

K typochemizmu arzenopyritu z niektorých ložísk na južných svahoch Nízkyh Tatier

JOZEF STANKOVIČ*, DUŠAN JANČULA**

* GÚDŠ, Mlynská dolina 1, 809 40 Bratislava

** Chemická fakulta SVŠT Bratislava, Jánska 1, 801 00 Bratislava

(1 tab. v texte)

Doručené 20. 6. 1980

Заметка к типохимизму арсенопиритов из некоторых месторождений южных склонов Низких Татьер

В связи с оруденением изучались также и арсенопириты из некоторых месторождений низкотатранского района (Медзиброд, Ясение, Млинна долина). Изучалась зависимость содержания арсена и золота. Золотоносную минерализацию сопровождают повышенные содержания мышьяка при одновременном понижении содержания серы и почти постоянным содержанием железа в арсенопиритах.

Contribution to the typochemistry of arsenopyrite from some deposits on the Nízke Tatry Mts. southern slope (Middle Slovakia)

Arsenopyrite occuring on several deposits and indices of mineralization along the southern slope of the Nízke Tatry Mts. has been investigated (Medzibrod, Jasenie and Mlynná dolina valley localities). Higher content of arsenic is related to gold-bearing varieties of arsenopyrite in which also a lower content of sulphur and constantaneous iron content is present.

Generally fine-grained arssenopyrite aggregate appears gold-bearing whereas coarse-grained arsenopyrite is for gold almost sterile.

Z podrobného výskumu arzenopyritu vychodí, že má odlišné chemické zloženie nielen na rozličných výskytoch, ale aj v rámci jedného mineralizačného procesu toho istého ložiska. Síra a arzén, ktoré sa v nerovnakom zastúpení zúčastňujú na stavbe arzenopyritu, podmieňujú jeho nestechiometrické zloženie. Rozmanité aplikácie na využitie chemického zloženia minerálu pri rekonštrukcii podmienok jeho tvorby sú už v súčasnosti dosť dobre rozpracované

a používajú sa často na ocenenie genetických parametrov.

Ginzburg — Iovčeva (1979) vznik nestechiometrického zloženia arzenopyritu, ale aj iných sulfidov pripisujú rozličnej fugitívnosti síry a arzenu v rozličných horizontoch ložiska. Predpokladajú, že vo vertikálnom reze ložiska v pripovrchových podmienkach vzniká arzenopyrit s deficitom síry a v hlbších zónach obsah síry narastá. Ďalšie práce poukazujú na fakt, že s arzenopyrito-

vou mineralizáciou vo veľkej miere koreluje aj obsah Au. Cholmogorov et al. (1977) uvádzajú, že ak je v ložisku zlato, pomer As/S sa v arzenopyrite zväčšuje v prospech arzenu, a predpokladajú, že tento vzťah je určený chemizmom rudo-tvorných roztokov. To sa dáva do súvislosti s tvorbou Au sulfoarzenidových komplexov, ktorých kryštalizácia podnecuje tvorbu inklúzií zlata (Nekrasov et al. 1978). Uvedení autori experimentálne zistili, že rozpustnosť zlata v arzenidných roztokoch je 3-krát vyššia ako v roztokoch bez As. Ďalší autori (Allman — Crockett 1974) stanovujú väčšie rozdiely v obsahu zlata nie ani tak medzi jednotlivými minerálmi ako medzi jednotlivými typmi ložísk. Tak sulfidy (pyrit, arzenopyrit a i.) zo zlato-nosných kremeňových žíl majú všeobecne vyšší obsah zlata ako z nezlato-nosných ložísk.

V uvádzaných chemických analýzach arzenopyritu z rozličných lokalít Rumunska (Radolescu — Dimitrescu 1966) možno vo veľkej miere pozorovať priamu závislosť medzi rastúcim obsahom As pri súčasnom poklese obsahu S a konštantným podielom Fe v súvislosti s prítomnosťou zlata.

Pri hľadaní príčin tohto javu, ktorý dovoľuje uvažovať o arzenopyrite ako o indikátore istých podmienok tvorby minerálov, sme skúmali arzenopyrit z niekoľkých ložísk nízkotatranskej oblasti. Pri výskume sme tieto poznatky aplikovali, a preto sme sa zamerali na:

1. sledovanie kvantitatívneho obsahu zlata v študovaných ložiskách (vzorky analyzovala metódou atómovej absorpcie Klinčeková z GÚĎŠ),

2. zistenie obsahu hlavných stopových prvkov (semikvantitatívne spektrálne analýzy vyhotovil Cubínek z GÚĎŠ),

3. stanovenie proporcionálneho pomeru As a S v arzenopyrite (chemizmus arzenopyritu sa sledoval na mikroana-

lyzátore JEOL JXA-5A).

Ložiská sme vybrali podľa výskytu arzenopyritu. Arzenopyrit predstavoval rozličné zrnitostné variety. Najväčšie jedince (do 1 cm) sú z ložiska Soviansko, menšie (strednozrnné) sa vyskytujú na ložisku Medzibrod a Mlynná dolina, veľmi drobné idiomorfne kryštáliky arzenopyritu (do 0,5 mm) sprevádzajú zrudnenie v ložisku Jasenie-Kyslá.

Podľa kvantitatívneho obsahu zlata sme bádané ložiská začlenili do troch typov (tab. 1):

1. s výrazným obsahom Au (nad 3 g/t),
2. s priemerným (bežným obsahom Au (do 3 g/t),
3. s minimálnym obsahom Au (pod 0,1 g/t).

Do prvého typu sme začlenili ložisko Jasenie-Kyslá, do druhého Medzibrod a Mlynná dolina a do tretieho Soviansko.

Zlato z ložiska *Jasenie-Kyslá* patrí medzi najstaršie známe minerály (Zipser 1817, Koutek 1931, Kantor 1965) a z doterajších výskumov vychodí, že koreluje s prítomnosťou arzenopyritu. Aj keď je vo forme inklúzií a drobných žíliet aj v pyrite, chalkopyrite, tetraedrite a v kremeň, tieto uvedené minerály sú v asociácii s arzenopyritom, pričom arzenopyrit v sukcesii patrí medzi najstaršie sulfidické minerály. Bežná je prítomnosť arzenopyritu na tejto lokalite aj v alterovaných horninách (odkryvy, zárezy ciest, staré banské práce).

Zrudnenie v *Mlynnej doline*, kde sa vykonalo niekoľko kutacích prác, najpodrobnejšie opísal Turan (1961). Priraduje mu mnohé znaky zodpovedajúce zisteným zrudneniam z iných miest južných svahov Nízkych Tatier a vyčleňuje dve mineralizačné periódy: staršiu, reprezentovanú sideritovo-medeným zrudnením, a mladšiu, kremeňovo-sulfidickú.

V rámci kremeňovo-sulfidickej periód-

dy vyčleňuje kremeňovo-pyritovo-arzenopyritovú subperiódu, ktorá je staršia a od mladšej sulfidickej mineralizácie čiastočne tektonicky oddelená. V paragenéze s kremeňovo-sulfidickou periódou vystupuje na tejto lokalite zlato.

Jasenianske ložisko (Soviansko) je z genetického hľadiska hydrotermálne-žilného charakteru. Tvorí ho zložitý žilník, v ktorom sa rudné žily v smere a po úklone vzájomne spájajú. Paragenézou a sukcesiou zrudnenia v ložisku sa najobširnejšie zaoberal Pouba — Vejnar (1955), počas banskoprieskumných prác (Lisý — Sobolič 1959). Podľa uvedených autorov ložisko tvoria hydrotermálne žily kremeňovo-arzenopyritového, kremeňovo-spekularitového, kremeňovo-polymetalického typu.

Kremeňovo-arzenopyritové a polymetalické žily majú spoločnú geologickú pozíciu a arzenopyritové žily sú staršie ako polymetalické. Charakteristickým minerálom arzenopyritových žíl je arzenopyrit sprevádzaný starším kremeňom a mladším ankeritom. Vzhľadom

na to, že sa arzenopyrit v mladších polymetalických žilách neobjavuje, polymetalické žily sa vyčleňujú ako samostatný typ. Na ostatných obdobných výskytoch barytovo-polymetalického zrudnenia (Trangoška, Krupová, Standiarka atď.) sa prítomnosť arzenopyritu nezistila.

Na ložisku *Medzibrod* je arzenopyrit viac-menej v samostatných kremeňových žilách popri Sb zrudnení. Mineralógiou, paragenézou a geochemiou zrudnenia sa zaoberal Hak (1959) a podľa jeho náhľadu sa arzenopyrit tvoril v prvých fázach minerogenetického procesu.

Zlatonosnosť zrnitostných variet arzenopyritu pri Sb zrudneniach v Malých Karpatoch uvádzajú Polák — Rak (1979) a poukazujú na vyšší obsah Au v jemnozrnnom arzenopyrite v porovnaní s hrubozrnným arzenopyritom.

Cieľom našej práce nie je presne stechiometricky stanoviť vzorce študovaného arzenopyritu, ale na základe analýz vykonaných na mikroanalýzáto-

Členenie skúmaných ložísk podľa obsahu zlata a pomerov As/S a $As + S/Fe$
Distribution of investigated deposits into groups according to the gold content, As/S
and $As + S/Fe$ ratio in arsenopyrite

Tab. 1

Ložisko	Vzorka	As/S	As + S/Fe	Obsah Au zistený analyticky v g/t	Prevzaté z práce	Typ ložiska
Jasenie-Kyslá	1	3,06	0,85	1,8—5,0	Koutek (1931)	I
	2	3,10	0,86	do 6,0	Kantor (1965)	
	3	3,12	0,85	6,5	Klinčeková	
Medzibrod	1	2,87	0,89	1,5—2,3	Munda (1943)	II
	2	2,85	0,90	stopy — 1,9	Čillik (1958)	
	3	2,82	0,89	2,9	Klinčeková	
Mlynná dolina	1	2,67	0,87	2,8—3,2	Andrusov et al. (1951)	II
	2	2,69	0,88	1,3	Klinčeková	
	3	2,68	0,88			
Soviansko	1	2,52	0,83	stopy	Andrusov et al. (1951)	III
	2	2,58	0,84	0,6	Kantor (1951)	
	3	2,57	0,82	stopy — 0,2 stopy	Lisý et al. (1959) Klinčeková	

LITERATÚRA

re určiť relatívne rozdiely v obsahu sledovaných prvkov (As, Fe, S) a pomer As/S vzhľadom na Fe, ktorého obsah sa ukazoval ako pomerne stály. Dokázalo sa, že sa pomer As/S v sledovaných vzorkách menil podľa lokalít, ale aj v rámci tej istej lokality.

Oveľa väčšie rozdiely sme zistili pri vzorkách pochádzajúcich z rozličných lokalít. Pri nich boli rozdiely až v rozpätí 20 %, kým pri arsenopyrite z tejže lokality nepresahovali 10 %, čo možno zahrnúť aj do hodnôt chýb merania.

Arzenopyrit je chudobný na Co. Lokálne zvýšená prítomnosť Bi, W, Cu, Sb, Au sa viaže na drobné inklúzie bizmutínu, scheelitu, chalkopyritu, tetraedritu a zlata v arzenopyrite, ktoré sa zistili aj chalkografickým štúdiom.

Aj keď nemožno celú problematiku pokladať za jednoznačne vyriešenú, pretože sme nesledovali úlohu ostatných prvkov (súvislosť s izotopickým zložením, termometriu atď.), záverom možno konštatovať, že naše bádanie chemizmu arzenopyritu potvrdilo náhľady autorov, ktorí prítomnosť zlata v ložiskách s arzenopyritovou mineralizáciou dávajú do súvislosti so zvyšujúcim sa podielom arzenu v tomto mineráli. Podľa doterajšieho štúdia možno dávať do priamych korelačných vzťahov aj množstvo voľne viditeľného zlata a obsah zlata stanovený analyticky s veľkosťou zŕn arzenopyritu a konštatovať, že jeho drobnozrnnejší vývoj má tendenciu byť zlatonosný.

Recenzoval S. Polák

- Allmann, R. — Crockett, J. H. 1974: Gold. Handbook of Geochemistry. Berlin — Heidelberg. Springer — Verlag. 43 p.
- Ginzburg, A. I. — Iovčeva, E. I. 1979: Mineralogičeskije issledovanija kak važnyj faktor povyšeniya effektivnosti geologorazvedočnyh rabot. Mineral žurnal (Kiev), 1, No. 1, s. 24—35.
- Hak, J. 1959: Mineralogický výskum anti-monových ložísk Nízkyh Tater. Manuskript — Geofond Bratislava. 134 s.
- Cholmogorov, A. I. — Jakovlev, J. V. — Zdanov, J. J. 1977: Tipichizm arsenopiritov Vostočnoj Jakutii. Mineraly endogennyh obrazovaniy Jakutii. Jakutsk, AN SSR. 77 s.
- Kantor, J. 1965: Tungsten in the West-Carpathian Metallogenic Province. Geol. práce, Spr. (Bratislava), 36, pp. 119—218.
- Koutek, J. 1931: Posudek o geologicko-montanistických poměrech jižního úbočí pohorí Prašivé na jih od Magurky a v okolí Lúžné v Nízkyh Tatrách. Manuskript — Geofond Bratislava. 13 s.
- Lisý, E. — Sobolich, P. 1959: Závěrečná správa s výpočtem zásob Jasenie — Pb so stavom k 1. I. 1959. Manuskript — Geofond Bratislava. 261 s.
- Nekrasov, I. J. — Gamjanin, G. N. 1978: O sootnošenii zolotnoj i kobaftovoj mineralizácii v mestoroždenijach arsenidnoj formacii. Dokl. Akad. Nauk SSSR, 243, No. 3, s. 752—755.
- Polák, S. — Rak, D. 1979: Zlato v anti-monitovom ložisku v Pezinku. Mineralia slov., 11, s. 553—554.
- Pouba, Z. — Vejnár, Z. 1955: Polymetalické rudní žily u Jasenia v Nízkyh Tatrách. Ústř. úst. geol., 22, s. 485—530.
- Radolescu, D. — Dimitrescu, R. 1966: Mineralogia topografica a Romaniei. I. ed. Bucuresti, Edit. Acad. Rep. Soc. Romania. 376 p.
- Turan, J. 1961: O zrudnení na Trangoške a o niektorých výskytoch v údolí Bystrej a Mlynnej na južnom svahu Nízkyh Tater. Geol. práce, Spr. (Bratislava), 23, s. 85—114.
- Zipser, Ch. A. 1817: Versuch eines topographisch-mineralogischen Handbuches von Ungarn. Oedenburg. 439 S.

Contribution to the typochemistry of arsenopyrite from some deposits on the Nízke Tatry Mts. southern slope (Middle Slovakia)

JOZEF STANKOVIČ — DUŠAN JANČULA

Chemical composition of arsenopyrite occurring on localities along the Nízke Tatry Mts.

southern slope (Medzibrod, Jasenie-Soviansko, Jasenie-Kyslá and Mlynná dolina valley) has

been investigated. Together with the determination of chemical composition, the grain size of arsenopyrite and the gold content on these deposits have been studied.

The paper presents accurate stoichiometric formulae of arsenopyrites investigated, however, the main attention was paid during analyses realized using a Jeol X-5a micro-analyzer to the determination of relative differences in contents of elements investigated (As, S, Fe) and to the relation between the As/S coefficient and iron content (Tab. 1).

More pronounced changes attaining up to 20 % of the As/S coefficient value were found to occur in arsenopyrite sampled on different localities. Such differences should be not explained by errors of measurement. Available observations point to independence between increasing content of arsenic, decreasing sulphur content and the almost invariable proportion of iron depending on the occurrence of gold in the filling of deposits.

All arsenopyrite samples contain but low

amounts of cobalt. Locally found higher amounts of Bi, W, Cu, Sb and Au are caused by tiny inclusions of bismutite, scheelite, chalcopyrite, tetraedrite and native gold in arsenopyrite grains. These inclusions were confirmed by chalcographic investigation as well.

Despite to unsolved questions remaining for further investigation (the influence of further elements, relations to the isotopic composition, to thermic conditions, etc.), the importance of the arsenic content for the presence of gold was confirmed in concordance with previous literature data (Kholmogorov 1977). Available results prove the relation between free visible gold content found by analytical methods in arsenopyrite and the grain size of arsenopyrite (Polák — Rak 1979). Finegrained aggregate of arsenopyrite contains higher amounts of gold in comparison with coarse-grained varieties proved to be almost sterile for gold mineralization.

Preložil I. Varga

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

D. Polakovič: Zásady budovania geochemickej databanky (Bratislava 27. 2. 1981)

V ostatnom čase sa aj v geológii proklamuje potreba budovať databanky. Pritom sa v databankách vidí samospasiteľný prostriedok, ktorý umožní univerzálne a široké využitie údajov získaných akoukoľvek formou, metódou alebo prostriedkom.

Ale skutočnosť je iná. Jednoduchým zhromaždením dát sa nedá získať nič, resp. veľmi málo. Datová základňa musí byť organickou súčasťou informačného systému. Každý informačný systém musí mať isté základné prvky, a to: stanovený cieľ, prostriedky na dosiahnutie cieľa (spracovanie dát, resp. databanky), spôsob využitia prostriedkov, možné výsledky rozličných spôsobov spracovania, kritériá na odhad efektívnosti spracovania.

Databanka má aj kritériá a medzi ne patrí: uloženie údajov len raz, selektívny prístup k údajom, organizácia dát, výber informácií podľa zvolených kritérií, hodnovernosť údajov.

Postup pri budovaní databanky:

- a) výber vhodného programového systému a vhodného technického prostriedku
- b) prvotný výber údajov
- c) určenie spôsobu prípravy a spracovania vstupných údajov
- d) voľba systému poskytovania požadovaných údajov

Už pri voľbe databanky je veľmi dôležitá otázka požiadaviek na výstup. Platí zásada, že informácia je na takej úrovni, na akej úrovni je formulovaná požiadavka na informáciu.

V geológii k uvedeným všeobecným zásadam pristupuje pri budovaní databanky ešte požiadavka presnej identifikácie v istom území. Najspôhlivejším identifikačným znakom sú súradnice. Prijala sa zásada, že sa pre geologické databanky použijú mapové podklady JSTK M=1:50 000 s príslušným súradnicovým systémom. Je to z hľadiska prepojenia účelových databáň nevyhnutné, veď práve databanky majú umožniť interpretovať získané poznatky z geológie, geofyziky,