

DUŠAN STANOJEVIĆ<sup>1\*</sup>, LEPA FILIPOVIĆ-PETROVIĆ<sup>2</sup>,  
MIRJANA ANTONIJEVIĆ-NIKOLIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tehnološki fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Zvornik, BiH,

<sup>2</sup>Visoka tehnološka škola strukovnih studija, Sabac, Srbija

Naučni rad

UDC:669.5.25

doi:10.5937/ZasMat1503367S



Zastita Materijala 56 (3)

367 – 372 (2015)

## Distribucija kobalta u procesu hidrometalurške proizvodnje cinka

### IZVOD

Hidrometalurška proizvodnja cinka zasnovana je na preradi sulfidnih koncentrata koji, pored cinka, sadrže i veliki broj drugih metala, koji su redovni pratioci cinka u njegovim rudama. Najčešće to su olovo, bakar, kadmijum, kobalt, nikal, antimon i neki drugi, a sadržaj ovih metala varira u zavisnosti od porekla rude. Mogućnost eksploatacije kobalta prisutnog u sulfidnim koncentratima cinka zavisi od konkretnih sadržaja u sirovini i od toga na koji se način ovaj metal distribuira u okviru procesa, tj. da li se, gde, i u kojoj meri koncentriše. U radu je na bazi sistematskog analitičkog praćenja kobalta u rastvorima i talozima iz procesa utvrđena distribucija kobalta u hidrometalurškom procesu proizvodnje cinka. Konstatovano je da se glavna količina prisutnog kobalta sakuplja u jednom od otpadnih talogu iz proizvodnje kadmijuma, i da se u ovom talogu sadržaj kobalta kreće oko 0,85%, dok su sadržaji kobalta u drugim rastvorima i talozima neuporedivo manji. Sa ovim sadržajima kobalta, talog od prečišćavanja kobalta, koji nastane u toku godine u hidrometalurškom procesu proizvodnje cinka u fabrici u Šapcu, predstavlja komercijalno značajan resurs kobalta.

**Ključne reči:** hidrometalurška proizvodnja cinka, distribucija kobalta

### 1. UVOD

Cink spada u grupu najvažnijih obojenih metala. Među ovim metalima, posle aluminijuma i bakra, cink je na trećem mestu po proizvodnji u svetu sa godišnjom stopom rasta koja se kreće između 4 i 4,5%. Svetska proizvodnja cinka 2012. godine iznosila je 12,7 miliona tona [1].

Stalni globalni rast tražnje za obojenim metalima, među kojima i cinkom, uz istovremeno brzo israbljivanje ograničenih rudnih rezervi ovih metala primorava proizvođače da maksimalno iskoriste sirovine ne samo u pogledu cinka, već i drugih metala prisutnih u koncentratima. Ovakav pristup je ekonomski opravdan i veoma racionalan imajući u vidu da su rudne rezerve metala neobnovljivi resursi koje treba štedljivo trošiti, a što je u skladu i sa doktrinom održivog razvoja [2,3].

Da bi se moglo pristupiti istraživanju metoda eventualne valorizacije kobalta, prethodno je bilo nužno utvrditi distribuciju kobalta u hidrometalurškom procesu proizvodnje cinka u cilju utvrđivanja mesta u okviru procesa na kojim se sakuplja najviše kobalta. Imajući u vidu da je hidrometalurški

proces kontinualan i da se izvodi po zatvorenoj šemi u kojoj, u proces ulazi prežanac cinka, a izlaze komercijalni cink i kadmijum kao proizvodi i više otpadnih taloga i muljeva, od značaja je i utvrditi raspodelu kobalta među izlaznim muljevima i talozima, i postaviti materijalni bilans kobalta u procesu.

Kobalt spada u veoma tražene obojene metale širokog spektra primene: u metalurgiji za proizvodnju specijalnih legura različite namene i materijala naročitih magnetnih svojstava koji se koriste u aeronautici i elektrotehnici, dok se radioaktivni Co<sup>60</sup> primenjuje u humanoj medicini. Važnu primenu kobalt ima i u proizvodnji pigmenta. Zbog izuzetnih estetskih svojstava i postojanosti na visokim temperaturama, pigmenti na bazi kobalta spadaju u ceneve dekoracione materijale čija se boja kreće od plave do crne, a koji se najviše primenjuju u industriji dekorativne i građevinske keramike, i industriji boja i lakova. Svetska godišnja produkcija kobalta premašuje 30.000t, a najznačajniji proizvodni kapaciteti su u Zairu, Zambiji i Japanu [4].

### 2. OSNOVE HIDROMETALURŠKOG PROCESA PROIZVODNJE CINKA

Cink se u prirodi ne može naći u samorodnom (elementarnom) stanju. Slično nekim drugim obojenim metalima, cink ima osobinu da se lokalizovano, najčešće sa olovom i bakrom, koncentriše u velikim rudnim telima. Pri tome, cink ne formira samostalne rude, već se nalazi u obliku složenih, polimetalnih olovo-cinkanih ili olovo-cink-bakarnih ruda sulfidnog tipa.

\*Autor za korespondenciju: Dušan Stanojević

E-mail: dusanstanojevic342@gmail.com

Rad primljen 20. 12. 2014.

Rad prihvacen 14. 02. 2015.

Rad je dostupan na sajtu: [www.idk.org.rs/casopis](http://www.idk.org.rs/casopis)

Sadržaj cinka u sulfidnim rudama cinka koje se danas eksploatišu obično se kreće od 1 do 3%. Nizak sadržaj cinka i velika složenost sastava zahtevaju obogaćivanje ruda selektivnom flotacijom pri čemu se dobijaju koncentracije koji pored cinka, sadrže i značajnije količine kadmijuma, olova, bakra, kobalta, nikla i dr., ali takođe i primese arsena, antimona, hlora, telura, žive, i td. Od jalovinskih minerala u ruda cinka su prisutni prisutni su kvarc ( $\text{SiO}_2$ ), glinica ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), barit ( $\text{BaSO}_4$ ) i Ca-Mg-karbonati [5-7].

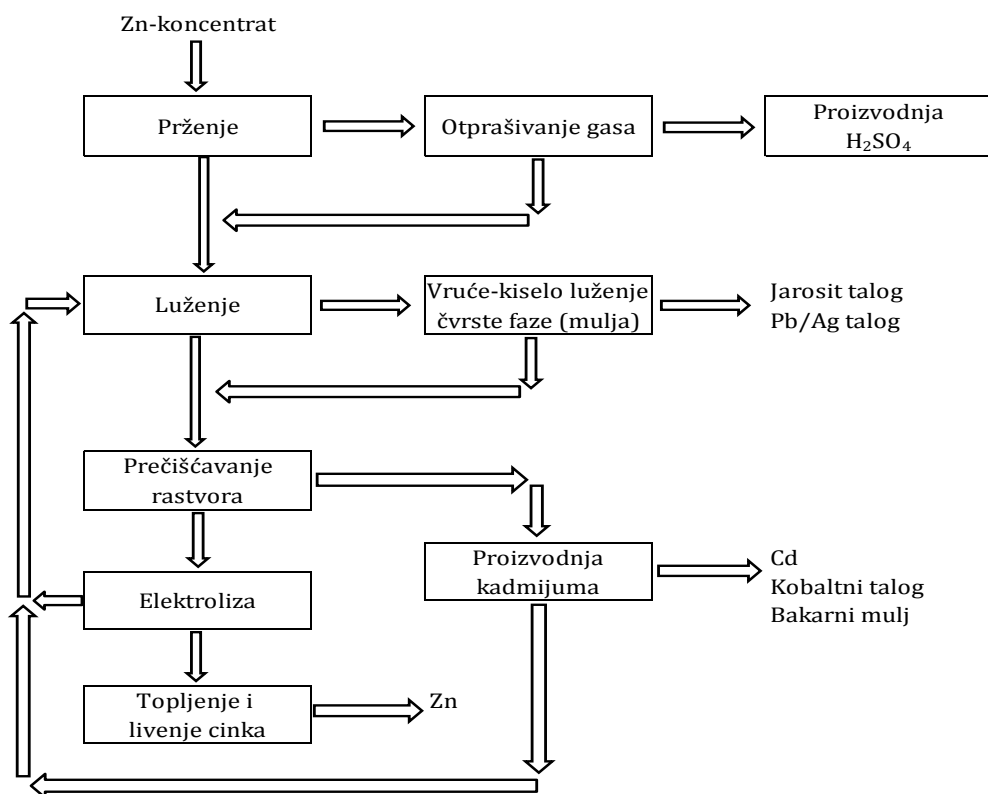
Prva faza hidrometalurškog procesa proizvodnje cinka predstavlja prženje koncentrata cinka u prisustvu viška vazduha u cilju potpunog prevođenja sulfida cinka u oksid. Pri tome, i sulfidi pratećih metala ponašaju se na isti način kao i sulfid cinka, tako da prženac koji nastaje u procesu prženja sadrži uglavnom okside metala. Uobičajeni sastav prženca, dobijenog prženjem mešavine različitih koncentrata u fabrici u Šapcu je sledeći (izraženo u %): Zn – 55-60; Cd – 0,15-0,35; Cu – 0,3-1,0; Co – 0,002-0,010; Ni – 0,002-0,010; Fe – 8-14; Mn – 0,1-0,5; Pb – 1,5-2,5; Ag – 0,005-0,01; As – 0,05-0,10; Sb – 0,001-0,005;  $\text{SiO}_2$  – 1,5-2,5; CaO – 0,3-1; MgO – 0,2-0,5;  $\text{S}_s$  <0,2;  $\text{S}_{\text{SO}_4}$  – 1-2 [8,9].

U sledećoj fazi procesa oksidni cink iz prženca, kao i oksidi drugih prisutnih metala dejstvom rastvora sumporne kiseline (luženjem), prevode se u rastvorljive sulfate. Tako dobijeni rastvor prečišća-

va se od katjona elektropozitivnijih od cinka metodom cementacije cink-prahom. Od prečišćenog rastvora priprema se elektrolit za elektrolitički proces izdavanja cinka. U procesu prečišćavanja elektropozitivniji katjoni izdvajaju se u formi sunđer metala, što je slučaj sa kadmijumom, bakrom, kobaltom, niklom i td. [10].

Čvrsta faza (mulj) koja nastaje u procesu luženja sadrži i do 20% cinka, i značajne količine drugih metala, pa se podvrgava postupku „vruće-kiselog luženja“ (na povišenoj temperaturi i u uslovima povišene kiselosti), da bi se pre svih cink, ali i drugi korisni metali što efikasnije preveli u rastvorljive sulfate, čime se povećava tehnološko iskorišćenje cinka. Čvrstu fazu koja ostaje posle vruće-kiselog luženja čine dva otpadna taloga: jarosit, talog kroz koji se eliminiše nepotrebno gvožđe, i olovno-srebrni talog (Pb/Ag talog). Olovno srebrni talog se može dalje prerađivati u metalurgiji olova u cilju dobijanja olova i srebra, dok jarosit talog nema dalju primenu. Oba taloga se u Šapcu odlažu na deponiju [7,11].

Iz smeše sunđera metala nastalih cementacijom, na posebnom delu postrojenja, dobija se kadmijum. Rastvori iz dela postrojenja na kome se proizvodi kadmijum, posle izdvajanja kadmijuma, vraćaju se u proces luženja prženca cinka, a nastali nuz-proizvodi (talozi), odlažu na deponiju.



Slika 1 - Uprošćena blok-šema hidrometalurške proizvodnje cinka

U trećoj fazi, prečišćeni rastvor cink-sulfata za-kišljen sumpornom kiselinom podvrgava se elektrolizi pri čemu se na katodama taloži katodni cink a kiseli elektrolit se vraća u drugu fazu na ponovno obogaćivanje cinkom. Sa katoda cink se skida i pretapa pri čemu se dobija komercijalni proizvod. Na slici 1 prikazana je uprošćena blok-šema hidrometalurškog procesa proizvodnje cinka [12].

### 3. EKSPERIMENTALNI DEO I REZULTATI

Da bi se utvrdila distribucija kobalta u hidrometalurškom procesu proizvodnje cinka, odabrano je dvadeset i jedno tehnološki karakteristično mesto u procesu na kojem su uzorkovani rastvori ili čvrsta faza (talozi, muljevi,...). U toku jednog meseca, na bazi dnevnih smenskih uzoraka, formirana su četiri nedeljna kompozitna uzorka. Uzorkovanje je vršeno u svakoj smeni na svaka dva sata, pa su smenski uzorci spajani na bazi čega je nastao dnevni kompozitni uzorak. Spajanjem ovakvih sedam dnevnih uzoraka, formiran je zbirni nedeljni uzorak. Da bi se izbegle greške u kasnijoj pripremi reprezentativnih nedeljnih uzorka, svi pojedinačno uzeti uzorci čvrste i tečne faze čijim se spajanjem dolazilo do dnevnih uzoraka bili su međusobno jednaki po masi, odnosno, zapremini. Reprezentativni nedeljni uzorci su podvrgavani hemijskoj analizi na kobalt.

Pre izvođenja hemijskih analize, iz nedeljnog kompozitnog uzorka tečne faze direktno je uzimana potrebna količina rastvora za analizu smatrajući da zbog homogenosti tečne faze, uzeta količina ima sastav reprezentativnog uzorka. Kod čvrstih uzoraka, nedeljni zbirni uzorci su prvo sušeni, zatim mleveni i mešani posle čega su postupkom redukcije mase metodom kupe, svedeni na količine od oko 1kg. Ovako pripremljeni uzorci su smatrani reprezentativnim nedeljnim uzorcima čvrste faze. Od ove mase uzimane su količine potrebne za analizu. Analiza svakog uzorka ponovljena je tri puta, a rezultati koji su prezentovani odgovaraju aritmetičkoj sredini tri dobijena rezultata [13].

U uzorcima kobalt je određivan metodom atomske apsorpcione spektroskopije na aparatu Shimadzu AA 7000 sa potrebnim softverima i standardima.

U okviru faze luženja prženca, prečišćavanja rastvora i eliminacije jarosit i Pb/Ag taloga, analizirano je 13 vrsta uzoraka, od čega 7 taloga/muljeva i 6 rastvora. U procesu proizvodnje kadmijuma analizirano 5 uzoraka, od kojih dva čvrsta, a tri tečna.

U okviru elektrolitičkog procesa analizirana su tri uzorka od kojih dva čvrsta i jedan tečan. U tabeli

2 prikazani su rezultati analiza nedeljnih kompozitnih uzoraka i njihove srednje vrednosti (prosek). Sadržaj kobalta u muljevima i talozima (uopšte, u čvrstoj fazi), dati su u procentima (%), dok je u tečnim uzorcima sadržaj kobalta izražen preko masene koncentracije ( $\text{g}/\text{dm}^3$ ). U toku četiri nedelje trajanja ispitivanja u procesu je prerađeno 4.600t prženca cinka.

U tabeli 2 prikazani su rezultati analitičkog određivanja kobalta u svim fazama hidrometalurškog procesa proizvodnje u fabrici cinka u Šapcu, u uzorcima nedeljnih kompozita.

Na bazi rezultata analiza iz tabele 2. može se steći uvid u koncentracije kobalta u svim delovima procesa. Da bi se ocenile i količine kobalta koje se u pojedinim mestima procesa javljaju, bilo je potrebno bilansirati količine kobalta u procesu: na ulazu, pojedinim fazama procesa, i izlaznim talozima i muljevima kojim kobalt definitivno napušta proces. Imajući u vidu da u okvirima procesa, na većini mesta ne postoji mogućnost tačnog merenja masa ili zapremina, jer se radi o zatvorenom kontinualnom procesu sa mnoštvom povratnih struja, pristupilo se ocenjivanju i približnom izračunavanju za bilans najznačajnijih masa ili zapremina na bazi tehnoloških parametara, hemijskog sastava, gustina, aktuelnog kapaciteta postrojenja i dobre prakse i iskustava drugih proizvođača u oblasti hidrometalurgije cinka. Pri tome, bilo je moguće približno izmeriti samo masu utrošenog prženca i mase izlaznih taloga u proizvodnji kadmijuma, što i jeste najvažnije za bilansiranje kobalta. Na bazi rezultata analize iz tabele 2. zapaža se da se najviše kobalta koncentriše u talogu od prečišćavanja kobalta i bakarnom mulju iz proizvodnje kadmijuma u kojima je sadržaj kobalta respektivno: 0,85%, odnosno, 0,37%. Dva izlazna taloga iz lužionice (Pb/Ag talog i jarosit talog), nije moguće ni približno izmeriti jer se direktno iz procesa, hidrauličkim transportom u vidu suspenzije, prebacuju na deponiju. U ova dva taloga, sadržaj kobalta je nizak (0,0026% i 0,0030%) a njihova masa se izračunava posredno, odnosno, približno, primenjujući ranije pomenute principe. Svi ostali talozi (mulj od neutralnog luženja, mulj od i stepena vruće-kiselog luženja, talozi od I i II prečišćavanja iz lužionice, mulj iz hladnjaka i elektrolitičkih ćelija, iz elektrolize, i td.), kao i svi rastvori, vraćaju se u proces ili predstavljaju međufuznu sirovinu koja se dalje u procesu prerađuje, odnosno, ne napuštaju proces. Tehnološki put kobalta iz tih muljeva, taloga i rastvora u procesu vodi na kraju do izlaznih taloga i muljeva o kojima je već bilo reči.

Tabela 2 - Sadržaj kobalta u analiziranim nedeljnim kompozitnim uzorcima

	Naziv uzorka	Oznaka	Kompozitni nedeljni uzorci				
			Sadržaj Co, % ili g/dm <sup>3</sup>				
			1	2	3	4	Prosek
Lužionica	Prženac	I	0,0037	0,0039	0,0038	0,0036	0,0038
	Mulj od neutralnog luženja	II	0,0035	0,0039	0,0027	0,0041	0,0036
	Mulj od I vruće-kiselog luženja	III	0,0032	0,0032	0,0026	0,0034	0,0031
	Pb/Ag talog	IV	0,0026	0,0025	0,0022	0,0031	0,0026
	Jarosit talog	V	0,0028	0,0031	0,0028	0,0033	0,0030
	Talog od I prečišćavanja	VI	0,043	0,071	0,053	0,053	0,0055
	Talog od II prečišćavanja	VII	0,13	0,14	0,15	0,10	0,13
	Rastvor od I vruće-kiselog luženja	VIII	0,0022	0,0019	0,0017	0,0020	0,0020
	Rastvor od II vruće-kiselog luženja	IX	0,0021	0,0020	0,0018	0,0022	0,0020
	Rastvor posle taloženja jarosita	X	0,0022	0,0017	0,0019	0,0023	0,0020
	Rastvor od neutralnog luženja	XI	0,0039	0,0021	0,0033	0,0034	0,0032
	Rastvor posle I prečišćavanja	XII	0,0044	0,0022	0,0037	0,0030	0,0033
	Rastvor posle II prečišćavanja	XIII	0,0007	0,0005	0,0002	0,0009	0,0006
Kadmijum	Rastvor od luženja Cd, I stepen	XIV	0,40	0,39	0,41	0,29	0,37
	Rastvor od luženja Cd, II stepen	XV	0,39	0,48	0,81	0,42	0,52
	Bakarni mulj	XVI	0,40	0,35	0,38	0,35	0,37
	Rastvor od prečišćavanja Co	XVII	0,27	0,30	0,10	0,18	0,21
	Talog od prečišćavanja Co	XVIII	0,79	0,82	0,85	0,91	0,85
Elektroliza	Mulj iz hladnjaka elektrolita	XIX	0,0006	0,0005	0,0006	0,0007	0,0006
	Mulj iz elektrolitičkih ćelija	XX	0,0013	0,0010	0,0011	0,0010	0,0011
	Otpadni elektrolit	XXI	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005

U tabeli 3 je prikazan aproksimativni materijalni bilans kobalta izračunat na bazi raspoloživih podataka i hemijskih analiza.

Tabela 3 - Aproksimativni materijalni bilans kobalta u izlaznim talozima u periodu ispitivanja

Ulaz		Masa, t	Prosečni sadržaj Co, %	Co, kg	Zbirno, Co, kg
	Pr Zbirno, Co, kg ženac	4.600	0,0038	175	175
Izlaz	Pb/Ag talog	550	0,0026	14	224
	Jarosit talog	1.100	0,0027	29	
	Bakarni mulj	30	0,37	11	
	Talog od prečišćavanja Co	20	0,85	170	

Podaci iz tabele 3 pokazuju očigledno neslaganje između ulaza i izlaza kobalta u procesu u posmatranom vremenu od 4 nedelje. Izlaz kobalta iz procesa kroz sve taloge od 224kg u odnosu na ulaz kobalta kroz prženac u proces od 175 kg ukazuje da je u posmatranom periodu iz procesa izašlo 28% više kobalta nego što je u njega uneto. Ovo neslaganje se može objasniti prirodom kontinualnog procesa i veoma velikim zapreminama

tečne i masama čvrste faze, koje se stalno nalaze u procesu. Imajući u vidu da zapremina svih rastvora u fabrici u Šapcu prevazilazi 9.000m<sup>3</sup>, pri čemu se u svakom momentu samo u rastvorima nalazi između 500 i 600 tona cinka, da se u toku meseca proizvede oko 2.400t cinka, a utroši između 4,700 i 5.200t prženca, jasno je da je nemoguće u toku ispitivanja, koje traje 4 nedelje, izbeći uticaj "inercije" procesa u kome se na po-

četku perioda posmatranja, u raznim fazama, već nalazila velika količina (po sastavu možda i znatno drugačijih) sirovina. Iz istih razloga, i količina kobalta u procesu koja potiče iz perioda pre početka posmaranja, može biti npr. veća (kao što je u ovom istraživanju verovatno i bio slučaj), što može izazvati razlike u masama kobalta na ulazu i izlazu iz procesa u posmatranom periodu. Produžavanjem trajanja ispitivanja na znatno duži period (npr. šest do osam meseci), ova vrsta uticaja bi se značajno smanjila, čime bi bilansiranje kobalta dobilo na tačnosti, međutim, tehničkih mogućnosti za to nije bilo. Istovremeno, u računanju količina kobalta na bazi četvoredelnog proseka zanemaruju se izvesne promene u kapacitetu kojim je postrojenje radilo (a time i masa taloga i muljeva koji su u tim periodima vremena proizvedeni). Opisanom metodologijom izračunavanja podrazumeva se da je kapacitet sa kojim je postrojenje radilo sve vreme bio konstantan, što nije sasvim tačno.

Dodatno, izvođenje tačnog bilansa otežava i izostanak merenja dva po masama značajna izlazna taloga (olovno-srebrnog i jarosit taloga), ali je ovaj uticaj, zbog niskog sadržaja kobalta u njima, manje važan.

Uprkos značajnoj ustanovljenoj razlici u količinama kobalta na ulazu i izlazu iz procesa, očigledno je da je glavina kobalta u procesu usmerena na jedan izlazni talog, a to je talog od prečišćavanja kobalta iz proizvodnje kadmijuma. Razlozi za ovo su tehnološke prirode i vrlo su jasni, a odnose se na lako rastvaranje kobalt-oksida iz prženca u rastvoru sumporne kiseline u uslovima luženja, i prelazak kobalta u tečnu fazu. U daljem procesu, prečišćavanjem nastale tečne faze od katjona elektropozitivnijih od cinka (a takav je i kobalt) dodatkom cink praha, kobalt se prevodi u sunđer metala zajedno sa bakrom, kadmijumom, niklom itd. Sunđeri metala sa značajnim stehiometrijskim viškom cink-praha u talogu od prečišćavanja, usmeravaju se u proces proizvodnje kadmijuma gde se rastvaraju, pa po odvajanju kadmijuma i bakra, kobalt, nikl i neki drugi katjoni se cementacijom pomoću stehiometrijskog viška cink praha ponovo prevode u sunđere, čime nastaje talog od prečišćavanja kobalta[5]. Ako se posmatra masa kobalta u talogu od prečišćavanja kobalta, zaključuje se da se u ovom talogu koncentriše oko 75% kobalta od ukupne mase kobalta u svim izlaznim talozima.

Ako bi rezultate dobijene u ispitivanju koje je trajalo četiri nedelje ekstrapolisali na rok od godinu dana, moglo bi se očekivati da se preradom prženca, kakav je u ovom periodu tretiran, u talogu od prečišćavanja kobalta sakupi oko dve tone kobalta. Zasnovanost ovakve procene zavisi od

ulaza kobalta, odnosno, porekla koncentrata koji se prerađuju, kao i efikasnosti procesa u fazi luženja prženca. U procesu luženja, koji je veoma složen i odgovoran za ukupne efekte hidrometalurške proizvodnje cinka, zbog mogućih poremećaja parametara, deo kobalta koji se usmerava u jarosit i Pb/Ag talog može biti i veći, a u pogledu vrsta koncentrata, često se prerađuju i oni siromašniji u kobaltu, pa se kao realnija može uzeti nešto niža procena godišnje količine kobalta u talogu od prečišćavanja kobalta, od oko 1,6 tona kobalta, što i dalje predstavlja komercijalno značajnu količinu ovog metala.

#### 4. ZAKLJUČAK

Kobalt je prateći metal u hidrometalurgiji cinka čiji sadržaj zavisi od porekla cink-koncentrata. U koncentratima koji su prerađivani u hidrometalurgiji cinka u Šapcu, sadržaj kobalta kreće se od 0,002% do 0,01%.

Hidrometalurški proces proizvodnje cinka je zatvoren kontinualni proces u koji kobalt ulazi kroz cink-prženac, a trajno ga napušta kroz karakteristične taloge i muljeve, i to: olovno-srebrni talog, jarosit talog, bakarni mulj i talog od prečišćavanja kobalta. Svi ostali talozi i rastvori koji se u procesu javljaju sadrže izvesne količine kobalta, ali ne napuštaju proces, pa zato ne participiraju u iznošenju kobalta iz procesa.

Da bi se utvrdila distribucija kobalta u hidrometalurškom procesu proizvodnje cinka u fabrici u Šapcu, odabrano je dvadesetjedno (21) tehnološki karakteristično mesto na kojim su u toku četiri nedelje trajanja ispitivanja uzorkovani rastvori, odnosno, muljevi i talozi. Od ovih uzoraka formirani su nedeljni reprezentativni kompozitni uzorci koji su analizirani na sadržaj kobalta.

Ispitivanjem je utvrđeno da se oko 80% od kobalta unetog u proces kroz prženac, zbog prirode i koncepcije hidrometalurškog postupka, usmerava u deo procesa u kome se proizvodi kadmijum i koncentriše u talogu od prečišćavanja kobalta i bakarnom mulju, dok ostatak od oko 20% kobalta proces napušta kroz olovno-srebrni talog i jarosit talog.

Aprksimativni bilans kobalta u procesu načinjen za posmatrani period od četiri nedelje, pokazao je značajno odstupanje masa kobalta na ulazu i izlazu iz procesa (175kg, prema 224kg). Ovo neslaganje objašnjava se nemogućnošću merenja nekih taloga i muljeva, velikim količinama sirovina, koje su neprekidno u procesu, i prirodom kontinualnog procesa hidrometalurške proizvodnje cinka.

Najveća količina kobalta u procesu sakuplja se u talogu od prečišćavanja kobalta (170kg u odnosu

na ukupni izlaz kobalta iz procesa od 224kg, odnosno, oko 76%), pa se ovaj talog može prihvatiti kao važan resurs kobalta u hidrometalurgiji cinka u Šapcu.

Ekstrapolacijom dobijenih jednomesečnih rezultata ispitivanja distribucije kobalta u hidrometalurgiji cinka u Šapcu na period od godinu dana, uzimajući u obzir i druge relevantne tehnološke uticaje, može se pretpostaviti da bi se u talogu od prečišćavanja kobalta sakupilo oko 1,6 tona kobalta što se ocenjuje kao komercijalno značajna količina ovo metala.

## 5. LITERATURA

- [1] Fastmarket <http://www.fastmarkets.com/zinc-analysis-and-research/zinc-analysis-forecast-q1-2013> (16.01.2014.)
- [2] D. Stanojević i saradnici (2005) Tehnološki fakultet u Zvorniku, Ekstrakcija korisnih metala u hidrometalurškoj proizvodnji cinka iz koncentrata Srebrenica, Projekat, Završni izveštaj za Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske.
- [3] D. Stanojević, L. Filipović-Petrović (2014) Doprinos integrisanoj valorizaciji metala u hidrometalurgiji cinka, Zastita materijala 55(1) 11-27.
- [4] Asian metal, Statistics, <http://www.asianmetal.com/news/viewNews.am?newsId=978768> (23.12. 2013)
- [5] R. Vračar (1997.) Ekstraktivna metalurgija cinka, Naučna knjiga, Beograd, 191-199
- [6] D. Panagapko, Canadian Minerals Yearbook (CMY) – 2009, Zinc, Minerals and Metals Sector, Natural Resources Canada 2009.
- [7] B. Nikolić, D. Vučurović, S. Ostojić, Obojena metalurgija Jugoslavije na kraju 20. veka, monografija, B. Nikolić, D. Stanojević (2002.) Poglavlje o cinku, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd, 43-59
- [8] D. Stanojević, M. Rajković, D. Tošković, M. Antonijević-Nikolić (2010) Industrijska prerada mesingane šljake u hidrometalurgiji cinka, Zastita materijala 50(3) 171-179.
- [9] Godišnji tehnološki izveštaji Fabrike cinka HI "Zorka" u Šapcu 1976-2000.
- [10] D. Stanojević, B. Nikolić, M. Todorović (2000) Evaluation of cobalt from cobaltic waste products from the production of electrolytic zinc and cadmium, Elsevier, Hydrometallurgy 54, 151-160
- [11] Budelse zinkfabriek, Budel (2009) Treatment of Residues and Precipitates of Hydrometallurgical Zinc Winning by DC Electric Smelting,
- [12] European Commission, European IPPC Bureau, Nonferrous metals industries, Draft reference document on Best available technique, (2009). Processes to produce lead, zinc and cadmium (plus Sb, Bi, In, Ge, Ga, As, Se, Te,) 437-500
- [13] А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий (1990) Аналитическая химия, Химия, Москва, 51-60.

## ABSTRACT

### COBALT DISTRIBUTION IN THE PROCESS OF HYDROMETALLURGICAL ZINC PRODUCTION

*Hydrometallurgical zinc production is based on processing sulphide concentrates which, beside zinc, contain a large number of other regular accompanied metals in zinc ores. Those are, usually, lead, cadmium, cobalt, nickel, antimony and some other, and the content of these metals vary depending on ore origin. The possibility of cobalt exploitation presented in sulphide zinc concentrates depends on specific contents in raw material, as well as the way this metal is distributed during the process, i.e. if it is concentrated, where and to which extent. In this paper, based on systematic analytical cobalt monitoring in solutions and precipitates, cobalt distribution in the process of hydrometallurgical zinc production is determined. It was stated that the main quantity of presented cobalt is collected in the treated cobalt precipitate out of cadmium production, that the precipitate contains about 0,85% of cobalt, while the contents of cobalt in other solutions and precipitates are uncomparable less. With these cobalt contents, the precipitate from cobalt treatment that is obtained in the course of the year in the process of hydrometallurgical zinc production in the factory in Šabac means commercially significant cobalt resource.*

**Keywords:** hydrometallurgical zinc production, cobalt distribution.

Scientific paper

Paper received: 20. 12. 2014.

Paper accepted: 14. 02. 2015.

Paper is available on the website: [www.idk.org.rs/casopis](http://www.idk.org.rs/casopis)