

Prehľad výskumných a technicko-vývojových prác z oblasti technológie spracovania tetraedritových koncentrátov

Marián Slavkovský¹

Review of reasearch and technical development focused on a treatment of the tetrahedrite concentrates

Treatment of flotation tetrahedrite concentrates produced from the of ore mined in the Rudňany and Rožňava ore deposits is a very complex technological problem.

This problem has not been solved succesfully so far. The presence and quality of undesired metal components such as antimony and mercury in the product of a wet ore dressing is a limiting factor for subsequent metalurgical process to obtain pure metal copper and/or silver in copper smelter plants. This factor has been the principal reason of a great effort provided in this respects by both, manufacturers and reaserchers mainly in the last 25 years. This article is focused on the summary of mentioned activities.

Key words: treatment, ore deposit, undesired metal components, metallurgical process, copper smelter, pure metal, copper, antimony, mercury.

Úvod

História spracovania tetraedritových koncentrátov proveniencie Rudňany a Rožňava je veľmi bohatá. Jej začiatky siahajú do novodobej histórie štátneho podniku Železorudné bane Spišská Nová Ves, konštituovaného po druhej svetovej vojne. Čas ukázal, že sa jedná o veľmi zložitý technologický proces, ojedinelý i v svetovom merítku. Bolo vynaložené nemálo úsilia a prostriedkov, avšak ani dnes, takmer po polstoročí nemožno konštatovať, že tento problém je doriešený po všetkých stránkach.

Úlohou tohto príspevku nie je podrobný rozbor a hodnotenie realizovaného výskumu a vývoja technológie spracovania a finalizácie tetraedritovej suroviny, ale len stručný prehľad o smeroch, ktorými sa vývoj uberal.

Na riešenie sa podieľal rad domácich i zahraničných odborníkov a inštitúcií v rámci interných i externých úloh technického rozvoja financovaných jednak zo štátnych a rezortných prostriedkov, ale i z vlastných zdrojov, ktoré štátny podnik vytvoril v priebehu svojej existencie, ako aj zdrojov združení so zahraničnými firmami, ktoré š. p. vytvoril v posledných piatich rokoch.

Rentabilnosť a ekologičnosť spracovávanía tetraedritov a zabezpečenie odbytu vyrobených koncentrátov a výrobkov, ako aj plnenie neustále sa zvyšujúcich kvalitatívnych požiadaviek odberateľov, sa stali určujúcimi kritériami výroby po útlme a postupnej transformácii banského priemyslu na trhové podmienky v deväťdesiatych rokoch. Uvedené kritériá podmienili aj orientáciu a ciele výskumu a vývoja v oblasti spracovania tetraedritov v posledných rokoch.

Charakteristika spracovávanej suroviny a vývoj technológie jej spracovávanía

Sideritové a barytové rudy, ťažené v Rudňanoch, obsahujú okrem Fe a BaSO₄ ďalšie zaujímavé komponenty, nachádzajúce sa v sprievodných mineráloch tetraedrite, chalkopyrite, pyrite, bornite, rumelke, magnetite a hematite, pričom podľa kvantitatívneho zastúpenia najvýznamnejší z nich je tetraedrit.

Tetraedrit je polymetalický minerál, v ktorom sú jednotlivé kationy viazané na sulfidové anióny. V základnom zložení je to podvojný sulfid antimónu a medi Cu₁₂Sb₁₄S₁₃. Časť medi býva izomorfne zastúpená Ag, Hg, Zn a Fe a časť antimónu As a Bi.

Po vykonaní úpravníckych procesov na úpravni sa tetraedrit získava vo forme flotačného sírnikového koncentrátu. V tabuľke č. 1 uvádzame jeho komplexné zloženie, získané ako priemer údajov z roku 1982.

¹ Ing. Marián Slavkovský, Želba, a.s. Spišská Nová Ves, Štefánikovo námestie 4, 052 01 Spišská Nová Ves (Recenzovaná revidovaná verzia doručená 30. 5. 1998)

Tab.1. Komplexné zloženie flotačného tetraedritového koncentrátu Rudňany z roku 1982.

Tab.1. Complex composition of the Rudňany flotation tetrahedrite concentrate based on the data of 1982 year.

Zloženie	Cu	Hg	Sb	Bi	Ag (g.t ⁻¹)	As	Fe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S ²⁻
Obsah [%]	18,26	2,187	7,80	0,26	828	1,31	22,18	8,13	1,24	0,82	0,41	26,17

Vývoj obsahu základných zložiek flotačného tetraedritového koncentrátu, medi, antimónu a ortute sa menil v priebehu sledovaného obdobia v určitých rozmedziach, hlavne v závislosti na:

- kvalite ťaženej rúbaniny a pomere sideritov a barytov,
- použitej dobývacej metóde,
- spôsobe úpravy vyťaženej rudy.

Pri spracovávanom koncentráte na ortuťovni v Rudňanoch sa menilo zastúpenie ortute, antimónu a striebra v závislosti na podieli flotačných koncentrátov proveniencie Rožňava, ktorá má nižší obsah ortute a vyšší obsah striebra a antimónu.

Zloženie tetraedritového koncentrátu Rožňava - Mária sa v rokoch 1975 - 1980 pohybovalo v nasledovnom rozmedzí (tab.2):

Tab.2. Zloženie flotačného tetraedritového koncentrátu Rožňava - Mária v rokoch 1975 - 1980.

Fig.2. Composition of the flotation tetrahedrite concentrate obtained by flotation process of Rožňava - Mária sulphide ore within years 1975 - 80.

Zloženie	Cu	Sb	Ag	Hg	Bi	As	Fe	SiO ₂	S ²⁻	Au	Pb	Zn	Mn
Obsah [%]	19-22	14-17	0,25-0,30	0,6-0,8	0,25-0,30	0,7-1	17-22	3-6	25-29	0,0001	1,12-0,16	0,7-1	0,7-1

Obsah medi v koncentráte - cca 18 % hmotnostných je dostatočne vysoký na to, aby bol zaujímavý ako surovina na hutnicke získavanie medi. Technológii, používanej Kovohutami Krompachy, však nevyhovuje prítomnosť hlavne ortuti a antimónu tak z dôvodov technologických, ako i ekolo-gických. Požiadavky hutníkov boli v tejto oblasti priebežne sprísňované, čo bolo hlavným dôvodom intenzívneho a nepretržitého výskumu a vývoja spracovania tetraedritov, prakticky od uvedenia prevádzky ortuťovne do chodu v roku 1970.

Navrhnuté technologické postupy je možné rozdeliť do dvoch skupín:

- Postupy navrhnuté, prípadne odskúšané iba v laboratóriu.
- Koncepcie odskúšané v laboratórnych modelových (poloprevádzkových) a prevádzkových podmienkach.

Výskum a vývoj spracovania tetraedritov pred uvedením novej ortuťovne na závode Rudňany do prevádzky v roku 1970

Prvé pokusy so spracovávaním tetraedritových koncentrátov v Československu sa uskutočnili v päťdesiatych rokoch. Na poloprevádzkovom zariadení v ZSNP, š. p., Žiar nad Hronom, skúšali pracovníci Ústavu pre výskum rúd Praha (ÚVR) možnosť aplikácie technológie chloridačného praženia. Výsledky skúšok nie sú známe, pravdepodobne neboli pozitívne.

Na začiatku šesťdesiatych rokov pracovníci novozriadenej internej výskumno-vývojovej základne Železorudných baní, š. p., Sp. Nová Ves (Technologicko-vývojové stredisko Markušovce) overovali možnosť tepelného spracovania Cu-Sb koncentrátu z Rožňavy. Pokus bol zameraný len na odstránenie ortute a uskutočnil sa v starej ortuťovni závodu Rudňany.

Táto prevádzka však v tom čase prakticky končila svoju činnosť a z dôvodov technologických, ale hlavne hygienických a ekologických bola zastavená a zlikvidovaná.

V roku 1964 bol do prevádzky v Rudňanoch uvedený tzv. Nový priemyselný závod (NPZ) na spracovanie ťaženej komplexnej sideritovo-barytovo-sírnikovej rudy. Súčasťou, na vtedajšiu dobu progresívnej, úpravárenskej technológie (mokrú vysokointenzitná elektromagnetická separácia a flotácia), bola i výroba flotačného sírnikového koncentrátu, označovaného niekedy ako medený, resp. tetraedritový koncentrát, vzhľadom na to, že hlavným komponentom bola meď a tetraedrit mal medzi sírnikovými minerálmi dominantné zastúpenie. Flotačný koncentrát rudnianskej proveniencie okrem užitočnej medi obsahoval celú škálu ťažkých kovov (tak, ako je to popísané v predchádzajúcej kapitole), čo bolo hlavným dôvodom nezájmu domácich výrobcov kovovej medi o tento produkt a riešilo sa predajom produkcie vyrobenej v rokoch 1964 - 69 zahraničným zákazníkom (Japonsko).

Aby bolo možné odstrániť, resp. finalizovať ortuť z tetraedritového koncentrátu, pričom by sa zabezpečilo aj zníženie obsahu antimónu, arzenu a bizmutu, bola v rokoch 1968 - 70 postavená

v Rudňanoch ortuťovňa. Technológiu pre ňu dodávateľsky zabezpečila nemecká firma Mannesmann a po jej uvedení do prevádzky v roku 1970, sa flotačné tetraedritové koncentráty nielen rudnianskej, ale i rožňavskej proveniencie spracovávali na tomto zariadení až do jej odstavenia a zahájenia likvidácie v roku 1994.

Výskum a vývoj po roku 1970

Technológia spracovávania tetraedritových koncentrátov na ortuťovni bola založená na oxidač-nom pražení v etážových peciach, pri teplotách do 700 °C. Produktom tohto procesu bola ortuť technicky čistá o obsahu 99,99 % a Cu koncentrát pražený (medené výpražky), ktorých výhradným odberateľom v sedemdesiatych rokoch sa stali Kovohuty, š. p., Krompachy.

Fyzikálno-chemické vlastnosti výpražkov sa v závislosti na podieli vsádzky rožňavského koncentrátu pohybovali v nasledovných rozmedziach:

Chemické zloženie:		
	Cu	18 - 22 %
	Sb	5 - 9 %
	Bi	0,2 - 0,3 %
	Hg	0,02 - 0,05 %
	Fe	18 - 20 %
	As	0,9 - 1,1 %
	Ag	0,03 - 0,08 %
	S	14 - 19 %
Sypná hmotnosť:		1,125 - 1,488 kg.m ⁻³ (podľa vlhkosti materiálu)
Merná hmotnosť		3,9 - 4,1 kg.m ⁻³

Keďže zahraničný dodávateľ technológie nespĺnil niektoré podmienky garančného protokolu, vrátane zabezpečenia 3 % obsahu Sb vo výpražkoch, vedenie podniku Železorzudné bane, š.p., prakticky od začatia výroby na ortuťovni, hľadalo cesty a možnosti zníženia tohto obsahu na požadovanú hodnotu spoluprácou nielen s domácimi, ale aj zahraničnými organizáciami. Táto snaha bola motivovaná neustále sa zvyšujúcimi požiadavkami kovohutníkov na zlepšenie kvalitatívnych parametrov tetraedritových výpražkov. Požiadavky mali zohľadňovať minimalizáciu obsahov antimónu a bizmutu z technologických dôvodov, ako aj ortuti a arzenu z ekologických dôvodov.

Riešenie uvedenej problematiky bolo v rokoch 1971 - 77 zavedené do štátnej úlohy technického rozvoja „Nové technológie výroby antimónu z druhotných surovín“. V rámci tejto úlohy sa sledoval laboratórny, modelový i prevádzkový výskum spracovania tetraedritových koncentrátov, výber optimálnej technológie a jej spracovanie do podkladov pre projekčné riešenie investičnej výstavby, známej pod názvom FITEKO (finalizácia tetraedritových koncentrátov).

Sledované, resp. rozpracované boli nasledovné technológie:

Technológia prchavého praženia:

Riešiteľom bola Hutnícka fakulta VŠT Košice, ktorá na základe teoretického rozboru laboratórnych skúšok stanovila možnosť zníženia obsahu Sb vo výpražkoch pod 1 %. Táto metóda sa skúšala priamo v prevádzkových podmienkach na ortuťovni počas 5 rokov, ale teoretické predpoklady neboli potvrdené. Podstata technológie spočívala v pražení koncentrátov pod kontrolovanou pecnou atmosférou (zloženie, množstvo a teplota plynov) tak, aby sa meď akumulovala v praženci a zlúčeniny ortute a antimónu prchali a následne sa zachytávali frakčnou kondenzáciou. Požadované podmienky sa však na existujúcich etážových peciach nepodarilo zabezpečiť a pre ťažko zvládnuteľné vzduchotechnické pomery sa s technológiou prestalo uvažovať.

Rozklad tetraedritových koncentrátov v HNO₃:

VŠCHT Praha navrhla a rozpracovala túto metódu so zvláštnym zreteľom na flotačný tetraedritový koncentrát Rožňava - Mária baňa. Modelové pokusy preukázali priechodnosť, avšak v dôsledku vysokej spotreby kyseliny dusičnej a ďalších problémov (odpadné vody, výroba hnojív), bola technológia už v prvom kole výberu zamietnutá.

Technológia chloridačného praženia a hydrometalurgického spracovania Sb úletov:

Nositelom technológie bol Ústav pre výskum rúd Praha, ktorý overoval aplikáciu priamo na ortuťovni v poloprevádzkových, resp. prevádzkových podmienkach. Podstata metód spočívala v spraco-

vaní koncentráta v etážových peciach, s následným pražením výpražku v rotačnej peci s prídavkom chloridu amonneho. Úlety chloridov kovov Sb a Bi sa filtrovali a rozpúšťali v 22 %-nej kyseline soľnej, z ktorej sa kvapalinovou extrakciou organickým rozpúšťadlom izolovali Sb a Bi. Táto technológia mala byť definitívna pre spracovanie tetraedritových koncentrátov a mala sa realizovať v rámci stavby FITEKO.

V roku 1977 bol vypracovaný a schválený garančný protokol technológie, ktorý zaručoval nasledovné technologické parametre jednotlivých produktov:

Cu koncentrát:	obsah Cu	min. 20 %, výťažnosť Cu a Ag 92 %
	Sb	max. 1 %
	Hg	max. 0,01 %
	As	max. 1 %
	Cl	max. 0,7 %

Sb koncentrát:	obsah Sb	min. 70 %, výťažnosť Sb 80 %
	Bi	max. 0,01 %
	Cu	max. 0,2 %
	Hg	max. 0,01 %

Bi produkt:	obsah Bi	min. 65 %, výťažnosť Bi 75 %
-------------	----------	------------------------------

Pre overenie čiastkových problémov bola na závode Rudňany postavená kontinuálna dooverovacia linka (KODOLI), na ktorej sa vykonávali skúšky jednak s pražením, jednak s extrakciou. K investičnej výstavbe, napriek pozitívnym výsledkom výskumu a vývoja tejto technológie, nedošlo. Pyrometalurgická časť linky KODOLI bola spriemyslená a v prevádzke bola až do roku 1989.

Síroalkalické lúhovanie:

Túto hydrometalurgickú technológiu, ktorej podstatou bolo lúhovanie koncentrátov v roztoku Na_2S , aplikovanú v priemyselnom meradle americkou firmou SUNSHINE, navrhol a laboratórne overoval VÚK Panenské Břežany. Rozpustnosť Sb, As a Hg bola dobrá. Problémy spočívali v ťažkej filtrácii medziproduktov a v odpadových vodách.

Okrem vyššie popísaných technológií boli v 70-tych a 80-tych rokoch popísané a navrhnuté aj ďalšie, z ktorých však žiadna nebola odskúšaná vo väčšom rozsahu. Sem patrí technológia amoni-alkálneho lúhovania tetraedritových koncentrátov TETRAMO, mikrobiologické lúhovanie a cementácia kovov fy Goldschmidt, vákuová destilácia prchavých sírnikových foriem Hg, Sb, As v Alma Ate - ZSSR, atď.

Koncom 70-tych rokov bolo vtedajším ministerstvom FMHŤS Praha rozhodnuté pokračovať vo vývoji finalizácie tetraedritov aplikáciou technológie cyklónového tavenia, inštalovaného v závode Vajsková, ZSNP, š. p., Žiar nad Hronom.

Výskumné práce vykonávané v zariadeniach ortuťovne, s cieľom zníženia obsahu antimónu boli zastavené a započalo sa s odpredajom Cu výpražkov z etážových pecí do ZSNP. Technológia cyklónového tavenia bola vo Vajskovej odskúšaná, ale výsledky, najmä zloženie kamienka pre Kovohuty, š. p., Krompachy, neboli prijateľné, preto k priemyselnej aplikácii nedošlo.

Táto situácia bola dôvodom už skôr spomenutého spriemyslenia kontinuálnej dooverovacej linky chloridačného praženia na kapacitu 2000 t ročne kvôli prepracovaniu aspoň časti tetraedritových výpražkov z etážových pecí a ich odberu Kovohutami Krompachy. Táto technológia zabezpečovala zníženie obsahu Sb pod hranicu 1 %, čo bola jedna zo základných požiadaviek odberateľa. Nepriaznivým dôsledkom tejto technológie bol negatívny dopad na pracovné i životné prostredie.

Výskum a vývoj spracovania tetraedritov na ortuťovni v Rudňanoch pokračoval v 80-tych rokoch overovaním tzv. technológie jednoduchého praženia, riešiteľom ktorej bol ÚVR Praha. Jednalo sa prakticky o redukčné praženie za definovaných podmienok pecnej atmosféry, doby zdržania materiálu v peci, teploty a množstva redukčného činidla. Prevádzkové skúšky však nepotvrdili výsledky, dosiahnuté v laboratóriu a na modeli.

Koncom 80-tych rokov, pod vplyvom neúspechu technológie cyklónového tavenia, prestal ZSNP, š. p., Žiar nad Hronom odberať Cu výpražky a závod Rudňany ostal pred problémom, ich odberom. V rámci organizácie ŽB boli zhodnotené doterajšie práce v oblasti výskumu a vývoja spracovania tetraedritových koncentrátov a skupina domácich odborníkov navrhla postup ich spracovania. V podstate sa jednalo o aplikáciu technológie redukčného praženia, s odskúšaním rôznych redukčných reagentov (Hg katalyzátory, odpadné piliny, štiepky a pod.), realizáciu

rekonštrukčných zásahov do existujúcich etážových pecí a ďalšieho zariadenia a úpravou pecného režimu (teploty, plyny), ktoré vyústili do inštalácie linky kontinuálneho praženia (KOPRA), kde boli uplatnené poznatky z doterajších skúšok. Súčasťou linky bola aj rekonštrukcia odsírovacieho zariadenia, vápeného hospodárstva a uzavretého vodného okruhu. Popísané experimentovanie prebiehalo prakticky do odstavenia prevádzky ortuťovne v r. 1993 a treba konštatovať, že napriek značnému úsiliu a vynaloženým prostriedkom, sa nepodarilo spracovať tetraedritové koncentráty tak, aby vyhovovali náročným požiadavkám odberateľov.

V roku 1990 boli na pilotných zariadeniach belgickej firmy NESA realizované pokusy prepraženia rudnianskych i rožňavských tetraedritových koncentrátov. Jednalo sa o možnosť aplikácie technológie selektívneho redukčného praženia v peci typu Nichols Herreshof. Výsledky boli negatívne, nakoľko pri teplotách okolo 400 °C dochádzalo k natavovaniu praženého materiálu, ktoré zabraňovalo ďalšie odprchávanie antimónu.

Zmenené ekonomické podmienky a postupné odbúranie štátnych dotácií do stratových činností rudného baníctva po roku 1990 mali za následok prehodnotenie banského podnikania aj v podmienkach Železorných baní. V súvislosti s útlmom niektorých banských prevádzok sa hľadali cesty na zachovanie aspoň tých, ktorých potenciál dával šancu na rozvoj aj v nových podmienkach trhovej ekonomiky.

V tejto súvislosti sa prehodnocovali aj možnosti finalizácie tetraedritov, hlavne starých zásob, v tom čase nepredajných tetraedritových výpražkov a obnovenia ťažby ložiska Mária baňa - Strieborná žila.

V roku 1991 nadviazal podnik Železorné bane spoluprácu s anglickou firmou SAMAX a neskôr v roku 1992 bol založený spoločný podnik (joint venture) TESA, a. s., s cieľom doriešenia vyššie uvedenej problematiky. V rámci tejto spolupráce bola v roku 1992 - 1995 overovaná možnosť aplikácie dvoch technológií, a síce:

1. Pyrometalurgická technológia austrálskej firmy AUSMELT.
2. Hydrometalurgická technológia americkej firmy SUNSHINE.

V oboch prípadoch bol vykonaný rozsiahly laboratórny a poloprevádzkový program testovania reprezentatívnych vzoriek tetraedritových výpražkov, skladovaných v Rudňanoch a flotačného tetra-edritového koncentrátu proveniencie Mária baňa - Strieborná žila, Rožňava.

Technológia austrálskej firmy je založená na tavení medených (aj iných) koncentrátov na peci typu AUSMELT. Jedná sa o viacstupňovú operáciu, ktorá prebieha v hermetizovanej peci, pri prísne definovaných a automaticky udržiavaných podmienkach, s dávkovaním príslušných inertných, troskotvorných a redukčných prísad. Med so striebrom sa koncentruje do nízkopercentného kamienka, ktorý je zušľachťovaný na čiernu med (blister copper). Sb, As a Bi prchajú do úletov a sú zachytávané vo filtrácii. Proces je prerušovaný, pričom jeden cyklus trvá cca 15 hodín. Poloprevádzkové testovanie nepreukázalo garantované parametre na med a striebro do hlavného produktu, pričom obsah nežiadúcich ťažkých kovov presahoval požadované hodnoty.

Po neúspešnom uzavretí problematiky sa sústredila činnosť spoločného podniku na spoluprácu s americkou spoločnosťou SUNSHINE Mining and Refining company, ktorá má v USA dominantné postavenie vo výrobe striebra a antimónu, ktoré získava pyrometalurgickým postupom spracovania vlastnej i nakupovanej tetraedritovej rudy. Na rozdiel od slovenských tetraedritov je v mriežke tohoto minerálu ortuť zastúpená v minimálnom merítku, ale obsahy striebra sú niekoľkokrát vyššie.

Uskutočnený výskum potvrdil možnosť úspešnej aplikácie alkalického lúhovania SUNSHINE a nadväzných operácií na tetraedritové výpražky, resp. koncentráty z Rožňavy a Rudňan, avšak zahraničný partner odstúpil od spoluúčasti na projekte z ekonomických dôvodov. Investíciu považoval za ne-efektívnu hlavne z dôvodu malých zásob a nízkych kvalitatívnych parametrov ložiska Mária - Strieborná, ako aj nízkych (resp. variabilných) svetových cien striebra, medi a antimónu.

Výskum v oblasti lúhovania tetraedritových koncentrátov sa v deväťdesiatych rokoch stal jedným z prioritných činností Ústavu geotechniky SAV v Košiciach. Po teoretickom a laboratórnom rozpracovaní vyvinulo toto pracovisko technológiu mechano-chemického alkalického lúhovania.

V roku 1996 sa postavila na úpravni závodu Rudňany poloprevádzková dooverovacia linka, na ktorej sa úspešne testovala táto metóda s nadväzným spracovaním technicko-ekonomických úvah priemyselnej aplikovateľnosti spracovania flotačných tetraedritových koncentrátov z Rožňavy. Pre kladné rozhodnutie o zahájení predprojektivej prípravy je však potrebné vykonať ešte veľa práce, hlavne v environmentálnej oblasti a marketingu jednotlivých produktov.

Záver

Napriek niektorým otvoreným problémom, ktoré sa týkajú ložiska polymetalurgických sírnikových rúd Mária baňa - Strieborná žila Rožňava, rozhodlo vedenie podniku ŽELBA, a. s., Spišská Nová Ves o znovuoživení ťažby a úpravy tetraedritovej rudy z tohto ložiska, ktoré bolo v roku 1993 dočasne uzatvorené a je v súčasnosti konzervované.

V prvej fáze sa počíta s odpredajom vyrobeného flotačného koncentráту pre zámorských odberateľov. Po komplexnom doriešení hydrometalurgickej technológie alkalického mechano-chemického lúhovania a získaní potrebných kapitálových zdrojov sa predpokladá priemyselná aplikácia spracovania flotačných koncentrátov z Rožňavy, prípadne i Rudnianskej. Tieto zámery musia však byť potvrdené pozitívnym výsledkom technicko-ekonomického zhodnotenia (feasibility study), ktoré preukáže využiteľnosť daného riešenia.

Literatúra

- Brngal, V.: Spracovanie tetraedritových koncentrátov v ŽB Rudňany. *Zborník z konferencie V. Tatry, 1984.*
- Bumbálek, V. a Ertl, J.: Schvaľovací protokol technológie FITEKO, ŽB Sp. Nová Ves. *ÚVR Praha, 1977.*
- Florek, I.: Realizácia výskumnej overovacej linky a overenie novej technológie spracovania tetraedritových surovín z Rudnianskej a Rožňavy. *Správa o riešení štátnej objednávky, 1996.*
- Oudenne, P. D.: Batch selective roasting tests on tetrahedrite concentrates. *Test report NESA comp., 1991.*
- Robilliard, K. R., Chard, J. L. and Floyd, J. M.: Ausmelt technology. *Test report AUSMELT comp., 1994.*
- Sabo, L.: Technologický postup pre ortuťovňu Rudňany. *1982.*
- Sabo, L.: Kontinuálne praženie tetraedritových koncentrátov a výpražkov. *Návrh novej technológie Rudňany, 1988.*

Review of reasearch and technical development focused on a treatment of the tetrahedrite concentrates

This article reviews the research and development activities performed within last thirty years concerning the production of tetrahedrite concentrate by the Rudňany and Rožňava plant. This concentrate produced by flotation process from a complex ore mined at the Rudňany and Rožňava deposit, consists of (except useful copper and silver) another metals such as mercury, bismuth, antimony, etc. The content of these metals is harmful for subsequent treatment process in the majority of copper smelters, both domestic and abroad.

During the new age history of complex siderite, baryte and sulphide ore treatment in the Iron Ore Mines company Spišská Nová Ves a lot of research activities has been performed by domestic as well as foreign researchers and institutes. All these activities have been focused to solving this major technological problem, i.e. to make a possible finalisation of tetrahedrite concentrate. Unfortunately it is necessary to say that the mentioned problem is very complex and succesful solution has not been reached completely until today.

After putting the new mercury plant at Rudňany into operation in early 70-ties, the following technologies were verified to remove or at least to reduce the content of harmful substances under desired level:

- Oxidizing roasting in multiple heartfurnace,
- Volatile roasting,
- Tetrahedrite decomposition by nitric acid,
- Chloridising roasting and hydrometalurgical treatment of flue dust,
- Sulphuralkaline leaching,
- Cyclone melting,
- Single-stage roasting,
- Continual roasting,
- Selective - reducing roasting,
- Pyrometalurgical alkaline leaching – Ausmelt,
- Hydrometalurgical alkaline leaching – Sunshine,

- Mechano - chemical alkaline leaching.

At the present the research of the last method is continued at the Geotechnical Institute, Slovak Academy of Science, Košice.