табл. IX

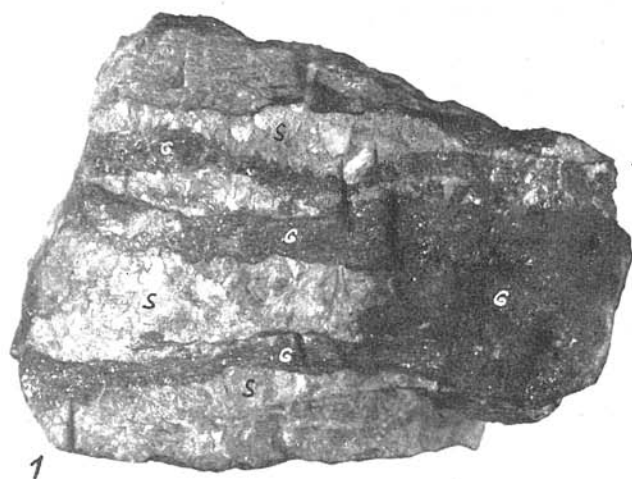
Рис. 1. Текстура рудной жилы в штольни Дедична, поле Мартинское. В старшем сидерите жилки младших никелевых арсенидов. Увеличение 1:0,5. Рис. 2. Массивная рудная жила никелевых арсенидов с еритрином и аннабергитом. Шт. Дедична — Тешнарки. Увел. 1:0,5. Фото Л. Освальд

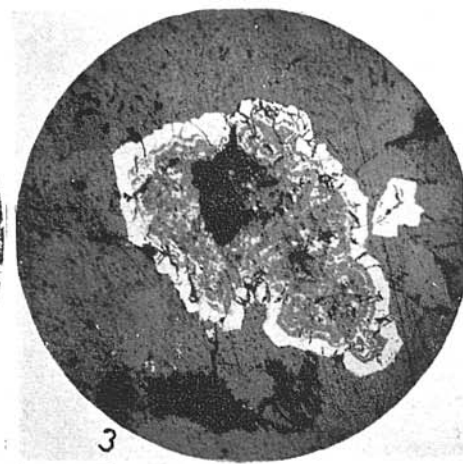
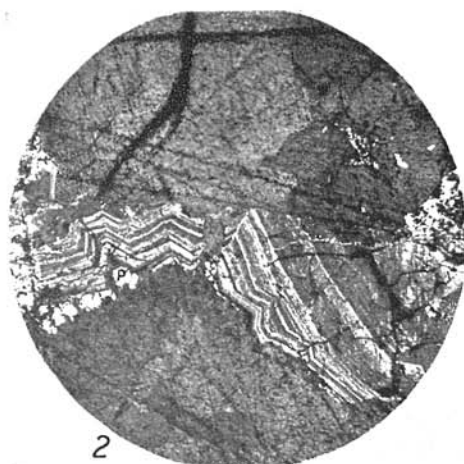
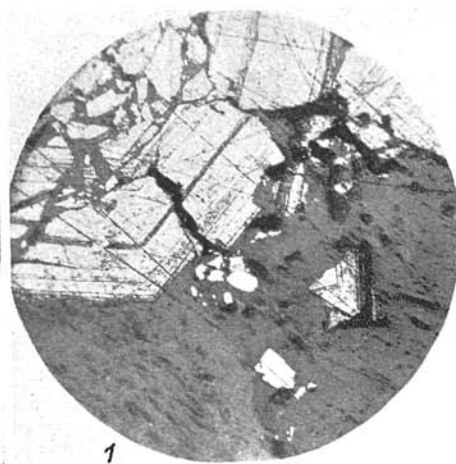
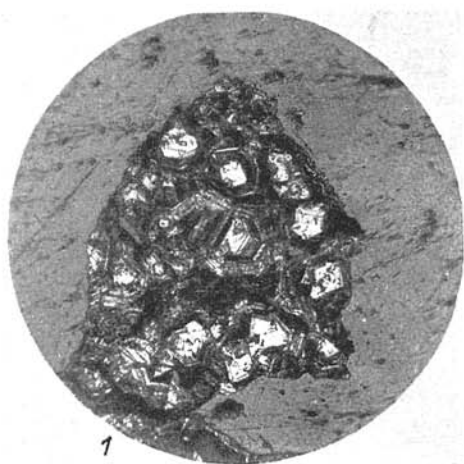
Табл. X

Рис. 1. Зональное строение герсдорфита. Травлено конц. HNO_3 . Герсдорфит сильно раздроблен и сцементирован карбонатами. Шт. Дедична — Мартинское поле. Увел. 116×. Рис. 2. Зональный герсдорфит с жилками сидерита. Пирит в виде жилок по сторонам герсдорфита. Шт. Дедична. 16×. Рис. 3. Селективная коррозия герсдорфита, травленного конц. HNO_3 . Увел. 1:2. Фото Л. Освальд

Табл. XI

Рис. 1. Брекчиевидная текстура рудной жилы из области Георгии II. Обломки сидерита сцементированы герсдорфитом, кварцем, халькопиритом. Герсдорфит сильно раздроблен. Увел. 1 : 2. Рис. 2. Радиально-лучистые агрегаты арсенопирита в сидерите. Шт. Дедична — Кобург. Увел. 40×. Фото Л. Освальд





Vysvetlivky na str. 270.

