

DUŠAN STANOJEVI<sup>1\*</sup>, LEPA FILIPOVI -PETROVI<sup>2</sup>,  
MIRJANA ANTONIJEVI -NIKOLI<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 proučavanja 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 taloga 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.

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

### 1. UVOD

Cink spada u grupu najvažnijih obojenih metala. Među ovim metalima, posle aluminijuma i bakara, 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 proizvođača 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 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 značajne 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 različitih namena i materijala naročito itih 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

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 koje 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].

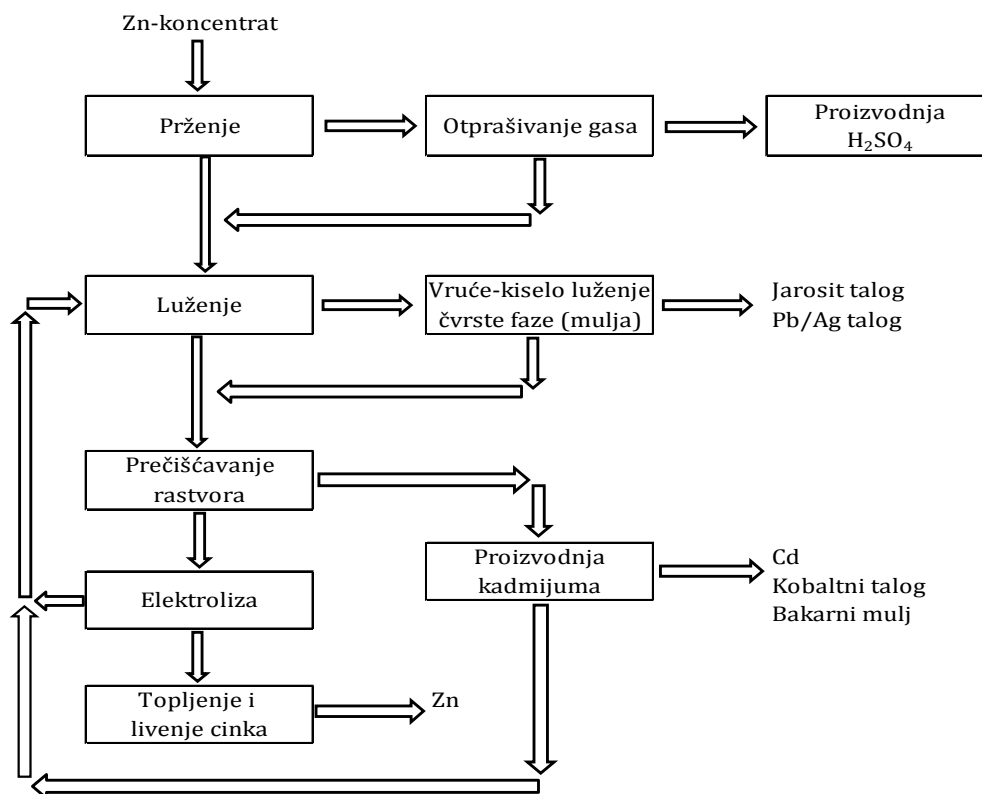
Prva faza hidrometalurškog procesa proizvodnje cinka predstavlja prženje koncentrata cinka u prisustvu viška vazduha u cilju potpunog prevođenja sulfida cinka u oksid. Pri tome, i sulfidi prate ih metala ponašaju se na isti način kao i sulfid cinka, tako da prženac koji nastaje u procesu prženja sadrži 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 prečišćava-

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 sunera metala, što je slučaj sa kadmijumom, bakrom, kobaltom, niklom i td. [10].

Prva faza (mulj) koja nastaje u procesu luženja sadrži i do 20% cinka, i značajne količine drugih metala, pa se podvrgava postupku „vrućekiselog 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. Prvu fazu koja ostaje posle vrućekiselog 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 sunera metala nastalih cementacijom, na posebnom delu postrojenja, dobija se kadmijum. Rastvori iz dela postrojenja na kome se proizvodi kadmijum, posle izdavanja 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 zakiseljen 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-shema 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 vrsta 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 vrste i te ne 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 te ne faze direktno je uzimana potrebna količina rastvora za analizu smatrajući da zbog homogenosti te ne faze, uzeta količina ima sastav reprezentativnog uzorka. Kod ovih vrstih uzoraka, nedeljni zbirni uzorci su prvo sušeni, zatim mleveni i mešani posle čega su postupkom redukcije mase metodom kupe, svođeni na količinu od oko 1kg. Ovako pripremljeni uzorci su smatrani reprezentativnim nedeljnim uzorcima vrste 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 jarosita i Pb/Ag taloga, analizirano je 13 vrsta uzoraka, od čega 7 taloga/muljeva i 6 rastvora. U procesu proizvodnje kadmijuma analizirano je 5 uzoraka, od kojih dva vrsta, a tri te na.

U okviru elektrolitičkog procesa analizirana su tri uzorka od kojih dva vrsta 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 svakoj fazi), dati su u procentima (%), dok je u tečnim uzorcima sadržaj kobalta izražen preko masene koncentracije ( $\text{g/dm}^3$ ). 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 videti i uvid u koncentracije kobalta u svim delovima procesa. Da bi se ocenile 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 mase ili zapremina, jer se radi o zatvorenom kontinualnom procesu sa mnoštvom povratnih struja, pristupilo se ocenjivanju i približnom izražavanju za bilans najvažnijih 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 izražava posredno, odnosno, približno, primenjujući ranije pomenute principe. Svi ostali talozi (mulj od neutralnog luženja, mulj od visokog stepena vrućeg kiselog luženja, talozi od I i II prečišćavanja iz lužionice, mulj iz hladnjaka i elektrolitički elija, iz elektrolize, i td.), kao i svi rastvori, vraćaju se u proces ili predstavljaju međusobnu 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 vru e-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 pre iš avanja	VI	0,043	0,071	0,053	0,053	0,0055
	Talog od II pre iš avanja	VII	0,13	0,14	0,15	0,10	0,13
	Rastvor od I vru e-kiselog luženja	VIII	0,0022	0,0019	0,0017	0,0020	0,0020
	Rastvor od II vru e-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 pre iš avanja	XII	0,0044	0,0022	0,0037	0,0030	0,0033
	Rastvor posle II pre iš avanja	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 pre iš avanja Co	XVII	0,27	0,30	0,10	0,18	0,21
	Talog od pre iš avanja 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 elektroliti kih elija	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 izra unat na bazi raspoloživih podataka i hemijskih analiza.

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

Ulaz		Masa, t	Prose ni 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 pre iš avanja Co	20	0,85	170	

Podaci iz tabele 3 pokazuju o igledno neslaganje izme u 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

te ne i masama vrste faze, koje se stalno nalaze u procesu. Imaju i u vidu da zapremina svih rastvora u fabrici u Šapcu prevazilazi 9.000m<sup>3</sup>, pri emu se u svakom momentu samo u rastvorima nalazi izme u 500 i 600 tona cinka, da se u toku meseca proizvede oko 2.400t cinka, a utroši izme u 4,700 i 5.200t prženca, jasno je da je nemogu e u toku ispitivanja, koje traje 4 nedelje, izbe i uticaj "inercije" procesa u kome se na po-

etku perioda posmatranja, u raznim fazama, ve nalazila velika koli ina (po sastavu možda i znatno druga njih) sirovina. Iz istih razloga, i koli ina kobalta u procesu koja poti e iz perioda pre po etka posmaranja, može biti npr. ve a (kao što je u ovom istraživanju verovatno i bio slu aj), 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 zna ajno smanjila, ime bi bilansiranje kobalta dobilo na ta nosti, me utim, tehni kih mogu nosti za to nije bilo. Istovremeno, u ra unanju koli ina kobalta na bazi etvoronedelnog preseka 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 izra unavanja podrazumeva se da je kapacitet sa kojim je postrojenje radilo sve vreme bio konstantan, što nije sasvim ta no.

Dodatno, izvo enje ta nog bilansa otežava i izostanak merenja dva po masama zna ajna izlazna taloga (olovno-srebrnog i jarosit taloga), ali je ovaj uticaj, zbog niskog sadržaja kobalta u njima, manje važan.

Uprkos zna ajnoj ustanovljenoj razlici u koli inama kobalta na ulazu i izlazu iz procesa, o igledno je da glavnina kobalta u procesu usmerena na jedan izlazni talog, a to je talog od pre iš avanja 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 te nu fazu. U daljem procesu, pre iš avanjem nastale te ne faze od katjona elektropozitivnijih od cinka (a takav je i kobalt) dodatkom cink praha, kobalt se prevodi u sun er metala zajedno sa bakrom, kadmijumom, niklom itd. Sun eri metala sa zna ajnim stehiometrijskim viškom cink-praha u talogu od pre iš avanja, usmeravaju se u proces proizvodnje kadmijuma gde se rastvaraju, pa po odvajanju kadmijuma i bakra, kobalt, nikl i neki drugi katjoni se cementacijom pomo u stehiometrijskog viška cink praha ponovo prevode u sun ere, ime nastaje talog od pre iš avanja kobalta[5]. Ako se posmatra masa kobalta u talogu od pre iš avanja kobalta, zaklju uje 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 etiri nedelje ekstrapolisali na rok od godinu dana, moglo bi se o ekivati da se preradom prženca, kakav je u ovom periodu tretiran, u talogu od pre iš avanja kobalta sakupi oko dve tone kobalta. Zasnovanost ovakve procene zavisi od

ulaza kobalta, odnosno, porekla koncentrata koji se prera uju, kao i efikasnosti procesa u fazi luženja prženca. U procesu luženja, koji je veoma složen i odgovoran za ukupne efekte hidrometalurške proizvodnje cinka, zbog mogu ih poreme aja parametara, deo kobalta koji se usmerava u jarosit i Pb/Ag talog može biti i ve i, a u pogledu vrsta koncentrata, esto se prera uju i oni siromašniji u kobaltu, pa se kao realnija može uzeti nešto niža procena godišnje koli ine kobalta u talogu od pre iš avanja kobalta, od oko 1,6 tona kobalta, što i dalje predstavlja komercijalno zna ajnu koli inu ovog metala.

#### 4. ZAKLJU AK

Kobalt je prate i metal u hidrometalurgiji cinka iji sadržaj zavisi od porekla cink-koncentrata. U koncentratima koji su prera ivani u hidrometalugiji cinka u Šapcu, sadržaj kobalta kre e 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 karakteristi ne taloge i muljeve, i to: olovno-srebrni talog, jarosit talog, bakarni mulj i talog od pre iš avanja kobalta. Svi ostali talozi i rastvori koji se u procesu javljaju sadrže izvesne koli ine 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 katrakteristi no mesto na kojim su u toku etiri nedelje trajanja ispitivanja uzorkovani rastvori, odnosno, muljevi i talozi. Od ovih uzoraka formirani su nedeljni reperezentativni kompozitni uzorci koji su analizirani na sadržaj kobalta.

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

Aproksimativni bilans kobalta u procesu nainjen za posmatrani period od etiri nedelje, pokazao je zna ajno odstupanje masa kobalta na ulazu i izlazu iz procesa (175kg, prema 224kg). Ovo neslaganje objašnjava se nemogu noš u merenja nekih taloga i muljeva, velikim koli inama sirovina, koje su neprekidno u procesu, i prirodom kontinualnog procesa hidrometalurške proizvodnje cinka.

Najve a koli ina kobalta u procesu sakuplja se u talogu od pre iš avanja 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 jednomese nih rezultata ispitivanja distribucije kobalta u hidrometalurgiji cinka u Šapcu na period od godinu dana, uzimaju i u obzir i druge relevantne tehnološke uticaje, može se pretpostaviti da bi se u talogu od pre iš avanja kobalta sakupilo oko 1,6 tona kobalta što se ocenjuje kao komercijalno zna ajna koli ina ovo metala.

## 5. LITERATURA

- [1] Fastmarket <http://www.fastmarkets.com/zinc-analysis-and-research/zinc-analysis-forecast-q1-2013> (16.01.2014.)
- [2] D. Stanojevi 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. Stanojevi , L. Filipovi -Petrovi (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. Vra ar (1997.) Ekstraktivna metalurgija cinka, Nau na knjiga, Beograd, 191-199
- [6] D. Panagapko, Canadian Minerals Yearbook (CMY) – 2009, Zinc, Minerals and Metals Sector, Natural Resources Canada 2009.
- [7] B. Nikoli , D. Vu urovi , S. Ostoji , Obojena metalurgija Jugoslavije na kraju 20. veka, monografija, B. Nikoli , D. Stanojevi (2002.) Poglavlje o cinku, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd, 43-59
- [8] D. Stanojevi , M. Rajkovi , D.Toškovi , M. Antonijevi -Nikoli (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. Stanojevi , B. Nikoli , M. Todorovi (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] . . . . . (1990) - , 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)*