

# FINANČNI PRIHRANEK IN EKOLOŠKI UČINKI OBDELAVE POSNEMKOV IZ SEKUNDARNEGA LITJA V TOVARNI IMPOL, d.d.

## ECONOMIC AND ECOLOGICAL ADVANTAGES OF ALUMINUM DROSS TREATMENT IN IMPOL d.d.

**Varužan Kevorkijan<sup>1</sup>, Rajko Šafhalter<sup>2</sup>, Jernej Čokl<sup>2</sup>, Vlado Leskovar<sup>2</sup>,  
Keith Watkins<sup>3</sup>, Wolfram S. Ruff<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Zasebni raziskovalec, Lackova 139, 2341 Limbuš, Slovenija

<sup>2</sup>Impol, d.d., Partizanska 38, 2310 Slovenska Bistrica, Slovenija

<sup>3</sup>Altek International, Inc. 314 Exton Commons, Exton, PA 19 341, ZDA

*Prejem rokopisa - received: 1998-11-10; sprejem za objavo - accepted for publications: 1998-11-25*

Posnemki iz primarnega in sekundarnega litja aluminija povzročajo v livarnah precejšnje stroške zaradi ustreznega skladiščenja, velikih izgub (tudi do 80%) aluminijevih zlitin, zajetih v posnemkih, in navsezadnje zaradi njihovega škodljivega vpliva na okolje. Pravilno zastavljena tehnologija obdelave posnemkov iz primarnega in sekundarnega litja omogoča, da se izgube aluminijeve zlitine zmanjšajo za več kot polovico in učinkovito odpravijo vsi negativni vplivi na okolje. Posnemki iz sekundarnega litja vsebujejo tudi do 80% aluminijeve zlitine, ki jo je treba regenerirati v čim večjem obsegu. V PE Livarna Impol, d.d., posnemke iz sekundarnega litja takoj obdelamo z Altekovo stiskalno napravo, ki učinkovito iztiska Al-talino iz stisnjencev. Tako regeneriramo do 15% aluminijeve zlitine (glede na količino žlindre), ki jo nato vrnemo v talilno peč. Stisnjenci, ki nastajajo po stiskanju posnemkov, vsebujejo nad 40% aluminijeve zlitine, ki zastaja v obliki srajčke na njihovi površini. Stiskanje žlindre učinkovito zavre eksotermno zgorevanje aluminija in s tem ustvari prihranke, ki že v nekaj mesecih obratovanja poplačajo stiskalno napravo. Ohranjeni aluminij je iz stisnjencev mogoče regenerirati z različnimi postopki pretaljevanja in pomeni nov vir dobička. V delu obravnavamo dve možni varianti nadaljnje obdelave stisnjencev: (i) pretaljevanje v rotacijski peči ter (ii) mehansko separacijo v Altek-ovem drobilniku.

Ključne besede: aluminijeva žindra, regeneracija aluminija, stiskalna naprava, žlindrin kolač

In primary and secondary smelting, in casting-houses and foundries, the generation and treatment of dross entails high costs, both financial and in terms of lost metal. Intelligent melt and dross management can reduce these costs and correspondingly increase profits. This article describes an integral approach to the problem performed in IMPOL d.d., beginning with the suppression of dross formation and considering also its treatment, recovery of metal, and salt cake recycling. The most important constituent of dross is aluminum itself, and it is important to recover as much as possible. In IMPOL d.d dross is treated immediately after skimming, using an ALTEK press to recover some drain metal in-house. Several important advantages of this pressing treatment are described, and its economic benefits are also demonstrated. Recommendations are also given for further salt cake processing. Secondary dross processing mostly involves two different approaches: hot treatment in the rotary furnace (with or without salt fluxes) or cold mechanical separation into fractions in the tumbler. Both processes are described and compared. The applied technology is economically attractive because of the high value of the metal recovered and the added value of the pressed skulls. It also provides several environmental benefits based on a closed process loop, the relatively low energy requirement of the secondary industry and the possible formation of an environmentally sound non-metallic residue product.

Key words: aluminum dross, aluminum in-house recovery, press, pressed dross skulls

### 1 UVOD

V tovarni IMPOL d.d., v Slovenski Bistrici nastaja letno okrog 1500-1700 ton aluminijeve žlindre. Po klasifikaciji Ministrstva za okolje in prostor se ta vrsta žlindre (O<sub>2</sub> + N<sub>2</sub>) prihađa do izrazito eksoterm uradno deklarira kot posnemki Al iz primarnega litja s tarifno številko 76-02-00900. Žindra nastaja pri pretaljevanju aluminija in se kot lažja izloča v talilni peči po površini raztaljenega aluminija. Žindra se pred izlivanjem peči previdno mehansko posname in odvaža za nadaljnjo obdelavo.

Aluminijevo žindro sestavljajo različni oksidi, med katerimi je največ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Aluminijeva žindra je za Impol, d.d., velik problem iz dveh osnovnih razlogov:

1. Žindra je v peči impregnirana z raztaljenim aluminijem, ki se ob njenem posnemanju izgublja iz

proizvodnega procesa. Nekaj raztaljenega aluminija, kljub najbolj previdnemu izvajanju procesa, poberejo skupaj z žindro. Ugotovljeno je, da žindra, ki prihaja iz peči, vsebuje med 40-70% kovinskega aluminija. To pomeni, da v tovarni letno na račun tega izgubijo med 600-900 ton aluminija v skupni vrednosti 1-1,5 mio USD.

2. Po končani obdelavi je treba žindro ustrezno deponirati, da ne bi povzročala ekoloških problemov. Deponiranje žlindre je drago in dodatno obremenjuje ceno aluminija.

Po sedanji tehnologiji žindro v tovarni IMPOL, d.d., ohlajamo na zraku v doma izdelanem rotacijskem bobnu. Ob tem nastajata groba in ciklonska frakcija delcev žlindre, ki jo dobavljamo svojim kooperantom za nadaljnjo obdelavo. S tem v zvezi nastaja nekaj dodatnih težav:

1. Pri ohlajanju žlindre na zranega sežiga aluminija in nastanka  $Al_2O_3$  ter tudi do 8% AlN glede na končno kemično sestavo žlindre. Ta hidrolizira z vlago iz zraka in sprošča v okolje amonijak. Zato bo treba tehnologijo spremeniti.
2. Sedanja tehnologija obdelave žlindre ne omogoča regeneracije kovinskega aluminija. Ohlajeno žlindro prodajamo po nizki ceni, kar v osnovi zadostuje le za kritje stroškov obratovanja hladilne naprave. Zavedamo se, da tako letno v aluminijevi žlindri "zgori" čez 1 mio USD!

## 2 NOVA TEHNOLOGIJA OBDELAVE ŽLINDRE

V l. 1997 je IMPOL začel izvajati projekt regeneracije aluminija iz aluminijeve žlindre in ekološko sanacijo obdelane žlindre po najnovejši tehnologiji. Te razvojne aktivnosti potekajo vzporedno z modernizacijo livarne. RR del razvojnega projekta je zasnovan v dveh fazah:

I. faza: Zagon stiskalnice za žlindro

II. faza: Tehnološko-ekonomska evalvacija nadaljnje obdelave stisnjencev

Pri regeneraciji aluminija iz aluminijeve žlindre, ki je zasnovana na tehnologiji izstiskanja raztaljene kovine iz žlindre, nastajajo stisnjenci, ki so po površini prevlečeni z nekaj milimetrov debelo aluminijevo srajčko. Ta žlindrin "kolač" je mogoče prodajati večjim predelovalcem žlindre v tujini ali pa obdelovati doma - saj "kolač" še vedno vsebuje 40-65% aluminija.

Čeprav je izvoz žlindrinega "kolača" za Impol verjetno najbolj enostavna rešitev, pa ekonomske analize kažejo, da bi bilo upravičeno razmisliti o nadaljnji regeneraciji aluminija doma ter o morebitnih alternativnih rešitvah za primer nepričakovanega izpada pri izvozu "kolača". Za odgovore na ta vprašanja bo treba izpeljati natančno tehnično-ekonomsko študijo in predlagati ustrezno tehnološko rešitev.

1. Mislimo, da bi se alternativno izplačalo izpopolniti že obstoječo tehnologijo ohlajanja žlindre na zraku, tako da bi ta omogočala uspešno drobljenje "kolača". Tako bi pridobili okrog 50% koncentrata, ki vsebuje 85-90% aluminija ter grobo in fino ciklonsko frakcijo praškastih delcev z manj kot 10% aluminija. Koncentrat bi lahko prodajali po znatno višji ceni, kot je tista za "kolač", obe praškasti frakciji pa bi lahko ponudili proizvajalcem cementa.

Omenjeno rešitev bi lahko uporabili le za del "kolača", ki nam ga ne bi uspelo spraviti na trg oz. ko se za to pokaže potreba. S tem bi pridobili tudi znatno boljše pogajalska izhodišča pri prodaji "kolača", saj nam ga ne bi bilo treba prodajati po vsaki ceni in samo zato, da ga ne bi imeli na zalogi.

2. Nekoliko dražja, vendar tudi tehnološko bolj izpopolnjena rešitev, je nakup rotacijske peči za pretaljevanje stisnjencev. Pri raziskavah v RR fazi bomo izvedli serijo poskusnih pretaljevanj pri

različnih dobaviteljnih opreme v tujini, analizirali stopnjo regeneracije aluminijevih zlitin iz stisnjencev z različno vsebnostjo aluminija, analizirali sestavo nekovinskega ostanka, ki ostaja na koncu procesa pretaljevanja stisnjencev in vpeljali bodoče prodajne poti za nekovinski ostanek. Pri poskusnih pretaljevanjih Impolovih stisnjencev, ki jih bomo izvedli pri različnih proizvajalcih opreme, bomo med drugim ugotavljali možnosti tehnološke modifikacije procesa pretaljevanja z različnimi aditivi, ki bi omogočili doseganje zahtevanih kemijskih in morfoloških lastnosti nekovinskega ostanka od bodočih kupcev te sekundarne surovine.

Končni izdelek po že vpeljani tehnološki rešitvi (I. faza projektne naloge) je torej žlindrin "kolač" - gre za stisnjence krožne oblike premera 1,5 m, ki so po površini prevlečeni z nekaj milimetrov debelo aluminijevo srajčko. Stisnjencem je po površini pri stiskanju vtisnjen karakterističen relief (ki spominja na čokoladno tablico), ki omogoča njihovo enostavno drobljenje na manjše kose. To je izrednega pomena pri njihovi nadaljnji obdelavi v procesu pretaljevanja.

Elementi konkurenčnosti izdelka se najbolj vidijo iz primerjave sedanje tržne cene za neobdelano žlindro ter tiste, ki so nam jo že ponudili za stisnjence iz žlindre. Ta je 6-7-krat višja od sedanje cene. K tej dodani vrednosti je treba prišteti tudi vrednost cca. 15% aluminija (okrog 200 ton/leto), ki ga bo stiskalna naprava iztisnila iz žlindre. Tega bo mogoče takoj po končanem postopku stiskanja žlindre vrniti v talilno peč, kar bo Impolu prihranilo okrog 300 000 USD/leto.

Končni izdelki nadaljnje obdelave stisnjencev so:

- (I) regenerirane aluminijeve zlitine. Ob tem na koncu procesa pretaljevanja stisnjencev ostaja odpadna nekovinska frakcija oksidov, ki vsebuje do največ 10% aluminija. Po ocenah bo te odpadne nekovinske frakcije okrog 800 ton/leto in jo bo treba prodajati kot sekundarno surovino.
- (II) različne praškaste frakcije, in sicer frakcija, bogata z aluminijevimi zlitinami (to frakcijo bi, kot že omenjeno, lahko po ugodni ceni izvažali za nadaljnjo obdelavo), ter nekovinska frakcija, ki bi jo morali prodajati kot sekundarno surovino.

Z lastno obdelavo "kolača" bomo na leto regenerirali okrog 500 ton različnih aluminijevih zlitin, katerih tržna vrednost je nad 1 300 000 DEM. S tem bomo znotraj tovarne v celoti regenerirali aluminijevo zlitino iz žlindre in ustvarili maksimalni prihranek, preostali del odpadne žlindre (okrog 700 ton/leto), ki vsebuje  $Al_2O_3$  in nekatere druge okside ter 5 do 10% kovinskega aluminija, pa bomo ponudili industriji cementa, železarnam ali nekaterim drugim industrijskim panogam kot vhodno surovino. V primeru, da v Sloveniji ne bi bilo ustreznega odjemalca, bi ta material še vedno lahko izvažali kot polnilo ali kot surovino za kemijsko industrijo.

Po drugi strani, kot že omenjeno, bi rotacijski boben lahko spremenili v drobilnik za stisnjence. Frakcija

delcev, bogato z aluminijevimi zlitinami, bi izvažali pretaljevalcem žlindre (torej bi lahko uporabili že obstoječe prodajne poti za stisnjence), nekovinsko frakcijo bi pakirali v vreče in prodajali kot sekundarno surovino (npr. cementarnam ali kemijski industriji).

### 3 SKLEP

Novost, ki jo podjetje vnaša v proizvod iz I. faze projektne naloge, se kaže v več kot šestkratni povečani tržni vrednosti žlindre kolača v primerjavi s sedanjo prodajno ceno neobdelane žlindre. Poleg tega s stiskanjem žlindre (I. faza projektne naloge), iztisnemo do 15% aluminijeve zlitine, ki jo lahko takoj vrnemo v talilno peč. Pri stiskanju žlindre prihaja do njenega ohlajanja in s tem zelo učinkovitega preprečevanja nadaljnjega izgorevanja kovinskega aluminija, kar vpliva

na zmanjšanje izgub kovine, tudi do 85%. Učinkovito preprečevanje izgorevanja aluminija v žlindri hkrati omogoča, da je koncentracija aluminijevega nitrida, ki redno nastaja pri izgorevanju aluminija na zraku, zanemarljiva. Nenevsezadnje, z obdelavo žlindre v stiskalnici nastajajo stisnjenci, ki jih je lažje transportirati kot žlindro v praškastem stanju in tudi lažje naprej obdelovati v rotacijski peči (II. faza projektne naloge)

Novosti, ki jih podjetje vnaša v proizvodni postopek v II. fazi izvajanja projektne naloge, so vezane na modificirano tehnologijo pretaljevanja stisnjencev. Ta bo omogočila visoko stopnjo regeneracije kovinskega aluminija ter po drugi strani zagotovila takšno kemijsko sestavo nekovinske frakcije ki ostaja kot odpadni material pri pretaljevanju, da bo možna njena nadaljnja prodaja kot sekundarne surovine.