

KONTINUIRNA PEČ ZA ŽARJENJE VALJANIH PROFILOV V ZAŠČITNI ATMOSFERI

CONTINUOUS FURNACE FOR SOFT ANNEALING OF ROLLED BARS IN CONTROLLED ATMOSPHERE

ALAIN LIPUŠ

Metal d.o.o., Koroška cesta 14, 2390 Ravne na Koroškem

Prejem rokopisa - received: 1997-10-01; sprejem za objavo - accepted for publication: 1997-12-19

Nova kontinuirna peč v Valjarni profilov je namenjena predvsem toplotni obdelavi kakovostno najzahtevnejših orodnih jekel. Je popolnoma računalniško vodena in omogoča takojšen vizualni nadzor nad vsemi pomembnimi parametri toplotne obdelave. Poleg tega je tudi precej bolj produktivna in energijsko varčnejša kot podobne peči starejše izdelave. Kot zaščitni plin se uporablja dušik. Najbolj pomembno pri tej pridobitvi pa je, da smo se izognili dodatnemu razogljčenju pri toplotni obdelavi, ki je negativno vplivalo na kvaliteto valjanih profilov.

Ključne besede: peč, žarjenje, zaščitna atmosfera, dušik

New continuous annealing furnace in bar mill is designed especially for heat treatment of high quality alloy steels. The furnace is totally computer controlled and enables immediate visual control of all important parameters of the heat treatment. Besides that it is also far more productive and consumes less energy than similar older furnaces. Controlled atmosphere is based on nitrogen. The most important fact is that we don't have additional decarburisation after heat treatment, which effects the quality of rolled bars very negatively.

Key words: furnace, annealing, controlled atmosphere, nitrogen

1 UVOD

Skoraj 400-letna tradicija in proizvodni program, ki obsega nad 200 različnih jekel, sta podatka, ki povesta veliko o Metalu Ravne. Specializirani smo predvsem za hitrozrezna in orodna jekla, ki jih prodajamo po vsem svetu.

Tudi pri nas pa se občuti konkurenca na svetovnem trgu, ki zahteva vedno boljše izdelke za enako oz. vedno nižjo ceno. Agregati v Metalu so povečini stari in izrabljeni ter le s težavo dosežajo vedno ostrejšo toleranco. V Valjarni profilov je bila problematična predvsem toplotna obdelava jekel, saj smo imeli težave pri doseganju nivoja razogljčenosti, porabi energentov in storilnosti. Da bi bili tržno konkurenčni, smo v letu 1996 kupili novo kontinuirno peč za žarjenje v zaščitni atmosferi pri proizvajalcu EBNER v Avstriji (v nadaljnjem tekstu: Ebnerjeva peč).

2 ZASNOVA PEČI

Peč ima v primerjavi s starimi kontinuirnimi pečmi naslednje poglobitve prednosti:

- žarjenje brez dodatnega razogljčenja materiala
- hitrejša in zanesljivejša doseganje mikrostrukture
- nizki obratovalni stroški oz. nizka poraba energentov

Te zahteve so bile postavljene proizvajalcu peči kot vodilo pri razvoju ustreznega agregata.

3 POMEMBNEJŠE TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE PEČI

- dolžina peči 76 m
- dolžina ogrevanega dela 36 m
- koristna širina med valjčnicami 1750 mm
- svetla višina nad valjčnicami 350 mm
- območje delovnih temperatur 600-920°C
- maksimalna temperatura v peči 950°C
- neto vložek 3500 kg/h
- hitrost prehoda skozi peč 1,2-12,0 m/h
- dolžina vložka 3000-6250 mm
- preseki vložka:
 - okrogli $\phi 8$ - $\phi 150$ mm
 - ploščati
 - širina 40-300 mm
 - debelina 8-50 mm

4 OPIS POMEMBNEJŠIH SKLOPOV PEČI

4.1 Zalagalna naprava

Pri zalaganju je treba posvetiti posebno pozornost gabaritom vložka, ki so navedeni v točki 3. Glede na temperaturo žarjenja je predpisana tudi maksimalna specifična masa materiala, ki je od 750 do 1500 kg/m. S palic mora biti odstranjena vsa groba škaja, v primeru zahtevnih kvalitiet pa tudi fina, kar dosežemo s peskanjem profilov pred toplotno obdelavo. Vsak vložek se

vpiše v računalnik, kjer se zapisujejo tudi vsa dogajanja med njegovim prehodom skozi peč.

4.2 Vakuumska komora

V vakuumski komori moramo doseči varovalno atmosfero, kakršna vlada v notranjosti peči. Komora ima vstopna vrata, skozi katera vstopa material iz zalagalnih valjčnic, in izstopna vrata, skozi katera izstopa v ogrevani del peči. Tako komora kot tudi drugi deli peči so povsem zatesnjeni, da se prepreči dostop zraka, ki bi povzročal razogljčenje. Postopek evakuiranja se začne tako, da se zaprejo izstopna vrata komore in se s tem prepreči dostop plinov v peč. Nato se odprejo vstopna vrata, material se zapelje v komoro, vstopna vrata se zaprejo. Nato se avtomatično sproži vakuumski program, ki je sestavljen iz štirih faz:

- izčrpavanje zraka do 5 mbar (500 Pa)
- vpihovanje dušika do 80 mbar (8000 Pa)
- izčrpavanje zraka do 5 mbar (500 Pa)
- vpihovanje dušika do atmosferskega tlaka

S tem dosežemo, da je atmosfera v komori podobna tisti v peči. Ko se izstopna vrata ponovno odprejo, ni nevarnosti, da bi zrak ogrozil stanje atmosfere v peči.

4.3 Predkomora

Predkomora se uporablja za ločevanje vložkov in ohranjanje pravilne razdalje med vložki. Vsi pomiki materiala so namreč nadzorovani s fotocelicami, ki centralnemu računalniku sporočajo položaj paketa v peči, kar ta uporablja za izračunavanje preostale poti obdelave, pripisovanje temperatur posameznemu paketu in grafične prikaze na zaslonu.

4.4 Ogrevne cone

Ogrevnih con je 12, od tega so prve štiri kurjene plinsko, drugih osem pa električno. Ker je peč zatesnjena in dostopa zraka vanjo ni, je ogrevanje izvedeno s keramičnimi sevalnimi cevmi, ki prejeta toploto iz gorilnikov sevajo v prostor peči. Pri mehkem žarjenju v drugem



Slika 1: Plinski gorilniki ter krmilna elektronika
Figure 1: Gas heaters and regulation electronics

delu toplotne obdelave temperatura počasi pada, zato je ta del izveden električno in je projektiran tako, da omogoča le pokrivanje izgub in dogrevanje vložka na želeno temperaturo. Tako vložek sam izseva del toplote za doseganje temperature, kar pripomore k zelo nizki specifični porabi energije. Cone od 4 do 12 imajo tudi možnost ohlajanja z zrakom, kar omogoča zelo natančno regulacijo temperature ($\pm 3^\circ\text{C}$). Hlajenje je izvedeno tako, da je na sevalne cevi pripeljan komprimiran zrak, ki jih hladi z zunanje strani. Toplotna izolacija je izvedena s toplotno izolirno volno, ki je precej boljši izolator kot šamotna opeka, se manj greje in tudi v okolico oddaja precej manj toplote. Agresivni oljni hlapi pa jo uničujejo, zato ni primerna za popuščanje in popuščno žarjenje materialov, ki so bili kaljeni v olju.

4.5 Hladilni kanal

Hladilni kanal je namenjen za kontrolirano ohladitev profilov pod nivo vsakršnih faznih transformacij in za ljudi prijazno delo. Žarjenje je praviloma končano pri temperaturah med 500 in 650°C, v hladilnem kanalu pa se vložek postopoma ohladi na 250 do 300°C. Stene hladilnega kanala so hlajene z vodo. Na koncu peči ni posebne izstopne vakuumске komore, ampak se pri izstopu aktivira preprihovanje z dušikom, ki za približno 30 sekund, kolikor traja izstop vložka in zapiranje vrat, vzpostavitvijo plinske zavese prepreči vdor zraka v hladilni kanal.

4.6 Razlagalna naprava

Razlagalna naprava je izvedena tako, da se vrata hladilnega kanala sama zaprejo po izhodu vložka iz peči, za kar poskrbi fotocelica na zunanji strani vrat. Na koncu naprave se aktivira stikalo, ki ustavi vložek. S tem je ta pripravljen za dešaržiranje v jasli.

Razlagalna in zalagalna naprava sta plod domačega znanja in dela - projektirala ju je Serpa, d.o.o., ki prav tako kot Metal spada v koncern Slovenske Železarne.

5 ZAŠČITNA ATMOSFERA

Poglavitni element, ki to peč loči od drugih žarilnih peči v Valjarni profilov, je zaščitna atmosfera. Njen namen je preprečiti razogljčenje materialov med žarjenjem.

Varovalno atmosfero dosežemo in vzdržujemo tako, da v peč stalno vpihujemo čisti dušik na dveh ali treh mestih v količini pribl. 50 m³/h. S tem dosežemo v peči nadtlak okoli 150 Pa, kar je hkrati tudi dovolj za vzdrževanje plinske tesnosti. Računalnik analizira atmosfero z meritvijo CO₂ in O₂. Kisik se lahko meri na dveh merilnih mestih (navadno se meri v 3. coni), njegova vsebnost pa naj ne presega 2 ppm. CO₂ se lahko meri na štirih mestih (navadno se prav tako kot kisik meri v 3. coni), njegova vsebnost pa je odvisna predvsem od kvalitete jekla in ne sme presežati 400 ppm. Težave

nastopajo predvsem pri orodnih jeklih za delo v hladnem z nizko vsebnostjo kroma, ker njihova specifična škaja povzroča naraščanje vsebnosti CO₂ v atmosferi. Če vrednost CO₂ preseže 400 ppm, računalnik odpre elektromagnetni ventil in prilagaja količino dodatno vpihanega dušika tako, da vsebnost CO₂ pade ponovno pod kritično vrednost 400 ppm. Navedenim težavam se pri zahtevnih jeklih izognemo tako, da ta jekla pred toplotno obdelavo peskamo, s čimer s površine profilov odstranimo tako grobo kot fino škajo.

6 RAČUNALNIŠKA OBDELAVA PODATKOV IN VODENJE PEČI

Za naš agregat je podjetje EBNER prvič razvilo t.i. vizualizacijski sistem, kar pomeni, da se proces žarjenja vodi in nadzira z osebnim računalnikom in ustrezno programsko opremo. Ta je zgrajena na osnovi operacijskega sistema MS Windows 95. V osnovi je razdeljena na štiri glavne menije, s katerimi izberemo ustrezní prikaz, ki nas zanima. Poleg spremljanja vseh temperatur, časov in hitrosti ponuja peč še možnost programiranja do 250 fiksnih predpisov toplotne obdelave, arhiviranje podatkov za okoli 6000 delovnih nalogov in spremljanje ter arhiviranje vseh napak, ki so se pri peči zgodile.

Ob spremembi tehnologije program sam določi potreben presledek med vložki, ki se izdelujejo po stari tehnologiji in vložki, ki se bodo izdelovali po novi. Prav tako začne avtomatično prilagajati proces kurjenja, tako da se vsaka tehnologija izvede po svojem temperaturnem režimu.

Po izhodu vložka iz peči računalnik izpiše podatke o pravkar končani toplotni obdelavi, ki se lahko uporabijo kot certifikat kupcu o korektno opravljenem postopku, ali pa se arhivirajo za načrtovanje izboljšanja tehnologije.

V primeru nenačrtovanih težav, raznih izpadov ali motenj ali na zahtevo tehnologa pa se dajo vse funkcije peči upravljati ročno. V ta namen je izšolanih nekaj operaterjev, ki pokrivajo vsak svoje področje (elektrika in elektronika, termoregulacije, metalurgija) in ki poznajo šifro za vklop posameznih opcij ročnega krmiljenja. Ročno vodenje peči se izvaja pri hujših napakah na peči in v primeru, ko pri avtomatskem vodenju zaradi napake na računalniku lahko nastala škoda na agregatu ali na vložku. Takšno vodenje je zahtevno in kompleksno ter lahko v primeru malomarnosti ali neznanja resno poškoduje agregat.

7 PRIMERJAVA IZBOLJŠAV GLEDE NA STARE PLINSKE PEČI

Peči lahko med seboj primerjamo predvsem po produktivnosti in specifični porabi energije. Druge peči so plinske, Ebnerjeva pa je kombinirana plinsko - električna, zato smo za primerjavo vse podatke izrazili z joulsko energijo. Medtem ko stare kontinuirne peči porabijo za žarjenje orodnih jekel med 4,5 in 6 GJ/t, se ta poraba na Ebnerjevi peči giblje med 1,1 in 1,3 GJ/t.

Pri tem smo skrajšali čase žarjenja za 20 do 30%, ponavljanja toplotnih obdelav zaradi neustreznih rezultatov, ki so se na starih pečeh pojavljali pri najzahtevnejših kvalitetah, ni več. Natančnost regulacije je $\pm 3^{\circ}\text{C}$, pri starih pečeh pa $\pm 15^{\circ}\text{C}$. Nadzor nad novo pečjo ima računalnik, stare pa kontrolirajo ogrevalci, ki so zaradi različnih dejavnikov pri delu (utrujenost, malomarnost itd.) precej bolj netočni.

Lahka obzidava Ebnerjeve peči omogoča zelo hitro pripravljenost po hladnem zagonu (prvi vložek lahko vstopi v peč po 12 urah od vklopa). Ta čas bi bil lahko še znatno krajši, če ne bi bilo potrebno vzpostaviti nevtralne atmosfere, saj je peč na temperaturi 850°C v slabih treh urah. Zadnje (električno kurjene) cone se ogrejejo šele takrat, ko se skozi cono pred njimi zapelje prvi vložek, vendar to ne vpliva na kvaliteto žarjenja.

8 SKLEP

Ebnerjeva peč je pomembna pridobitev za Valjarno profilov, ki nam omogoča ohranjanje strateško zelo pomemben trg visokokakovostnih orodnih jekel. Njene značilnosti ustrezajo merilom naših najzahtevnejših kupcev. Peč je povsem računalniško vodena in omogoča kvalitetno žarjenje vseh profilov iz našega proizvodnega programa. Je zelo varčna, omogoča popoln nadzor nad obratovanjem in daje zanesljive in ponovljive rezultate. Z njeno postavitvijo smo v Valjarni profilov odpravili ozko grlo pri toplotni obdelavi profilov in precej izboljšali kvaliteto žarjenja. Zaščitna atmosfera v peči preprečuje dodatno razogljčenje valjanih profilov, kar je pri starih pečeh ob zoževanju toleranc že postalo resen problem. Na račun večje produktivnosti pa smo odpravili tudi ozko grlo pri proizvodnji, saj lahko na tej peči obdelamo letno do 15000 ton materiala, na stari pa smo ga lahko le 8000 do 9000.

9 LITERATURA

¹ Obratovalna navodila za kontinuirno peč z zaščitno atmosfero, interna skripta, Metal, d.o.o., 1996