

Hydrometalurgická technológia spracovania tetraedritových koncentrátov z lokality Mária baňa v Rožňave

Félix Sekula¹, Peter Baláž¹, František Jusko¹, František Molnár¹ a Štefan Jakabský¹

Hydrometallurgical technology of tetrahedrite concentrate processing from the Mária mine locality in Rožňava

The submitted contribution describes the hydrometallurgical way of tetrahedrite concentrate processing by mechanochemical leaching under the application of alkaline Na₂S solution. The introduced method of processing enables to achieve required metals separation selectivity in the liquid phase and the solid state. Antimony, mercury and partly arsenic are dissolved in the solution, while copper and precious metals remain in the solid state. Subsequently, this solid state is treated pyrometallurgically. Antimony from the solution can be processed either by pressure oxidation into antimony salt or by electrolysis into the cathodic metal. Before electrolysis mercury is removed from the solution by precipitation into a cementation product and recovered under application of distillation and condensation.

Key words: mechanochemical leaching, metals cementation, sodium hexahydroxoantimonate (V) Na[Sb(OH)₆], cathodic antimony, diantimony trioxide Sb₂O₃, ferric arsenate (V) Fe₂(AsO₄).

Tetraedrit je minerál komplexného a premenlivého zloženia odpovedajúci všeobecnému vzorcu M(1)₆M(2)₆(XY₃)₄Z, kde výskyt jednotlivých prvkov M(1), M(2), X, Y, Z sa mení a závisí od ložiska (Johnson et al., 1988). V slovenských tetraedritoch je M(1), M(2) = Cu, Hg, Fe, Zn, Ag, Cd, Co, Cr, Mo, Ni, Pb, X = Sb, Bi, Y, Z = S (Háber et al., 1991). Veľká variabilita jednotlivých prvkov je zapríčinená ich izomorfným zastupovaním a je tiež pravdepodobne dôsledkom neúplného obsadenia mriežky tetraedritu atómami rôznych prvkov. Zo zložitosti tetraedritu vyplýva aj zložitosť separácie jednotlivých prvkov.

Separácia ortute, ktorá je v tetraedritoch z Rožňavy a Rudnianskej zastúpená v množstvách až do 3 %, je technologicky zvládnutá. Problém predstavuje antimón, ktorého obsah v produkčných Cu výpražkoch sa pyrometalurgicky nepodarilo znížiť na požadovanú hranicu do 1 %. V snahe znížiť jeho obsah pod 1 % - čo je požiadavkou spracovateľského podniku Kovohuty Krompachy - boli počiatkom 70. rokov navrhnuté rôzne technologické postupy nielen pyrometalurgické, ale aj hydrometalurgické, prípadne kombinácia oboch.

Medzi pyrometalurgické postupy patrí technológia prchavého praženia, ktorá bola teoreticky prepracovaná a aj laboratórne odskúšaná (Imriš et al., 1980). Aplikácia teoretických poznatkov v prevádzke nepriniesla očakávané výsledky, a to aj napriek tomu, že bola niekoľko rokov v prevádzke skúšaná.

Z hydrometalurgických postupov treba spomenúť technológiu rozpúšťania v kyseline dusičnej (Mostecký et al., 1973). Ostrosť separácie antimónu a ostatných zložiek bola veľmi dobrá, lenže náročnosť na spotrebu HNO₃ a ďalších materiálov ju urobila z ekonomického hľadiska prevádzkovo nerealizovateľnou.

Potenciálnou technológiou, s ktorou sa rátalo ako definitívnou, bola kombinácia chloridačného praženia a kvapalinovej extrakcie (Bumbálek et al., 1978). Poloprevádzkové skúšky ukázali, že tento postup je zvládnuteľný napriek tomu, že niektoré technologické uzly bolo potrebné overiť (cementácia ortute, extrakčné postupy, zrážanie bizmutu a pod.). Preto bola vybudovaná pokusná technologická linka, na ktorej sa nejasné uzly mali doriešiť ešte pred výstavbou prevádzkového zariadenia.

Súbežne s týmto postupom bola rozpracovaná technológia cyklónového tavenia (Imriš et al., 1983), ktorou sa tetraedritové výpražky mali definitívne spracovávať. Technologická linka bola postavená v ZSNP Vajsková. Skúšky však dopadli z hľadiska kvality medeného kamienka neúspešne (vysoký obsah antimónu) a s ďalšími pokusmi sa prestalo.

¹ Prof. Ing. Félix Sekula, DrSc., RNDr. Peter Baláž, DrSc., Ing. František Jusko, CSc., Doc. Ing. František Molnár, CSc. Ing. Štefan Jakabský, CSc., Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53 Košice (Recenzovaná revidovaná verzia doručená 20. 9. 1998)

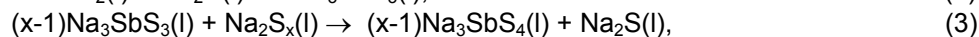
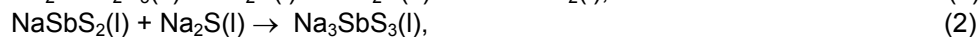
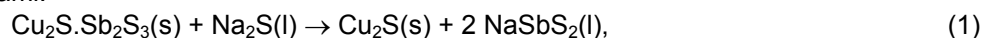
Koncom 80. rokov sa opäť skúšala technológia prchavého praženia za prítomnosti redukčných činidiel (Fábry, 1992). Došlo síce k zníženiu obsahu antimónu, ale zďaleka nie na hodnotu 1,0 %. S touto technológiou sa pracovalo až do zastavenia ortuťovne v I. štvrťroku 1993.

Na základe takmer 20 ročných výsledkov realizácie pyrometalurgického spracovania tetraedritových koncentrátov, je možné s vysokou pravdepodobnosťou konštatovať, že ich spracovanie pri teplotách v intervale 600-800 °C neumožní odstrániť obsah antimónu v Cu výpražku pod 1 % (Labuda, 1992). V poslednom období boli testované priame hydrometalurgické postupy pre získavanie neželezných a drahých kovov zo sulfidických koncentrátov (Doyle et al., 1993; Kušnierová et al., 1993). V porovnaní s pyrometalurgickými postupmi majú hydrometalurgické postupy lepšiu aplikovateľnosť na chudobné rudy, so zhodnotením všetkých prvkov a väčšiu možnosť kontroly a automatizácie procesu.

Hydrometalurgické spracovanie tetraedritu je možné v kyslom oxidačnom alebo alkalickom prostredí (Imriš et al., 1980; Dutrizac et al., 1984; Havlík et al., 1991; Melnikov, 1977; Pawlek, 1983).

Pri kyslom oxidačnom lúhovaní, napr. v prostredí Fe^{3+} iónov, prechádza do roztoku meď a železo a v závislosti od podmienok lúhovania aj antimón.

Alkalické lúhovanie v prostredí sulfidu sodného rozpúšťa selektívne antimón, zatiaľ čo meď a železo zostávajú v tuhom zvyšku. Chemizmus lúhovania tetraedritu sulfidom sodným je možné popísať rovnicami:



kde antimón prechádza do troj- až päťmocnej rozpustnej komplexnej formy a meď (spolu so striebrom) je v pevnej forme. Tento postup bol aplikovaný v EQUITY Silver Mines a SUNSHINE Mining Company v USA (Dayton, 1982; Holmes, 1944; Gould, 1955) na rudách z lokality Big Creek. Obidve technológie sa líšia v spôsobe získavania vylúhovaného antimónu. Zatiaľ čo v EQUITY sa antimón odstraňuje z výluhu v autokláve, v SUNSHINE sa aplikuje elektrolýza. Skúšky s tetraedritovým koncentrátom z Rožňavy nedopadli úspešne (Pedlík, 1973).

Lúhovanie predstavuje v celej schéme hydrometalurgického spracovania kľúčový stupeň. Je ho možné ovplyvniť výberom vhodnej lúhovacej reagentie alebo vhodnou predúpravou rudy. V posledných dvoch desaťročiach je možné pozorovať intenzívny výskum vplyvu mechanickej predúpravy na priebeh lúhovania sulfidických rúd (Molčanov et al., 1981; Avvakumov, 1986; Molčanov et al., 1988; Kulebakin, 1989; Tkáčová, 1989; Baláž, 1997).

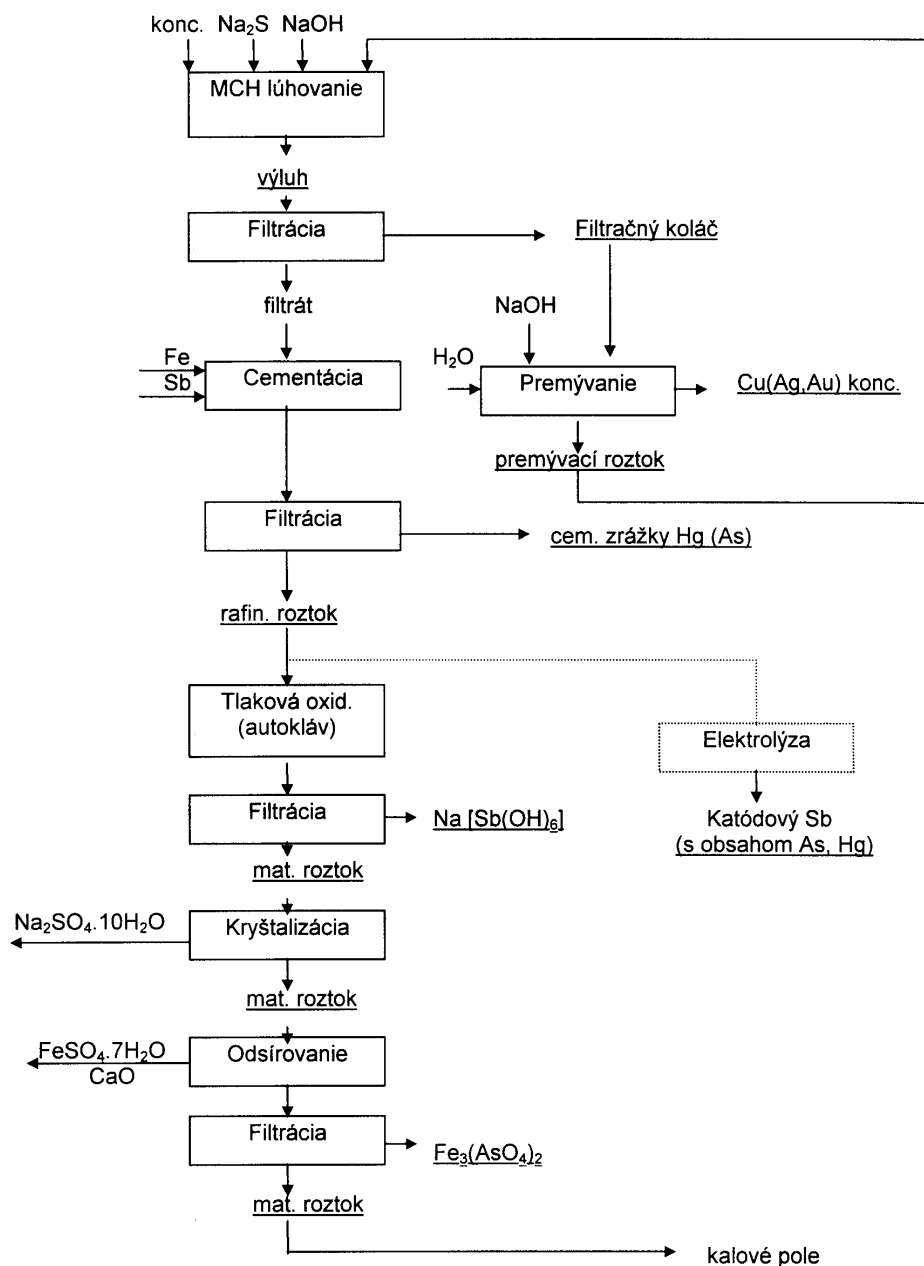
V r. 1992 sa na Ústave metalurgie Technickej Univerzity v Berlíne, v spolupráci s Ústavom geotechniky SAV v Košiciach, realizovali prvé pokusy mechanickej aktivácie a lúhovania tetraedritového koncentráta z Rožňavy (Baláž et al., 1994; Baláž et al., 1994). Autori pre extrakciu antimónu do výluhu využili princíp mechanochemického lúhovania, ktorý integruje proces intenzívneho mletia a lúhovania do jednej operácie.

Následne na Ústave geotechniky SAV sa v laboratórnych podmienkach, s kontinuálnym prevádzkovým mlynom LM-4, v spojení s chemických reaktorom, podarilo extrahovať Sb a ďalším alkalickým lúhováním aj Hg do výluhu (Baláž et al., 1995; Baláž et al., 1997). Tuhý zvyšok po kalosovaní obsahoval 0,27 % As, 3376 g.t⁻¹ Ag, 7g/t Au, 0,26 % Sb a 0,33 % Bi. Tento koncentrát je už možné spracovať pyrometalurgickou cestou. Koncentrát však ešte obsahoval 0,01 % Hg.

Pre overenie tejto technológie v poloprevádzkových podmienkach, ako aj pre komplexné spracovanie výluhu, bola postavená poloprevádzková linka v Rudňanoch, ktorá je v zjednodušenej schéme znázornená na obr.1. Ako vidieť na uvedenej schéme, poloprevádzkový pokus bol orientovaný na spracovanie antimónu z výluhu podľa technológie fy EQUITY na hexahydroxiantimoničnan sodný $Na[Sb(OH)_6]$, ktorý je predajný a má vyššie finálne zhodnotenie ako čistý Sb. Pretože sme nemali k dispozícii informácie o predaji $Na[Sb(OH)_6]$, robili sme okrem uvedeného kontinuálneho hydro-metalurgického pokusu aj spracovanie výluhu po cementácii, zvlášť diafragmovou elektrolýzou v laboratórnych podmienkach na získanie antimónu, ako katódového kovu. Pokus bol realizovaný napriek tomu, že literárne poznatky v tejto oblasti boli do podrobností známe a zodpovedali vše-obecným poznatkom z elektrochemie (Nordwick et al., 1993; Melnikov, 1977). Výsledky pokusu naozaj potvrdili literárne poznatky (na obr.1, vetva znázornená čiarkovaním). Z výsledkov pokusov z elektro-lýzy po cementácii Hg pomocou Sb prášku bol získaný antimónový katódový kov s obsahom 1,4 % As a 0,3 % Hg. Poloprevádzkové pokusy plne potvrdili výsledky laboratórneho výskumu.

Na základe výsledkov poloprevádzkových pokusov bola navrhnutá pre technicko-ekonomickú štúdiu predprojekčná príprava v spolupráci s firmou SECON ENGINEERING (Secon Engineering, 1997), ktorá je v zjednodušenej schéme znázornená na obr.2. Rafinácia katódového kovu Sb bola

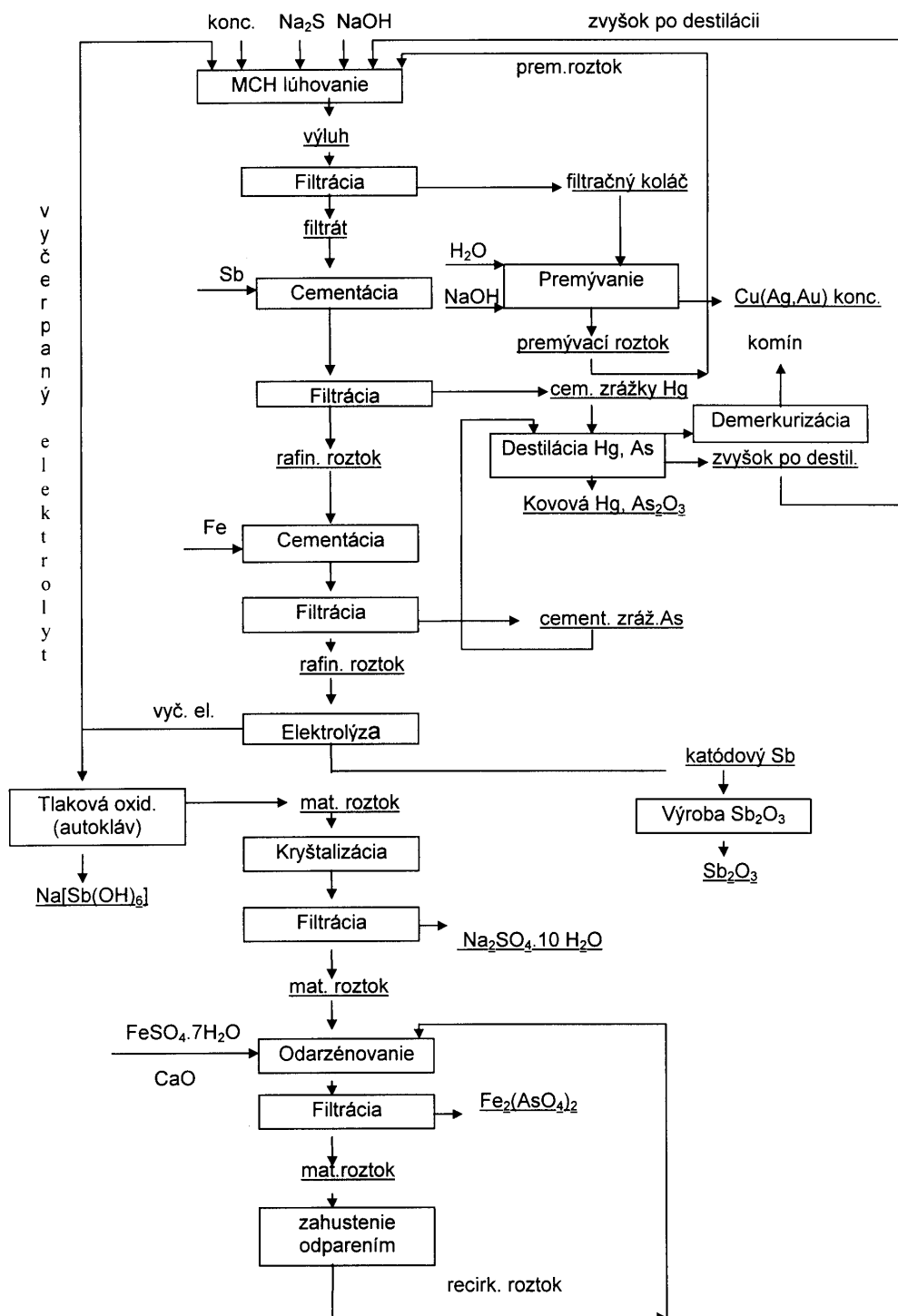
prevzatá z technológie, ktorá bola vyvinutá a prevádzkovo odskúšaná v n.p. Rudné bane vo Vajskovej.



Obr.1. Technologická schéma poloprevádzkovej linky hydrometalurgického spracovania tetraedritového koncentráту v Rudňanoch

Fig.1. Technological scheme of pilot production line for the hydrometallurgical processing of the tetrahedrite concentrate in Rudňany.

Po tejto rafinácii sa získaval čistý kovový antimón s obsahom 99,8 % Sb. Podľa tejto schémy sa predpokladá extrahovanie ortute mechanochemickou cementáciou s antimónovým práškom. Definitívne získanie ortute sa zabezpečí tepelnou destiláciou. Po cementácii sa pri elektrolýze predpokladá recirkulácia katolytu v okruhu elektrolýzy a mechanického lúhovania s prahovým množstvom antimónu 15 g.l-1 pre využitie Na₂S, ktorý je vo vysokom prebytku v matečnom lúhu. Recirkulácia katolytu sa realizuje až dovtedy, kým obsah thiosíranov nestúpne na takú koncentráciu, že bude brzdiť lúhovací proces.



Obr.3. Technologická schéma hydrometalurgického spracovania tetrahedritového koncentrátu - alternatíva s výrobou Sb_2O_3 .

Fig. 3. Technological scheme of the hydrometallurgical processing of the tetrahedrite concentrate. The variant of the Sb_2O_3 production.

Arzén z katódového kovu sa pomocou denitrifikácie čistuje v rafinačnej peci. Pre zachytávanie antimónových a ortuťových úletov je použitý cyklónový okruh, spolu so špeciálnou vetvou s aktívnym uhlím, pre elimináciu úniku prachových antimónových častíc a ortuťových pár. Technológia likvidácie týchto úletov bola odskúšaná v Rudňanoch a vo Vajskovej, kde sa dosiahli normou predpísané obsahy úletov. Po znehodnotení katolytu sa tento spracováva tlakovou oxidáciou

na hexahydroxi-antimoničnan sodný $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ a na síran sodný Na_2SO_4 , ktorý je vedľajším výstupným produktom technológie. Zo zvyškového matečného roztoku sa arzén zráža so síranom železnatým na arzeničnan železnatý $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2$. V súčasnosti je táto surovina nepredajná a nevyhovuje ani normám na voľné skládkovanie. Do doriešenia tohto problému sa na základe ekologického auditu predpokladá uskladňovanie v nepriepustných kontajneroch, ako medziproduktu v banských priestoroch. Spracovanie tejto suroviny sa v súčasnosti rieši na Ústave geotechniky SAV v spolupráci s inými organizáciami. Okrem cirkulácie katolytu v rámci patentovanej technológie cirkulujú všetky ekologicky závadné látky, ako sú premývacie roztoky (NaOH , H_2O) a zvyškový matečný roztok po solidifikácii v jednotlivých uzloch technológie v prípustných koncentráciách. Dôvodom pre toto opatrenie je, aby tieto uzly neboli technologicky negatívne ovplyvnené a zároveň boli zabezpečené aj ekologické parametre. Ďalšie možné spracovanie antimónu by bolo možné v elektrickej oblúkovej peci s kapacitou 1000 ton/rok v š.p. Rudné bane vo Vajskej. V tejto peci sa spracováva čistý kovový antimón na oxid antimonitý Sb_2O_3 . Pri tejto technológii je ekonomické zhodnotenie antimónu vo forme oxidu o 30 % vyššie ako v kovovej forme. Na základe konzultácií s hore uvedeným výrobcom by mohla byť vynechaná rafinácia katódového antimónu a do oblúkovej pece by sa vsádzal priamo katódový kov. Tento postup by mohol zabezpečiť pokles investičných a prevádzkových nákladov plánovaného spracovateľského závodu v Rožňave, čo by umožnilo zvýšenie disponibilného zisku spolupodieľajúcich sa podnikateľov.

Podmienkou tohoto zjednodušeného postupu, s vynechaním jednej náročnej energeticko-tepelnej operácie (obr.3), spolu s mechanochemickou cementáciou ortute pomocou antimónového prášku, by bola aj cementácia arzenu na takú hodnotu, aby katódový antimón získaný v elektrolytickom obvode neobsahoval viac ako 0,09 % arzenu. Táto cementácia sa dá doceliť dodatočným pridaním Fe prášku pri mechanochemickej cementácii antimónu. Na základe našich pokusov katódový antimónový kov po takejto cementácii neobsahoval viac ako 0,05 % As a 0,08 % Hg.

Pri takomto spôsobe finalizácie antimónu vzniká však nový ekologický problém, t.j. spracovanie železatoantimonovej zráže s obsahom As a Hg. Hlavným problémom je selektívna destilácia arzenu a ortute. Po vyriešení tohto problému by zostávajúca zráž bolo možné vracať do mechanochemického lúhovacieho procesu, pretože jej množstvo by nepresahovalo 2 % tetraedritovej vsádzky.

Popísaná technológia v zjednodušenej forme finalizuje z viacložkovej sústavy len Sb a Hg. Meď, zlato a striebro ostávajú v tuhom zvyšku. Neskôr sa počíta s jeho pyrometalurgickým a následným rafinačným spracovaním na čisté kovy. Toto spracovanie je v dôsledku energetickej náročnosti veľmi nákladné. Podľa TEŠ, spracovanej Secon Engineering Košice, uplatňuje budúci spracovateľ tuhého zvyšku po lúhovaní (Kovohuty Krompachy) vysoké finančné zrážky za spracovacie náklady a za prekročenie subjektívne stanovených limitov škodlivých kovov v hodnotách stotín a tisícín percenta (Bi, Hg). Premietnutie uvedených prepracovacích nákladov a zrážok predstavuje 501,4 USD na 1 tonu tuhého zvyšku u odberateľa KO Krompachy. V ročnom objeme pri dodaní 5280 ton tuhého zvyšku to reprezentuje 90,5 mil. Sk.

Takto uvažovaná finalizácia medi, zlata a striebra sa ukazuje neefektívna, a preto v ďalšom vývoji technológie bude potrebné doriešiť získavanie uvedených kovov menej ekonomicky náročnými a ekologicky bezpečnejšími hydrometalurgickými spôsobmi.

Záver

Ak hodnotíme ekonomický prínos využiteľnosti úžitkových kovov s prihliadnutím na technicko-ekonomický rozbor, treba konštatovať, že najmenej ekonomicky výhodný sa javí odpredaj koncentráta. Vyšší ekonomický prínos je možné očakávať v prípade hydrometalurgického spracovania koncentráta, s priamym zhodnotením kovového antimónu a ortuti a odpredajom $\text{Cu}(\text{Ag},\text{Au})$, ako tuhého zvyšku po extrakcii Sb a Hg. Ekonomicky najvýhodnejšie by v každom prípade bolo úplné hydrometalurgické spracovanie, teda aj $\text{Cu}(\text{Ag},\text{Au})$ koncentráta, s možnosťou zhodnotenia Cu, Ag, Au v kovovej forme. Ďalším ekonomickým prínosom by bola výroba oxidu antimonitého, ktorý je vyššou formou finalizácie, priamo z katódového kovu, po elektrolýze, čím by zároveň odpadla energeticky náročná technologická operácia rafinácie antimónu. Ďalšou výhodou tohto postupu by bolo, že výroba oxidu antimonitého je zavedená v štátnom podniku Rudné bane Vajskej.

Literatúra

- Avvakumov, E.G.: *Mechaničeskije metody aktivacii chimičeskich processov. Nauka, Novosibirsk, 1986.*
- Baláž, P.: *Mechanická aktivácia v procesoch extrakčnej metalurgie, VEDA - Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 1997.*
- Baláž, P., Kammel, R. and Achimovičová, M.: *Metall, 48, 1994.*
- Baláž, P., Kammel, R., Kušnierová, M. a Achimovičová, M.: *Mechano-chemical treatment of tetrahedrite as a new non-pollution method of metals recovery. In: Proc.: "Hydrometallurgy '94", Chapman and Hall, London 1994, pp. 209.*
- Baláž, P., Sekula, F., Jakabský, Š. and Kammel, R.: *Minerals Eng. 8, 1995, pp. 1299.*
- Baláž, P., Kammel, R., Sekula, F. and Jakabský, Š.: *Mechano-chemical leaching: the possibility to influence the rate of metals extraction from refractory ores. In: Proc. XX. Internat. Miner. Processing Congr., Aachen, 1997.*
- Bumbálek, V., Černák, K., a Horák, V.: *Komplexní zpracování čs. tetraedritových surovin. In: Zb. "Hornická Příbram ve vědě a technice", sekce: Chemické metody získávání kovů, Příbram 1978, 183, s.*
- Dayton, S.: *Engin. Min. Journal, January, 1982, pp. 7.*
- Doyle, F.M. and Duyvesteyn, S.: *JOM, April 1993, pp. 46.*
- Dutrizac, J.E. and Morrison, R.M.: *The leaching of some arsenide and antimonide minerals in ferric chloride media. In: Proc. "Hydrometallurgical Process Fundamentals" (Ed. R.G.Bautista), Plenum Press, New York 1984, pp. 77.*
- Fábry, O.: *Uhlí-Rudy, 4/1/1992, 120 s.*
- Finalizácia tetraedritov Mária baňa - Strieborná žila, Rožňava. *Technicko-ekonomická štúdia, Secon Engineering, Košice, 1997.*
- Gould, W.G.: *Engin. Min. Journal, 156, 1955, pp. 91.*
- Háber, M., Ragan, L., Maťo, L., Jeleň, S.: *Mineralia Slovaca, 23, 1991, s. 367.*
- Havlík, T., Škrobán, M. a Dudáš, D.: *Hutnícke listy, XLVI, 1991, 76 s.*
- Holmes, W.C.: *Engin. Min. Journal, 45, 1944, pp. 5.*
- Imriš, I., Komorová, L. and Sehnálek, F.: *Complex tetrahedrite concentrates from Slovakia. In: Conference "Complex sulphide ores", Institute of Mining and Metallurgy, Rom, 1980, pp. 63.*
- Imriš, I. a Komorová, L.: *Výroba kovového antimónu. Alfa, Bratislava, 1983.*
- Johnson, N.E., Craig, J.R., Rimstidt, J.D.: *American Mineralogist, 73, 1988, s. 389.*
- Kulebakin, V.G.: *Primenenije mekhanochimiji v gidrometalurgičeskich procesach. Nauka, Novosibirsk, 1989.*
- Kušnierová, M., Kupka, D. a Briančin, J.: *JOM, December 1993, 54 s.*
- Labuda, L.: *Ekologické a technologické aspekty spracovania polykomponentných sulfidických koncentrátov. In: Zb. prednášok XVIII. Celoštátnej úpravnickej konferencie, BF TU Košice, 1992, 61 s.*
- Melnikov, S.M.: *Surma, Metalurgija, Moskva, 1977.*
- Melnikov, S.M. (Ed): *Surma, Metallurgia, Moskva, 1977.*
- Molčanov, V.I. i Jusupov, T.S.: *Fizičeskije i chimičeskije svojstva tonko dispergировanych mineralov. Nedra, Moskva, 1981.*
- Molčanov, V.I., Selezneva, O.G. i Žirnov, E.N.: *Aktivacija mineralov pri izmelčeniji. Nedra, Moskva, 1988.*
- Mostecký, J., Koliňová, D., Sychra, V., Voška, J., Bajkay, Š. a Černý, M.: *Způsob zpracování tetraedritového koncentráту. Popis vynálezu k autorskému osvědčení (PV 5257-73) ze dne 23. 7. 73.*
- Nordwick, S.M. and Anderson, C.G.: *Advances in antimony electrowinning at the Sunshine mine. In: Proc. "Hydrometallurgy, Fundamentals, Technology and Innovations" (Eds. B. Hiskey, G. Warren), Littleton, 1993, pp. 1107.*
- Pawlek, F.: *Metallhüttenkunde, Walter de Gruyter, Berlin, 1983.*
- Pedlík, M.: *Hydrometalurgické zpracování tetraedritových koncentrátů. VÚK Panenské Břežany 1973 (Zpráva ze služební cesty do USA).*
- Tkáčová, K.: *Mechanical Activation of Minerals. Elsevier, Amsterdam, 1989.*

**Hydrometallurgical technology of tetrahedrite concentrate processing
from the Mária mine locality in Rožňava**

Amongst with all previous methods of processing tetrahedrite concentrate the hydrometallurgical, using mechanochemical leaching in alkaline Na_2S solution, seems to be the most advantageous one. The preference of this way is the achievement of optimal metal separation selectivity into a liquid and solid phase. Antimony, mercury and partly arsenic dissolve in solution during leaching. Copper and precious metals such as gold and silver remain in the solid state. The solid state containing copper, silver as well as gold, with the content of 1% Sb, 0.5% As and 0.005% Hg is a suitable raw-material for processing in copper smelting plants. Antimony from solution can be processed either by pressure oxidation into the form of sodium hexahydroxoantimonate (V) $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ or by electrolysis into the cathodic metal. The possibility of recycling spent cathode liquor into mechanochemical leaching appears to be an unambiguous advantage of processing solution to metal antimony by electrolysis. This way enables to save the two third of Na_2S , which is the most expensive component in the hydrometallurgical processing. Mercury and arsenic must be removed from solution by refining before its processing by pressure oxidation or electrolysis. Refining of solution with the aim to remove the above mentioned metals is carried out by precipitation, when firstly after the adding of antimony powder the mercury precipitates and secondly after the admixing of iron powder a rest of mercury as well as arsenic are precipitated into the cementation product. Further, mercury is recovered from the cementation product by distillation and condensation as a saleable product. Arsenic in the form of sodium arsenate is removed from the solution by the reaction with ferric sulfate to water insoluble ferric arsenate. According to classes of wastes extractibility at dumping sites this water insoluble waste belongs to some of three classes of building wastes.

If the arsenic content is lower than 0.1%, the cathodic antimony can be directly processed by fuming in the electric arc furnace to diantimony trioxide without refining. The economical assessment of antimony in the form of oxide is the second possibility of the utilization of cathodic antimony.