

MIROSLAV SOKIĆ¹, ILIJA ILIĆ²,
ZVONKO GULIŠIJA¹, NADA ŠTRBAC³,
VASO MANOJLOVIĆ¹

Stručni rad
UDC: 669.37.004.8

Postupci prerade sekundarnih sirovina bakra

Tehnološki postupci prerade sekundarnih sirovina bakra uključuju dva osnovna stupnja: preipremu bakarnih otpadaka i njihovu dalju metaluršku preradu. Za pripremu bakarnih otpadaka koriste se različiti postupci u zavisnosti od vrste i kvaliteta sekundarne sirovine. Priprema bakarnih provodnika obuhvata rezanje, drobljenje, vazdusnu separaciju i prosejavanje sa ciljem odvajanja bakra od izolacije. Masingana šljaka se melje, a potom odvaja metalna od oksidne faze. Pripreme strugotine uključuje sortiranje, prosejavanje, odmašćivanje, magnetnu separaciju i briketiranje. Proces pripreme elektronskog otpada je složeniji i sastoji se od drobljenja, soriranja, magnetne separacije, kalcinacije, sagorevanja, usitnjavanja i uzorkovanja. Sve operacije pripreme utiču na kvalitet metalurške prerade, odnosno na kvalitet proizvoda.

Ključne reči: sekundarne sirovine bakra, reciklaža, postupci pripreme

1. UVOD

Značaj korišćenja sekundarnih sirovina obojenih metala se ogleda u ekonomskim efektima kroz očuvanje primarnih resursa, uštedi energije i sprečavanju zagađivanja životne sredine [1-3]. Široka primena bakra uslovljava nastajanje sekundarnih sirovina bakra različitog sastava i oblika [4]. Najvažniji otpadni materijali koji nastaju u proizvodnji i preradi bakra su metalni otpaci od bakra i njegovih legura, otpaci od bakarnih kablova i provodnika, šljake, strugotine i prašine iz proizvodnje i prerade katodnog bakra i bakarnih legura, pre svega mesinga, elektronski otpad i dr. [5]. Pored bakra, bakarni otpadak sadrži i druge elemente kao što su olovo, cink, kalaj, železo, plastika i dr. S obzirom na heterogenost bakarnih sekundarnih sirovina, pravilno razvrstavanje i klasifikacija je veoma značajna jer obezbeđuje jednostavniju i efikasniju preradu i dobijanje proizvoda višeg kvaliteta. Izbor tehnologije pripreme i metalurške prerade zavisi od vrste i kvaliteta bakarne sekundarne sirovine.

2. PRIPREMA SEKUNDARNIH SIROVINA BAKRA

Pod pripremom otpadaka bakra i bakarnih legura podrazumeva se njihovo dovođenje u stanje koje će obezbediti efikasnu metaluršku preradu. To podrazumeva dovođenje otpadaka na standardne gabarite i krupnoću, odvajanje železnih i nemetalnih delova od osnovne mase metala, odmašćivanje, odstranjenje

vlage i dr. Savesna i kvalitetna priprema otpadaka doprinosi minimalnim gubicima metala pri metalurškoj preradi, sniženju potrošnje goriva, električne energije, topitelja, efikasnijem korišćenju metalurške opreme, transportnih uređaja, povećanju proizvodnosti agregata i kvaliteta dobijenih metala i legura [6].

Priprema otpadaka bakra i bakarnih legura uključuje sortiranje, elektromagnetnu separaciju, razdvajanje, odmašćivanje i sušenje, briketiranje, elektrostatičku separaciju i dr. u zavisnosti od vrste sekundarne sirovine [5,7].

Kod operacija pripreme otpadaka bakra i legura bakra za metaluršku preradu posebnu pažnju treba posvetiti sortiranju, obzirom da se često u istoj livnici prerađuju različite vrste legura: mesing, kalajna bronza, aluminijumska bronza i sl. Mešanje otpadaka legura različitog hemijskog sastava dovodi do povećanja nepoželjnih primesa u krajnjoj leguri. Takvi se materijali ne mogu iskoristiti za dobijanje odlivaka određenog kvaliteta. Sortiranje je, dakle, jedan od preduslova za pravilno korišćenje ovih vrsta otpadaka. Otpaci se moraju razvrstati i prema krupnoći da bi se gubitak pri topljenju usled ogorevanja sveo na minimum.

Radi što boljeg iskorišćenja bakarnog otpadka pri metalurškoj preradi, potrebno ga je razvrstati u četiri osnovne grupe:

- bakarni otpaci,
- mesingani otpaci,
- bronzani otpaci i
- otpaci ostalih legura bakra.

Ovakva klasifikacija skraćuje ciklus prerade otpadaka i omogućava direktnu preradu otpadaka bakra i njegovih legura u odgovarajuće polufabrikate. Dakle, bakarni otpaci se prerađuju u bakarne ili legirane po-

Adrese autora: ¹ITNMS, Beograd, Franše D'Eperea 86, ²Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, ³Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet, Bor

Primljeno za publikovanje: 19. 05. 2013.

Prihvaćeno za publikovanje: 25. 07. 2013.

luproizvode, mesingani otpaci u mesingane poluproizvode itd. Ovakvim načinom prerade iskorišćavaju se svi metali prisutni u legurama, uz neizbežne minimalne gubitke uslovljene tehnološkim procesom.

Pri pretapanju opiljaka, strugotine i sitnijih komada mora se voditi računa o gubicima usled odgorevanja, koji zavise od vrste peći, goriva, vremena topljenja i krupnoće materijala. Odgorevanje pri pretapanju može iznositi i do 15%.

2.1. Priprema šljake

Mesingana šljaka je sirovina različitog hemijskog i granulometrijskog sastava. Najčešće sadrži 40-60% metalnih čestica, od čega je 30-50% bakra [5,8]. Ostatak su oksidi cinka ili drugih metala, kao i topitelji, pesak i vatrostalni materijali. Metalna faza je uglavnom sadržana u krupnoj frakciji, pa se javlja potreba odvajanja krupne frakcije od sitnije nemetalne radi njene efikasnije metalurške prerade.

Postupak pripreme šljake za topljenje u metalurškim agregatima obuhvata sušenje, usitnjavanje i separaciju metalnih od nemetalnih čestica.

S obzirom da u proizvodnim uslovima mesingana šljaka sadrži od 10-15% vlage, neophodno je njeno sušenje, pri čemu se sadržaj vlage smanjuje na 1-2%. Veći sadržaj vlage uzrokuje neefikasno mlevenje, pa se iz tog razloga sušenje primenjuje kao pripremna operacija pre mlevenja. Najrasprostranjeniji uređaji za sušenje su obrtni bubnjaste sušare.

Temperatura gasa pri sušenju bronzanih i mesinganih strugotina i šljaka na ulazu iznosi 700-800°C, a na izlazu 300-400°C. Dimni gas koji odlazi u dimohvatač predstavlja mešavinu produkata sagorevanja goriva i isparljivih materijala koji se suši na radnoj temperaturi, sa udelom prašine koja se hvata u ciklonu.

Šljaka je nakon sušenja oslobođena vlage i pogodna je za usitnjavanje. Tokom usitnjavanja obrazuje se sitna nemetalna frakcija koja se od metalne faze odstranjuje na dva načina:

- otisavanjem i hvatanjem u sistemu ciklona i filtera tokom mlevenja i
- naknadnim prosejavanjem na vibracionom situ.

U prvom slučaju za vreme mlevenja ventilator iz mlina izvlači prašinu koja dospeva u sistem za otprašivanje. Krupnije čestice prašine obaraju se u ciklonu, a sitnije u vrećastom filteru.

Po završenom mlevenju u mlinu zaostaju metalne čestice mesinga sa malom količinom nečistoća i dalje se koriste u livnicama bakra i bakarnih legura kao šarža za dobijanje mesinga. Mesingana prašina iz ciklona i filtera tretira se i prerađuje kao niskokvalitetni bakarni otpadak.

U drugom slučaju se nakon mlevenja usitnjena šljaka prosejava na situ, pri čemu se dobijaju dva proizvoda:

- krupna frakcija sa 95-98% metala, koji se direktno topi u metalurškim agregatima i
- sitna frakcija sa 12-16% metala u oksidnom obliku, topitelja, peska i vatrostalnog materijala. Sitna frakcija se može prerađivati na dva načina:
 1. postupkom mokre mehaničke separacije sitna frakcija se razdvaja u dva proizvoda:
 - sitna metalna faza sa 90-95% metala, koja se može direktno topiti posle sušenja i okrupnjavanja;
 - nemetalna faza sa manje od 2% bakra i visokim sadržajem cinka ako se radi o mesinganim šljakama; sadržaj cinka je veći od 50%; ova frakcija se može prerađivati u topionicama cinka ili se, eventualno koristi za proizvodnju soli.

Ovim postupkom prerade, praktično, sav bakar se prevodi u oblik pogodan za topljenje i direktno se može iskoristiti u vidu legura. Na ovaj način u potpunosti se izbegava rafinacija. Deo cinka koji je vezan za bakar u vidu mesinga, takođe se može direktno iskoristiti. Ostatak cinka u vidu koncentrata sa više od 50% cinka koristi se u topionicama cinka.

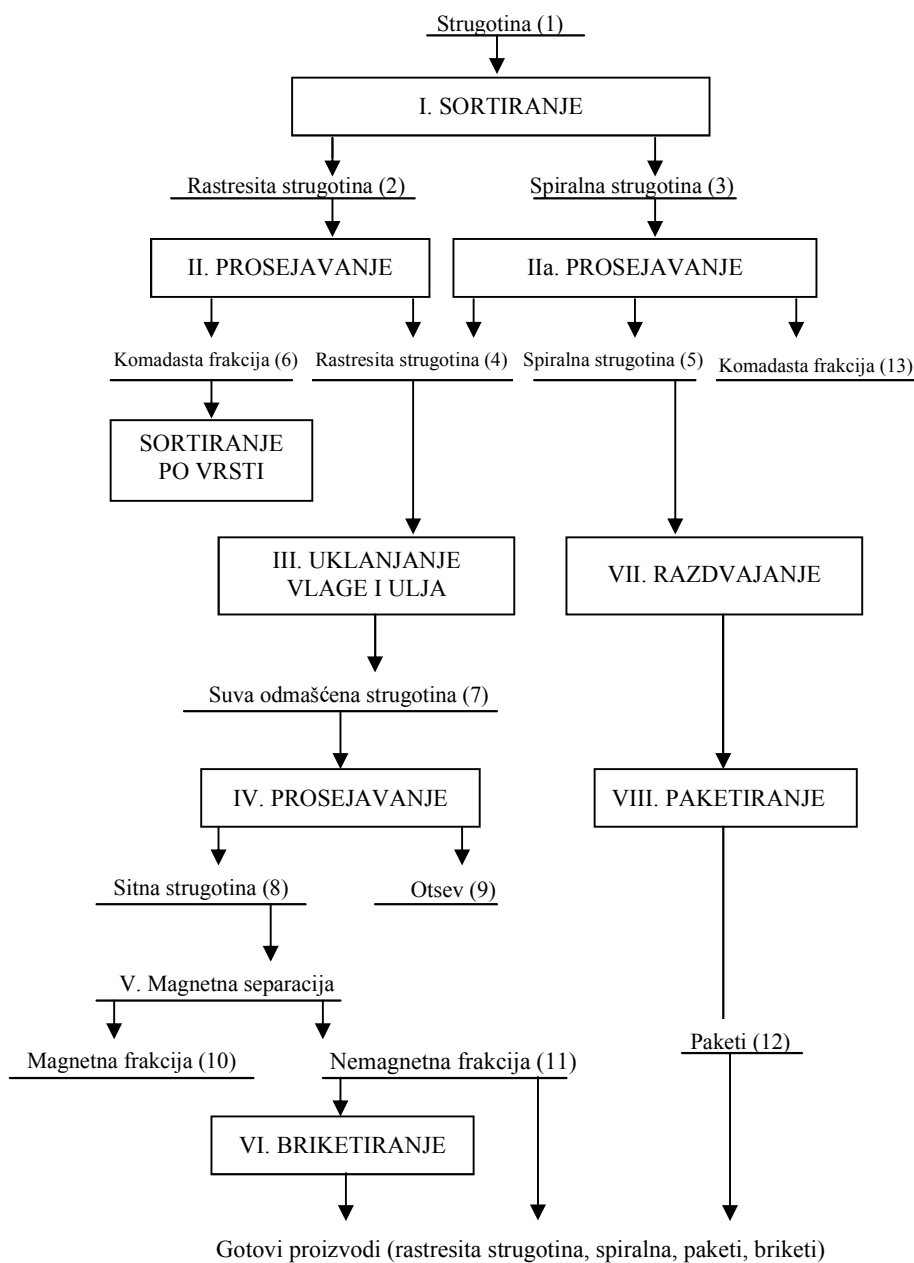
2. sitna frakcija šljake može se koristiti se za proizvodnju soli cinka, pri čemu bakar ostaje u vidu bakarnog mulja sa 70-85% bakra koji se dalje prerađuje u topionicama bakra.

2.2. Priprema strugotine

Pri obradi odlivaka od bakra i njegovih legura obrazuje se strugotina u količini koja može dostići i do 60% od mase odlivaka [4,5]. Strugotine različitog hemijskog sastava moraju se razdvajati na mestima nastajanja kako bi se olakšala njihova prerada. S obzirom na raznolikost nastajanja strugotina, iste su redovno zaprljane rashladnim fluidima, mastima, gvozdanim uključcima i dr, što otežava njihovu preradu. Rastresita i spiralna strugotina se skladište odvojeno i za metaluršku preradu pripremaju na različite načine (slika 1).

Spiralna strugotina se najpre prosejava na uređaju sa dva sita u cilju odvajanja rastresite strugotine, spiralne strugotine i komada metala i nemetalnih uključaka. Potom se prosejana spiralna strugotina paketiira i otprema u paketima u metalurške pogone.

Prosejavanje rastresite strugotine vrši se na uređaju za prosejavanje sa jednim sitom, u cilju odvajanja komadaste frakcije. Prosejana rastresita strugotina zatim ide na operaciju uklanjanja vlage i ulja. Za odstranjivanje vlage i masti iz strugotine primenjuje se centrifugiranje, ispiranje u toploj vodi ili baznim rastvorima i sušenje u zagrevnim pećima. Nakon centrifugiranja strugotina ima 2,3-2,4% vlage. Ispiranje strugotine toplom vodom ili baznim rastvorom i njeno naknadno sušenje sastavni je deo detaljne pripreme za dalju preradu. Kao bazni rastvor najčešće se koristi 3%-ni rastvor natrijum-karbonata.



Slika 1 - Tehnološki postupak pripreme strugotine bakra i legura bakra

Suva i odmaščena strugotina ide na uređaj za prosejavanje radi odvajanja krupne i sitne frakcije. Krupna strugotina se pretapa, a sitna odlazi na magnetnu separaciju radi odvajanja magnetne frakcije, a nemagnetna frakcija briketira. Skoro uvek, pre briketiranja, vrši se sušenje strugotine, najčešće u bubnjastim obrtnim pećima radi uklanjanja zaostale vlage i masti.

Briketiranje hladne ili tople strugotine predstavlja mehaničko okrupnjavanje iste u cilju dobijanje kompaktnih briketa koji omogućuju brže i lakše šaržiranje agregata i u znatnoj meri smanjuju odgor osnovnih

legirajućih elemenata. Briketiranju se podvrgavaju suve, neoksidisane i prečišćene strugotine.

Briketi dobijeni hladnim presovanjem imaju nisku čvrstoću, sadrže u sebi emulziju za hlađenje i druge primese koje im snižavaju kvalitet. Radi dobijanja čvršćih briketa vrši se prethodno zagrevanje strugotine. Pri zagrevanju na 600-750°C iz nje se lako udaljavaju organske primese, što je vrlo važno za poboljšanje kvaliteta briketa.

Briketi dobijeni presovanjem prethodno zagrejane strugotine odlikuju se povišenom čvrstoćom i visokom gustinom. Oksidacija strugotine pri zagrevanju

može biti izbegnuta ako temperatura zagrevanja ne prelazi 750°C i ako je atmosfera u zagreivnoj peći redukciona ili neutralna.

2.3. Priprema kablova i provodnika

Ova vrsta otpadaka potiče najvećim delom iz pogona za proizvodnju kablova i provodnika, a manjim delom iz pogona za ugradnju provodnika u aparate i uređaje [5].

Cilj pripreme kablova i provodnika sa izolacijom je odvajanje obojenih metala od izolacije. Na slici 2 prikazan je tehnološki postupak pripreme provodnika. Otpadak od provodnika prvo se podvrgava separaciji gde se odvajaju bakarni provodnici od ostalih vrsta provodnika. Bakarni provodnici odlaze na rezanje i drobljenje, a nakon toga na vazдушnu separaciju gde se izdvajaju krupnije bakarne čestice. Iz mešavine sitnijih bakarnih čestica sa izolacijom prosejavanjem se odvajaju bakarni opiljci od izolacije.

2.4. Priprema mešanog otpatka

Sakupljački bakarni otpadak je dosta raznovrstan, kako po sastavu, tako i po krupnoći. Najčešće je mešavina različitih vrsta otpadaka: kablova, žice sa izolacijom ili bez nje, odlivaka, prašine kao i drugih metalnih i nemetalnih delova kao što su železo, drvo, opeka, livnički pesak i dr.

Postupak pripreme mešanog otpatka treba da omogući izdvajanje bakarnog, mesinganog i bronzanog otpatka u posebne metalne frakcije koje će se daljim metalurškim tretmanom dovesti do legure određenog kvaliteta.

Budući da se radi o pripremi metalnih otpadaka bakra i bakarnih legura, postupak je baziran na sledećim principima:

- izdvajanju iz otpatka za preradu nepoželjnih elemenata po obliku, sastavu i gabaritima (železni delovi, nemetali, ozidi i beton)
- unificiranju preostalog dela po krupnoći drobljenjem uz snažno otresanje prilepljenih ili privarenih delova, čime se praktično razdvajaju spojeni komadi
- separaciji – razdvajanju na frakcije prema hemijskom sastavu pomoću elektromagnetnih separatora.

Mokar mešani otpadak pre pripreme se suši, a potom skladišti u šaržni bunker koji je snabdeven vibracionim tresaćem radi lakšeg pražnjenja materijala.

Materijal preko zaštitne rešetke ulazi u bunker odakle se trakom prebacuje do drobilice. Materijal koji zaostaje na rešetki se skida, ručno usitnjava i vraća u proces na drobljenje. Nakon drobljenja, materijal se prosejava na dva sita, gde se vrši klasiranje i dobijaju tri frakcije, krupna, srednja i sitna.



Slika 2 - Tehnološki postupak pripreme provodnika struje

Materijal srednje klase krupnoće odlazi na dalje klasiranje, dok sitna frakcija prolazi kroz pneumatski separator, gde se izdvaja frakcija sitnija od 1 mm. Frakcija +1 mm se priključuje glavnoj liniji prerade i podvrgava separaciji po vrstama metalne frakcije. Za tu svrhu danas su razvijeni specijalni elektromagnetni separatori.

Krupna frakcija odlazi na topljenje ukoliko je homogenog hemijskog sastava, a u koliko je mešavina više vrsta metala vraća se na ponovno drobljenje i pridružuje srednjoj frakciji. Sitna frakcija uhvaćena u ciklonu i filteru, odlazi na mokru separaciju.

2.5. Priprema elektronskog otpada

Elektronski otpad nastaje pri proizvodnji elektronskih uređaja i izbacivanjem iz upotrebe istrošenih elektronskih proizvoda kao što su personalni računari, štampane ploče i konektori. Sa aspekta sastava, elektronski otpad je mešavina različitih metala, prvenstveno bakra, aluminijuma, železa, kalaja, olova i plemenitih metala, vezanih sa različitim vrstama plastike i keramike. Njegova reciklaža se, generalno, sastoji iz tri osnovna stupnja: pripreme, prerade i rafinacije.

Uobičajeni korak u fazi pripreme elektronskog otpada je mehanički tretman u cilju smanjenja ukupne mase materijala i odvajanja frakcija [5,9-10], koji podrazumeva drobljenje i mlevenje primenom različitih tipova drobilica, mlinova i separatora. U nekim slučajevima, pre samog mehaničkog tretmana, vrši se ručno rasklapanje i sortiranje otpada.

Nakon sortiranja višekomponentnog elektronskog otpada, vrši se njegovo usitnjavanje i separacija, iza čega sledi proces koji se sastoji iz dva stadijuma: separacija nemetalnih komponenata u feromagnetnom rastvoru na bazi kerozina i separacija metalnih delova u feromagnetnom rastvoru određene gustine kako bi se dobio koncentrat aluminijuma i druga frakcija koja sadrži bakar, olovo, kalaj itd. Krajnji proizvod magnetno-hidrostatičke separacije može se iskoristiti za proizvodnju kalajnih bronzi. Materijalne frakcije dobijene mehaničkim tretmanom već su obogaćene na sadržaju pojedinih metala. Oni se dalje moraju koncentrisati i prerađivati pirometalurški, hidrometalurški i elektrohemijski [9].

Pirometalurška prerada elektronskog otpada uključuje spaljivanje, topljenje u pećima različite konstrukcije, uklanjanje primesa, sunterovanje, topljenje i reakcije u gasnoj fazi na visokim temperaturama.

Osnovne operacije pri hidrometalurškom tretmanu sastoje se iz serije luženja fino podeljenog čvrstog materijala, nakon čega se vrši separacija tako dobijenih rastvora putem solvent ekstrakcije, precipitacije, cementacije, jonske izmene, filtracije i destilacije, kako bi se izolovali i koncentrisali joni korisnih metala. Dalje se vrši elektrolitička rafinacija, redukcija ili kristalizacija radi dobijanja određenog metala.

Elektrohemijski postupci se u većini slučajeva koriste u završnoj fazi prečišćavanja što za cilj ima dobijanje čistog metala. Ukoliko su metali koncentrisani hidrometalurškim metodama, mogu se iz rastvora elektrodepozicijom istaložiti na inertnu katodu. Bakarne anode dobijene pirometalurškom preradom sadrže plemenite metale i elektrolitičkom rafinacijom se bakar prečišćava tako što se najpre rastvara, a potom taloži kao čist metal na katodi. Plemeniti metali ostaju u anodnom mulju koji se potom prerađuje u cilju dobijanja zlata, srebra, platine i paladijuma.

3. METALURŠKA PRERADA SEKUNDARNIH SIROVINA BAKRA

Pripremljen otpadak bakra i legura bakra predstavlja vrednu sirovinu za dalju metaluršku preradu u livnicama. Sve operacije pripreme neposredno utiču na kvalitet metalurške prerade, a samim tim i na kvalitet dobijenih proizvoda.

Kod dobijanja određene vrste legure direktno iz otpadaka, moramo se pridržavati niza operacija i procesa kojima otklanjamo nepoželjne primese, sprečavamo gubitke radi što boljeg iskorišćenja osnovnog materijala, uz minimalni utrošak energije i vremena, da bismo kao krajnji proizvod dobili metal ili leguru garantovanog hemijskog sastava.

Pored osnovnih sirovina, prilikom topljenja, moraju se koristiti i određeni pomoćni materijali u cilju dobijanja kvalitetnih odlivaka. Pomoćni materijali treba da zaštite osnovni materijal od oksidacije i upijanja gasova, kao i da odstrane nečistoće i gasove. Osim toga, isti treba da omoguće stvaranje što bolje strukture materijala modifikacijom u tečnom stanju. Kao modifikatori pri proizvodnji bakarnih legura koriste se teško topivi metali (Ti, V, Mo, W idr.).

Da bi se obezbedila odgovarajuća čistoća istopljenog metala, moraju se preduzeti mere zaštite prilikom topljenja. Istopljeni metal upija gasove stvarajući okside. Drveni ugalj je najjednostavnije sredstvo za zaštitu bakra. Njegovom primenom se na površini rastopa stvara redukciona atmosfera i sprečava obrazovanje oksida bakra. Vrlo često je materijal, pre šaržiranja u peć, zaprljan izvasnom količinom apsorbovanih gasova, pre svega vodonikom. Oni se pri topljenju moraju odstraniti. Jedan od efikasnih načina uklanjanja gasova iz istopljenog metala je produvanje metala inertnim gasom, najčešća azotom. Azot ne samo da služi za degazaciju, već istovremeno služi i za prečišćavanje materijala od nemetalnih uključaka i metalnih oksida prisutnih u istopljenom metalu.

Osnovno pravilo koje važi za topljenje je da se pre početka šaržiranja peć dobro zagreje radi što bržeg obrazovanja tečne faze i topljenja sitnih komada, čime se izbegava preterana oksidacija prilikom

topljenja. Pri zagrevanju peći pa sve do topljenja metala korisna je redukciona atmosfera u peći, dok je nakon topljenja, u peći poželjna slabo oksidaciona atmosfera.

Za topljenje pripremljenih sekundarnih sirovina u cilju dobijanja legura na bazi bakra koriste se rezni agregati: šahtne peći, konvertori, plamene (lončaste i koritaste) peći, kratke bubnjaste peći i električne peći (elektrolučne, elektrootporne, indukcione) [1].

U konvertorima se mogu prerađivati sekundarne bakarne sirovine sa sadržajem bakra preko 96% (odmašćen Cu špon, paljena žica i bez izolacije, stari bakar, blister idr.).

U peći za plamenu rafinaciju bakra, zajedno sa blister bakrom, uz korišćenje dopunskog zagrevanja, može se prerađivati sekundarni bakar sa sadržajem bakra preko 99,6% (odmašćen Cu špon, Cu otpadak i dr.). Nestandardne, niskokvalitetne sitnozrne bakarne sekundarne sirovine (šljake, cementni muljevi, prašine i dr.) mogu se prerađivati preko plamenih peći zajedno sa bakarnim pržencem.

Sitnozrne nestandardne bakronosne sirovine, kao i mešani bakarni otpadak različite granulacije, prerađuje se u šahtnim pećima, obrtnim plamenim pećima i dr. U šahtnoj peći mogu se prerađivati, pored nestandardnih sitnozrnih sirovina (koje se prethodno okrupne) i krupnokomadaste sekundarne sirovine različite granulacije bogate bakrom (do 99% Cu i više) kao i sekundarne sirovine na bazi bakarnih legura. U kratkobubnjastim plamenim pećima najčešće se tope mesing i bronza uz legiranje radi dobijanja legura standardnog kvaliteta. Obično sadrže cevi za ubacivanje vazduha pod pritiskom radi oksidacije primesa.

Topljenje u indukcionim pećima je jednostavnije u odnosu na prethodne postupke topljenja. Indukcione peći mogu biti kanalne i lončaste i najviše se koriste za topljenje mesinga i bakra.

Zahvalnica

Prikazani rezultati predstavljaju deo istraživanja u okviru projekata TR34023 i TR34002 čiju realizaciju finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Muchova, L., Eder, P., Villanueva, A. (2011). End-of-waste Criteria for Copper and Copper Alloy Scrap: Technical Proposals. JRC Scientific and Technical Report, Scientific and Technical Research series – ISSN 1018-5593, ISBN 978-92-79-19922-6
- [2] Jacobi, J.S. (1980). Recent Developments in the Recovery of copper, and Associated Metals from Secondary Sources. *Journal of metals*, 10-14.
- [3] Shamsuddin, M. (1986). Metal Recovery from Scrap and Waste. *Journal of metals*, 24-31.
- [4] Ilić, I., Stopić, S., Radovanović, N., Anđić, Z., Tasić, M. (2000). Prerada nestandardnog metalnog otpada niskog kvaliteta u cilju valorizacije bakra i njegovih legura. *Tehnika-RGM*, 13-19.
- [5] Ilić, I., Gulišija, Z., Sokić, M. (2010). Reciklaža metalčnih sekundarnih sirovina. *Monografija, ITNMS*, 260.
- [6] Friedrich, B., Kräutlein, Ch. (2006). Melt treatment of copper and aluminum – the complex step before casting. *Metalurgija – Journal of Metallurgy*, 251-266.
- [7] Kuprjakov, J., Radzihovski, V.A. (1988). Sbor i zagotovka loma i othodov cvetnih mketallov. *Metalurgija, Moskva*
- [8] Matković, V., Šaljić, L., Sokić, M., Ratković, S., Pašalić, S. (1995) Valorizacija cinka iz mesinganih šljaka, *Monografija: Recikliranje otpadnog materijala i sekundarnih sirovina u funkciji zaštite životne sredine*, Beograd, 182-187.
- [9] A. Mitovski, M. Sokić, N. Štrbac, D. Živković, Lj. Balanović, *Aktuelne metode dobijanja metala iz elektronskog otpada, Ecologica*, 19, 65 (2012) 30-36.
- [10] Dunning B.W., *Precious metals recovery from electronic scrap and solder used in electronics manufacture, Precious metals Recovery Low Grade Resource, IC 9059 (Washington, D.C.: U.S.: Bureau of Mines, 1986), 44-56.*

ABSTRACT

PROCEDURES FOR PROCESSING OF COPPER SECONDARY RAW MATERIALS

The technological procedures for copper secondary raw materials processing include two basic stages: pretreatment of the copper waste and its further metallurgical processing. For copper waste pretreatment technology, there are different applied procedures depending on the type of raw material. Scrap of copper cables and wires preparation includes cutting, crushing, air separation and sieving; with the aim of separating the copper from the electrical insulation. The brass slag is grinded, followed by separation metal from oxide components. Chips preparation includes sorting, sieving, degreasing, magnetic separation, and briquetting. The process of electronic scrap preparing is more complex and consists of crushing, sorting, magnetic separation, calcination, combustion, shredding, and sampling. All operations of pretreatment are influencing the quality of metallurgical processing.

Key words: copper secondary raw materials, recycling, pretreatment procedures

Professional paper

Received for Publication: 19. 05. 2013.

Accepted for Publication: 25. 07. 2013.