

**ANALIZA SA STANOVIŠTA NAJEFIKASNIJEG ODNOSA SNAGE  
TOPLJENJA DVA LONCA DUAL TRACK SISTEMA INDUKCIONIH  
PEĆI**

**ANALYSIS FROM THE POINT OF THE MOST EFFICIENT POWER  
MELTING RATIO OF TWO POTS DUAL TRACK SYSTEM  
INDUCTION FURNACE**

Mr. sc. Šehzudin Dervišić<sup>1</sup>, mr. sc. Sedad Mušinović<sup>2</sup>, Ajla Huseljić<sup>1</sup>, dipl. ing

<sup>1</sup>Livnica Turbe-Pobjeda d.d. Tešanj, Aleja do broja 128  
Travnik, BiH

<sup>2</sup>Bosio d.o.o. Zenica, Travnička cesta br. 1  
72 000 Zenica, BiH

**Ključne riječi:** indukciona peć, kapacitet, uslovi rada, Dual track sistem

**REZIME**

*U ovom radu se razmatra poboljšanje uslova rada sa Dual track sistemom indukcionih peći, te efikasnost procesa topljenja i livenja sa različitim odnosima snaga topljenja dva lonca. U razmatranje su uzeta tri slučaja: odnosi snaga 100-650 kW, 200-550 kW te 300-350 kW. Za sva tri slučaja su korišteni slični uslovi rada (vrijeme hemijske analize, dolegiranja, čišćenja šljake itd.). Nakon puštanja u rad ovog sistema indukcionih peći, u razmatranje su uzeta sva tri slučaja za vremenski period od sedam dana. Kao najefikasniji odnos se pokazao slučaj 100-650 kW, gdje je odliven najveći broj kalupa.*

**Keywords:** induction furnace, capacity, working conditions, Dual track system

**ABSTRACT**

*This paper examines the impact of improving working conditions and increasing capacity with Dual track system. Three different cases were examined: Power ratio 100-650 kW, 200-550 kW and 300-350 kW. All three different cases were obtained in very similar conditions (time necessary for chemical analysis, alloying processes, slag cleaning etc). After starting Dual track system, all three cases were examined for period of 7 days. As the most efficient power ratio, was case of 100-650 kW, when the most numbered molds was done.*

## 1. UVOD

Indukciona peć je električna peć, u kojoj toplota neophodna za topljenja nastaje indukcionim topljenjem metala. Prednost indukcione peći jeste čisto, energetska efikasno i dobro kontrolisano topljenje ukoliko se poredi sa svim ostalim načinima topljenja.

Dual track indukciona peć označava da jedan dovod energije može podržati dvije peći u isto vrijeme. Kod Dual track sistema obje peći rade zajedno u svakom momentu. Postoje dva slučaja:

1. Kada jedna peć topi, i druga topi također. Svaka peć topi sa smanjenim udjelima snaga
2. Kada jedna peć topi, druga se zagrijava sa malom snagom

Dual track sistem je najefikasnija indukciona peć današnjice [1].

Cilj istraživanja je bio ustanoviti povećanje kapaciteta i poboljšanja radnih uslova sa Dual track sistemom. Također, cilj istraživanja je bio ustanoviti najpovoljniji odnos snaga topljenja koji će dovesti do najvećeg broja proizvedenih odlivaka.

## 2. PROCES TOPLJENJA U INDUKCIONIM PEĆIMA

Kada kroz kalem protiče naizmjenična struja, u kalemu i oko njega generiše se promenljivo elektromagnetno polje. Indukciono grijanje podrazumijeva zagrijavanje elektroprovodnih radnih predmeta uslijed proticanja vrtložnih struja, koje nastaju dejstvom promjenjivog elektromagnetnog polja na radni predmet.

Intenzitet zagrijavanja radnog predmeta zavisi od amplitude električne struje koja protiče kroz njega, otpornosti radnog predmeta, dubine prodiranja i vremena zagrijavanja. Gustina vrtložnih struja je najveća na površini, a opada prema sredini radnog predmeta. Dubina na kojoj se gustina struje smanji na 37% vrijednosti struje na površini naziva se dubina prodiranja. Sa povećanjem frekvencije dubina prodiranja se smanjuje [3].

Indukcionim grijanjem toplota se razvija direktno u radnom predmetu, odmah po unošenju radnog predmeta u promenljivo elektromagnetno polje. Velika koncentracija snage u radnom predmetu rezultuje veoma brzim ciklusom grijanja.

Dual track sistem predstavlja isti način zagrijavanja ali dva lonca u isto vrijeme.

Mjenjač frekvencije radi od 50 Hz do 400 000 Hz. Na jedan mjenjač frekvencije može se priključiti više indukcijskih peći, a najčešće dvije koje su izmjenično u pogonu. Elektroindukcijska peć je veoma pogodna za topljenje svih vrsta metala i legura, gdje spada i sivi liv, jer se talina ne pregrijava. Temperatura taline može se vrlo tačno regulirati, u uskim granicama  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  [2].

Topljenjem metala indukcionim grijanjem postiže se:

- homogenost sastava i temperature,
- kvalitet i čistoća liva,
- minimalno prisustvo gasova u livu,

- mogućnost vođenja procesa u vakuumu ili zaštićenoj atmosferi. [3]

### 3. EKSPERIMENTALNI RAD

Cilj istraživanja je bio uporediti odnose snaga topljenja dva lonca kako bi se dobio odnos koji daje najveću efikasnost i proizvodnost. U razmatranje su uzeti proizvodni procesi topljenja i livenja za period od sedam dana.

Nakon istopljenog prvog lonca, njegova snaga je smanjena na vrijednost drugog, a snaga drugog lonca je pojačana na vrijednost prvog. Ovaj postupak topljenja je ponavljan do kraja smjene.

Topljenje i livenje odlivaka od sivog liva, SL 25 je rađeno u livnici Pobjede Tešanj d.d. u Turbe, Travnik. U tri različite smjene rađena su tri različita slučaja:

1. 100-650 kW
2. 200-550 kW
3. 300-450 kW

U svim slučajevima se radilo o livenju istih vrsta odlivaka, iste težine i istog hemijskog sastava. Prazan hod u smislu analize hemijskog sastava se može zanemariti iz razloga što se analiza vršila na Quick cup sistemu koji se nalazi u neposrednoj blizini peći, te se smatra da je u svim slučajevima bilo potrebno slično vrijeme. Također, vrijeme za proces legiranja se može zanemariti jer se radi o istim odlivcima, i istom šaržnom materijalu pa nije potrebno dodatno legiranje, ili je vrijeme potrebno za njega zanemarivo malo.

Temperatura izljevanja je u svim slučajevima bila 1530°C.

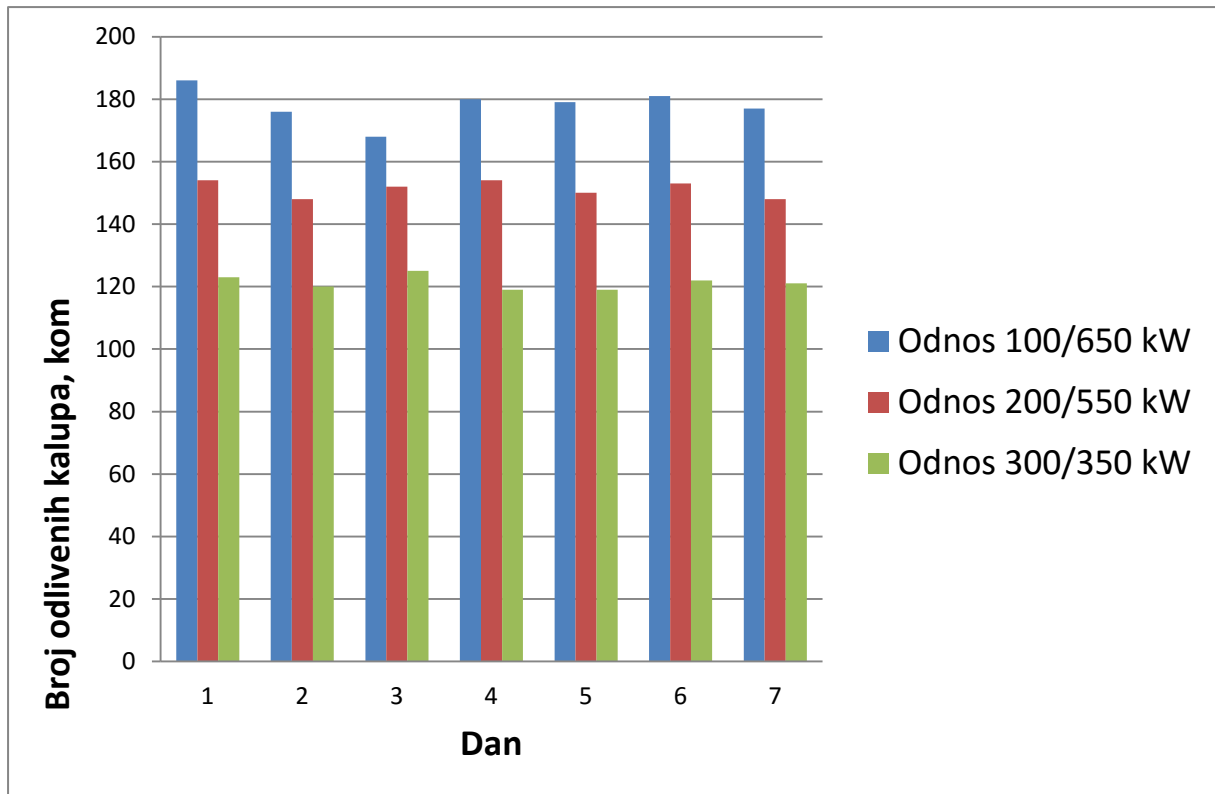
Nakon uvida u broj istopljenih šarži, odnosno u broj izlivenih kalupa, došlo se do zaključka o najefikasnijem načinu rada sa Dual track sistemom procesa topljenja.

### 4. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati broja odlivenih kalupa po smjeni, odnosno broju istopljenih i izlivenih šarži za period od osam sati, su prikazani tabelarno (tabela 1.), te histogramom (slika 1).

Tabela 1.

Odnos (kW)	1.dan	2. dan	3.dan	4.dan	5.dan	6.dan	7.dan
<b>100-650</b>	186	176	168	180	179	181	177
<b>200-550</b>	154	148	152	154	150	153	148
<b>300-450</b>	123	120	125	119	119	122	121



Slika 1. Histogram

Kao što se može vidjeti iz prikazanih rezultata, razlike u broju izlivenih kalupa su očite. Najveći broj izlivenih kalupa je pokazao odnos snaga 100-650 kW, a najmanji 300-350 kW za sve dane bez obzira na razlike u vremenima dodatne analize i dodatnog legiranja te skidanja šljake.

## 5. ZAKLJUČAK

Analizirajući rad na Dual track sistemu indukcionih peći, došlo se do sljedećih zaključaka:

- Proces topljenja je dosta olakšan iz razloga smanjenja vremena čekanja livenja jednog lonca, pa naknadnog šaržiranja, gdje je u Dual track sistemu proces olakšan činjenicom da se šaržiranje jednog lonca vrši u momentu topljenja drugog lonca pa nema vremena u kojem se proces topljenja ne vrši.
- Proces sinterovanja je olakšan jer je izbačeno vrijeme za koje je proces topljenja onemogućen sve dok se proces sinterizovanja ne izvrši do kraja.
- Najefikasniji odnos snaga za topljenje dva lonca jeste odnos 100-650 kW. Ovaj odnos je i očekivan iz razloga što se vrijeme topljenja smanjuje sa povećanjem snage, i traje minimalno, dok smanjivanjem snaga obje peći procesi topljenja traju dosta duže pa je potrebno sve više vremena da se procesi topljenja i livenja izvrše. Ovo daje i dodatne probleme, gdje se skraćuje vrijeme između dva uzastopna izljevanja što dovodi do većeg zamora radnika koji rade kako na procesu topljenja tako i prilikom procesa izljevanja metala iz peći.

## 6. REFERENCES

- [1] Marković, S.: Principles of metal casting, Beograd, 1999.,
- [2] Rosenthal P., Heine W.: Principles of metal casting, New York, 1955.,
- [3] [www.inductotherm.com](http://www.inductotherm.com) (pristupljeno: 22.02.2016).