

## Rekonstrukcija koračne peči Custodis v Valjarni žice in profilov

D. Mikec<sup>\*1</sup>, B. Glogovac<sup>\*\*2</sup>, T. Kolenko<sup>\*\*3</sup>, D. Finžgar<sup>\*1</sup>, P. Sekloča<sup>\*1</sup>

UDK: 621.783.231.1.004.6:662.614  
ASM/SLA: F21b, W20h, 18-72, A11e

S koračno pečjo zaradi zastarele konstrukcije in regulacije nismo mogli slediti vedno ostrejšim zahtevam pri ogrevanju gredic, zato smo se odločili za rekonstrukcijo peči.

V članku je opisana rekonstrukcija peči in toplotno-tehnične preiskave ogrevanja gredic po rekonstrukciji peči.

### 1.0. UVOD

Koračna peč Custodis s storilnostjo 30 t/h (slika 1) je v Valjarni žice in profilov namenjena za ogrevanje gredic na temperaturo valjanja. Peč je bila projektirana za ogrevanje gredic z dimenzijama  $\square 125$  in  $\square 135$  mm, ki se pomikajo skozi peč s pomočjo dveh hidravličnih dviznih gredi. Gredice z dolžino 1500—1850 mm je mogoče v peč zalagati dvoredno, daljše gredice z dolžino 3500—4000 mm pa enoredno.

Peč je opremljena s sistemom igličastih rekuperatorjev, s katerim je možno pri temperaturi dimnih plinov 800° C predgreti zrak za zgorevanje do temperature 280° C.

Rekuperator je zaščiten pred pregretjem. V primeru prevročih dimnih plinov se s posebnim ventilatorjem vpiha hladni zrak, ki zniža temperaturo dimnih plinov na 800° C, tako da ne pride do poškodb rekuperatorja.

### 2.0. OPIS PEČI

Peč je leta 1968 izdelala firma »Industrie Ofenbau Custodis«. Sprva je bila peč razdeljena na dve regulacijski coni: ogrevno in izenačevalno cono. Kurjena je bila z mazutom in je imela vgrajenih šest tlačnorazpršilnih gorilnikov. Pri zgorevanju mazuta s komprimiranim zrakom je nastal oster plamen z visoko temperaturo, ki je omogočal večjo storilnost peči. Pomanjkljivost peči je bilo izrazito neenakomerno temperaturno polje v peči, ki je povzročalo lokalno zažganost površine gredic.

V letu 1979 je firma »LOI OFAG« peč prilagodila za kurjenje z zemeljskim plinom. Zamenjani so bili vsi gorilniki z visokoimpulznimi gorilniki na zemeljski plin.

Na kurjenje z zemeljskim plinom se je prešlo brez konstrukcijskih sprememb ter brez posodobitve merilne in regulacijske opreme peči. Pri spremembi pretoka plina oziroma zgorevnega zraka sta se v peči pojavila oba ekstremna primera: visoko reduktivna atmosfera pri odpiranju plinske lopute in visoko oksidativna atmosfera pri zapiranju plinske lopute.

Na sliki 2 je prikazan zapis porabe zemeljskega plina in zraka za zgorevanje v ogrevni coni. Sunkovitim spremembam dotoka plina je z veliko časovno zakasnitvijo (3—4 minute) sledila sprememba dotoka zraka za zgorevanje. S pnevmatsko regulacijo v peči ni bilo mogoče zagotoviti homogene pečne atmosfere z nizkim deležem kisika, ki se zahteva zlasti pri ogrevanju zahtevnejših kvalitet jekel.

Zastarela konstrukcija peči in neustrezen sistem regulacije sta ustvarila neenakomerno temperaturno polje in nehomogeno atmosfero v peči, ki je slabo vplivala na kvaliteto ogrevanja gredic. Zaradi slabo ogretyh gredic je pogosto prihajalo do težav pri valjanju (slabo oprijemanje in krivljenje valjanca, raztrganine in cepljenje koncev na vmesnih profilih) in številnih napak na valjancu (zažgana in razogljčena površina, obogatenje kristalnih mej z bakrom in nikljem, uvaljana škaja . . .).

### 3.0. REKONSTRUKCIJA PEČI

Da bi se izognili težavam pri vodenju koračne peči in ogrevanju gredic, smo se v letu 1989 odločili za rekonstrukcijo peči. Rekonstrukcijo peči je izvedla »RO Vatrostalna OOUR Inženiring Zenica« v sodelovanju s strokovnimi delavci Oddelka regulacijske tehnike in avtomatike Železarne Jesenice.

Na sliki 3 je prikazana koračna peč pred in po rekonstrukciji.

Pri rekonstrukciji peči je bil v celoti zamenjan zgornji del peči. Velike segmentne polkrožne oboke v ogrevni in izenačevalni coni je zamenjal raven strop z vgrajenimi stropnimi gorilniki (slika 4) po celotni dolžini peči, ki omogočajo enakomerno porazdelitev dovedene toplote. Stropni gorilniki so razdeljeni v tri regulacijske cone: predgrevno, ogrevno in izenačevalno cono.

Stropni gorilniki zagotavljajo dobro mešanje plina z zrakom za zgorevanje na gorilnikih in omogočajo popolno zgorevanje z minimalnim pribitkom zraka za zgorevanje oziroma minimalno vsebnostjo kisika v dimnih plinih.

Tabela 1: Tehnični podatki o peči

		pred rekonstrukcijo peči			
cona		predgr.	ogrevna	izenač.	skupaj
število gorilnikov		—	2	4	6
maks. količina plina	m <sup>3</sup> /h	—	1 200	600	1 800
ogrevna površina	m <sup>2</sup>	—	66,2	34,7	100,7
		po rekonstrukciji peči			
cona		predgr.	ogrevna	izenač.	skupaj
število gorilnikov		12	18	12	42
maks. količina plina	m <sup>3</sup> /h	550	800	550	1 900
ogrevna površina	m <sup>2</sup>	26,5	32,9	25,5	84,9

\*1 mag. Darko Mikec, dipl. ing. met., SŽ — Železarna Jesenice, 64270 Jesenice, C. železarjev 8

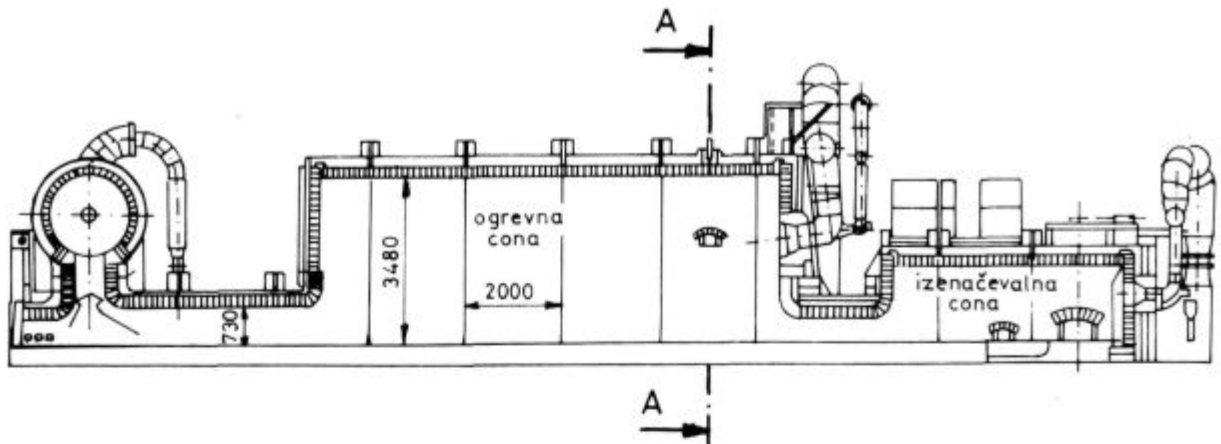
\*\* Železarna Jesenice

\*\* SŽ — Metalurški inštitut Ljubljana

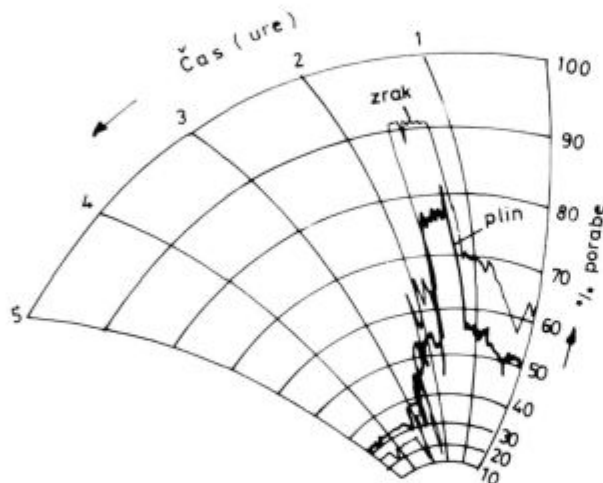
\*\* VTOZD Montanistika, Univerza Ljubljana

\*\* Originalno objavljeno: ZEZB 25(1991)2

\*\* Rokopis sprejet: februar 1991



**Slika 1:**  
Vzdolžni prerez peči z dvignimi gredami  
**Fig. 1:**  
Longitudinal section of the walking beam furnace



**Slika 2:**  
Poraba plina in zraka za zgorevanje v ogrevalni coni  
**Fig. 2:**  
Consumption of gas and combustion air in the heating zone

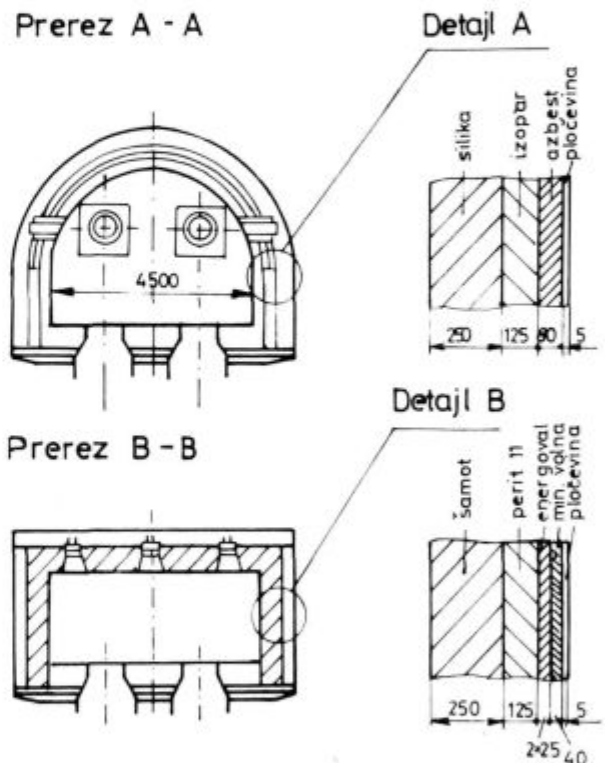
Sočasno s spremembo konstrukcije peči smo zamenjali tudi obzidavo peči.

Staro pnevmatsko regulacijo je zamenjala mikroprocesorska regulacija. Uporabili smo Honeywellov mikroprocesorski regulator TDC 2000, ki je bil rezervni regulator za globinske peči v Valjarni bluming-štekel.

TDC 2000 je osnovni večkanalni mikroprocesorski regulator iz družine TDC (Total Distributed Control). Sestavljen je iz priključnega panela, regulatorja in komandne plošče. Sistem ima 16 analognih vhodov in 8 analognih izhodov z zmogljivostjo osmih regulacijskih zank, kolikor jih je bilo tudi potrebno pri rekonstrukciji peči.

#### 4.0. TOPLOTNOTEHNIČNE MERITVE NA PEČI

Da bi ugotovili dejanske pogoje ogrevanja in optimirali temperaturne režime ogrevanja na rekonstruirani peči, smo v sodelovanju z Metalurškim inštitutom opravili vrsto toplotnotehničnih meritev.

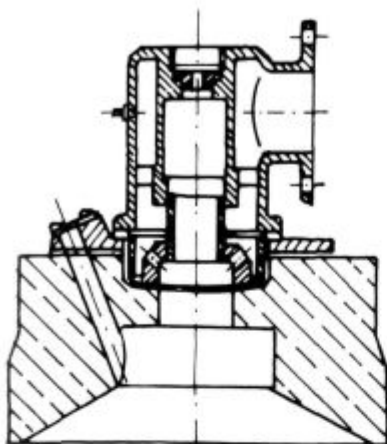


**Slika 3:**  
Prečni prerez koračne peči pred in po rekonstrukciji  
**Fig. 3:**  
Transversal section of the furnace before and after the reconstruction

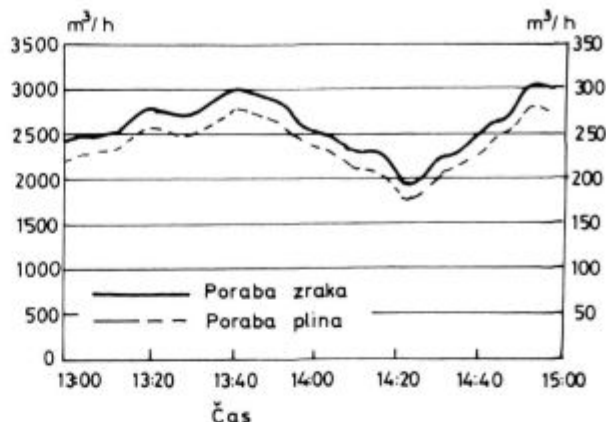
#### 4.1. Meritve poteka ogrevanja gredice

Z vlečnimi termoelementi NiCr-Ni smo izmerili potek ogrevanja gredice pri prehodu skozi peč (slika 5). Na gredico kvalitete VAC 60 preseka  $\square$  135 mm smo pritrdili dva termoelementa.

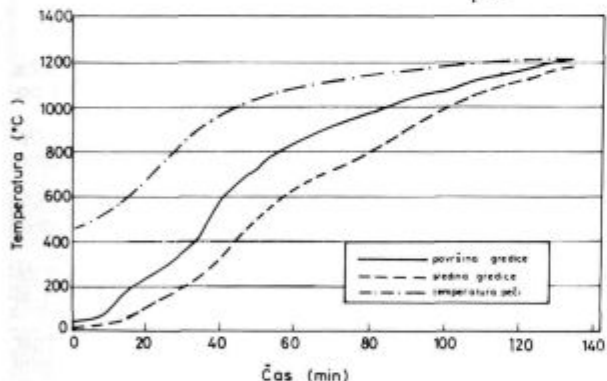
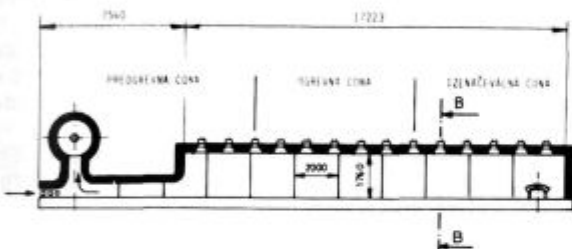
Temperature notranjega površja sten peči smo izmerili s sevalnim optičnim pirometrom na značilnih mestih vzdolž peči in vmesne vrednosti interpolirali.



**Slika 4:**  
Prečni prerez stropnega gorilnika Bloom  
**Fig. 4:**  
Transversal section of the top burner Bloom



**Slika 6:**  
Porabe plina in zraka za zgorevanje  
**Fig. 6:**  
Consumption of gas and of combustion air



**Slika 5:**  
Temperaturni potek ogrevanja gredice  
**Fig. 5:**  
Temperature course in heating billets

Za neoporečno pregretost gredice je potrebno zmanjšati temperaturno razliko med temperaturo površja gredice in sredino gredice. Dobra in enakomerna pregretost gredice je predpogoj za doseganje predpisanih tolerančnih mej vroče valjane žice. Po literaturnih podatkih je pri nazivni storilnosti peči dopustna temperaturna razlika 50°C. Izmerjena temperaturna razlika med površjem in sredino gredice je bila 30°C pri storilnosti peči 22 t/h.

**4.2. Kontrola zgorevanja in regulacije**

Delovanje mikroprocesorske regulacije smo kontrolirali s kisikovo sondo in spremljanjem porabe zemeljskega plina in zraka za zgorevanje.

Iz slike 6 je razvidno, da je z mikroprocesorsko regulacijo možno natančno uravnavati dotok plina in zraka

brez opaznih časovnih zakasnitev, kar zagotavlja homogeno atmosfero v peči z željeno vsebnostjo kisika v dimnih plinih. Regulacija razmerja zgorevanja natančno deluje tudi v področju majhnih obremenitev peči.

S pomočjo Data Loggerja — instrumenta za avtomatsko akvizicijo podatkov, smo posneli celotno delovanje peči in dobljene podatke kasneje obdelali na računalniku. Instrument omogoča sočasno odčitavanje mA in mV signalov na več kanalih v poljubno kratkih časovnih intervalih. Vsako minuto smo zabeležili naslednje podatke:

- temperaturo, pretok plina in zraka (v vseh treh regulacijskih conah)
- temperaturo dimnih plinov (pred in za rekuperatorjem)
- tlak v peči

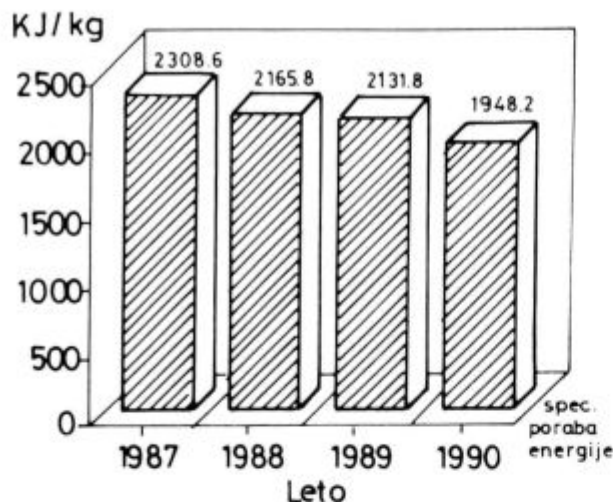
**4.3. Meritve toplotnih izgub skozi stene peči**

Na nerekonstruirani peči smo merili temperature zunanijh sten peči z Landovim pirometrom. Podatki izmerjenih temperatur in izračuni so pokazali, da so bile temperature zunanijh sten peči previsoke (100—240°C), zato so bile velike toplotne izgube skozi stene peči. Temperature zunanijh sten smo ponovno merili tudi pri rekonstruirani peči z novo obzidavo na več mestih vzdolž peči. Temperature in izgube skozi stene smo merili z merilnim instrumentom Shorttherm, ki omogoča direktno odčitavanje temperature in toplotnega toka oziroma izgub skozi stene v W/m². Izmerjene temperature so med 80—90°C. Bistvena prednost nove obzidave je možnost pogostejšega ustavljanja peči brez večje nevarnosti poškodb obzidave peči zaradi temperaturnih šokov, na katere je bila zelo občutljiva obzidava s silika opeko.

**5.0. SPECIFIČNA PORABA TOPLOTE ZA OGREVANJE VLOŽKA**

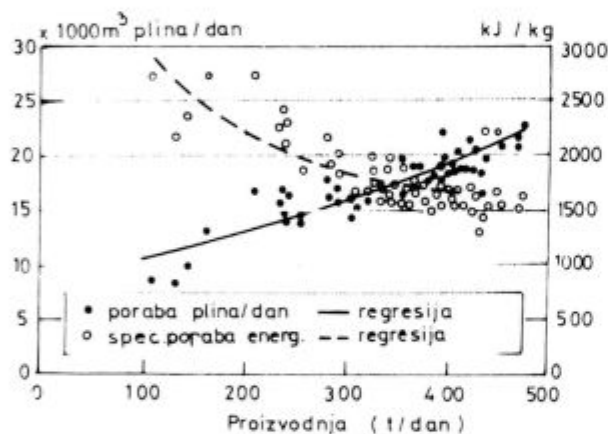
Na sliki 7 so prikazane povprečne letne specifične porabe energije pri ogrevanju vložka v koračni peči.

Specifična poraba energije je odvisna od več vplivnih faktorjev: deleža slepega kurjenja, števila zastojev na progi, načina dela valjarne, storilnosti peči, stanja rekuperatorja in obzidave peči... Vpliv storilnosti peči na specifično porabo zemeljskega plina smo analizirali za obdobje od maja do avgusta 1990 z dnevno analizo ogretyh gredic in količino porabljenega plina. Rezultati analize so prikazani na sliki 8.



Slika 7:  
Povprečne letne specifične porabe energije na peči

Fig. 7:  
Mean annual specific energy consumption in the furnace



Slika 8:  
Vpliv storilnosti koračne peči na specifično porabo zemeljskega plina

Fig. 8:  
Influence of the output of the walking beam furnace on the specific consumption of natural gas

Specifično porabo energije bi lahko še znižali z zamenjavo sedanjega igličastega rekuperatorja s cevnim rekuperatorjem. Pri sistemu igličastih rekuperatorjev so

izgube zraka za zgorevanje relativno velike in rastejo s številom elementov, ki sestavljajo rekuperator. Po podatkih iz literature se pri rekuperatorju, ki je sestavljen iz 80—100 elementov, izgubi do 30% zraka, zato je pri vzdrževanju rekuperatorja potrebno posebej skrbeti za tesnenje rekuperatorja. Prav zaradi slabega tesnenja dimnega kanala in rekuperatorja so temperature predgretega zraka prenizke (100—150°C).

## 6.0. SKLEPI

Koračna peč Custodis je v Valjarni žice in profilov namenjena za ogrevanje gredic na temperaturo valjanja. Zastarela konstrukcija peči in neustrezen sistem regulacije sta bila vzrok za slabo kvaliteto ogrevanja gredic. Zaradi slabo ogreth gredic smo imeli težave pri valjanju in številne napake na izvaljeni žici.

Da bi se izognili opisanim težavam, smo v letu 1989 peč rekonstruirali. Rekonstrukcija sedaj omogoča zagotovitev enakomernega temperaturnega polja in homogene atmosfere v peči, ki sta pogoj za ogrevanje zahtevnejših kvalitet jekel.

Rezultati meritev po rekonstrukciji peči so pokazali, da je kvaliteta ogrevanja boljša, povprečna letna specifična poraba energije za ogrevanje pa za 10% nižja. Na specifično porabo energije močno vpliva tudi storilnost peči, ki je odvisna od deleža slepega kurjenja in zastojev na valjavski progi. Pri dnevni storilnosti 300—400 t/dan je dosežena specifična poraba energije 1600 kJ/kg.

Specifično porabo bi lahko še znižali z obnovo dimnega kanala oziroma zamenjavo rekuperatorja za predgrevanje zraka za zgorevanje.

## LITERATURA:

1. B. Glogovac, K. Hribar, T. Kolenko, D. Finžgar, P. Sekloča, R. Tolar: Možnosti izboljšanja regulacije zgorevanja na podajni peči, Poročilo, Metalurški inštitut, september 1984.
2. B. Glogovac, J. Šranc, V. Rakovec, T. Kolenko, F. Pavlin: Optimizacija režima ogrevanja vložka v podajni peči, Poročilo, Metalurški inštitut, december 1978.
3. H. Hammer: Konzeption und Betriebserfahrungen mit dem neuen 200-t/h Hubbalkenofen einer Mittelbandstraße, Stahl und Eisen, (102)1989, 1095—1103.
4. R. Schneider: Erfahrungen beim Bau und Betrieb eines deckenbeheizten 150 t/h-Hubbalkenofen mit Wendenbett einer Feinstrasse, Stahl und Eisen, (97)1977, 627—632.
5. B. Glogovac, T. Kolenko, M. Hodošček, D. Mikec, D. Finžgar, M. Torkar: Ocena obratovanja koračne peči v žični valjarni, Poročilo, Metalurški inštitut, oktober 1990.
6. F. Reinitzhuber, G. Jacob, G. Hirschmann, D. Rohner: Führung von Wärmeföhren mit Mikroprozessoren — dargestellt am Beispiel einer Draht- und Feinstahlstraße, Stahl und Eisen, (4)1986, 147—153.



## ZUSAMMENFASSUNG

Der Hubbalkenofen Custodis im Draht und Profilverwalzwerk ist für die Erwärmung von Knüppeln auf die Walztemperatur bestimmt. Eine veraltete Konstruktion des Ofens und ein nicht entsprechendes Regulationssystem waren die Ursache für die schlechte Erwärmungsqualität von Knüppeln. Wegen der schlecht angewärmten Knüppel hatten wir Schwierigkeiten beim Walzen. Walzfehler am ausgewalzten Draht waren die Folgen davon. Um diese Schwierigkeiten umzugehen haben wir im Jahre 1989 den Ofen rekonstruiert. Der rekonstruierte Ofen sichert ein gleichmässiges Temperaturfeld und eine homogene Atmosphäre im Ofen, was eine Bedingung für die Erwärmung höherwertiger Stahlgüten ist.

Die Ergebnisse der Messungen nach der Rekonstruktion des Ofens, haben eine bessere Qualität der Erwärmung, und eine Verminderung des durchschnittlichen jährlichen spezifischen Energieverbrauches um 10 %, für die Erwärmung, ergeben. Auf den spezifischen Energieverbrauch hat die Ofenbeileistung einen grossen Einfluss, diese ist von dem Anteil der Blindheizung und von den Stillständen auf der Walzenstrasse abhängig. Bei der Tagesleistung 300—400 t/Tag ist ein spezifischer Energieverbrauch von 1600 kJ/kg erreicht worden. Weitere Möglichkeiten für die Verminderung des spezifischen Energieverbrauches sind durch die Erneuerung des Abgaskanales bzw. durch den Austausch des Rekuperators gegeben.

## SUMMARY

Custodis walking beam furnace is used in the wire and section rolling plant to heat billets to the rolling temperature. Old design of the furnace and unsuitable regulation system were the reason of low quality billet heating. Because of these problems numerous defects in the rolled wire appeared during rolling.

In order to avoid the described problems the furnace was reconstructed in 1989. The reconstructed furnace enables to achieve an uniform temperature field and homogeneous atmosphere in the furnace which is the condition in heating more demanding steel qualities.

Results of measurements after the furnace reconstruction showed the improved quality of heating, and simultaneously a 10 % reduction of specific mean annual energy consumption was achieved. Specific energy consumption also highly depends on the furnace output which is influenced by the periods of idling and stoppages in rolling line. If daily output is 300—400 t the achieved specific energy consumption is 1600 kJ/kg. Specific energy consumption can be further reduced by the renewal of flue channel or substitution of recuperator.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Печь „Кустодис“ на Заводе по прокатке проволоки и профилей предназначена для нагревания заготовок на температуру прокатки. Застаревшая конструкция печи и негодная система регулировки явились причиной плохого качества нагревания заготовок. Из-за плохо нагретых заготовок у нас проявились проблемы в прокатке, а также численные дефекты на прокатанной проволоке. Чтобы уклонились описанным проблемам мы в 1989 г. реконструировали печь. Реконструированная печь позволяет обеспечить равномерно температурного поля и гомогенную атмосферу в печи, что является условием по нагреванию сложных марок стали.

Результаты измерений после реконструкции печи показали лучшее качество нагревания и снижение среднего годового специфического расхода энергии для нагревания за 10 %. На специфический расход энергии печи мощно влияет также производительность печи, которая зависит от доли светлой толки и застойев на прокатной линии. При производительности 300—400 тонн в день достигается специфический расход энергии 1600 кДж/кг. Специфический расход бы также могли снизить с реконструкцией димового канала т. е. сменой рекуператора.