

Izkušnje Železarne Jesenice pri izdelavi nerjavnih jekel po dupleks postopku EO peč — VOD naprava

UDK: 669.15-194:56:669.183.184
ASM/SLA: SS-e, D7a, D8m

Jože Arh, Jože Triplat

Prispevek obravnava izdelavo avstenitnih nerjavnih jekel po dupleks postopku EO peč — VOD naprava. Opisana je izdelava jekla v EO peči, od sestave vložka do izpusta jekla z redukcijo žilindre med prebodom in v ponvi, posnemanje žilindre, priprava za VOD postopek, oksidacija, razogljčenje, redukcija — odžveplanje in degazacija taline.

Opisana je VOD naprava in naprava za legiranje. Navedena je kritična ocena primernosti naprave za zelo širok proizvodni program v železarni Jesenice. Na koncu so navedene še ekonomske in kvalitetne prednosti dupleks postopka izdelave nerjavnih jekel.

UVOD

Železarna Jesenice je po izgradnji hladne valjarne v l. 1975 močno povečala proizvodnjo nerjavnih jekel. Ta jekla pa smo vse do leta 1984 izdelovali v električni obločni peči na konvencionalen način. Od julija 1984 pa izdelujemo nerjavna jekla vseh vrst po sodobnem VOD postopku oziroma po dupleks postopku EO peč — VOD naprava.

Vse naprave so grajene za izdelavo 65 t tekočega jekla. Tehnologijo izdelave smo osvojili hitro, brez večjih težav. Vsa proizvodnja ene od dveh EO peči teče neprekinjeno po dupleks postopku.

Kratek opis naprave

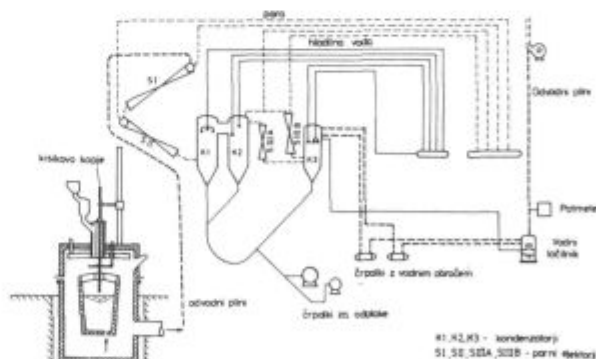
Naprava sestoji v glavnem iz naslednjih delov:

- stojišča za vakuumiranje
- vakuumskih črpalk
- naprave za legiranje
- prostora za krmiljenje z merilnimi instrumenti

Stojišče za vakuumiranje sestoji iz vakuumske komore, ki je znotraj zaradi zaščite plašča in zmanjšanja toplotnih izgub obzidana z ognjevarnim materialom. Žerjav prinese ponev s tekočim jeklom in jo postavi v ustrezna ležišča v komoro. Pred tem je treba na ponev preključiti cev za argon. Pri izdelavi nerjavnih jekel pokrijemo ponev z obzidanim pokrovom. Nato zapeljemo

pokrov komore nad komoro in ga spustimo na gumijasto tesnilo, ki leži v ustreznem žlebu in ga pri dvigu pokrova avtomatično zalije voda. Obratno pa se pri spustu pokrova žleb avtomatično izprazni.

Tudi vakuumski pokrov je znotraj obložen s keramičnim ognjevarnim materialom. V notranjosti pokrova je večji vodnohlajeni in manjši odmični vodnohlajeni ščit. Na plašču pokrova je opazovalna odprtina z loputo in TV kamero. Na zgornji strani pokrova je cevni nastavek za kisikovo kopje in za legirni sistem, priprava za dviganje in spuščanje kopja in posoda za legiranje (500 l) z dvojnimi zvonastimi zaporami, ki omogočata legiranje pod vakuumom.



Slika 1
Shematski prikaz VOD naprave

Fig. 1
Scheme of the VOD set-up

Sesalna cev, premera 1200 mm, ki leži v kanalu, pride v navpično cev in povezuje vakuumsko komoro s črpalkami.

Za vakuumiranje celotnega sistema so na voljo vakuumske črpalke, ki sestojijo iz štirih parnih ejektorjev s pripadajočimi kondenzatorji, črpalkama za odsesavanje hladilne vode, dveh obročnih vodnih črpalk s pripa-

dajočim izločevalcem vode ter razdelilcem za vodno paro in hladilno vodo.

Kapaciteta črpalk znaša:

- vključeni ejetorji 1, 2, 3 A in obročna vodna črpalka I — 200 kg/h pri 0,7 mbar
- vključeni ejetorji 3 B in obročni vodni črpalki I+II — 1500 kg/h pri 54 mbar

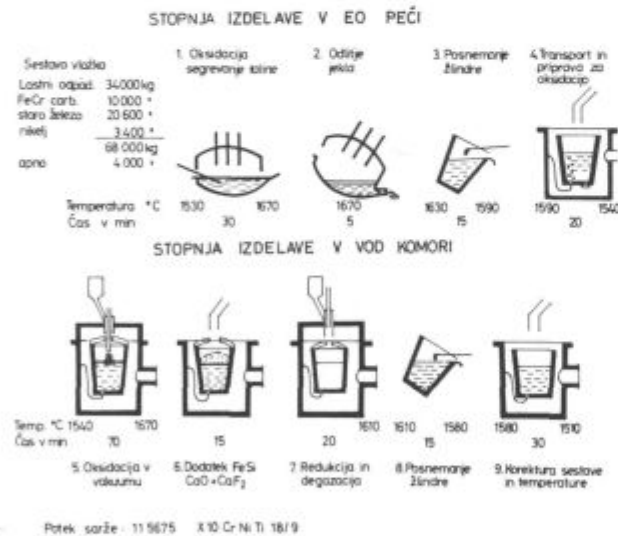
Naprava za legiranje sestoji iz dveh silosov po 10 m³ in 8 silosov po 6 m³, ki jih oskrbujemo z zabojniki po višnji progi. Za iznos materiala so pod lunke nameščeni magnetni stresalni žlebovi.

Tehtalni silos zapeljemo pod poljubno izbrani silos, napolnimo željeno količino, ki jo nato izpraznimo v vmesni silos. Iz vmesnega silosa teče material preko stresalnega žlebu na trak, ki ga transportira navzgor in preko odmične cevi polni vakuumski legirni sistem ali preko daljše cevi direktno v ponev pri odprtem pokrovu.

Na sliki 1 je shematično predstavljena VOD naprava.

IZDELAVA JEKLA V EO PEČI

Pregled posameznih stopenj izdelave jekla v peči je prikazan na sliki 2 za jeklo X 10 CrNiTi 18 9. Vložek je pri naših razmerah sestavljen iz 35 do 50 % istovrstnih odpadkov, iz visokooljičnega ferokroma, feroniklja ali drugih nikljevih surovin in nelegiranega starega železa. Pri takšni sestavi vložka imamo ob raztalitvi od 0,9 do 1,3 % C in okrog 0,2 % Si. Šarži dodamo cca 45 kg apna/t, tako da imamo pred izlitjem jekla visokobazično žlindro. Z oksidacijo v peči znižamo ogljik na 0,6



| Stopnja izdelave | Kemizna sestava jekla v % | | | | | | | Žlindra | | | | Dodatki |
|------------------|---------------------------|------|------|-------|-------|-------|------|-----------------|------|------------------|-----|--|
| | C | Si | Mn | S | Cr | Ni | Ti | Ox ₂ | CaO | SiO ₂ | FeO | |
| 1 | 1,05 | 0,10 | 0,66 | 0,024 | 18,28 | 8,23 | | | | | | |
| 2 | 0,68 | 0,35 | 1,30 | 0,020 | 17,10 | 9,70 | | | | | | |
| 3 | 0,65 | 0,13 | 1,42 | 0,020 | 17,40 | 9,77 | | 7,90 | 4,17 | 22,6 | 0,7 | 300kg FeMn, 250kg FeCr, 952 Nm ³ O ₂ , 300kg CaO |
| 5 | 0,03 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | 800kg FeSi, 75, 100kg Al, 1500kg CaO, 600kg CaF ₂ |
| 7 | 0,03 | 0,35 | 1,95 | 0,005 | 17,15 | 9,54 | | | | | | 300kg apno, 400kg FeSi, 100kg FeCr, 100kg Ni |
| 9 | 0,06 | 0,55 | 1,51 | 0,004 | 16,95 | 9,55 | 0,32 | | | | | |
| Končna analiza | 0,06 | 0,64 | 1,52 | 0,004 | 17,05 | 9,56 | 0,31 | | | | | |
| Predpisa | 0,05 | 0,50 | 1,25 | < | 17,00 | 9,50 | 5±C | | | | | |
| | 0,08 | 0,75 | 1,75 | 0,020 | 19,00 | 10,50 | | | | | | |

Slika 2 Stopnje izdelave v EO peči in VOD komori

Fig. 2

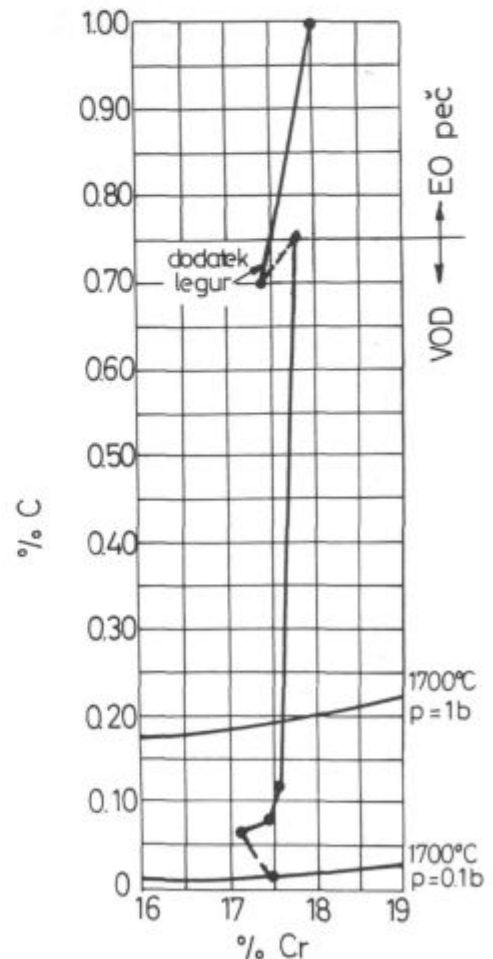
Manufacturing stages in the arc furnace and the VOD chamber

do 0,8 % C, žaržo istočasno ogrejemo in reduciramo žlindro z mešanico drobnega FeSi in karburita ali koksa.

Šaržo odlijemo pri okrog 1640° v dobro ogreto ponev, skupaj z žlindro. Pri tem pride zaradi intenzivnega mešanja še do dodatne redukcije kroma iz žlindre. Ponev dvignemo na stojišče za posnemanje žlindre in ob pomoči argona posnamemo žlindro. Vsebnost Cr v žlindri se giblje okrog 5 %. Vsebnost Si v jeklu pa je pod 0,10 %.

IZDELAVA JEKLA V VAKUUMSKI KOMORI

Po posnemanju žlindre postavimo ponev v vakuumsko komoro, priključimo argon in dodamo cca 10 kg apna/t za vezanje pri oksidaciji nastale SiO₂. Odvisno od kemične analize vzorca, dodamo tudi druge dodatke (FeCr carb., FeMncarb.), tako da spravimo sestavo v takšne meje, da so po redukciji potrebne le manjše korekture, predvsem pa da nam ni treba rabiti drugega FeCr suraffine. Ponev pokrijemo z kot obok zidanim pokrovom, ki ga z vnaprej pripravljenim tesnilnim materialom dobro zatesnimo. Komoro pokrijemo in začnemo evakuirati. Ko dosežemo tlak 300 mbar, začnemo vpihavati kisik na talino. Količino kisika od začetnih



Slika 3

Odnos med Cr in C pri oksidaciji v vakuumu

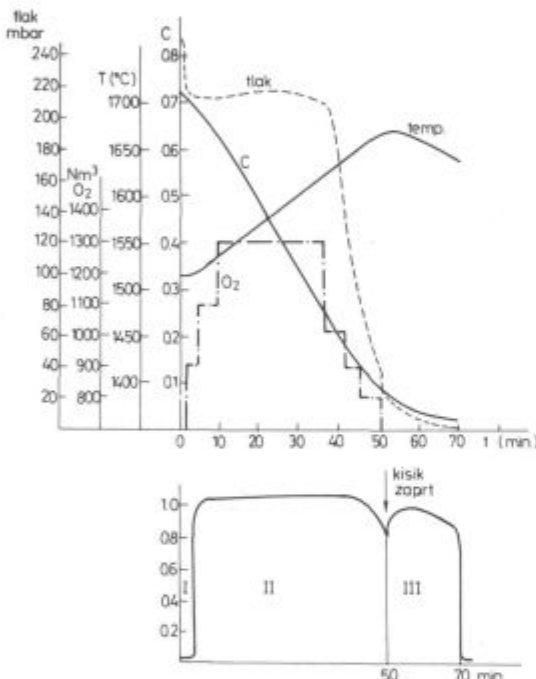
Fig. 3

Relationship between Cr and C in oxidation in vacuum

900 Nm³/h v stopnjah povečujemo do 1300 Nm³/h in proti koncu na enak način znižujemo. Večji del oksidacije do cca 0,2 % C teče le s pomočjo vodnih črpalk. Šele zatem vključimo tretjo stopnjo parnih ejektorjev — ejektor 3 B, ki je z največjo sesalno kapaciteto prirejen le za oksidacijo taline. Oksidacija je končana pri okoli 40 mbar. Vsebnost ogljika je tedaj okrog 0,08 % in v času razogljčenja dalje pada, pri čemer reagira ogljik s kisikom, ker je raztopljen v talini. Čas razogljčenja je odvisen od željene končne vsebnosti ogljika in se giblje od 15 do 25 minut.

Ovisnost med Cr in C pri oksidaciji v VOD komori kaže sl. 3

Potek oksidacije in razogljčenja nadzorujemo z analizatorjem dimnih plinov, ki je vgrajen za vodnimi črpalkami. Merilna celica je trden elektrolit in kaže razmerje CO/CO₂ v odvodnih plinih. Potek oksidacije z merjenim razmerja CO/CO₂ v odvodnih plinih s Pat-metrom je prikazan na sliki 4.



Slika 4

Potek oksidacije z merjenjem razmerja CO/CO₂ v odvodnih plinih s Pat-metrom

Fig. 4

Course of oxidation due to CO/CO₂ measurements in flue gases by the Pat-meter

Na začetku oksidacije reagira s kisikom silicij. V drugem delu teče intenzivna oksidacija ogljika. Razmerje CO/CO₂ doseže največjo vrednost. Proti koncu oksidacije narašča delež CO₂ v odvodnih plinih, in ko začne krivulja padati, to je pri cca 0,08 % C, prenehamo s pihanjem kisika. Oksidacija traja pri naših razmerah od 45 do 60 minut.

V času nadaljnega razogljčenja, ki teče ob izkuhavanju z v talini raztopljenim kisikom in ostankom ogljika, se na merilcu spet pokaže narastek razmerja CO/CO₂.

Proces oksidacije je eksotermen. Pomeni, da temperatura taline naraste, odvisno od začetne vsebnosti C in Si, od začetne temperature in od tega, kdaj prenehamo

pihati kisik. Normalen prirastek temperature je od 120 do 160 °C.

Po končanem izkuhavanju odpremo komoro in skozi centralno odprtino zidanega pokrova vzamemo vzorec za analizo, izmerimo temperaturo in dodamo potrebne dodatke za redukcijo (FeSi) in tvorjenje žlindre. Pri tem znaša poraba Si za redukcijo 9,2 do 11 kg/t pri jeklih z normalno vsebnostjo ogljika. Vakuumsko komoro ponovno pokrijemo. Med nadaljnjo obdelavo tečejo redukcijske reakcije in reakcije odžveplanja. Po končani redukciji je žlindra bela in razpade.

Šele po končani redukciji in degazaciji, ki traja od 20 do 25 minut, odkrijemo ponev in, odvisno od analize vzorca in temperature taline, izvedemo korekturo sestave. Če je potrebno, talilno hladimo z dodatki valjavnih odrezkov iste vrste jekla.

Pri jeklih, ki so legirana s titanom, takoj po končani redukciji posnamemo žlindro in na golo talino dodatkom apna za zatrditev ostankov žlindre legiramo s ferotitanom. Po tem, ko smo nastavili pravilno livno temperaturo, je postopek končan.

TRAJANJE VOD POSTOPKA

Postopek izdelave jekla v vakuumski komori je razmeroma dolg. Že posamezne tehnološke faze, kot so oksidacija, razogljčenje, redukcije, posnemanje žlindre, legiranje, nastavitve temperature zahtevajo, kot je razvidno s slike 2, do 140 minut pri nestabiliziranih jeklih in do 160 minut pri s titanom legiranih jeklih. K temu je treba dodati še čas za posnemanje žlindre po preobodu, transport in pripravo ponve za oksidacijo, odpiranje in zapiranje naprave, jemanje vzorcev in merjenje temperature, tako da se giblje skupni čas od 175 minut pri nestabiliziranih do 195 minut pri s titanom legiranih jeklih.

Pri jeklih z nizko vsebnostjo ogljika se čas izdelave zaradi daljše faze razogljčenja in čakanja na analizo, ker je treba preveriti vsebnost ogljika, podaljša še za okrog 20 minut.

K temu je nujno treba dodati še čas, ki je potreben za pripravo VOD naprave za naslednjo šaržo, kamor spada čiščenje vakuumskega pokrova od svinje, ki nastane pri oksidaciji, menjavo kopja, pripravo tesnilne mase, čiščenje zidanega pokrova in podobno.

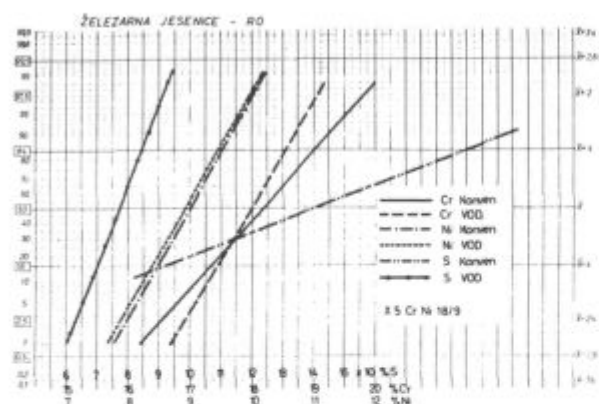
Ti časi se sedaj skladajo s »tap to tap« časom peči, ki dela po duplex postopku.

Pri UHP peči pa bo nujno nastal problem, kako uskladiti delo v peči in v VOD komori.

Primerjava konvencionalnega načina izdelave s postopkom EO peč — VOD

Izdelava nerjavnih jekel po duplex postopku EO peč — VOD je takoj pokazala številne prednosti v primerjavi s starim načinom izdelave. Te so naslednje:

- za cca 1 uro krajši postopek izdelave jekla v peči
- znatno manjša obremenitev EO peči, saj znašajo prehodne temperature od 1640 do 1700 °C
- uporaba skoraj izključno FeCr carbure v vložku in za legiranje
- znatno manjše izgube kroma v peči in visok izkoristek kroma pri VOD postopku (97 %)
- prihranek kroma in niklja zaradi možnosti nastavitve kemične sestave blizu spodnje analize meje
- znatno nižje vsebnosti žvepla v končni analizi
- lepše površine izvaljanih slabov z manj odbrusa pri čiščenju, kar še zlasti velja za feritna jekla in jekla, legirana s titanom
- visok izkoristek titana, ki se giblje od 70 do 80 %.



Slika 5

Primerjava rezultatov izdelave nerjavnih jekel po konvencionalnem in VOD postopku

Fig. 5

Comparison of results of manufacturing stainless steel by the conventional and the VOD process

Primerjava porazdelitve za C, Cr, Ni, P in S za konvencionalni in VOD postopek izdelave jekla X 10 Cr NiTi 189 je prikazana na sliki 5 in v tabeli 1.

Primerjava kemične sestave iste vrste jekel, izdelanih po konvencionalnem in dupleks postopku, kaže, da se je predvsem pri kromu in tudi pri niklju močno zmanjšal raztros vrednosti (σ), kar kaže na večjo zanesljivost izdelave po VOD postopku. Srednje vrednosti X za Cr in Ni so sedaj nekoliko višje kot prej, vzrok za to pa je v predpisu za analize meje, ki so bile prej ožje. Pri fosforju še ni vidnega napredka pri zmanjševanju vsebnosti tega elementa. Opazne pa so razlike v vsebnosti žvepla. VOD postopek omogoča odlično razžvepljanje jekla, če je le reakcijski prostor dovolj velik, da je omogočeno intenzivno mešanje jekla z žlindro.

V decembru 1984 in januarju 1985 smo z dobrim delom dosegli v povprečju 85,6 % stopnjo odžvepljanja v mejah od 75 do 95 %. Najnižje doslej dosežene vrednosti so pri 0,001 % S. Če naj žveplo kaže kvaliteto dela, potem je iz meseca v mesec viden napredek, kakor je razvidno iz tabele 2.

Prav zmanjšanje raztrosa pa kaže, da je možen premik analiznih mej za Cr in Ni k nižjim vrednostim.

Za bolj natančno zadevanje analiznih mej pa mora biti dana možnost za tehtanje jekla v ponvi, kar ta čas še ni izvedljivo. Pa tudi nikelj mora biti na razpolago v granulirani obliki, da so korekture lahko bolj natančne.

Tabela 1

| | | KONVENCIONALNO | | | | V O D | | | |
|-------------------------|----|----------------|----|---------------|--------------|-------------|----|---------------|--------------|
| | | predpis (%) | n | \bar{X} (%) | σ (%) | predpis (%) | n | \bar{X} (%) | σ (%) |
| Č 4582 X10CrNiNb18/9 | Cr | 17,3 — 18,0 | 9 | 18,04 | 0,755 | 17,0—19,0 | 14 | 17,51 | 0,59 |
| | Ni | 9,25— 9,75 | 9 | 9,25 | 0,351 | 9,5—10,5 | 14 | 9,62 | 0,41 |
| | P | | 9 | 0,035 | 0,0047 | maks. 0,030 | 14 | 0,031 | 0,0026 |
| | S | | 9 | 0,011 | 0,003 | maks 0,020 | 14 | 0,006 | 0,0024 |
| Č 4572 X10CrNiTi18/9 | Cr | 17,3 — 18,0 | 11 | 17,50 | 1,68 | 17 — 19,0 | 7 | 17,89 | 0,70 |
| | Ni | 9,25— 9,75 | 11 | 9,65 | 0,303 | 9,5—10,5 | 7 | 9,89 | 0,216 |
| | P | | 11 | 0,033 | 0,003 | maks. 0,030 | 7 | 0,0315 | 0,0034 |
| | S | | 11 | 0,009 | 0,004 | maks. 0,020 | 7 | 0,0035 | 0,0017 |
| Č 4580 X5CrNi18/9 | Cr | 17,3 — 18,0 | 22 | 17,01 | 3,99 | 17,5—19,0 | 28 | 18,00 | 0,54 |
| | Ni | 8,5 — 9,0 | 22 | 8,81 | 2,03 | 8,5— 9,5 | 28 | 8,96 | 0,52 |
| | P | | 22 | 0,030 | 0,003 | maks. 0,030 | 28 | 0,033 | 0,003 |
| | S | | 22 | 0,014 | 0,005 | maks. 0,020 | 28 | 0,0077 | 0,007 |

Tabela 2

| Mesec | n | \bar{X} (%) | σ (%) |
|----------------------|----|---------------|--------------|
| julij — oktober 1984 | 52 | 0,0088 | 0,0061 |
| november | 20 | 0,0104 | 0,0062 |
| december | 22 | 0,0045 | 0,0036 |
| januar — maj 1985 | 47 | 0,0045 | 0,0028 |

PRIMERENOST VOD NAPRAVE ZA IZDELAVO RAZLIČNIH VRST JEKEL

Glavni del proizvodnje elektro jeklarne železarne Jesenic obsega dinamo jekla, nerjavna jekla, malo in mikrolegirana jekla, ki jih vsa izdelujemo po dupleks postopku, v vakuumski komori pa po VOD ali VD postopku. Izdelava tako različnih vrst jekel na isti napravi predstavlja nekaj težav. Zahteve do konstrukcijskih rešitev na napravi so zaradi različne tehnologije pri posameznih vrstah jekel različne. Gre predvsem za izvedbo vakuumskega pokrova, za kisikovo kopje, za naprave za legiranje v globokem vakuumu in za možnosti jemanja vzorcev ter merjenja temperature.

Pri izdelavi nerjavnih jekel naj bi bil vakuumski pokrov kar se da enostaven in opremljen le s kisikovim kopjem. Zaradi brizganja taline skozi pokrov ponovce v času oksidacije se namreč na premakljivi sevalni zaščiti nabere večja svinja, ki onemogoča legiranje skozi legirni sistem, dokler le-te ne očistimo, kar pa je zaradi visoke temperature in plinov pod pokrovom takoj po oksidaciji težko izvedljivo. Zaradi tega se je pri izdelavi nerjavnih jekel uveljavil način legiranja pri odprti komori po zunanji cevi direktno v ponev. Tudi vzorce za analizo je mogoče jemati pri odprti komori, kar velja tudi za merjenje temperature.

Tudi dinamo jekla izdelujemo po VOD postopku, saj je pri vsaki šarži potrebno pihanje kisika za znižanje vsebnosti ogljika, pa tudi za ogrevanje taline v primeru prenizke začetne temperature. Obenem pa mora biti dana možnost legiranja velikih količin ferrosilicija, apna in jedavca takoj za razogličanjem v globokem vakuumu, možnost merjenja temperature in jemanja vzorcev. Na obstoječi napravi ni mogoče jemati vzorcev in meriti temperaturo pod vakuumom, zaradi česar procesa ne moremo voditi optimalno.

Podobno velja tudi za izdelavo vseh drugih vrst jekel, ki jih v drugi fazi rafiniramo in dolegiramo v vakuumski komori. Za izvedbo dezoksidacije, degazacije, odžvepljanja, za natančno zadevanje kemične sestave in

pravilne livne temperature mora biti dana poleg možnosti legiranja tudi možnost jemanja vzorcev in merjenja temperature pod vakuumom.

Iz izkušenj lahko trdimo, da bi potrebovali pri tako različnem kvalitetnem programu dva različno izvedena vakuumska pokrova, in sicer:

— za oksidacijo nerjavnih jekel zelo enostaven pokrov, znotraj obzidan, opremljen le s kisikovim kopjem in brez drugih nepotrebnih odprtih

— za izdelavo vseh drugih vrst jekel pa naj bi bil pokrov opremljen s kisikovim kopjem, s sistemom za legiranje v vakuumu ter z opremo za jemanje vzorcev in merjenje temperature.

Vodenje procesa bi bilo tako hitrejše in zanesljivejše.

KISIKOVO KOPJE

Pri naši napravi smo se odločili za odgorljiva kisikova kopja. Preizkusili smo dve različni izvedbi, in sicer navadno šivno cev, ki smo jo oplasčili z bazičnim ognjevarnim materialom na osnovi MgO. Pokazalo se je, da takšno kopje neenakomerno odgoreva, pomika kopja ni mogoče kontrolirati, zato so bili tudi izkoristki kisika neenakomerni in pod 50 %. Poleg tega so bila kopja težka in za menjavo smo rabili žerjav.

Danes uporabljamo le neoplašene »Shinto« cevi, premera 1 1/4", ki so se zelo dobro obnesle. Odgorevanje je majhno, vodenje procesa zanesljivo, tako da jemanje vzorcev po oksidaciji ni več nujno potrebno. Izkoristek kisika se giblje od 53 do 56 %. Cevi so lahke in menjavo lahko opravijo delavci brez pomoči žerjava. Ena cev zadošča za oksidacijo dveh do treh šarž.

PONVE ZA VOD POSTOPEK

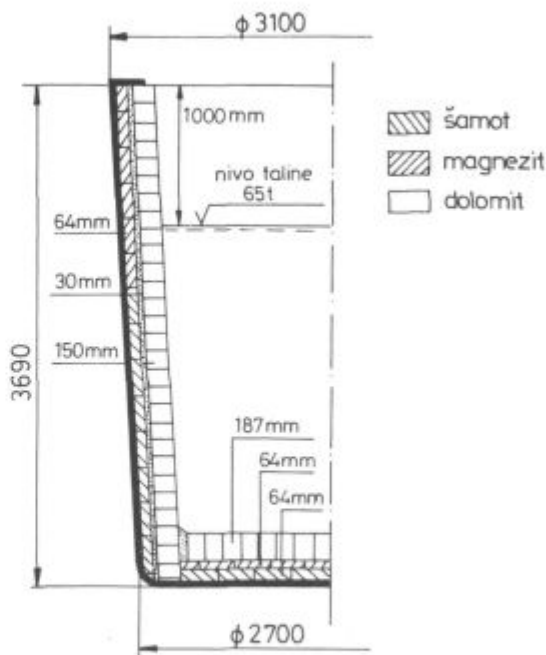
Za uspešen potek vakuumskega postopka so ponve, predvsem pa zanesljivo delovanje argonskega kamna bistvenega pomena. Da to zagotovimo, menjamo argonski kamen za vsako šaržo nerjavnega jekla; pri šaržah z degazacijo pa po dveh ali treh šaržah, odvisno od obrabe in propustnosti.

Školjka z argonskim kamnom je postavljena ekscentrično, kar se negativno odraža na obrabi stene v žilindrični coni, ki je na strani argonskega kamna večja. Pri oksidaciji nastajajoča SiO_2 na tem mestu močnejše najeda obzidavo. Če pa je argonski kamen nameščen v sredini dna, potem se apno pri enaki dodani količini kot ščit odrine k obzidavi.

Obstoječe ponve so za 65 t tekočega jekla nekoliko premajhne. Prosta višina nad talino je največkrat manjša od 1000 mm, po izkušnjah pa naj bi znašale vsaj 1200 mm. Pomagamo si tako, da imamo v času redukcije in odžveplanja, ko naj bo mešanje žlindre in jekla najbolj intenzivno, ponev še dalje pokrito z obzidanim pokrovom.

Za nemoteno in hitro delo morata biti v rabi stalno dve ponvi, tretja pa mora biti vroča, v pripravljenosti. Ker je ena ponev stalno na zidanju in ena navadno na popravilu, je treba imeti vsaj pet ponev, da se izognemo nepotrebnim zastojem.

Na sliki 6 je prikazan način obzidave VOD ponve. Za obzidavo delovnega sloja, smo doslej uporabili oziroma preizkusili razne vrste ognjevarnih materialov različnih proizvajalcev. V prvem letu smo zaradi enostavnostega načina zidanja delali le s krommagnezitnimi materiali. V začetku leta 1985 pa smo naredili prve poskuse s keramično vezanim dolomitom, firme Wülfraht.



Slika 6
Shematski prikaz obzidave ponve

Fig. 6
Scheme of ladle lining

Zaključki

Od julija 1984 izdelujemo na Jesenicah vse vrste nerjavnih jekel po dupleks postopku EO peč — VOD postopek. VOD naprava je zgrajena za obdelavo 65 t tekočega jekla. VOD naprava je priključena tudi naprava za legiranje z desetimi silosi. Legiranje je možno pod vakuumom, kakor tudi pri odprtih ponvi. Vakuumske črpalke sestojijo iz dveh obročnih vodnih črpalk in štirih parnih ejektorjev. Sesalna moč je prirejena tehnološkim zahtevam (VOD postopek ali degazacija). Začetne vsebnosti ogljika so v mejah od 0,9 do 1,3 % C. V peči oksidiramo talino na 0,6 do 0,8 % C, jo ogrejemo in po redukciji žlindre odlijemo v bazično obzidano in dobro ogreto ponev. Iz ponve posnamemo žlindro in jo postavimo v vakuumsko komoro. Na rob ponve nanese mo tesnilno bazično malto in jo pokrijemo z obzidanim pokrovom. Ta ščitni pokrov ostane na ponvi tudi po oksidaciji in omogoča temeljito mešanje jekla in žlindre v času redukcije, tako da je mogoče dosegati zelo majhne vsebnosti žvepla. Po odžveplanju odstranimo zidani pokrov, dodamo potrebne legure in nastavimo pravilno livno temperaturo.

Postopek smo zelo hitro vpeljali, tako delavci pri peči, kot tudi tisti, ki upravljajo z VOD napravo.

Prednosti proizvodnje nerjavnih jekel po dupleks postopku so ekonomsko nedvoumne.

Cenen vložek, visok izkoristek kroma, višja storilnost peči, znatno manjša obremenitev peči, možnost nastavitve kemične sestave na spodnji analizi meji, visoka stopnja odžveplanja, v povprečju 85 %, majhne končne vsebnosti žvepla, do 0,001 %, ter boljša površina blokov so najbolj pomembne prednosti tega postopka.

Pri obzidavi ponev se je dobro obnesla krommagnezitna, pa tudi dolomitna obzidava. Tudi z vpeljavo mešanja z argonom skozi dno nismo imeli posebnih težav. Vpeljani sistem (Didier) je zanesljiv v delovanju, zahteva pa visoko delovno disciplino.

ZUSAMMENFASSUNG

Ab Juli 1984 werden in Jesenice alle Sorten nichtrostender Stähle nach dem Duplex Verfahren LBO — VOD Verfahren erzeugt. Die VOD Anlage ist für 65 t flüssig Stahl ausgelegt. Der VOD Anlage ist eine Legierungsanlage mit zehn Bunkern angeschlossen. Das Legieren kann unter Vakuum wie auch bei offener Pfanne erfolgen. Der Vakuumerzeuger besteht aus zwei Wasserringpumpen und vier Dampfstrahlern. Die Saugleistung der Strahler sowie der Wasserringpumpen ist auf den jeweiligen Betrieb der Anlage (VOD — oder Entgasungsbetrieb) abgestimmt. Die Einlaufkohlenstoffgehalte liegen in den Grenzen von 0,9 bis 1,3 % C. Die Schmelze wird im Ofen auf 0,6 bis 0,8 % C gefrischt, Warmgefahren und nach der Schlackenreduktion in eine heiße basisch zugestellte Pfanne abgestochen. Die Pfanne wird abgeschlakt und in das Gefäß gesetzt. Der Pfannenrand wird mit einem basischen Mörtel versehen und ein Spritzdeckel dicht aufgesetzt. Der Spritzdeckel bleibt auf der Pfanne auch nach der Frischperiode liegen und ermöglicht eine gründliche Umwälzung und ein intensives Mischen von Stahl und Schlacke während der Reduktionsbehandlung so, dass sehr niedrige Endschwefelgehalte eingestellt werden können. Nach der Entschwefelung wird der Schutz-

deckel abgenommen, die nötigen Legierungen werden zugesetzt und die Giestemperatur eingestellt.

Das Verfahren ist sowohl von den Ofenleuten, wie auch von der die VOD Anlage bedienenden Mannschaft sehr schnell eingeführt worden.

Die Vorteile der Erzeugung nichtrostender Stähle nach dem Duplex Verfahren sind von wirtschaftlicher Seite eindeutig. Billiger Einsatz, hohes Ausbringen von Chrom, höhere Ofenleistung, wesentlich kleinere Ofenbeanspruchung, Einhaltung der chemischen Zusammensetzung an der unteren Analysengrenze hoher Entschwefelungsgrad von im Mittel 85 % tiefe Endschwefelgehalte bis 0,001 %, wie bessere Oberflächenbeschaffenheit der Brammen, sind die bedeutendsten Vorteile dieses Verfahrens.

Was die Pfannen betrifft hat sich sowohl die chrommagnesiumische wie auch die dolomitische Zustellung gut bewährt. Auch mit der Einführung der Argonspülung durch den Boden haben wir keine grossen Schwierigkeiten gehabt. Das eingeführte System (Didier) ist sicher in der Funktion, verlangt jedoch eine hohe Arbeitsdisziplin.

SUMMARY

Since July 1984 all stainless steel is manufactured in the Jesenice Ironworks by the duplex process arc furnace-VOD. The VOD equipment is constructed to treat 65 t of molten steel. It is combined with the equipment for alloying having 10 silo. Alloying can be performed either in vacuum or in an open ladle. Vacuum pumps consist of two ring water pumps and four vapour ejectors. The suction capacity is adjusted to the technological demands (VOD process or degassing). Initial carbon contents are between 0.9 and 1.3 % C. In the furnace, melt is oxidized to 0.6 to 0.8 % C, heated, and after the reduction of slag it is poured into basic lined and well heated ladle. In the ladle slag is skimmed and then the ladle is placed into the vacuum chamber. The ladle edge is covered with basic sealing mortar and the ladle is covered with a lined cover. This protective cover remains on the ladle also after the oxidation and enables efficient mixing of steel and slag during the reduction period, thus very low sulphur contents can be achieved. After the desulphurisation the cover is removed, necessary alloys are added and the right casting temperature is set.

The whole process was very quickly introduced by the workers at the furnace and by the operators of the VOD set-up.

Advantages of manufacturing stainless steel by the duplex process are from the economic viewpoint beyond all questions.

Cheap charge, high chromium yield, high furnace output, essentially lower furnace loading, possibility to set the chemical composition on the lower limit of the interval, high degree of desulphurization being in average 85 %, low final sulphur contents down to 0.001 % S, and better surface of ingots, are the most important advantages of this process.

For the ladle lining the chrome-magnesite as well as the dolomitic lining proved to be suitable. Also the introduction of mixing with argon through the bottom did not present any special difficulties. The introduced Didier system is reliable in operation but it demands high working discipline.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Начиная с месяца июля 1984 года в металлургическом заводе Железарна Есенице выполняется изготовление всех сортов нержавеющей стали дуплекс процессом EO печь — VOD способ. VOD — устройство сооружено для обработки 65 т. жидкой стали. К устройству VOD приключено также приспособление для легирования с десятью силосами. Легирование можно выполнять под вакуумом, а также в открытом ковше. Вакуумные насосы состоят из двух секционных водяных насосов и четырех паровых инжекторов. Всасываемость находится в соответствии с технологическими требованиями (VOD — способ или удаление газа). Начальное содержание углерода находится в границах от 0,9 до 1,3 % C. Окисленную в печи сталь на содержание от 0,6 до 0,8 % C согреем и, после восстановления шлака, отольём расплав в ковш обмурованный с основной футеровкой. Из ковша скачиваем шлак и поставим его в вакуумную камеру. На край ковша накладываем уплотнительный основной раствор и ковш закрывается с обмурованной крышкой. Эта предохранительная крышка остаётся на ковше также после окисления и даёт возможность для основательного перемешивания

стали и шлака во время восстановления, а также для получения очень низкого содержания серы. После перемешивания для удаления серы обмурованная крышка снимается, последует легирование и настройка на соответственно правильную температуру. Способ был усвоен очень быстро, как со стороны рабочих, которые обслуживают печь и также тех, которые управляют вакуумным ковшем.

С экономической точки зрения производство нержавеющей сталей дуплекс процессом несомненно.

Дешёвая шихта, большой выход хрома, высокая производительность печи, значительно уменьшенная нагрузка печи, возможность настройки химического состава на нижнем пределе, высокая степень удаления серы в среднем 85 % при конечном содержании до 0,001 %, также более лучшая поверхность слитков составляют собой преимущества этого дуплекс-процесса.

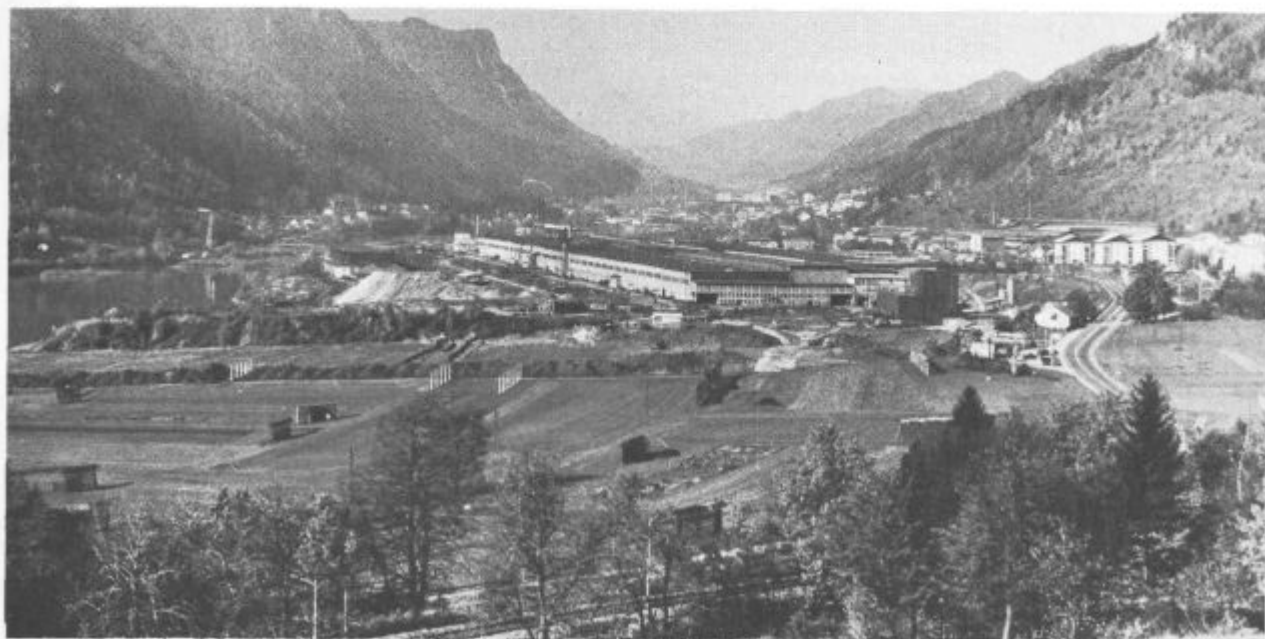
Как футеровка ковша оправдала хромомagneзитная как и доломитовая обмуровка. Также не было затруднений при введении смешивания с аргоном через дно ковша. Введенная система по Didier надёжна, хотя требует высокую дисциплину.

SLOVENSKE
ŽELEZARNE



ŽELEZARNA JESENICE

Cesta železarjev 8, telefon (064) 81-231, 81-241, 81-441, telex 34526 ZELJSN



IZDELUJE :

debelo, srednjo in tanko pločevino
dinamo trakove in pločevino
hladno valjane trakove in pločevino
vlečeno, brušeno in luščeno jeklo
vlečeno žico
vlečeno žico — patentirano
pleteno patentirano žico za prednapeti
beton
hladno oblikovane profile

cestne varnostne ograje
kovinske podboje za vrata
dodajni material za varjenje
žičnike
jeklene odlitke
tehnične pline

NUDIMO TUDI USLUGE:

prevaljanja, vlečenja, iztiskavanja
in toplotne obdelave pločevin in žice

