

# Druga evropska konferenca o elektrojeklarstvu Firence Italija, 29. september—2. oktober 1986

J. Arh

Konferenco je organiziralo Associazione Italiana di Metallurgia (AIM) — Milano s podporo še 12 drugih institucij in združenj zahodne Evrope.

Zaradi izredno velikega števila prijavljenih predavanj — 104, na 1. konferenci l. 1983 le 44, so program delili na dva dela.

V prvem delu je bilo 45 predavanj s pretežno proizvodno problematiko. Le-to so avtorji predstavili avditoriju ustno v petih sekcijah. Ostalih 59 predavanj se je zvrstilo v treh dneh v poster sekciji.

Prvi dan dopoldne so bila na sporedu tri uvodna predavanja, in sicer:

- O surovinah za proizvodnjo jekla
- Razmere na področju energije
- Razvoj tehnologije za proizvodnjo jekla

V nadaljevanju bom poskušal podati glavne misli najbolj pomembnih predavanj iz prvega dela in pa splošen zaključek v razvoju elektrojeklarstva v zadnjih treh letih med obema kongresoma.

Svetovna gospodarska kriza, ki je najmočnejše prizadela jeklarstvo, je prisilila jeklarje k zmanjševanju kapacitet, povzročila pa je tudi pravo revolucijo v tehnološkem razvoju proizvodnje elektrojekla.

Druga evropska konferenca je pokazala, da klasične tehnologije z dvožilnim procesom ni več. Tudi peči z normalno močjo ne gradi nihče več. Specifična moč današnjih UHP peči znaša od 600 do 1000 kVA/t kapacitete peči.

Kontinuirano vlivanje s svojim enournim ritmom in strogimi zahtevami po natančni livni temperaturi je imelo močan vpliv na razvoj tehnologije proizvodnje jekla.

Danes prevladujejo različni dupleks postopki. EO peč je le talilni agregat. Potem ko je jeklo raztaljeno, odstranimo le še fosfor in z oksidacijo znižamo ogljik do željene meje ter šaržo ogrejemo. Pravo revolucijo je povzročil razvoj ekscentričnega preboda, ki so ga prvič uvedli v danski železarni DDS v začetku leta 1983. S tem ko je bilo omogočeno enostavno ločenje jekla in žindre, se tudi začel hiter razvoj sekundarne metalurgije.

Na sekundarni strani so zelo različne naprave oziroma postopki. Najenostavnejša je obdelava z različnimi sintetičnimi žlindrami in CaSi — TN in podobnimi postopki. Vendar ta način stagnira. Močno se uveljavlja ponovna peč. S tem se razbremenuje EO peč visokih prebodnih temperatur, prilagajanje kontilivnim napravam je izvrstno, zanesljivost vlivanja velika, kvaliteta jekla je odlična.

Potem so še razni vakuumski postopki, odvisno pač od zahtev VD, VOD, VAD in kombinacije le-teh. Ker so za VD postopek (desoksidacija in degasacija v vakuumu) potrebne visoke prebodne temperature, okrog 1750° do 1780°C, VD napravam vse pogosteje prigrājujejo ponovne peči.

Z vsemi temi postopki se da dosežati zelo majhne vsebnosti žvepla. Za modifikacijo nekovinskih vključkov so potrebne le še majhne količine CaSi, ki ga uvajajo v talino v obliki oplasčene žice.

Uveljavlja se koncept jeklarne z eno pečjo. Tam, kjer so imeli dve peči, so eno predelali v ponovno peč, drugi pa povečali moč v UHP ali super UHP območje. Take jeklarne dosegajo največje storilnosti.

**K. D Unger in sodelavci: modernizacija in povečanje produktivnosti 80 t EO peči za oskrbo AOD konvertorja pri Thyssen Edelmetallwerke Krefeld**

Prvotno so imeli 2 EO peči, moči 30—36 MVA. Po predelavi imajo 1 EO peč, kapacitete 85 t tekočega jekla, moči 60 MVA. Stene peči so iz cevnih elementov, hlajenje z vročo vodo 210°C, 16 bar, enako tudi obok. Trajanje šarže 1,95 ure. 20 % dovedene električne energije se vrača z izkoriščanjem vroče vode. Porabo elektrod so zmanjšali za 30 %, ognjestalnih materialov pa za 57 %. Peč so ogradili z ohišjem zaradi zmanjšanja ropota in lažjega odsesavanja dima. Kapaciteta odsesavanja znaša 350.000 Nm<sup>3</sup>/h. Celotna predelava je trajala 3,75 meseca. S pečjo oskrbujejo AOD konvertor. 80 % jekla vlijejo na kombinirani Slab-blum kontilivni napravi. Mesečna kapaciteta je 30.000 t.

**M. Beirer: Razvoj 80 t EO peči; v 10 let stari mini železarni (Societe des Acieries de Montereau — Francija)**

Mini železarna je začela obratovati l. 1975 s projektirano letno kapaciteto 180.000 t gredic. Premer peči 5,8 m, trafo 35/42 MVA, en štirižilni kontiliv. Jeklarne omogoča danes proizvodnjo 430.000 t gredic. V tem času so uvedli oziroma dogradili:

- 1977/1979: vodnohlajene stene in obok;
- 1980/1981: nov pečni transformator 80 MVA, ki pa dela pri 50 MVA;
- 1983: gorilec pri prednjih vratih — sekvenčno vlivanje;
- 1984: nov 6-žilni kontiliv.

Povečanje proizvodnje in storilnosti pričakujejo še z — dograditvijo ekscentričnega preboda in ponovne peči,

- napravami za predgrevanje starega železa s pečnimi plini,
- vpihavanjem plinov in »fluidov« bo še dalje skrajšalo čas taljenja.

**A. Al — Sulaim, H. Jung, T. Levring: Jeklarne Saudi Iron and Steel Company — zagon in obratovanje, Al — Jubail, Saudska Arabija**

Saudi Iron and Steel Company je prva integrirana železarna, zgrajena v Saudski Arabiji. Sestoji iz 2 × 400 Midrex modulov, ki trenutno proizvajata 1 milij. ton železove gobe.

3 × 120 t Voest Alpine Krupp EO peči, 3 × 6 žilni kontiliv z ravno kokilo za gredice in valjarne za žico in palice.

Začetek obratovanja železarne je decembra 1982. Aprila 1984 so dosegli 850.000 t gredic letno. Leta 1985 so proizvedli 1,1 milij. ton gredic, računajo pa z 1,5 milij. ton v letu 1990. V nadaljnjem so v tekstu in v diagramih prikazana zmanjšanja vseh vrst porab v treh letih obratovanja.

V letu 1986 so prešli na sistem dvopečnega obratovanja. Glede na najnovejši razvoj v zadnjih treh letih bodo peči opremljeni z ekscentričnim prebodom in vsaki peči dogradili ponovno peč.

**B. Strohmeier, W. Peters: Obratovanje velikih UHP — EO peči na osnovi železove gobe, dobljene po SL/RN procesu (premog kot reducent) v železarni ISCOR, Vanderbijlpark — Južna Afrika**

ISCOR proizvaja v Vanderbijlparku 5 milij. ton jekla v SM pečeh, LD konvertorjih in EO pečeh. Imajo tri 155 t UHP — EO peči in tri 160 t LD konvertorje. Proizvajajo v glavnem ploščate produkte. Zaradi potrebne majhne vsebnosti oligoelementov potrebujejo čist vložek. Tem zahtevam ustreza železova goba. V obratovanju je največja naprava za redukcijo železove gobe s trdnim reducentom na svetu, s kapaciteto 720.000 t letno. Ena peč že ima ekscentrični prebod, drugi dve bodo predelali v letu 1987. Peči so opremljene z 80/96 MVA transformatorji (maksimalna moč 70 MW), ki omogočajo obratovanje z daljšim obločnim plamenom in manjšim tokom, s ciljem zmanjšati porabo elektrod. Delo z železovo gobo daje velike količine žlindre, ki jo odvažajo tekočo v 30 m<sup>3</sup> banjah s cestnimi vozili. Vsi dodatki v ponovco se dozirajo avtomatično. Peči so opremljene z oxy — fuel gorilci, pri čemer je gorivo premogov ter. Posebnost SL/RN procesa je železova goba z majhno vsebnostjo C do 0,1 %. Ogljik je zato treba dodajati med taljenjem. Vložek tvorijo v glavnem težki odpadki valjarn in svinje (1 sama košara), 20—35 % pa je železove gobe, ki jo dodajajo kontinuirno v že vročo talino. Prednost železove gobe je predvsem v tem, da znižuje vsebnost oligoelementov in da v času taljenja povzroča močno kuhanje taline, pri čemer se zaščitijo stene pred električnim oblokom. Vsebnost N pa je nižja (40—60 ppm). Pri peči z ekscentričnim prebodom so vse vrednosti pod 50 ppm. Jekla z majhno vsebnostjo N in C odlijejo polpomirjeno ali nepomirjeno in obdelajo na RH napravi. VAD naprava služi predvsem za ogrevanje jekla v ponovci.

Pripravek je zanimiv zlasti za tiste, ki za vložek uporabljajo tudi železovo gobo.

**R. Lopez Mayorga: Nove izkušnje in obratovalni podatki jeklarne Acindar — Argentina**

Prikazan je zanimiv primer posodobitve dveh jeklarn, glede na današnje stanje razvoja. Prva jeklarne proizvaja 170.000 t od malo do visokolegiranih jekel, druga pa 1 milij. ton ogljikovih in malolegiranih jekel. Vložek v drugi jeklarni je 65 % železova goba (Midrex) in 35 % staro železo.

**Jeklarne 1** Proizvodnjo so od prvotnih 4 peči koncentrirali v eni peči 50 t kapacitete in s 45/65 MVA transformatorjem. Električno opremo te peči pa so porabili za ponovno peč — trafo 18 MVA. Prebod brez žlindre pa zagotavljajo z nizkoležečim (potopljenim) prebodom. V naslednjih letih bodo postavili tudi VOD/VD napravo.

**Jeklarne 2** je nova, zgrajena 1978, imajo tri peči 110 t, 65/73 MVA transformatorji in 65—70 % železove gobe v vložku. Sedaj obratujeta 2 peči, predelani na ekscentrični prebod v sklopu z eno ponovno pečjo. Čas obdelave v ponovni peči (28 MVA) je 32 minut, od tega traja ogrevanje 18 minut.

**L. S. Gonano, Babcock Wilcox ZDA: Nov koncept jeklarne za proizvodnjo visoko kvalitetnih jekel.**

V letu 1984 je začela obratovati jeklarne za proizvodnjo visoko kvalitetnih jekel z visoko storilnostjo in

nizkimi proizvodnimi stroški. Osnova jeklarne je kontinuirno za blume za vlivanje ogljikovih in z Al pomirjenih jekel s tako površino blumov, da čiščenje ne bi bilo potrebno. Končni izdelki so hladno vlečene palice, cevi za naftno industrijo, odkovki, toplotno obdelane palice. Zahtevano je sekvenčno vlivanje in tap-tap čas 80 minut. V ta namen so postavili 80 t UHP — OE peč, firme Krupp, s 67 MVA transformatorjem in tremi oxy-gas gorilci. Ponovna peč firme Stein-Heurtey ima 12 MVA transformator (VAD). Ponovce so do žilindrne cone obzidane z aluminatno opeko, žilindrna cona je 96 % MgO. Ponovna peč je opremljena tudi z napravo za vpihavanje prašnatih materialov, firme Clesid, in avtomatično pripravo za merjenje temperature in jemanje vzorcev.

Tehnologija v peči je enaka za vse vrste jekel, tako tiste z 0,08 % C kot tudi z 1 % C. Zakladajo z dvema košarama. V prvi je 2/3, v drugi 1/3 vložka. Oxy-gas gorilci delajo 12 min pri prvi košari in 8 minut pri drugi košari. Kisik pihajo v času taljenja in pregrevanja taline, da dosežejo 0,06 do 0,08 % C pri prebodu. Apno in ogljik dodajajo skozi peto odprtino na tvorbo peneče žlindre. Prebodna temperatura je enaka za vse vrste jekel (1675 °C). Jeklo odlijejo nepomirjeno v ponovco za prelihanje. Al dodajajo le za delno pomirjenje. V drugo ponovco dajo na dno vse legure do spodnje analize meje, apno in jedavec. Premer izlivka za prelihanje je 100 mm. Ves čas mešajo z argonom skozi porozni kamen v steni. Šaržo nato ogrejejo v ponovni peči (VAD) pri znižanem tlaku 500 mbar, končno legirajo in nazadnje še vpihajo 0,70 kg CaSi/tono. Normalni čas obdelave v VAD znaša 45 do 80 minut, odvisno od kontiliva.

Naprave in tehnologija so enake kot v železarni Ravne (isti dobavitelj).

**F. D. Winter, Brymbo Steel Works: Vpliv sekundarne rafinacije jekla na proizvodnjo in kvaliteto gredic za odkovke.**

Brymbo Steel Works je stara železarna s 100-letno tradicijo. Glavni odjemalec je avtomobilska industrija s strogimi zahtevami glede:

- čistoče jekla z omejeno velikostjo in številom nekovinskih vključkov (visoka žilavost),
- homogenosti taline zaradi zmanjšanja makrosegacij,
- površinskih napak (majhna vsebnost kisika),
- kontrole vodika, notranje homogenosti
- optimalne obdelovalnosti tako pri jeklih z višjim S, modificiranih s Ca, in pri jeklih, legiranih s svincem,
- natančnega zadevanja analize, mehanskih lastnosti in sposobnosti za toplotno obdelavo. Proizvodnjo prej štirih 70 t EO peči, 12,5 MVA so zreducirali na eno 100 t UHP peč, ki proizvaja 325.000 t gredic, s transformatorjem 53/65 MVA in štirimi oxy-fuel gorilci, od katerih vsak daje 2.8 MW. Najboljši dosežki so: 23 šarž na dan.

Tap-tap čas 40 minut, 10.383 t jekla/teden. Na sekundarni strani imajo:

- ponovno peč z napravo za uvajanje Al žice, Ca-Si žice, žice s FeB,
- napravo za legiranje Pb med prelihanjem,
- Scandinavian Lancers napravo za uvajanje prašnatih materialov,
- VAD napravo,
- D. C. ponovno peč z avtomatičnim sistemom za legiranje (prva te vrste na svetu), razvili so jo skupaj z Mannesman Demag Hüttentechnik, Duisburg.

Sekundarna obdelava jekla je pogoj za zadovoljevanje potreb kovaške industrije (za proizvodnjo avtomobilov).

D. C. ponovna peč predstavlja novost v svetu, ima le eno grafitno elektrodo in jekleno elektrodo 200 mm kv. Moč 12,5 MVA. Ta čas je v testiranju.

A. Trupiaço A. F. L Falck Milano: **Proizvodnja 70 t EO peči, razvoj in proizvodni rezultati v letih 1982 do 1986.**

Pri Falck-u so imeli do leta 1981 4 × 65 t EO peči, ki so dajale letno 400.000 t jekla za ploščate proizvode. Te štiri peči so nadomestili z eno 70 t UHP pečjo s 74 MVA transformatorjem, ki ima letno zmogljivost 250.000 ton. Postavili so tudi VAD napravo za 70 in 140 t, ker imajo še 140 t peč. V predavanju je podan zelo širok opis nove 70 t peči s številnimi tabelarnimi podatki in risbami.

M. Ottaiano Dalmine: **Elektrojeklarna za proizvodnjo brezšivnih cevi, razvoj in proizvodni rezultati.**

Od 5 EO peči vl. 1982 obratujeta še dve z 90 t in 40 t kapacitete in skupno letno proizvodnjo 480.000 t. 90 t peč ima 60 MVA transformator, odliva 90 t jekla in proizvaja letno 340.000 t jekla. Peč oskrbuje 4-žilni kontiliv za blume od 220 do 320 mm kv. Vsaka peč dela v sklopu s ponovno pečjo. Peči delata s penečo žilindro, kar omogoča delovanje z maksimalno močjo. Za končno obdelavo vpihujejo CaSi v količino 0,4 do 0,6 kg/t.

P. Masucci in sodelavci Nuova Italsider Genova: **Elektrojeklarna, ki proizvaja visoko kvalitetno jeklo za vlivanje posebnih bram pod pritiskom.**

Posebnost te jeklarne s kvalitetnim programom je vlivanje slabov 150 do 400 mm debeline, 1900 do 2300 mm širine in 800 do 10.000 mm dolžine, od 28 do 73 t teže pod pritiskom. Kokile so obložene z grafitnimi ploščami.

Kvalitetni program:

- pločevina za off-shore platforme,
- pločevina za nuklearke,
- pločevina za kriogene namene,
- pločevina za balistične namene (vojska),
- pločevina odporna proti obrabi.

Za ta kvalitetni program imajo naslednjo opremo:

- EO peč 140 t UHP, transformator 60 MVA t 20 %.
- DH naprava za degazacijo jekla;
- ponovna peč z 22 MVA transformatorjem in histrostro ogrevanja 3°C/mm.

Kvalitetni kazalniki:

- Žveplo minimum 10–20 ppm.
- Fosfor 0,010 %
- H<sub>2</sub> 2 ppm.

Ponovna peč omogoča povečanje storilnosti EO peči, uporablja pa odvečno jeklo od vlivanja (visok izkoristek).

G. Garzena in soavtorji Aosta Italija: **Mini jeklarne za proizvodnjo specialnih jekel v Aosti.**

Od septembra 1984 je v obratovanju nova mini jeklarne za proizvodnjo malo in visoko legiranih specialnih jekel (nerjavnih). Predstavljajo jo EO peč 18 t/8,6 MVA in ASEA-SKF naprava za sekundarno obdelavo jekla, vse v eni liniji. Stojišče za degazacijo omogoča VOD obdelavo nerjavnih jekel. Stojišče za ogrevanje ima transformator 4,5 MVA in omogoča ogrevanje 75°C/min (20 t). Tretje stojišče pa je namenjeno za obdelavo jekla z vpihovanjem CaSi ali z uvajanjem CaSi

žice s posebno napravo.

Proizvajajo: brzorezna in ledeburitna orodna jekla, nerjavna in ventilska jekla, Fe-Ni superzlitine, konstrukcijska in orodna jekla z visoko čistočo.

Še nekaj podatkov za nerjavna jekla (žica):

zahteva	C < 0,020 %
po VOD	C = 0,013 %
v gredicah	C = 0,015 % srednja vrednost
43,7 % šarž ima	C < 0,010 %
najnižji doseženi	C = 0,0023 %

K. H. Klein in sodelavci: **Proizvodnja jekla z visoko storilnostjo v Badische Stahlwerke AG Kehl ZRN**

Uporabili so izraz: Ultrahigh-Efficiency Steelmaking (UHES), kar pomeni največje možno izkoriščanje najbolj sodobnih naprav in tehnologije za ekonomično proizvodnjo jekla v EO peči. Ta jeklarne spada danes med tiste z največjo storilnostjo na svetu.

Jeklo proizvajajo na dveh enakih in neodvisno drugo od druge delujočih linijah. Imajo:

- dve napravi za predgrevanje starega železa s pečnimi plini,
- dve 60 t UHP električni obločni peči s 40/48 MVA transformatorji,
- dve ponovni peči (10/12 MVA),
- dva 4-žilna kontiliva za gredice.

Obe peči sta opremljeni z najsodobnejšo opremo, kot so vodnohlajene stene in obok, ekscentrični prebod, manipulatorji za O<sub>2</sub> kopja, oxy-fuel gorilci. Oprema in proces so avtomatično kontrolirani z mikroročalniki. Obstoječe transformatorje bodo zamenjali z novimi, moči 60 MVA. Letna proizvodnja vsake linije znaša 400.000 t pri 6700 proizvodnih ur na leto.

Posebno prozornost posvečajo vzgoji kadrov, to je šolanju mladih delavcev in obnavljanju znanja proizvodnih delavcev. Menijo, da je 80 % uspeha odvisno od ljudi. Gredice zakladajo v peč še vroče. Skupni čas od začetka nakladanja starega železa do izvaljane žice znaša 230 minut.

D. Ameling in sodelavci Thyssen Niederrhein AG Oberhausen: **Obratovalni rezultati EO peči z visoko storilnostjo po predelavi na ekscentrični prebod in računalniško kontrolo**

Jeklarne je začela obratovati l. 1979 z dvema 120 t UHP pečema in TN napravo za sekundarno obdelavo jekla.

Tehnološki razvoj od 1979 do 1986 je privedel do tega, da z enopečnim obratovanjem naredijo sedaj 60.000 t gredic na mesec. Peč je hlajena z vročo vodo 200°C, tlak 13–21 bar. Z vročo vodo dobijo nazaj 40 kWh/t energije. Ekscentrični prebod omogoča prebod brez žilindre, kar je potrebno za sekundarno obdelavo na TN napravi. S tem so lahko povečali površino hlajene stene od 60 na 80 %.

Vzdržnost obzidave nad talino in hlajenim delom so povečali z:

- rabo dolomitiziranega apna,
- z vpihovanjem drobnozrnatega apna skozi obok na vroča mesta,
- s prehodom na delo s penečo žilindro. Za tvorbo peneče žilindre vpihavajo skozi pečna vratica 2,5 kg mletega premoga/t na mejo nad jeklom in žilindro. Peneča žilindra, ki popolnoma pokriva obločni plamen, omogoča zmanjšanje porabe električne energije za 10–30 kWh/t.

Konec leta 1986 je začela obratovati tudi ponovna peč. Ker je tvorba peneče žilindre za optimalno obratovanje UHP peči posebno pomembna, so uvedli poseben

mikroročunalniški način za opazovanje takega načina dela s kontrolo električnih veličin.

**Takashi Itok in sodelavci, AICHI Steel Works Ca. LTD: Novi procesi in nova tehnologija izdelave jekla v EO peči**

AICHI proizvaja v glavnem malolegirana jekla za cementacijo in poboljšanje za avtomobilsko industrijo. Boljša kvaliteta specialnih jekel je precej prispevala k zmanjšanju teže avtomobilskih delov in k poenostavitvi izdelave le-teh. Na Japonskem izdelujejo specialna jekla v glavnem v EO pečeh, zato si že dolgo prizadevajo razviti procese, kjer s sekundarno rafinacijo lahko zadovoljujejo zahteve kupcev po integralni kvaliteti jekla, po zmanjšanju proizvodnih stroškov s povečano storilnostjo. Od množice sekundarnih procesov jih je večina dobrih, imajo pa tudi pomanjkljivosti. Za svoj program so izbrali tiste, za katere menijo, da najbolj ustrezajo njihovim zahtevam. Po vrstnem redu so v eni liniji: predgrevanje starega železa, 80 t UHP — EO peč, posnemanje žilindre z vakuumsko črpalko, ponovna peč, RH naprava za degazacijo jekla in kontiliv za blume.

Kvaliteta jekla za avtomobilsko industrijo sloni na čistoči in homogenosti. Glavni cilj rafinacije jekla je zmanjšati količino nekovinskih vključkov, natančno zadeti kemično sestavo in temperaturo. Tap-tap čas mora biti zaradi kontinuiranega livanja 70 do 80 minut.

Vsebnost kisika v jeklu je odvisna od vsebnosti kisika v žilindri. Ugotovili so, da mora biti vsebnost Fe v žilindri v času rafinacije v ponovni peči in degazacije v RH napravi pod 0,5 %, če naj dosežajo v tekočem jeklu pod 10 ppm.

Za doseganje nizke vsebnosti žvepla je potrebno povečati energijo mešanja. Zaradi tega imajo v ponovni peči dva argonska kamna.

Pri jeklih z izboljšano obdelovalnostjo z vsebnostjo S od 0,020 do 0,090 % dodajajo žveplo med RH obdelavo.

#### Taljenje s plazmo

Dve predavanji sta obravnavali taljenje s plazmo, in sicer:

**K. H. Heinen — Krupp Stahl AG. Siegen**

**H. G. Kunze — Krupp Industrietechnik**

**D. Neuschütz — Krupp Forschungsinstitut Essen**

**Stanje razvoja trifazne plazme tehnologije in postavitve 20 MVA plazma peči pri Krupp**

**F. Müller — Berlin**

**G. Scharf, L. Stephan — VEB Edelstahlwerk 8 Mai 1945 Freital**

**Obratovalne izkušnje s plazma pečjo pri taljenju posebnih zlitin in možnosti za nadaljnjo uporabo**

#### Taljenje z enosmernim tokom.

**N. Essmann — MAN Gutehofnungshütte, Werk Sterkrade**

**D. Grünberg — Brown Boveri CIE, Mannheim, ZRN**

**Električna obločna peč na enosmerni tok, System UNARC — stanje razvoja in obratovalne izkušnje**

V zadnji peti sekciji so avtorji obravnavali 9 predavanj s področja ponovnih peči, in sicer obratovalne izkušnje, izboljšanje kvalitete, znižanje stroškov in podobno.

**J. Drüppel — MAN Gutehofnungshütte, Werk Sterkrade — ZRN**

**R. Pelikka — Outokumpu Oy, Tornio — Finska Aplikacija ponovne peči v elektrojeklarni**

Električna obločna peč je danes le še talilni agregat. Rafinacija jekla, nastanitev temperature držanja na temperaturi do livanja poteka v ponovni peči. Do tega je prišlo zaradi iskanja gospodarnih načinov izdelave jekla, potrebe po izboljšanju kvalitete in prilagajanja kontilivnim napravam.

Prispevek detajlno obravnava ponovno peč s konstrukcijskega stališča, električne opreme, problemov regulacije, koncepte postavitve.

Nazadnje so navedene še izkušnje iz železarne Outokumpu na Finskem.

**E. Schunk Mannesmann Demag Hüttentechnik J. Otto, H. J. Wörsdorfer Thyssen Edelstahlwerk Witten: Znižanje stroškov v elektrojeklarni ob uporabi procesnega računalnika in sekundarne metalurgije**

Avtomatizacija procesov v elektrojeklarni z uporabo sekundarne metalurgije znatno prispeva k optimizaciji stroškov. Pokazane so prednosti in nekateri primeri. Avtomatizacija procesov, npr. na Japonskem in v ZDA, je v jeklarnah ključnega pomena.

Proizvodnja vedno bolj kvalitetnih proizvodov, problemi z naraščanjem cen surovin energije in zaščite okolja se dajo gospodarno reševati le z računalniškimi sistemi.

Primer: Regresijska analiza kaže, da vplivata na vsebnost vodika pri VD postopku najmočnejše količina argona in čas trajanja v vakuumu pod 2 mbar.

**L. Tolnay in sodelavci železarna Lenin Miškolc Madžarska: Izboljšanje čistoče elektrojekla s kompleksno ponovno metalurgijo**

V železarni Miškolc proizvajajo v glavnem kvalitetna malolegirana jekla za avtomobilsko industrijo (za doma in za izvoz) in kovaške kvalitete. Zato imajo 80 t UHP peč s 36 MVA transformatorjem in Asea — SKF napravo z dvema stojiščema za ogrevanje in enim za degazacijo ter Scandinavian Lancers napravo za vpihovanje prašnatih materialov.

S temi napravami lahko zadostijo strogim kvalitnim zahtevam kupcev (avtomobilski industriji). Vendar pa v članku poudarjajo, da je za doseganje visoke čistoče potrebno začeti z metalurškim delom že na primarni strani (v EO peči — vpihavanje apna pred prebodom) in šele nato v ponovni peči ali, če je treba, tudi v vpihovanjem CaSi. V članku so podane multiregresijske enačbe za vsebnost P in S v končni analizi v odvisnosti od C, Mn in kemične sestave žilindre.

**K. Walden Hamburger Stahlwerke GmbH: Uporaba ponovne peči v jeklarni z visoko produktivnostjo v HSW Hamburg**

Železarna HSW je začela obratovati l. 1971 z dvema 85 t EO pečema in dvema 4-žilnima kontilivoma za gredice. Leta 1976 (ko je že prišlo do krize v jeklarstvu) so postavili še 100 t EO peč. Kapaciteta jeklarne je znašala 850.000 t gredic. Z ostrimi omejitvami proizvodnje v okviru EGS so popolnoma spremenili koncept jeklarne. Od 1982 dalje je v obratovanju le 120 t UHP peč s 75 MVA transformatorjem in ponovna peč (25 MVA) kot vmesni člen med EO pečjo in kontilivom, kar je bil prvi primer takšnega koncepta na svetu. Iz dveh 4-žilnih KL naprav so napravili eno 6-žilno. Storilnost je

klarne znaša danes s ponovno pečjo 93 t/h (brez ponovne peči 67 t/h), kar ustreza letni proizvodnji preko 700.000 t gredic. Vložek je staro železo (1 do 3 košare) in železova goba, odvisno od kvaliteten zahtev (do 60 %). Taljenje pospešujejo z vpihovanjem kisika skozi kopje v steni in skozi vratica (22 Nm<sup>3</sup>/t). Z gorilcem plin/O<sub>2</sub> si pomagajo le pri zadnji košari, da očistijo prostor pri vratih. Na osnovi že pred popolno raztalitvijo vzetega vzorca vodijo oksidacijo tako, da sta pri doseženi prehodni temperaturi (1600° do 1630° pri RSt 37) C in P v predpisanih mejah.

Vse legure dodajajo v ponovno kontinuirano med prebodom (ekscentrični prebod), ki je brez žindre. Za pokrivno žindro dodajajo apno, dolomit in boksit v določenem razmerju, kar je odvisno od kvaliteten zahtev. Ponovno postavijo v voz in zapeljejo pod ponovno peč.

Obdelava v ponovni peči traja od 40 do 50 minut, odvisno od vrste jekla in časa livanja na KL. Hitrost ogrevanja znaša od 1,3°C/min do 3°C/min pri 10 MW. Večja hitrost niti ni potrebna, ker je za temperaturno homogenizacijo ponovne obzidave potrebnih 30 minut. Ena sekvenca vliivanja znaša 12 ur.

Prednost ponovne peči je poleg povečane zanesljivosti livanja izboljšanje kvalitete do take stopnje, da je delež neustrezne kvalitete padel pod 0,5 %. Ta dosežek je bil odločilen pri odločitvi, da se gredice zakladajo direktno — vroče v ogrevne peči v valjarni.

#### L. Constanzi, G. Monti Terni Italija: Pregled ukrepov za racionalizacijo proizvodnje v jeklarni Terni

Opisane so pomembne izboljšave in napredek, ki so ga dosegli v jeklarni. Terni proizvaja nerjavno pločevino, dinamo pločevino, ogljikova jekla za gredice, jekla za kovaške bloke, jeklolitino. Imajo 3 EO peči 65, 100 in 180 t, zadnji dve z ekscentričnim prebodom, 140 t AOD konvertor in ASEA-SKF napravo. Proizvodnja nerjavnih jekel poteka v glavnem preko 140 t AOD konvertorja.

Na ASEA-SKF napravi lahko obdelujejo 65, 100 in 180 t težke šarže. Namenjena je za izdelavo jekel:

- za dinamo pločevino orientirano, superorientirano in neorientirano,
- nerjavnih jekel, ELC z nizkim ogljikom,
- za kovaške bloke.

Za vliivanje velikih kovaških blokov do 100 t so razvili svoj Electro Slag Topping postopek, imenovan TREST.

Skupaj z ASEA-SKF ponovno pečjo in AOD konvertorjem lahko vlivajo bloke, težke do 270 t.

Za vliivanje nerjavnih in dinamo jekel imajo dva vertikalna kontiliva in kontiliv za gredice 140 mm kv.

V poster sekciji je bilo predstavljenih 51 prispevkov od 59 prijavljenih. Vsebina le-teh je bila močno različna, tako da je ni mogoče opisati v nekaj stavkih, vendar pa so vsi povezani posredno ali neposredno z obratovanjem električne obločne peči.

Pretežno so imeli vsi prispevki raziskovalni značaj, npr. kako zmanjšati porabo elektrod, ognjestalnih materialov, nasploh, kako delati bolj gospodarno. Potem načrtovanje oziroma koncepti modernih elektrojeklarn, nove tehnologije, problemi merjenja in krmiljenja električnih veličin, razni matematični modeli in podobno.

V poster sekciji je imel vsak avtor na voljo 3 m<sup>2</sup> panoi, na katerem je s slikami in tekstom predstavil svoje delo. Vsaka poster sekcija, ki jih je bilo 5, je trajala eno dopoldne oziroma eno popoldne.

V poster sekciji smo tudi mi predstavili tri predavanja, in sicer: B. Koroušič, A. Rozman: **Aplikacija matematičnega modela računalniškega vodenja VOD postopka izdelave nerjavnih jekel in nikljevih zlitin.**

V. Prešeren, P. Bračun, A. Rozman: **Tehnološke možnosti mini železarn pri proizvodnji kvalitetnih in specialnih jekel.**

J. Arh, B. Koroušič, J. Triplat: **Proizvodnja dinamo jekla po VOD postopku v železarni Jesenice.**

#### POVZETEK

o razvoju elektrojeklarstva po prvem evropskem kongresu o elektrojeklarstvu l. 1983

Svetovna gospodarska kriza, ki jo je najmočneje občutila železarska industrija, je povzročila nesluten razmah elektrojeklarstva.

Vodilno geslo je proizvajati hitro, kvalitetno in gospodarno.

Merila so torej storilnost, kvaliteta in stroški.

Kontinuirno vliivanje je začetek in osnova vsega zniževanja stroškov.

Prilaganje kontinuirnemu vliivanju je povzročilo hiter razvoj UHP peči. Pri tem so imeli vodilno vlogo Japonci. V ZRN je prvi prevzel japonsko tehnologijo Krupp-Geisweid, pa tudi BSW Kehl z danes največjo storilnostjo na svetu.

Vedno strožje kvalitete zahteve porabnikov, kakor tudi specifičnosti kontinuirnega livanja kot mašenja izlivičkov, nujnost homogene porazdelitve temperature v ponovci in predvsem natančne nastavitve temperature ter potreba po znižanju visokih prehodnih temperatur je privedlo do razvoja ekscentričnega preboda, ki omogoča ločenje žindre od jekla na najcenejši način ter do uvedbe ponovnih peči za sekundarno obdelavo jekla pri enostavnih, kot tudi pri kvalitetnih proizvodnih programih.

Za proizvodnjo kvalitetnih legiranih in visokolegiranih jekel se precej na široko uvajajo vakuumski postopki z ogrevanjem in brez njega, od najstarejših DH, RH, VD, do VOD, VAD, ASEA-SKF in še katerimi posebnimi postopki.

Vpihovanje CaSi in drugih prašnatih materialov z TN in sorodnimi napravami je v sekundarni metalurgiji staro že dobro desetletje.

Najnovejša tehnika so naprave za »streljanje« Al in CaSi žice ter z drugimi prašnatimi materiali polnjenih žic, med temi tudi z žveplom in svincom.

Nova pri UHP pečeh je tehnologija taljenja in ogrevanja z visoko napetostjo pri peneci žindri, tako da je obločni plamen zaščiten z žindro, obremenitev sten manjša, izkoristek toplote pa večji.

Ves ta razvoj, ki ni star niti 10 let, je pripeljal jeklarstvo industrijo do tako visoke tehnološke stopnje, da jo upravičeno postavljamo ob bok drugim visokim oziroma modernim tehnologijam.