

PRENOSNI SISTEM ZA MERJENJE TEMPERATURNIH PROFILOV V INDUSTRIJSKIH PEČEH

A MOBILE SYSTEM FOR THE MEASUREMENT OF TEMPERATURE PROFILES IN INDUSTRIAL FURNACES

**Branislav Glogovac¹, Anton Jaklič¹, Tomaž Kolenko², Boris Kumer³,
Ivan Končan³, Tomaž Marolt³**

¹Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Lepi pot 11, 1000 Ljubljana, Slovenija

²Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³Inexa Štore, Železarska c. 3, 3220 Štore, Slovenija
branislav.glogovac@imt.si

Prejem rokopisa - received: 2001-11-19; sprejem za objavo - accepted for publication: 2001-11-30

Regulacija temperature v industrijskih ogrevnih pečeh se večinoma izvaja na podlagi "temperature peči" z uporabo termoelementov, montiranih v stropu ali na stranskih stenah posameznih con peči. Ta klasični način vodenja peči je pogosto neučinkovit, ker pri diskontinuurnem obratovanju peči nastopajo velike razlike temperatur vložka pri dešaržiranju.

Da bi pri tem načinu vodenja peči ugotovili dejanski potek ogrevanja vložka, smo izvajali meritve z uporabo vlečnih termoelementov. Celotni prenosni merilni sistem za merjenje temperaturnih profilov v industrijski pečeh smo predhodno umerili v laboratoriju.

Ključne besede: merjenje temperature, vlečni termoelementi, prenosni merilni sistem, industrijske peči

Industrial furnaces are mostly controlled by a measurement of the "furnace temperature" using a roof- or wall-mounted thermocouple. This classical control method is often unsatisfactory and with discontinuous furnace operations can lead to wide variations in the discharge stock temperature.

The actual steel temperatures were measured with trailing thermocouples. The complete portable system for measurement of temperature profiles in industrial furnaces has been calibrated in the laboratory.

Key words: temperature measurements, trailing thermocouple, mobile measuring system, industrial furnaces

1 UVOD

Merjenje temperaturnih profilov pri kontinuirnih pečeh, ki zaradi planiranih in pogostih neplaniranih zastojev valjanja delajo diskontinuirano, je najbolj zanesljiva metoda za ugotavljanje dejanskega poteka ogrevanja preskusne gredice pri prehodu skozi peč. Ker je v peči istočasno veliko število gredic, je meritve

mogoče izvajati samo občasno na preskusnih gredicah. Potek ogrevanja vseh gredic v peči, ki imajo zaradi diskontinuirnega dela različne temperaturne profile ogrevanja, lahko spremljamo samo z matematičnim modelom, ki deluje v realnem času. Za prilagajanje modela realnemu objektu je potrebna primerjava rezultatov izračunov z rezultati meritev temperaturnih profilov na različnih merilnih mestih po prerezu in dolžini gredic.



Slika 1: Laboratorijska oprema za umerjanje termoelementov
Figure 1: Lab equipment for the thermocouple calibration

2 METODE DELA IN REZULTATI

2.1 Merilna oprema

Na **sliki 1** je prikazana naslednja merilna oprema, ki smo jo uporabljali za umerjanje vlečnih termoelementov v laboratoriju:

- triconska laboratorijska peč podjetja GERO
- normala, tip B
- merilnoračunalniška oprema HP

Umerjanje prenosnega sistema za merjenje temperaturnih profilov, ki ga sestavljajo:

- oplaščeni termoelementi tipa K, premera 6 mm, dolžine 36 m
- kompenzacijski kabli dolžine 20 m
- PC-računalnik ali računalnik posebne industrijske izvedbe Getac (**slika 2**).



Slika 2: Industrijski prenosni računalnik "Getac" in "data logger" HP
Figure 2: Industrial portable PC "Getac" and data-logger HP

- "data logger" HP (**slika 2**) ali "Schlumberger" (**slika 3**)

Za umerjanje smo uporabili primerjalno metodo in normalo tipa B, prvič umerjeno v PTB, Berlin. Rezultati meritev so podani v **tabeli 1**.

V **tabeli 1** so podani rezultati umerjanja prenosnega merilnega sistema, ki smo ga uporabili za merjenje temperaturnih profilov pri prehodu preskusne gredice skozi peč "OFU" (Inexa Štore).

Umerjanje sistema pred meritvami v industriji je pogoj za zanesljivo ugotavljanje temperaturnih razlik po

prerezu gredice in validacijo matematičnega modela ogrevanja gredic.

2.2 Uporaba prenosnega sistema za merjenje v industriji

Uporaba prenosnega sistema za zajemanje podatkov je posebej koristna pri pečeh, ki niso opremljene z računalniškim nadzorom. Ker je takih peči v industriji veliko, smo prenosni sistem oblikovali tako, da omogoča:

- ugotavljanje dejanskega stanja peči in načina vodenja med izvajanjem preskusnih meritev temperaturnih profilov
- ugotavljanje robnih pogojev na vseh pozicijah pri pomiku vložka skozi peč
- validacijo matematičnega modela ogrevanja vložka v peči za delovanje v realnem času
- optimizacijo vodenja peči pri normalnem obratovanju in zastojih.

Osnovni pogoj pri izvajanju preiskave peči je, da izvajanje meritev poteka brez motilnega vpliva na potek ogrevanja jekel pri nespremenjenem načinu vodenja peči. Tako je mogoče ugotoviti dejansko stanje peči ter način vodenja med normalnim obratovanjem in zastoji.

Pri tem uporabljamo dodatne prenosne merilne pretvornike, prenosne industrijske "data loggerje" in robustni prenosni industrijski računalnik.

Tabela 1: Rezultati umerjanja

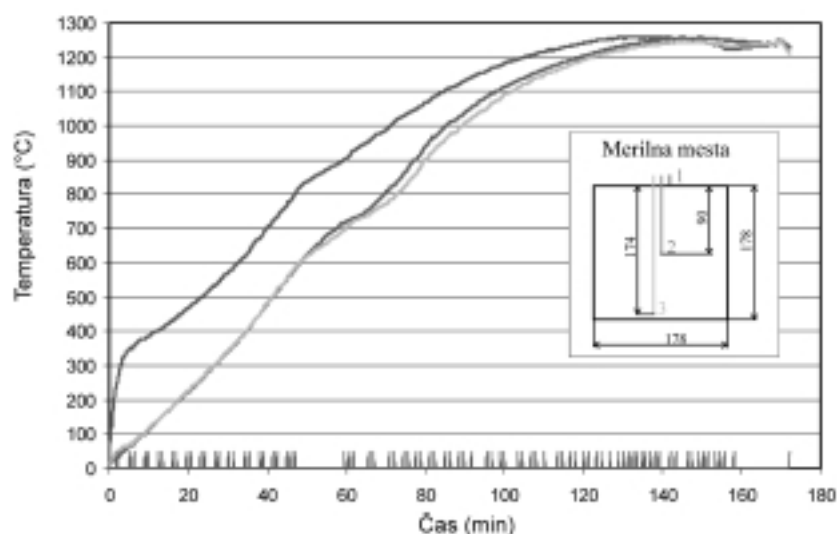
Table 1: Results of calibration

TEMP. PEČI °C	NORMALA (N) °C	T1 °C	RAZLIKA (N - T1) °C	T2 °C	RAZLIKA (N - T2) °C	T3 °C	RAZLIKA (N - T3) °C
600	609	607	2	607	2	606	3
800	806	805	1	805	1	804	2
1000	1004	1002	2	1002	2	1001	3
1200	1203	1199	4	1199	4	1198	5



Slika 3: Prenosni sistem za zajemanje podatkov priključen na peč
Figure 3: Portable system for data acquisition connected to the furnace





Slika 4: Meritve temperatur v preskusni gredici

Table 4: Temperature measurements in the test billet

Odvzemno mesto za analizo dimnih plinov in za merjenje tlaka v peči je bilo mogoče spreminjati in predstavljati na različna mesta po dolžini peči.

Za meritve temperatur v preskusnih gredicah smo uporabili oplašene termoelemente NiCr-Ni dolžine 36 m in premera plašča 6 mm. Rezultate meritev kaže **slika 4**. V diagramu so na časovni osi z vertikalnimi črticami prikazani pomiki gredic. Razmak med črticami pomeni časovni interval med pomiki.

3 ZAKLJUČEK

Meritve temperaturnih profilov na različnih mestih po prerezu gredice dajejo najbolj zanesljive informacije za optimizacijo hitrosti ogrevanja in časov zadrževanja vožka v peči. Z uporabo prenosne merilne opreme je meritve potrebno izvajati brez motilnega vpliva na

normalni potek obratovanja peči in proge. Prenosni sistem mora imeti možnost zajemanja vseh signalov stalnih in dodatnih meritev na peči in posebej podatkov pomikov gredic skozi peč. Samo tako je mogoče pravilna analiza temperaturnih profilov in dejanskega stanja delovanja peči. Rezultate meritev smo uporabili za razvoj in validacijo modela ogrevanja gredic, ki je prilagojen konstrukciji peči in deluje v realnem času.

4 LITERATURA

- ¹ Good Practice, Guide 77, Energy Efficiency Office: Continuous Steel Reheating Furnaces: Operation and Maintenance, Oxfordshire 4/1994
- ² Holman J.P.: Heat Transfer, Sixth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1986
- ³ Heiligenstaedt W.: Waermetechnische Rechnungen fuer Industrieofen, Verlag Stahleisen M.B.H., Duesseldorf, 1966