

## OGREVANJE INGOTOV V GLOBINSKI PEČI

### THE REHEATING OF INGOTS IN A PIT FURNACE

<sup>1</sup>Branislav Glogovac, <sup>1</sup>Anton Jaklič, <sup>2</sup>Stanko Petovar, <sup>2</sup>Milan Miklavc,  
<sup>3</sup>Bojan Težak

<sup>1</sup>Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Lepi pot 11, Ljubljana, Slovenija

<sup>2</sup>SŽ Metal Ravne, d. o. o., Ravne na Koroškem, Slovenija

<sup>3</sup>Terming, d. o. o., Ljubljana  
branislav.glogovac@imt.si

*Prejem rokopisa - received: 2003-10-21; sprejem za objavo - accepted for publication: 2004-01-19*

S spremembo proizvodnega programa od konstrukcijskih nizkolegiranih jekel na orodna visokolegirana jekla so se spremenile tudi zahteve po natančnejšem vodenju ogrevanja vložka v globinskih pečeh Elpit. Zaradi velikih investicijskih stroškov za novo peč in prostorskih težav z rekonstrukcijo sedanje izvedbe ni bilo večjih sprememb konstrukcije peči. Izvedena je bila samo rekonstrukcija merilno-regulacijske opreme. Prvi del kontrolnih meritev je bil izveden v sodelovanju z vodstvom obrata pred remontom peči in rekonstrukcijo merilno-regulacijske opreme peči, drugi, obsežnejši del pa po izvedeni rekonstrukciji. V prispevku so podani rezultati meritev in predlogi nadaljnjih izboljšav.

Ključne besede: industrijske peči, ogrevanje ingotov, termografija, temperaturni profili

After the modification of the manufacturing programme from structural steels to high-alloyed tool steels the demands for accurate reheating-process control in pit furnaces Elpit has been increased. Because of high cost for investment in a new furnace and because of space shortage the old furnace construction remain unchanged. The measurement equipments and the furnace control system were reconstructed. The first part of control measurements has been carried out before the reconstruction to find out the weakest points of furnace construction. After the reconstruction the second widely extended measurements has been carried out. In this paper the results of measurements are described and proposals for the future improvements are presented.

Key words: industrial furnaces, ingot reheating, thermography, temperature profile

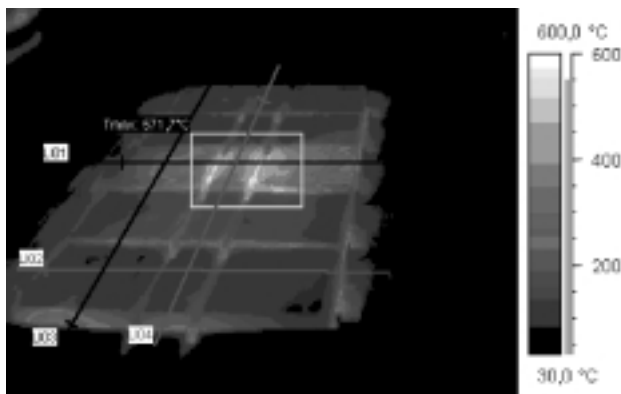
## 1 UVOD

V Metalu Ravne je valjana gredic v obratovanju že od leta 1969. S postavitvijo bluminga so bile postavljene tudi ogrevne peči ELPIT. Le te so bile kurjene najprej z mazutom, pozneje pa predelane na mešanico zemeljski plin-zrak. S spremembo proizvodnega programa od konstrukcijskih nizkolegiranih jekel na orodna visokolegirana so se spremenile tudi zahteve po natančnejšem vodenju ogrevnih diagramov. Za različne dolžine vložka se zahteva enakomerno ogrevanje v zelo ozkih tolerančnih mejah. OE Vzdrževanje je izdelala in v letu

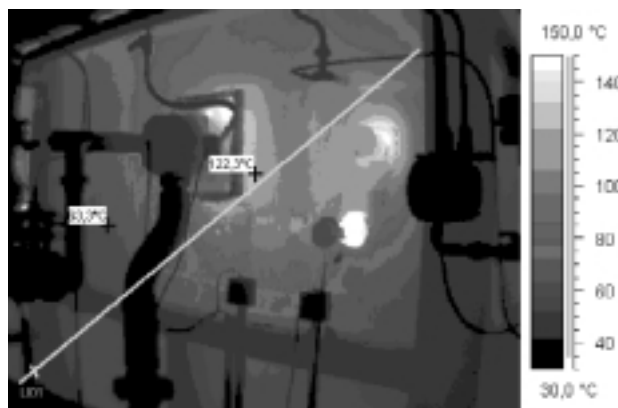
2002 realizirala predlog posodobitve merilno-regulacijske opreme globinske peči Elpit 3. Prvi del kontrolnih meritev je IMT v sodelovanju z vodstvom obrata izvedel pred remontom peči in rekonstrukcijo regulacijske opreme. Drugi, obsežnejši del meritev pa po izvedeni rekonstrukciji.

## 2 METODE DELA

Obnovljena je bila obzidava na najbolj izrabljenih delih peči. Šibke točke obzidave peči pred remontom so razvidne s termografskih posnetkov temperaturnega pol-



**Slika 1:** Termogram pokrovov peči  
**Figure 1:** Thermograph of the furnace covers



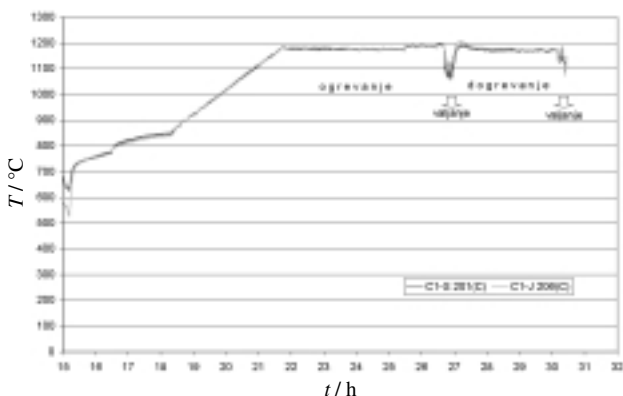
**Slika 2:** Termogram stranske stene peči  
**Figure 2:** Thermograph of the furnace site wall



**Slika 3:** Namestitev spodnjega kontrolnega termoelementa  
**Figure 3:** Arrangement of lower test thermocouple



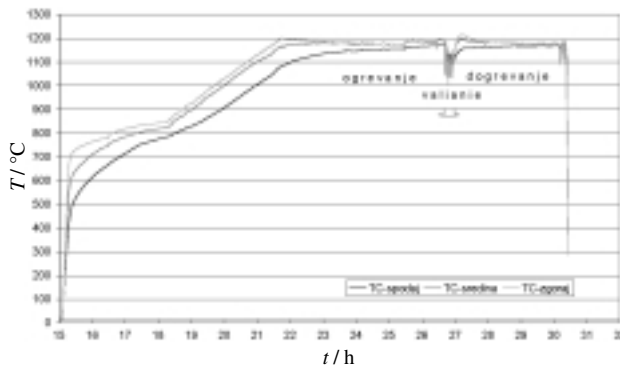
**Slika 4:** Notranjost celice  
**Figure 4:** The interior of the furnace cell



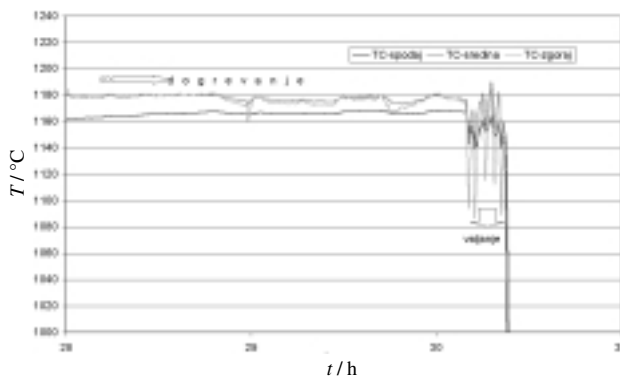
**Slika 5:** Temperature v celici v odvisnosti od časa – regulacijski termoelementi  
**Figure 5:** Temperature in the cell dependent on time – control thermocouples

ja pokrovov posameznih celic (**slika 1**) in zunanjih sten peči (**slika 2**).

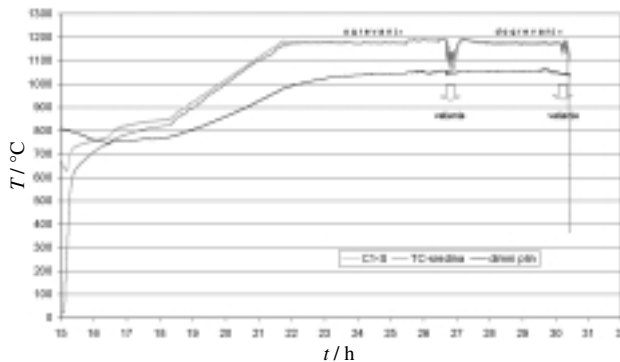
Za kontrolne meritve po globini celice smo uporabili oplasčene termoelemente premera 6 mm, ki so bili prej umerjeni v laboratoriju IMT. Na **sliki 3** je prikazana izvedba merilnih mest kontrolnih termoelementov. Nosilec termoelementa je po obliki in dolžini enak



**Slika 6:** Temperature po višini celice v odvisnosti od časa – dodatni kontrolni termoelementi  
**Figure 6:** Highwise temperature of the cell dependent on time – additional test thermocouples



**Slika 7:** Temperature po višini celice v odvisnosti od časa – dodatni kontrolni termoelementi  
**Figure 7:** Highwise temperature of the cell dependent on time – additional test thermocouples



**Slika 8:** Primerjava med regulacijskim in dodatnim termoelementom na sredini višine celice peči v odvisnosti od časa  
**Figure 8:** Comparison between controll and additional test thermocouple in the middle height of the furnace cell dependent on time

predvaljancu, tako da je preprečeno upogibanje profila s termoelementi pri višjih temperaturah. Tako je bilo doseženo, da so bili kontrolni termoelementi ves čas na natančno določeni višini celice.

Na **sliki 4** je prikazana notranjost celice št. 1 z založenimi hladnimi ingoti in kontrolnimi termoelementi po višini celice. Namen meritev je bil ugotoviti natančnost merjenja temperatur regulacijskih termoelementov in razliko temperatur po višini celice.

### 3 REZULTATI

Pri ogrevanju debelostenega vložka so zelo pomembni robni pogoji, pod katerimi ogrevanje poteka, oziroma kakšna je porazdelitev temperatur po prerezu in višini ogrevnega prostora <sup>1)</sup>. Razliko temperatur po višini celice smo merili z dodatnimi kontrolnimi termoelementi. Na slikah od 5 do 8 so prikazani rezultati meritev. Razlika med južno in severno steno, v katerih so bili vgrajeni regulacijski termoelementi (**slika 5**), je bila na koncu ogrevanja 7 K.

Razlika med kontrolnim termoelementom na vrhu celice (TC-zgoraj) in na dnu celice (TC-spodaj) je bila 20 K (**sliki 6 in 7**).

Iz primerjave rezultatov meritev termoelementov C1-S in TC-sredina (**slika 8**), ki sta bila približno na enaki višini v celici in vezana na dva popolnoma ločena sistema meritev, je razvidno zelo dobro ujemanje rezultatov. Iz rezultatov meritev temperature dimnih plinov (**slika 8**) je razvidno, da le-ti zapuščajo celico s temperaturo med 750 °C in 1050 °C.

S prehodom peči na ogrevanje z zemeljskim plinom namesto s sedanjo mešanico zemeljski plin-zrak in z uvajanjem novega postopka zgozrevanja z visoko tempe-

raturu predgrevanja zraka bi bilo mogoče zmanjšati porabo zemeljskega plina za cca 30 % in emisijo okolju škodljivih toplogrednih plinov za cca 50 % <sup>2)</sup>. V nadaljevanju naloge bo treba izdelati idejni predlog izkoriščanja odpadne toplote dimnih plinov na pečeh Elpit, vendar tako, da rešitev ne bi zahtevala velikih sprememb sedanje konstrukcije peči.

### 4 SKLEPI

S posodobitvijo merilno-regulacijske opreme globinske peči ELPIT 3 je bila bistveno izboljšana enakomernost temperatur po dolžini, širini in globini celice. Omogočeno je prižiganje in krmiljenje gorilnikov in nadzor peči direktno iz skupne kabine peči ELPIT. Problem regulacije tlaka v celicah v fazi dogrevanja predvaljancev je najbolj izrazil v prvi celici. Izdelan je bil predlog merjenja in regulacije tlaka v celicah, ki pri dolgih časih ogrevanja in homogenizacije prepreči ohlajanje materiala v prvi celici.

V nadaljevanju naloge načrtujemo poleg konstrukcijskih izboljšav peči in razvoja sistema izkoriščanja odpadne toplote dimnih plinov tudi uvajanje računalniškega nadzora in vodenja ogrevanja vložka v globinskih pečeh.

### 5 LITERATURA

<sup>1</sup> T. Kolenko et al., *Ogrevanje in ohlajanje valja pri različnih robnih pogojih*. Rud.-metal. zb., 37 (1990) 4, 415-432 [COBISS.SI-ID 22833154]

<sup>2</sup> S. Fukushima, Y. Suzukava: Eco-friendly regenerative burner heating system technology application and its future prospects, NKK Technical Review 87 (2002)