

V s e b i n a

Gene W. Hinds

GORILEC NA KISIK IN MAZUT (DK 662.94) 1

Gene W. Hinds

**NAČINI PIHANJA KISIKA MED OKSIDACIJO
V ELEKTRO PEČ (DK 669.187) 3**

Gene W. Hinds

**TEHNIKA UPORABE KISIKA ZA RAFINACIJO
V SM PEČI (DK 669.183.2) 10**

Gene W. Hinds

**DODATEK KISIKA ZA ZGOREVANJE V SM PEČI
(DK 669.183.2) 14**

Rado Torkar

VARJENJE JEKLARSKIH KOKIL (DK 621.791.052) . . 16

Ing. Avgust Karba

**TEORIJA IN PRAKSA VZDRŽEVANJA DNA NA
SIEMENS - MARTINOVIH PEČEH (DK 693.7) 30**

Dr. ing. Anton Podgornik

**KVALITETNI KRITERIJI KALILNOSTI JEKEL ZA
MOTORNO INDUSTRIJO (DK 621.785) 34**

NOVE KNJIGE V STROKOVNI KNJIZNICI 40

Naslovna stran: Novi čistilci plavžnega plina

Tehnična priloga Železarja — Glasilo DIT Jesenice — Odgovorni urednik ing. Stanko Čop. Člani uredniškega odbora: ing. Franc Babšek, ing. Marin Gabrovšek, ing. Miloš Gregorčič, Anton Grošelj, ing. Jože Kramar, ing. Pavle Sešek, ing. Slavica Sešek, Bratko Škrlj, Edo Žagar.
Tisk: CP »Gorenjski tisk«, Kranj

LETO V.

FEBRUAR 1963

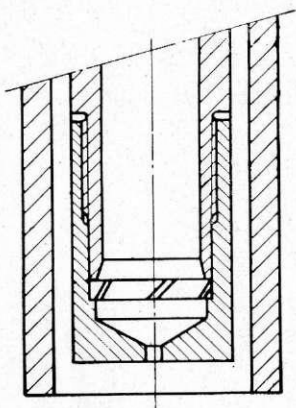
Št. 1

Gene W. Hinds

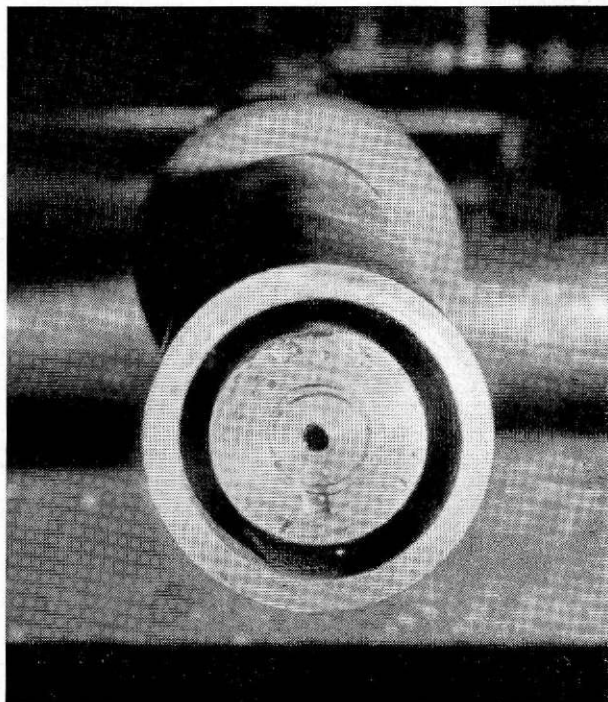
DK. 662.94

Gorilec na kisik in mazut

Za skrajšanje talilnega časa v SM in E-peči smo konstruirali gorilec: kisik — mazut. Ta gorilec pomaga taliti vložek ter se s tem povečuje proizvodnost peči. Običajno so taki gorilci na kisik in naravni plin kakor se uporabljajo v ZDA, kjer so ta postopek tudi razvili. Ker v železarni ni na razpolago plina pod pritiskom, ampak je le generatorski in plavžni plin z nizkim pritiskom, je bilo potrebno konstruirati posebni gorilec.



Slika 1 — Shema gorilca

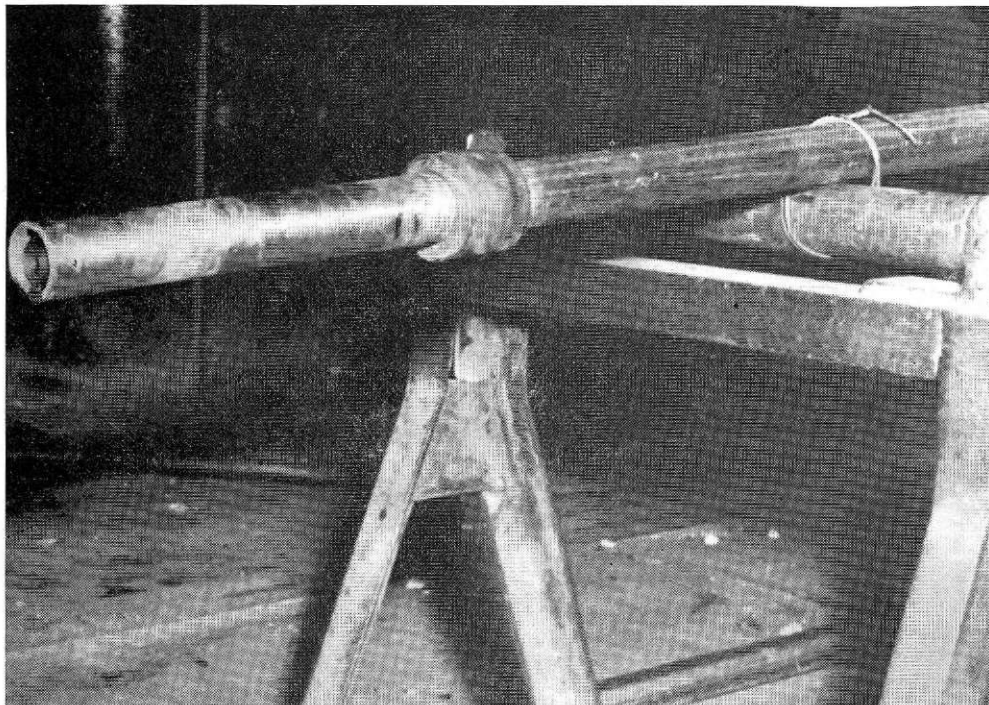


Slika 2 in 3 — Izstopni del gorilca

Izstopni del gorilca, kakor ga kaže sliki 2 in 3, je konstruiran tako, da mehansko atomizira ogret mazut v sredini gorilca, okoli tega je koncentričen izstop kisika z veliko hitrostjo. Količina mazuta je možna do 415 kg/h pri 912 m³ kisika na uro. Priporočamo razmerje kisika proti mazutu 90-odstotne stehiometrične vrednosti, t. j. 2,2 m³ kisika na kg mazuta. Gorilec smo najprej preizkusili z vodo, da bi prikazali atomizacijske lastnosti, nato smo ga preizkusili z mazutom zunaj peči,

kakor kaže slika 4 in nato v peči, kakor kaže slika 5.. Na ta način bodo izvedeni poizkusi za taljenje vložka. Vsi predhodni poizkusi kažejo, da bo gorilec zadovoljivo delal.

Mazut kot gorivo v gorilcu s kisikom povzroča mnogo več težav in je nevarnejši kakor plin. (npr. naravni plin). Vedno je treba upoštevati naslednja varnostna navodila, da se prepreči eksplozija gorilca ali nesreča posluževalca:



Slika 3



Slika 4 — Delovanje gorilca zunaj peči

1. Plamen se meša izven gorilca, t. j. da se mazut in kisik spajata v neki razdalji od konca izstopa.

2. Če peč ni dovolj vroča, da vzdrži gorenje, se mora zagotoviti izvor vžiganja.

3. Preden se vključi gorilec, mora posluževalec kontrolirati notranjost kisikovega obroča, da se prepriča, da v njem **ni mazuta**, niti zunaj mazutne

odprtine, niti znotraj kisikovega izstopa. Plamen bi se razširjal nazaj v gorilec, če bi bil v njem mazut ter bi raztrgal gorilec.

4. Ko vključimo gorilec, je treba vedno odpreti kisik na približno 1/4 polnega pretoka, nato odpremo mazut, ki se bo takoj vžgal, če je na razpolago izvor vžiganja. Potem, ko se je plamen vžgal, je treba naravnati tako mazut, kakor kisik na zahtevano količino.



* Slika 5 — Delovanje gorilca v peči

5. Posluževalec mora vedno paziti, da plamen ne »vleče« nazaj ali da se ne vžiga v gorilcu. Če se to pojavi, kar zaznamo po zvoku (normalni zvok je sličen bobnenju kamenja), se mora takoj zapreti mazut. To zaduši vžiganje v notranjosti, ker je na razpolago prekomerna količina kisika. Če to ne preneha in ima za posledico ogrevanje gorilca in njegov vžig, se mora takoj zapreti kisik in izvleči gorilec.

6. Ko ravnamo z gorilcem, ali ko ga skladiščimo, se mora strogo paziti na to, da držimo izstopni del **vedno nižje** kot zadnji del. S tem preprečimo vstop kapljicam mazuta v kisikov obroč, ali, da bi mazut celo tekel vanj.

Gorilec se bo prvenstveno uporabljal na elektro peči, ko bo postavljena napeljava za mazut, vendar se lahko uporablja še v druge namene:

1. Pomoč pri taljenju v SM peči.
2. Taljenje zamrznjenega grodlja in žlindre v plavžnih ponovcah.
3. Hitro ogrevanje kokil.

Gene W. Hinds je svetovalec pri firmi LINDE Company, Newark, New Jersey, ZDA. V Jugoslaviji je, oziroma bo še deloval kot ekspert agencije za mednarodni razvoj ZDA (United States Agency for International Development) v železarnah: Jesenice, Store, Zenica, Nikšič in Smederevo. G. Hinds je strokovnjak za uporabo kisika v metalurgiji.

Gene W. Hinds

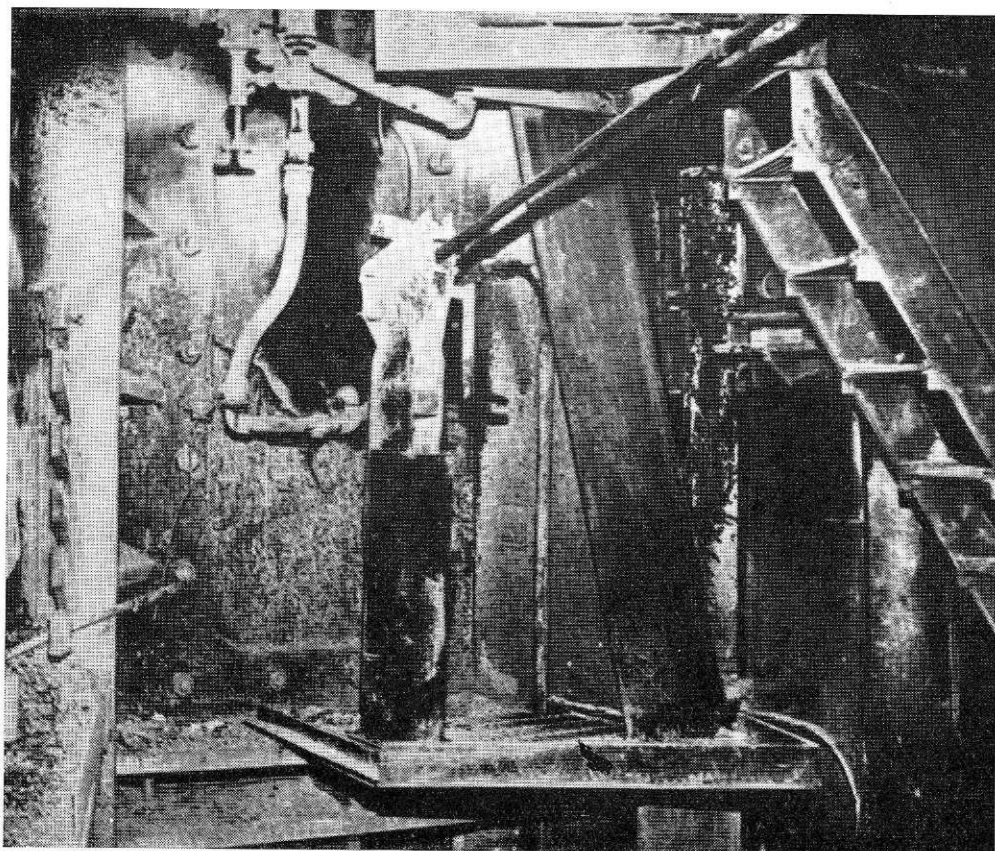
DK 669.187

Načini pihanja kisika med oksidacijo v elektro peč

Pri izbiri načina pihanja kisika moramo skrbno vzeti v poštev različne okolnosti. S pravilno tehniko lahko dosežemo najboljšo varnost posluževalca ter manjše stroške. Za razogljičenje običajno uporabljamo štiri različne načine. Odločitev, kateri od teh je najbolj učinkovit, je odvisna od velikosti peči, od vrste jekel, ki jih izdelujemo ter od stroškov proizvodnje.

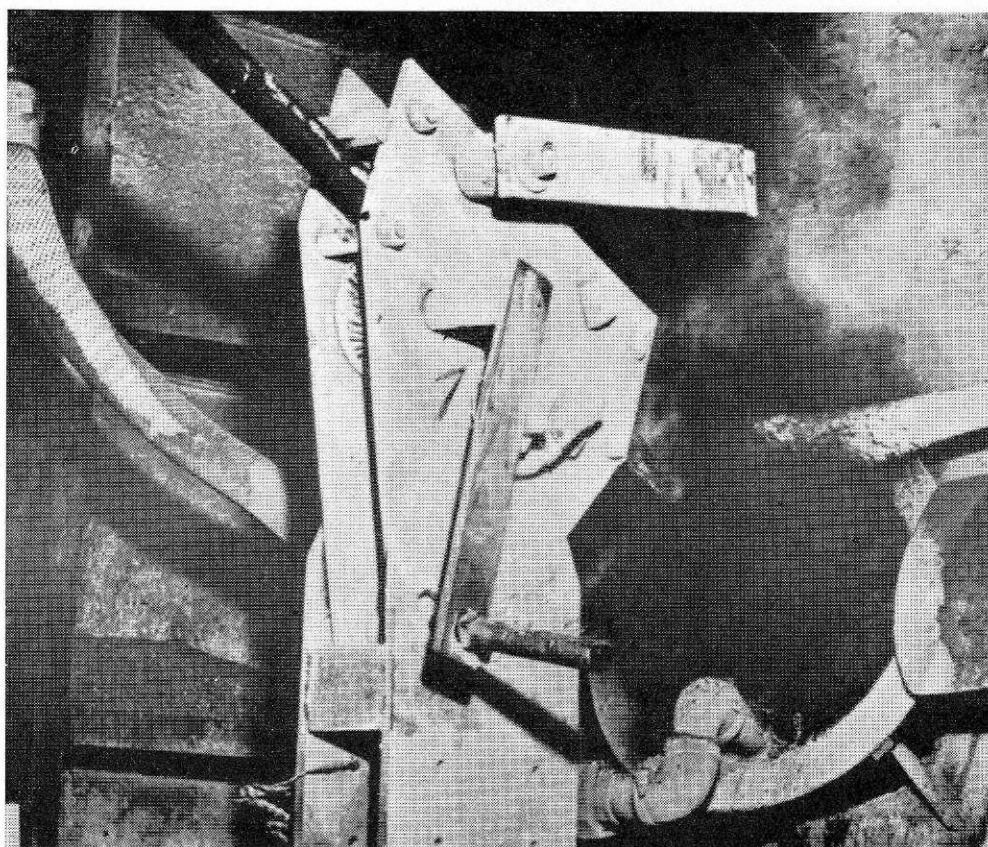
A. Pihanje s kisikom skozi vrata peči:

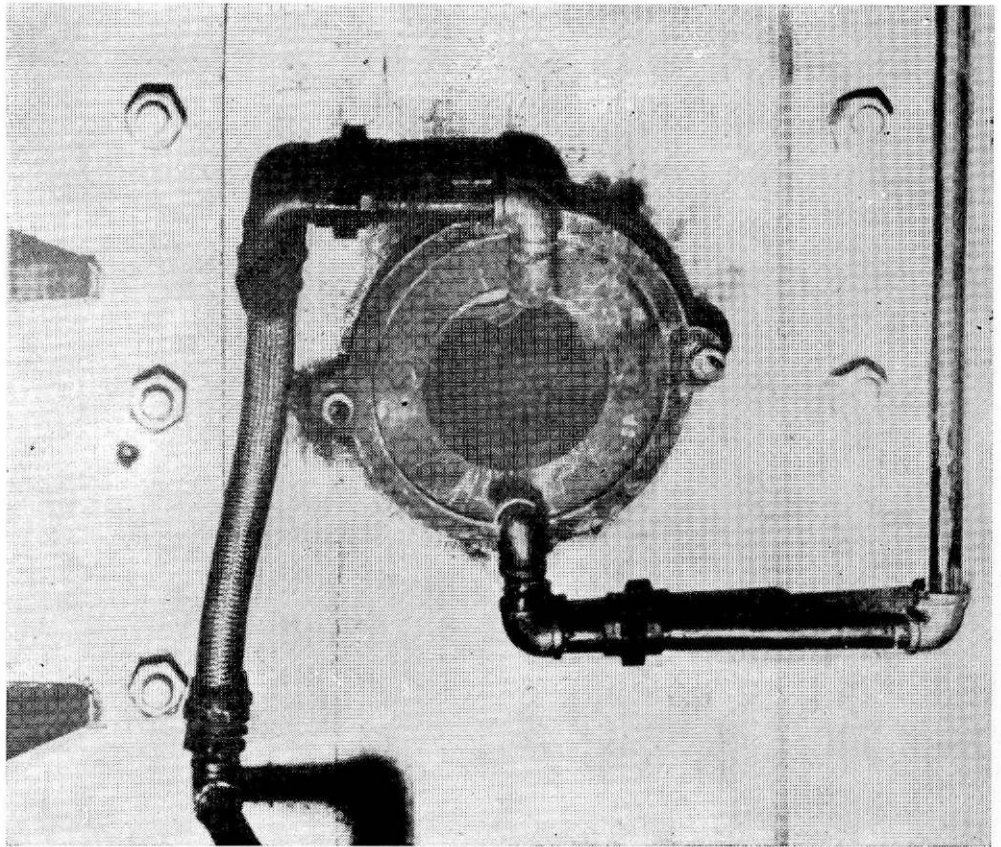
Cev drži topilec v rokah. Ta način je običajno prikladen za delo na zelo majhnih pečeh ali če uporabljamo kisik redko v zelo kratkih časih pihanja od 2—3 minut. Če so stroški za cevi in delo majhni, je ta način zadovoljiv.



Slika 1 — Položaj odprtine v peči

Slika 2 — Naprava za vpenjanje cevi





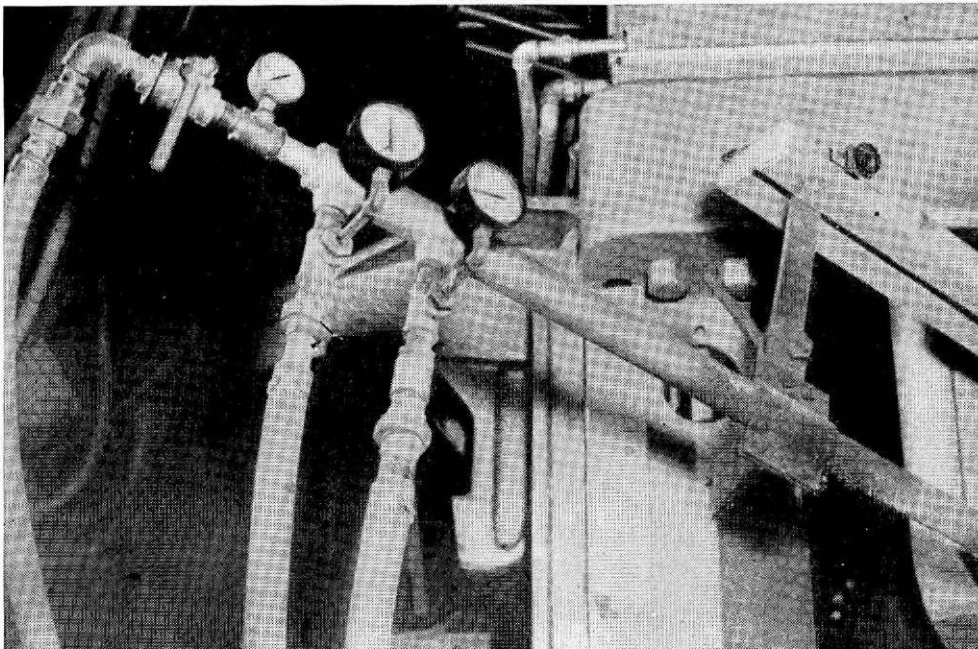
Slika 3 — Vodnohlajena odprtina

B. Pihanje s kisikom skozi cev v steni peči:

Ta način je prikazan na sliki 1 in 2 in je primeren za vsako velikost peči, kjer zaželeni količina kisika ni večja od 1400—1680 m³/h skozi 1"

cev in kjer stroški za cevi ne presegajo vplivnega faktorja.

Vodno hlajena odprtina (slika 3) je vdelana na primernem prostoru v plašču peči, naklon je



Slika 4 — Del vodnohlajene cevi

20—30° pod horizontalo, odprtina v peči je približno 460 mm nad žlindro. Naprava za vpenjanje cevi je stalno nameščena na plašču peči.

Nov način daje več prednosti:

1. Ni nevarnosti za topilca, ko stoji pred pečjo s cevjo v roki.
2. Ni potrebno imeti prevozno napravo za vpenjanje cevi in ni težav, ki so s to v zvezi.
3. Peč se lahko nagiba, če je potrebno brez prekinitve pihanja.
4. Stranska vrata, skozi katera se običajno pihajo, so prosta za delo.
5. Odprtina je primerna za golo ali za vodnohlajeno cev.
6. Skozi odprtino se lahko meri temperaturo in jemlje poskusne vzorce.
7. Poskusne vzorce lahko jemljemo bolj varno in prej kot običajno skozi vrata.

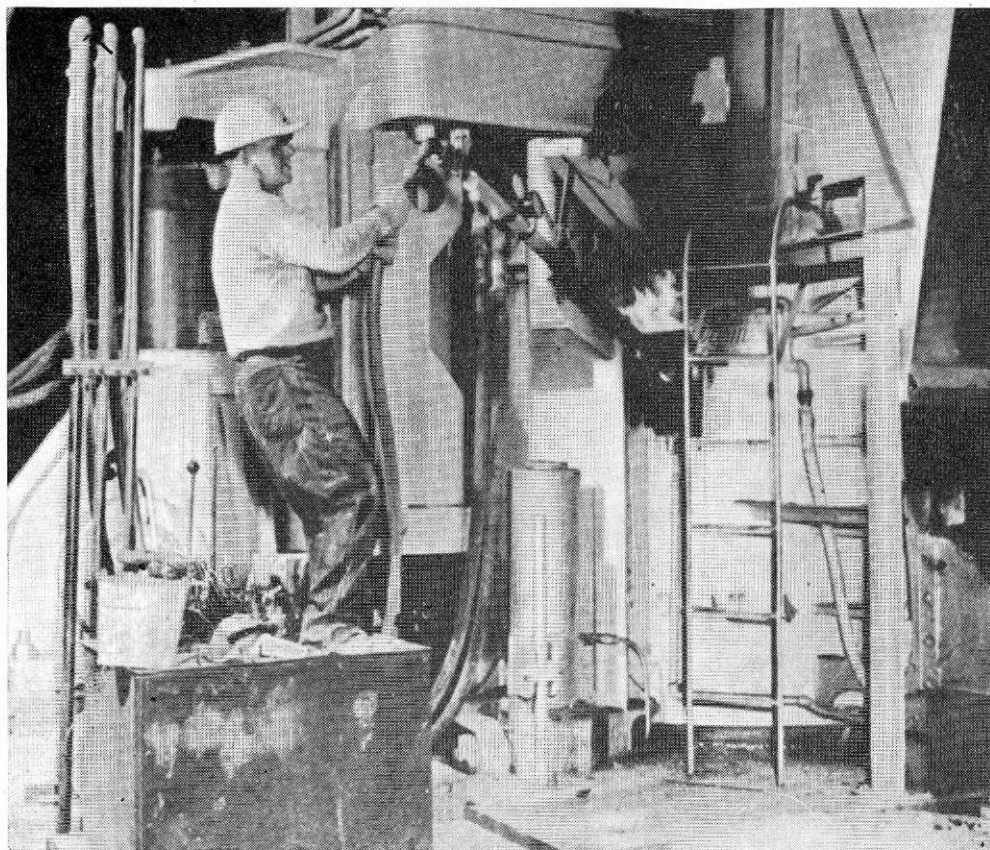
C. Vodnohlajena cev v steni peči:

Ta način, ki ga prikazujejo slike 4, 5 in 6 najraje uporabljajo na poljubno velikih pečeh, ki izdelujejo navadna ogljikova jekla, kjer so stroški

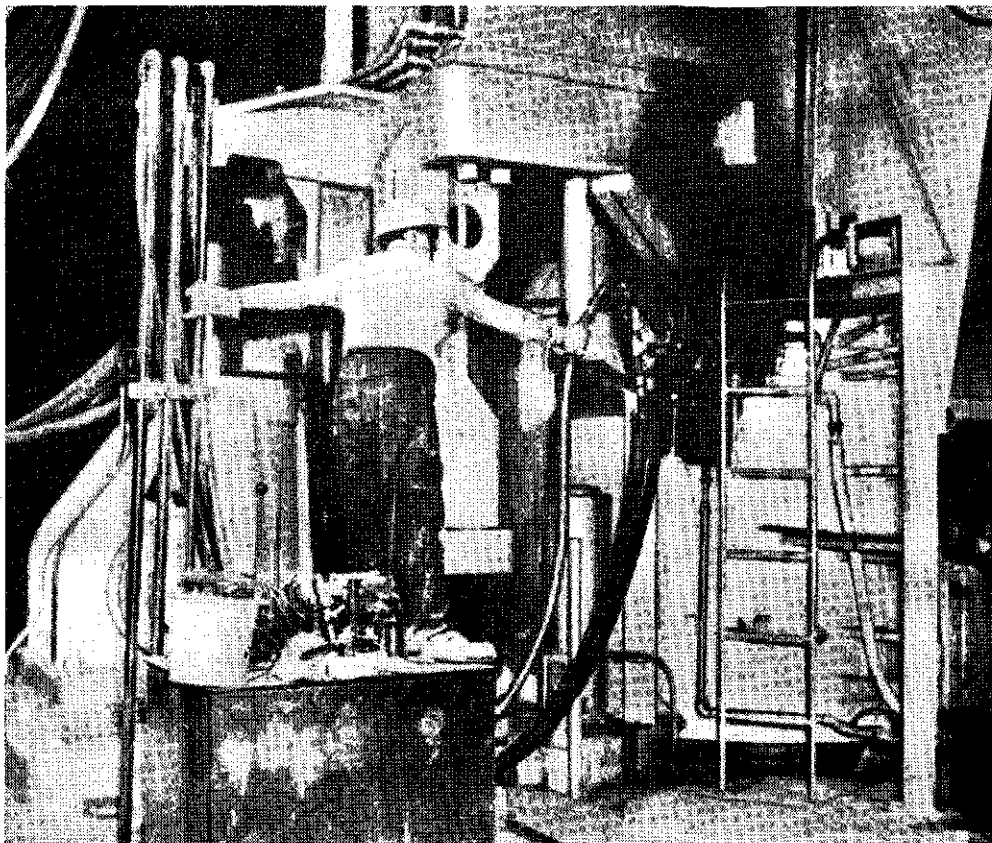
za porabljene cevi znaten del skupnih stroškov in kjer zahtevamo pretok do 1680 m³/h. V to kategorijo spada največ procesov v elektro peči. Če uporabljamo vodnohlajeno cev (slika 7), prihranimo znatno vsoto stroškov.

D. Vodnohlajena cev skozi vrata peči:

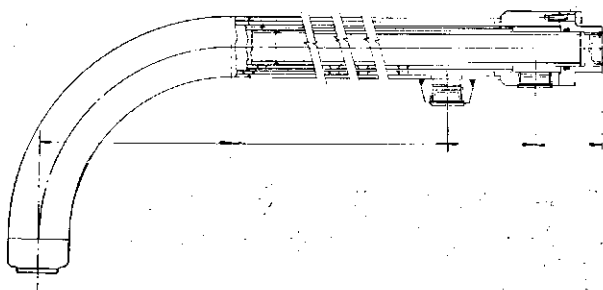
Ta način pihanja, ki je sličen opisanemu pod C, je posebno zaželen, če ima trajanje in pogostost pihanja za posledico prekomerne stroške za cevi. Način je primeren za vsako velikost peči s cevjo tipa LJ-60 ali z večjo kapaciteto LJ-120. Slika 8 kaže najbolj prikladno napravo. Naprava je pritrjena na steber hale, če je kje v bližini. Način je posebno prikladen, če se nabere med pihanjem na glavi cevi jeklo, (skozi odprtino v steni se težko izvleče) ali če pihamo zelo veliko količino kisika dalj časa, kot je to slučaj pri proizvodnji nerjavečih jekel. Priporočamo za oksidacijo šarž nerjavečega jekla pretok kisika od 2800—3500 m³/h za 30 in večtonski vložek. V tem slučaju je treba uporabljati tipe LJ-120, ki je prikazana na sliki 9. Krivulje za kalibracijo kisika in hladilne vode so prikazane na slikah 10 — 13.



Slika 5 — Cev izven peči



Slika 6 — Cev v peči



Slika 7 — Tipi vodnohlajenih cevi za pihanje skozi steno in vrata (cevi za pihanje skozi steno imajo ravni sprednji del)

Tehnika uporabe kisika za rafinacijo v SM peči

V splošnem obstaja pet načinov za razogljčenje v SM peči. Ti so:

1. Naravna oksidacija z zrakom, ki ga dobi peč z zrakom za zgorevanje.
2. Oksidacija z dodatkom rude.
3. Oksidacija s kisikovo cevjo skozi odprtino vrat.
4. Oksidacija z vodno hlajeno kisikovo cevjo skozi odprtino vrat.
5. Oksidacija z vodno hlajeno kisikovo cevjo skozi obok peči.

Vsi navedeni načini so uporabni in jih lahko uporabljamo v odvisnosti od zaželene proizvodnosti in ekonomičnosti. Na primer: oksidacija z zrakom iz peči se odvija samostojno in se lahko smatra kot majhen del zaželene oksidacije. Če je učinek te oksidacije premajhen, ali če želimo počasno razogljčenje, je primerno, da uporabimo rudo za povečanje stopnje razogljčenja nad to, kar da peč sama.

Če želimo povečano proizvodnost peči ter zmanjšati proizvodne stroške, se poslužimo oksidacije s kisikovo cevjo skozi vrata pri velikem pretoku kisika.

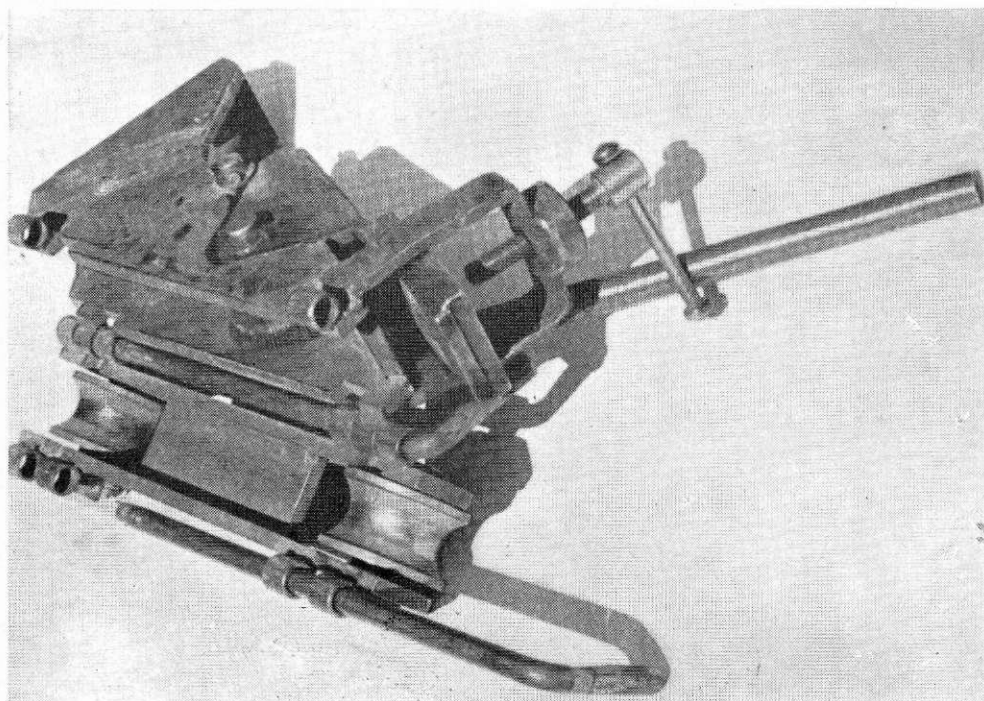
Če stroški za cevi po omenjenem načinu predstavljajo prekomerno vrednost in je izguba časa zaradi menjave cevi ter prekinitve pihanja kisika prevelika, priporočamo uporabiti vodno hlajeno kisikovo cev skozi vrata, da popolnoma izločimo stroške za cevi in izgubljeni čas za menjavo cevi.

Če je zahteva po oksidaciji stalna in je treba odstraniti znaten del ogljika, kot je to slučaj pri vložku s tekočim grodljem, da cevi za kisik križajo tračnice vlagalnih strojev, da ovirajo zalaganje sosednih peči, da ovirajo transport strojev in vozov za vložek ob pečeh, takrat vgradimo vodno hlajeno cev skozi obok. Edini problem, ki se običajno pojavi pri nameravani instalaciji je, da ni zadosti prostora med obokom peči in med žerjavi nad njimi.

Na vsak način priporočamo vodno hlajene kisikove cevi skozi obok za novo modernizirano jeklarno, ko bo dobavljena nova kisikarna.

Rezultati poizkusov pihanja s kisikom skozi vrata peči

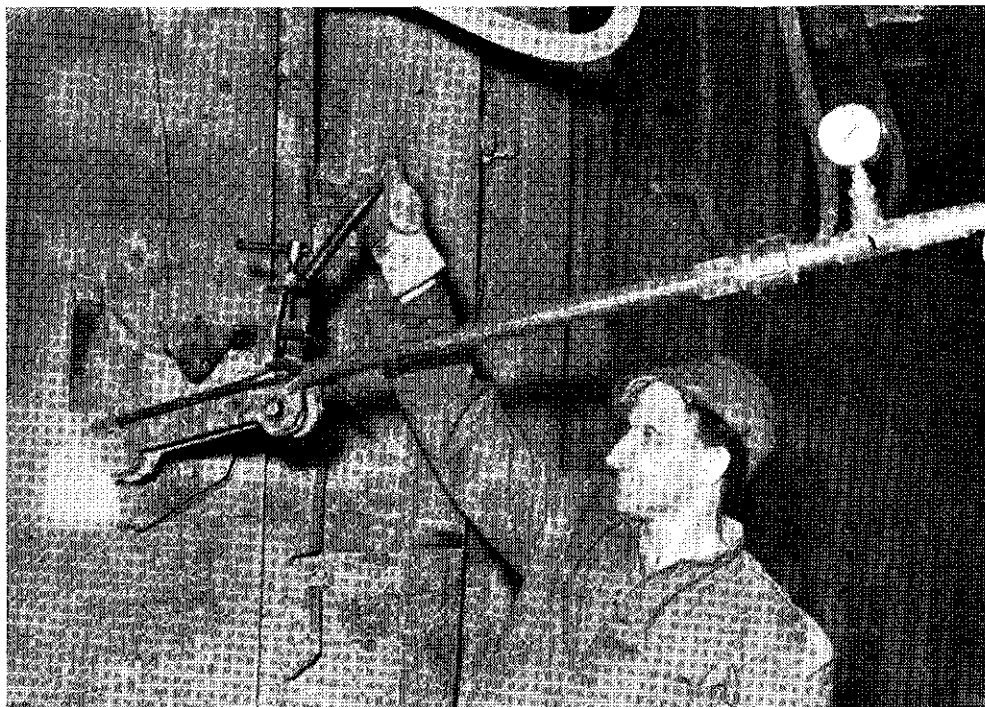
Da bi zmanjšali fizični napor topilca, izboljšali učinkovitost pihanja ter izboljšali varnost, je bila konstruirana naprava za fiksiranje cevi na vratih (slika 1).



Slika 1 — Naprava za vpenjanje in pomik cevi

Naprava se fiksira z dvema zatičema na vratih, valjčki se odprejo in cev se vstavi med valjčke. Nato zapremo valjčke in nalahko pritrdimo z vijakom cev k valjčkom. S pomično napravo se pomika cev v kopel, ko odgoreva.

9. Od več predloženih načinov zaščite cevi: pomakanje v ognjestalni masi, ovijanje z juto, vmes premazano z ognjestalno maso ter prevlecke iz šamotnih cevi, smo izbrali zadnjo. Cevi so bile zaščitene s kanalsko opeko pozicije 4 A, z odprtino $\varnothing$



Slika 2 — Pihanje v peč skozi vrata

Na 62 t peči so bile izvedene izboljšave po predlogu, in sicer:

1. Odcepi od glavne kisikove cevi do razdelilca na pečeh so 1 1/2".

2. Od razdelilca dalje poteka gumijasta cev 1 1/4". Ventili in fittingi so enakih mer ali večji. Manjši preseki dajo preveč izgub pritiska.

3. Dolžina gumijaste cevi je samo tolikšna, kolikor je potrebno, da doseže vrata peči.

4. Pretok kisika se poveča na 1120 do 1680 m³ na uro.

5. Vgraditi je treba hitri zaporni ventil na principu krogle.

6. Premer cevi za pihanje je povečan na 1".

7. Na koncu gumijaste cevi je bakreno kolceno s kotom 60° C med gumijasto cevjo in kisikovo cevjo za pihanje. To preprečuje okvare gumijaste cevi zaradi ostrega preloma in kot neželezen vložek prekine ogenj v sili.

8. Odprtina v vratih je povečana na 150 × 150 milimetrov.

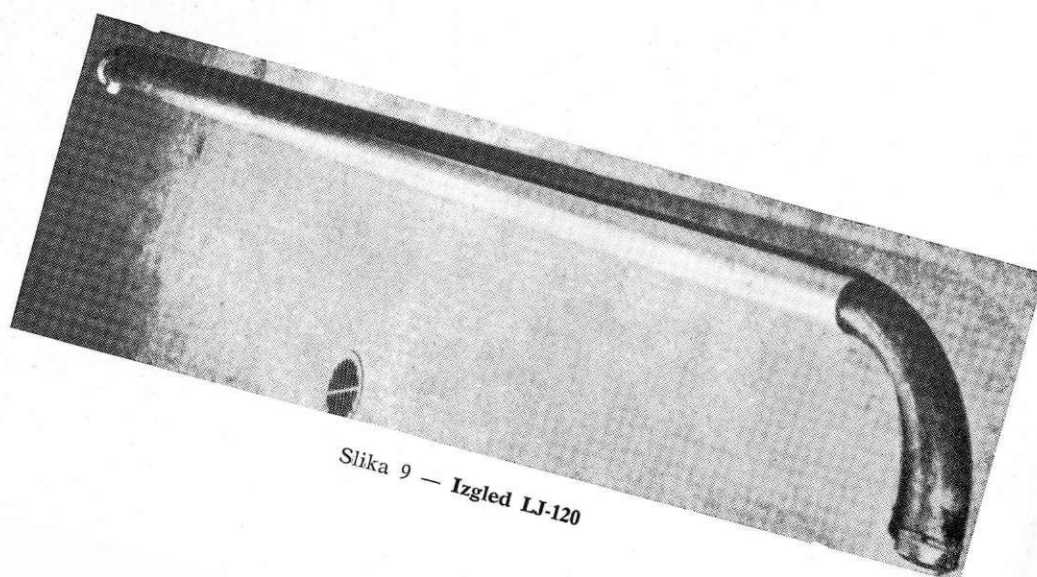
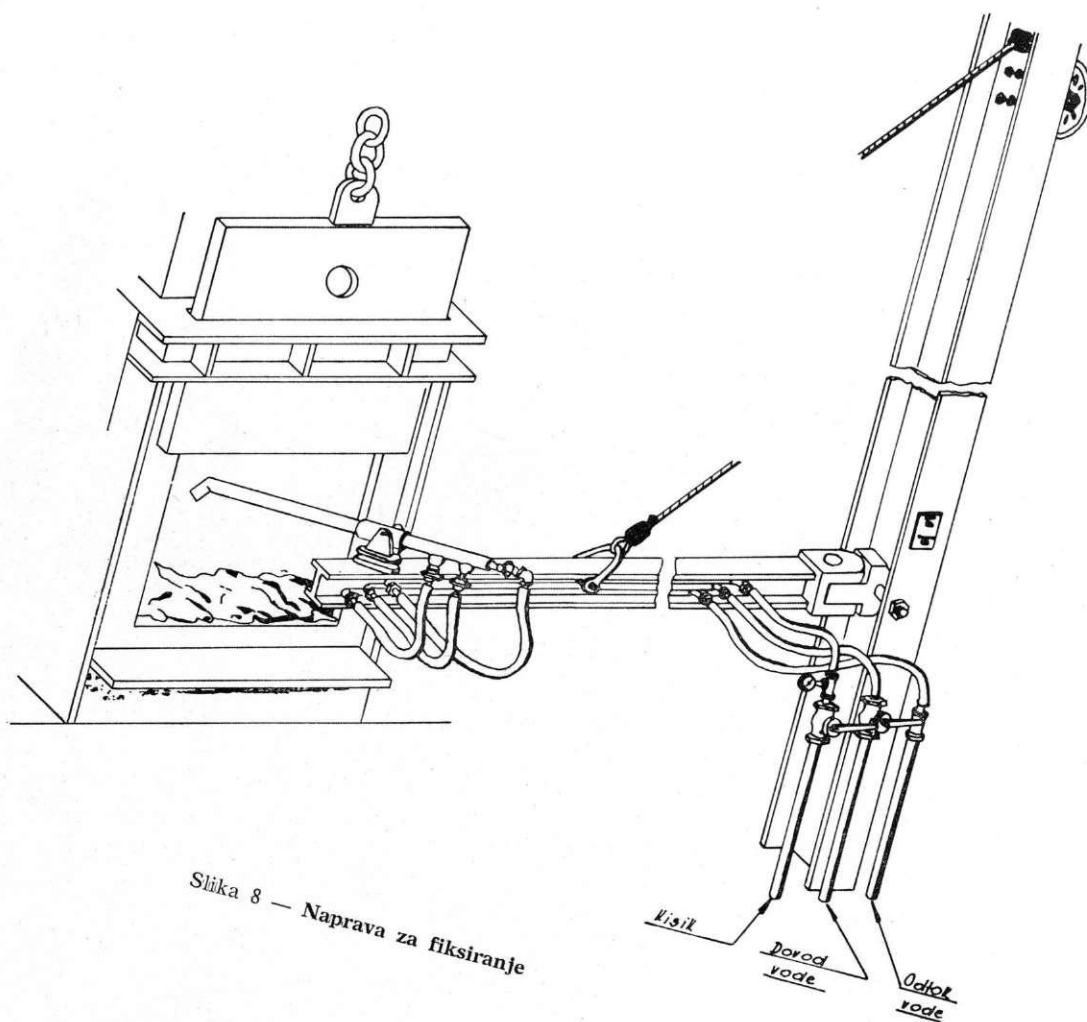
35 mm, z zunanjo mero 80 × 80 mm in dolžino enega kosa 310 mm. Na cevi je bilo 7 teh opek.

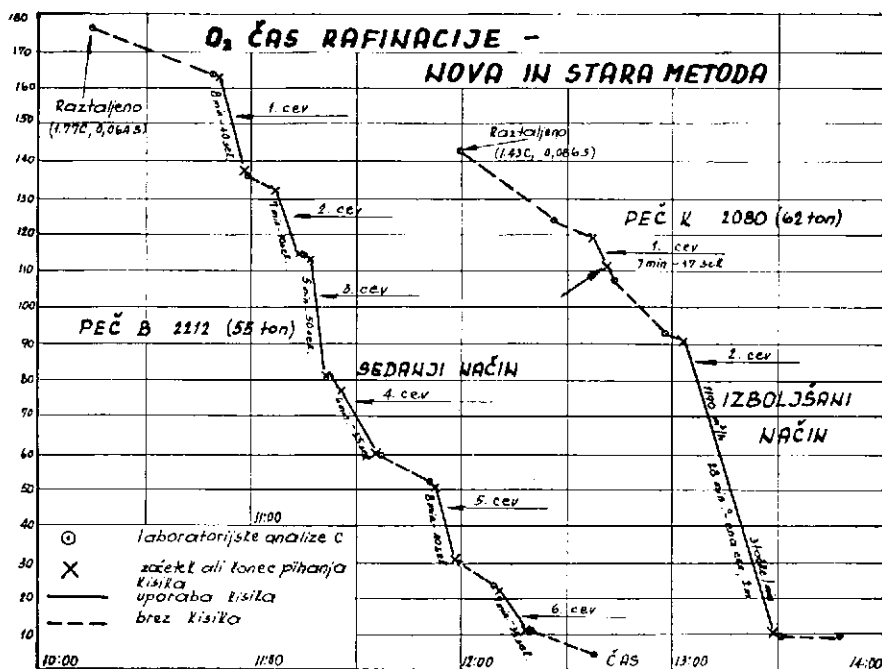
10. Najugodnejši kot med cevjo in kopeljo je 20—30°. Manjši kot preprečuje razdelitev kisika po kopeli in preveč močno brizga jeklo in žlindro na zadnjo steno. Možna je obraba zadnje stene in oboka. Zaradi konstrukcije peči je bil največji možni kot 19°.

11. Ko se položi cev v odprtino vrat, se malo odpre kisik. Ko se cev potopi v žlindro, se odpre kisik do polnega zaželenega pretoka. Nato se cev potopi »ravno še« v jeklo. Cev se ne pomika naprej, dokler se ne zasliši pihanje ter se ne čuti, da je cev odgorela in da kisik meče delce jekla in žlindre k zadnji steni.

12. Merilec pritiska je vgrajen za regulirnim ventilom.

S temi ukrepi smo imeli namen zmanjšati padeč pritiska v ceveh ter s tem možni večji pretok. Posebno poudarjamo, da se s povečanim pretokom kisika poveča razogljčenje več kot v linearnem odnosu.





Slika 3 — Primerjava oksidacije med novim in starim načinom

Opombe: B 2212

3/4" cev, tenka gumijasta cev.
Delo pri pihanju: 2 moža.
Uporabljen 6 cevi.
Skupna dolžina porabljenih cevi: 24 m.
Skupni čas pihanja: 45 min.
Pretok kisika: 935 m³/h.
Pritisk kisika: 9 at na razdelilcu.
Izguba časa zaradi menjave cevi: 45 min.
Povprečna vzdržljivost cevi: 7,5 min.
Skupna poraba kisika: 700 m³.

Opombe: K 2080

1" cev, večja gumijasta cev.
Šamotna obloga na cevi.
Pretok kisika: 1190 m³/h.
Pritisk kisika: 6 at na razdelilcu.
Uporabljeni 2 cevi.
Skupna dolžina porabljenih cevi: 3 m.
Skupni čas pihanja: 35 min. 10 s.
Prekinjeno pihanje pri prvi cevi zaradi vlivanja grodlja na drugi peči.
Prebod je bil odložen zaradi visokega žvepla.
Skupna poraba kisika: 695 m³.
Izguba časa zaradi prekinitve: 21 min.

Slika 3 kaže razliko v času rafinacije med starim načinom oksidacije s 3/4" cevjo, z manjšim pretokom kisika in med novo tehniko, z večjim pretokom kisika z 1" cevjo, zaščiteno s šamotnimi opekami. S predlagano šamotno zaščito smo dosegli pri pihanju v času 32 minut porabo cevi samo 2 m. 5—7 kanalskih opek smo pritrčili na cev z lesenimi klini.

Iz slike 3 je razvidno, da lahko pihamo z eno samo cevjo, medtem ko smo na manjši peči porabili šest cevi. S tem lahko dosežemo trajanje rafinacije od 1—1,5 ure. Pihanje kisika se mora pričeti čimprej po raztaljenju, a analizo ob raztaljenju je treba uravnati tako, da je čim ugodnejše za pihanje kisika.

Za jeseniško martinarno smo razvili novo, izboljšano tehniko in napravo za pihanje s kisikom skozi vrata. Iz slik, kot je bilo prej omenjeno, se vidi način, kako je pritrjena fiksna naprava na vrata in mehanizem za pomik cevi. Vidna je večja odprtina v vratih, večja 1" cev, ki dovoljuje večji pretok, merilec pritiska za umerjanje pretoka kisika, večja spojka med gumijasto in železno cevjo in drog, s katerim se lahko potopi cev pod pravilnim kotom in višino. Večja varnost topilca in delo brez truda so največje prednosti tega načina. Delovanje more kontrolirati en mož. Iz slik se ne vidi bakrenega kolena za zvezo z gumijasto cevjo, ki ne dovoljuje lomljenja cevi in preprečuje vžig kisika. Prav tako ni vidna večja 1,5" gumijasta cev in 40 mm ventil pri razdelilcu kisika za peč. Vse to zmanjšuje prekomeren padec pritiska in poveča učinkovitost pihanja.

Pihanje kisika skozi cev v oboku peči

Prednosti pihanja skozi obok je več:

1. Razogljčenje se lahko izvaja, ne da bi ovirali delo pred pečjo.
2. Pihanje se lahko konča in začne vsak čas in je trajanje poljubno dolgo, ne da bi pripravili katerokoli orodje.

3. Varnost je v mnogočem boljša, ker topilec ne stoji pred pečjo s kisikovo cevjo v roki.

4. Vrata peči so prosta za zalaganje dodatkov, za jemanje poskusnih vzorcev in za opazovanje procesa.

5. Lahko se uporablja večji pretok kisika, kot če se dela s cevjo skozi vrata.

6. Pri določenih vrstah jekla je možno pihati kisik do konca, če je potrebno. Predlagamo, da se v jeseniški martinarni vgradi po ena cev v središču oboka na vsako peč. Bistveno pri tem je, da je gorivo in kontrola zgorevanja avtomatska in da je reverziranje avtomatsko. Zelo važno je, da je peč opremljena s kontinuirno registracijo in s točnim kazalnim instrumentom temperature oboka.

Priporočamo, da je pretok kisika vsaj 11,2—14 kubičnih metrov na uro, tono, ali pretok kisika 1120—1680 m³/h, če želimo doseči maksimalno proizvodnjo.

Optimalni pretok kisika za posamezno velikost peči naj bo maksimalen, v soglasju s primerno porabo ognjestalne opeke. Tu je potrebno poudariti, da se izzidavo ne poškoduje, če se ne prekorači maksimalne temperature oboka, ali če se ne hladi preveč, kadar je obok bazičen in če ni preveč brizganja. Preveč brizganja je takrat, če je pretok kisika prevelik, ali pa, če je cev previsoko nad žlindro. Pravilna razdalja je, kadar je glava cevi oddaljena 50 do 60 mm nad nivojem jekla.

Tip in konstrukcija naprave za pihanje sta zelo važna za maksimalno vzdržnost. Naprave z več odprtini, ki imajo lito ali kovano bakreno glavo, ki je privarjena na standardno 4" cev, so najbolj razširjene v ZDA. Odvisno od pretoka, ki ga želimo, se priporoča, da so izstopne odprtine 3/8" ter da jih je šest po številu. Izstopne odprtine morajo biti nagnjene za 20° izven vertikale. Odvisna od delovnih pogojev je vzdržnost vseh teh cevi, ki je okoli 100 do 500 ur pihanja. Cev naj bo konstruirana tako, da je treba zamenjati le glavo.

Kritično je hlajenje z vodo. Potrebno je dovajati zadosti čiste vode, in sicer 14.000 l/h pri 3,5 at pritiska v zunanji del cevi za dotok.

Način dela je zelo enostaven. Po vlivanju tekočega grodlja se spusti cev skozi odprtino bloka iz silicijevega karbida (ali skozi vodno hlajeno odprtino) približno 90 cm v peč. Istočasno se odpre majhen pretok kisika, preden se zniža cev za ostalo razdaljo k nivoju žlindre. Nato se odpre polna zaželena količina kisika. Pri tem se moramo prepri-

čati, da je glava cevi približno 50 do 60 mm nad nivojem jekla. Količina goriva v gorilcih se zmanjša, kadar je potrebno, da se prepreči prekoračenje maksimalne temperature. Če pričakujemo, da bo čas pihanja dolg, dodamo rudo med pihanjem. Količino rude vzamemo iz grafikona C — temperatura. Med pihanjem analiziramo ogljik za približno kontrolo. Po izkušnjah določimo čas pihanja, preden vzamemo končno analizo na C.

Oprema z instrumenti je minimalna, je pa bistvena za delovanje peči. Pretok vode mora imeti signal za pritisk in temperaturo. Zaželen je registrirni instrument. Kisik je treba meriti točno in količino registrirati ter regulirati z avtomatskim ventilom v območju nastavljene vrednosti. Če zmanjka vode, se mora kisikovo cev takoj potegniti iz peči. Dvigalo za cev, ki ima električni pogon, poženemo z gumbom s kontrolnega mesta pri peči. Hitrost dviganja naj bo približno 1 m na 10 sekund. Nekateri tače naprave imajo zelo počasno dviganje, celo samo pol metra.

Kisikova cev mora imeti mejni položaj na dvigalu, da se ne potopi pregloboko. V skrajnem primeru mora imeti naprava varnostno verigo, ki ujame cev in prepreči eksplozijo, če se vrv dvigala odtrga in bi z vodo napolnjena kisikova cev padla v kopel.

Z uporabo kisikove cevi skozi obok je možno skrajšati rafinacijski čas na skoraj najmanjši zaželeni možni čas ter se lahko uravnava proizvodnost in šaržni čas več peči.

N. pr.: v 200 tonski peči, ki se zalaga s 60 % tekočega grodlja, se normalno v praksi samo z rudo porabi približno 8 1/2 ur, da zmanjšamo ogljik od 2,8 na 0,03 %, če računamo od vlivanja grodlja dalje. Če delamo s kisikovo cevjo skozi vrata pri pretoku približno 5,6 m³/t in če začnemo pihati, ko je vložek raztaljen pri 0,60 % C, je potrebno 6,15 ur za zmanjšanje C od 2,8 na 0,03 %. Če delamo s kisikom skozi obok pri pretoku kisika 11,2 m³/h, t in če začnemo pihati takoj po vlivanju grodlja pri 2,8 % C, porabimo 2 uri za znižanje C na 0,03 %. Hitrost razogljichenja je sorazmerna z dotokom kisika. Važno je pripomniti, da se hitrost razogljichenja poveča za več kot dvakrat, če za dvakrat povečamo pretok kisika.

Važno je tudi, da za isti padec C pihanje s kisikom poveča temperaturo kopeli za isti iznos, kot jo delo z rudo zmanjša. Rudo je treba smiselno uporabljati v kombinaciji s kisikom, da preprečimo prekomerno naraščanje temperature ter da izboljšamo ekonomičnost.

Dodatek kisika za zgorevanje v SM peči

Proizvodnost SM peči je odvisna od hitrosti taljenja vložka. V ta namen se peč kuri z večjo količino goriva, za popolno zgorevanje pa se dodaja kisik.

Da določimo količino kisika, ki ga dodamo v plamen za obogatitve, to je tako imenovani zgo-revni kisik, je običajno priporočljivo, da se normalni količini kisika v zgo-revnem zraku, pri kurjavi z največjo dovoljeno količino goriva doda 20 odstotkov omenjene količine kisika. Za peč L, ki ima vložek 45 t, izračunamo to na naslednji način:

1. Sedanja maksimalna količina mazuta je bila 750 kg/h.

2. Sedanja maksimalna količina zraka, ki je na razpolago, je 10.000 m³/h.

3. Teoretična poraba zraka, ki se zahteva za zgorevanje mazuta, je 2,47 m³ kisika na kg mazuta.

4. Če predpostavljamo, da potrebujemo le 10 do 15 odstotkov prebitka zraka zaradi netesnosti itd., potrebujemo 12,95 do 13,50 m³ zraka na kg mazuta. To pomeni, da je za zrak, ki ga je na razpolago 10.000 m³/h, maksimalna količina mazu-

Tabela 1: Pregled podatkov pri šaržah z uporabo zgo-revnega zraka

	Povprečje leta 1961 za peč L	Primerjalna šarža L 2320	Prva poizku-sna šarža z zgo-revnim kisikom L 2323	Druga poizku-sna šarža z zgo-revnim kisikom L 2330	Razlika v % druge poizkusne šarže napram primerjalni
Začetek do konca zalaganja	2 h 02 min.	0 h 48 min.	0 h 40 min.	0 h 35 min.	27 % manj
Začetek zalaganja do konca vlivanja grodlja	2 h 32 min.	1 h 23 min.	1 h 31 min.	1 h 46 min.	28 % več
Začetek zalaganja do raztaljenja	5 h 15 min.	4 h 08 min.	2 h 27 min.	2 h 19 min.	44 % manj
Konec vlivanja grodlja do raztaljenja	2 h 38 min.	2 h 45 min.	0 h 56 min.	0 h 33 min.	80 % manj
Od raztaljenja do preboda	2 h 54 min.	3 h 05 min.	1 h 33 min.	0 h 51 min.	72 % manj
Konec vlivanja grodlja do preboda	5 h 37 min.	5 h 50 min.	2 h 29 min.	1 h 49 min.	69 % manj
Začetek zalaganja do preboda	8 h 09 min.	7 h 13 min.	4 h 00 min.	3 h 35 min.	50 % manj
Od preboda prejšnje šarže do preboda	9 h 27 min.	8 h 00 min.	4 h 20 min.	4 h 10 min.	48 % manj
Teža vložka, ton	46	45	45	44	—
Odlito ingotov, ton	41	42,6	36,7	37,8	—
Proizvodnost, t ingotov/h za čas od zalaganja do preboda	5,04	5,90	9,18	10,55	79 % več
Proizvodnost, t ingotov/h za čas od preboda do preboda	4,37	5,32	8,47	9,07	70 % več
Skupni čas z zgo-revnim kisikom	—	—	2 h 13 min.	2 h 44 min.	—
Skupna poraba zgo-revnega kisika — m ³	—	—	910	920	—
Skupna poraba zgo-revnega kisika na t ingotov — kg	—	—	35,3	34,6	—
Skupni čas z rafinacijskim kisikom	ni določeno	—	24,25 min.	18,25 min.	—
Skupna poraba kisika za rafinacijo — m ³	126	—	365	210	—
Skupna poraba kisika za rafinacijo na t ingotov — kg	3,04	—	14,2	7,94	—
Skupno zgo-revni in rafinacijski kisik — m ³	—	—	1270	1130	—
Skupno zgo-revni in rafinacijski kisik na t ingotov — m ³	—	—	34,6	29,8	—
Povprečno razogljčenje na min. (od začetka do konca pihanja) — točk C	ni določeno	0,825	2,96	4,25	410 % več
% C in S ob raztalitvi	—	1,44 0,056	1,74 0,053	1,38 0,058	—
Skupna poraba mazuta (od zalaganja do preboda) — kg	5320	4750	2887	2951	38 % manj
Poraba goriva — kcal × 10 ⁶	1,3	1,115	0,787	0,781	30 % manj
Skupna poraba rude, ton	1,83	2	1	2	—
Rude v vložku, ton	1	—	—	2	—
Poraba rude na t ingotov — kg	44,7	47	27,2	52,9	—
Skupna poraba apna, t	2,98	2	2	2,5	—
Skupna poraba apna na t ingotov — kg	72,7	47	54,5	66,1	—

ta 750 kg/h. To je v skladu z današnjim stanjem, da se na peči lahko kuri brez dodatka kisika največ 750 kg mazuta na uro.

5. Vsebnost kisika v tem zraku je $2100 \text{ m}^3/\text{h}$, zato se 20 odstotkov te količine, to je $419 \text{ m}^3/\text{h}$, lahko doda v gorilec za obogatitev plamena.

6. Ta dodatni kisik bi imel za posledico le zelo malo povečanje proizvodnje in bi bil neekonomičen tako v stroških kot v učinkovitosti, če ne bi povečali količine mazuta do ustrezne vrednosti. Ker potrebujemo $2,47 \text{ m}^3$ kisika na kg mazuta, lahko dodatno povečamo količino mazuta za 169 kilogramov na uro.

7. Količina mazuta se po navedenem izračunu lahko poveča na 919 kg/h . To smo uporabljali med prvim poizkusom pri šarži L 2323.

8. Ta količina kisika, ki smo jo določili, ni nujno, da je najvišja, temveč je le tolikšna, da jo lahko dodamo z neko gotovostjo pod normalnimi pogoji in s sedanjo opremo peči.

Skupni pretok kisika, ki je na razpolago, je 500 kubičnih metrov na uro.

9. Pri drugi poizkusni šarži L 2330 smo kurili maksimalno količino mazuta, ki je v soglasju z maksimalno razpoložljivo količino kisika, da bi ugotovili razliko v proizvodnih pokazateljih in delovanjem peči. Za omenjeno količino kisika (500 kubičnih metrov na uro) se lahko dovaja v peč 952 kg mazuta na uro.

POIZKUSI S KISIKOM

Na dveh šaržah na peči L z vložkom 45 t smo uporabljali zgorevni kisik v zvezi s kisikom za rafinacijo z namenom, da bi ugotovili povečano proizvodnost, če se kisik pravilno uporablja. Predhodno smo ugotavljali pokazatelje na šarži pod idealnimi pogoji. Podrobni podatki so razvidni iz tabele 1.

Važno je poudariti, da smo pri drugi šarži L 2330, kjer smo skupno prabili $29,7 \text{ m}^3$ kisika na tono, od katerega je $24,2 \text{ m}^3$ na tono za zgorevanje in $5,5 \text{ m}^3$ na tono za rafinacijo, dobili naslednje pokazatelje:

1. Proizvodnost peči je bila v t/h, če upoštevamo čas trajanja šarže od preboda do preboda, za 70 odstotkov višja od primerjalne šarže in za 109 odstotkov višja kot povprečje za isto peč v letu 1961.

2. Skupna poraba goriva v času od zalaganja do preboda šarže je bila za 30 odstotkov manjša od primerjalne šarže in za 40 odstotkov manjša od povprečja leta 1961.

3. Pretok kisika v količini $500 \text{ m}^3/\text{h}$, ki smo ga uporabljali pri drugi poizkusni šarži, je bil največji možen, toda ne še maksimalen, če bi imeli na

razpolago primerno opremljeno peč z instrumenti, pomožne gorilce na oboku in izboljšane pogoje zalaganja vložka.

4. Kisik za rafinacijo v količini $1220 \text{ m}^3/\text{h}$ je zadovoljiv za tako velikost peči. Razogljičenje do 9,1 točk ogljika/min. v času dejanskega pihanja kisika, je odličen rezultat.

5. Če upoštevamo, da smo izgubili še nekaj časa med poizkusnimi šaržami, je upravičena trditev, da z maksimalno uporabo kisika, z ustrezno opremo peči z instrumenti in s hitrim zalaganjem vložka lahko izdelamo šarže v 3 urah 30 min. do 4 ur, računano od preboda do preboda peči.

KISIKOV GORILEC

Gorilec, ki smo ga uporabljali, je bil standardne izvedbe z atomizacijo mazuta z zrakom, le da je imel vgrajeno kisikovo cev. Notranji premer kisikove cevi je bil 18,5 mm in je nameščena paralelno in približno 54 mm pod središčem mazutne cevi. Ta izvedba je enaka kot jo priporočamo in je popolnoma zadovoljiva za stalno uporabo; velikost kisikove izstopne cevi je zadovoljiva za količino kisika, ki smo ga uporabljali. Zaželeno je »kritična« hitrost kisika pri izstopu iz cevi. Omenjena cev zagotovi izstopno hitrost, ki je večja od kritične pri pretoku $500 \text{ m}^3/\text{h}$ in je komaj kritična pri $284 \text{ m}^3/\text{h}$.

Navodila za hitro izdelavo šarž s kisikom za zgorevanje in rafinacijo

1. Že ob začetku zalaganja je treba kuriti peč z maksimalno dovoljeno količino goriva in kisika.

2. Kurjenje se reverzira v začetku na 10 min., dokler niso komore prevroče, nato se skrajša čas reverziranja na 5 do 6 minut.

3. Zalagati je treba težko staro železo na leva in desna vrata.

4. Uravnati je treba kot gorilca v odvisnosti od višine vložka.

5. Peč je treba zalagati kar se da hitro. Če so zakasnitve, ali če jih predvidevamo, se zmanjša količina goriva in kisika in če je potrebno, se kisik popolnoma zapre.

6. Takoj je treba izdelati nasip na vratih.

7. Po koncu zalaganja je treba čakati 45–50 minut, preden vlije tekoči grodelj (za peč L).

8. Kontrolirati je treba temperaturo komor po vlivanju grodlja in večkrat med rafinacijo.

9. Doda se 3 ali 4 korita apna takoj pred pihanjem, kar je odvisno od žvepla v grodlju.

10. Če je možno, naj se da ruda v času pihanja kisika.

11. Če se piha kisik, naj se da manj jedavca.

12. Zapreti je treba kisik in zmanjšati gorivo, če to pokaže temperatura oboka.

Varjenje jeklarskih kokil

Napredek tehnike sili proizvajalce k iskanju novih poti in načinov za zniževanje proizvodnih stroškov. Pota k realizaciji zniževanja pa so zelo različna in so odvisna od najrazličnejših faktorjev: tehnične zmogljivosti, surovinske baze, iskanja novih poti v tehnološkem procesu, skrajševanja procesov, osebne odgovornosti in prizadevnosti od delavca do vodilnega osebja.

Dejstvo je, da so to neizkoriščene rezerve, ki jih bomo v bližnji bodočnosti morali izkoristiti, če bomo hoteli pri razmeroma zastarelih napravah in strojih ostati konkurenčni in s tem družbi koristni.

Zastavlja se torej vprašanje, kaj se da storiti. Potrebno bo mobilizirati vse sile in iskati rezerve, ki običajno tičijo v previsokih proizvodnih stroških. V tem pogledu se je odprla lepa možnost, s poskusi varjenja poškodovanih jeklarskih kokil. Pod poškodbo moramo razumeti tiste okvare, ki običajno nastanejo iz objektivnih razlogov in težav. Tako pride napr. zaradi napetosti, katerim so vzrok temperaturne spremembe, na jeklarskih kokilah dostikrat do navpičnih ali prečnih razpok pri glavi ali nogi kokile. Razpoke dostikrat nastajajo tudi zaradi težav pri slačenju kokile; možno je, da se del kokile tudi odbije. Tudi ekscentrična postavitve lahko povzroči izpiranje stene kokile in je potrebno tako kokilo izločiti. Dostikrat najdemo tudi odbite čepe ali ušesa na posameznih kokilah. Vsaj 18 % uporabljenih kokil je po francoskih podatkih poškodovanih.

Z varjenjem pa je možno poškodovane kokile ponovno usposobiti za uporabo, s tem zmanjšamo potrebo po novih kokilah in kar je končni cilj: dane so lepe možnosti za zniževanje proizvodnih stroškov. Enostavnost postopka, ki bo razvidna iz nadaljnjega opisa novega načina varjenja, omogoča popravila na kokilah in drugih večjih odlitkih iz sive litine, kar do sedaj po nobenem znanem postopku ni bilo mogoče. Omogočeno je tudi popravilo livnih banj, lijakov, livnih plošč, večjih strojnih delov, pri katerih se pojavljajo zlomi, razpoke ali drugačne mehanske poškodbe, ki izločajo omenjene predmete iz uporabe.

Osnovni material in elektrode

Približna kemična analiza kokil in težjih odlitkov, ki jih po novem postopku lahko varimo, je naslednja:

3,45 % C, 1,60 % Si, 0,48 % Mn, 0,10 % P, 0,05 % S

Razumljivo je, da so odstopanja v posameznih elementih navzgor ali navzdol, vendar pri varjenju zaradi tega ni bistvenih težav. Važen je odstotek žvepla, ki ne sme biti previsok, ker se sicer

zaradi prenasíčenosti taline z žveplom in nizkega tališča (1200—1300° C) izloča v obliki železovega sulfida na mejah kristalov kot izceja, povzroča pa tudi trda mesta v odlitku.

Običajno lijemo kokile in ostali livni material z vložkom, ki je sestavljen iz približno 50 % hematitnega železa, ostalo polovico pa predstavlja kokilna zlomnina in jekleni odpadki; zato je tudi nevarnost previsokega žvepla zmanjšana.

Pri pretaljevanju namreč žveplo zgori s kisikom v žveplov dioksid. Zaradi visokih temperatur v kupolki se žveplov dioksid delno reducira v žveplo, ki se nato veže v železov sulfid. Tako pride žveplo v železo in je 50 % prigor popolnoma normalen. Pri uporabi hematitnega železa, ki ima običajno žveplo v mejah od 0,02—0,04 %, se žveplo dvigne na 0,03—0,06 % in je še vedno v dopustnih mejah. Prav tako pa prinese žveplo s seboj tudi kokilna zlomnina, v kateri je običajno žvepla precej več, tako da se dvigne žveplo s prigorom vred na 0,06—0,1 %. To je tudi maksimalni odstotek, ki je za kvalitetno kokilo še dopusten. Kokila z višjim odstotkom žvepla ni več primerna za uporabo v jeklarni, pravtako je otežkočeno tudi varjenje take kokile.

Da bi bilo varjenje čim bolj kvalitetno, je potrebno upoštevati dejstvo, da kokile z mrežasto strukturo za varjenje ne pridejo v poštev, ker je njihova površina zažgana in polna drobnih razpok. Tudi iz varilno-tehničnega stališča bi bilo tako varjenje nekvalitetno.

Obstaja sicer način in možnost, da notranje površine kokil, ki so odgorele, »flemamo«, pri čemer dobimo večji presek kokile z gladkimi stenami (VOEST, Linz). Pri nas ta možnost ni uporabna, ker je zaradi velikosti valjčnih ogrodiš naših valjarn tudi velikost bloka že določena. S tem pa je omejena tudi velikost kokile.

V poštev pride torej le usposabljanje poškodovanih kokil, s katerih odstranjujemo napake s posebnim načinom varjenja, ki je patentiran. Firma Amanit, Herford iz Zapadne Nemčije je v ta namen razvila primeren postopek varjenja, prav tako pa je pripravila tudi odgovarjajočo elektrodo, ki je znana pod oznako Amanit 811.

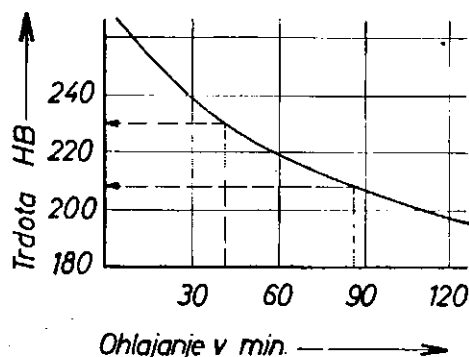
Kemična sestava elektrode je naslednja:

3,22 % C, 3,77 % Si, 0,47 % Mn, 0,52 % P, 0,08 % S, 0,32 % Ni

Na razpolago so dimenzije z 10, 12 in 15 milimetrov okroglega preseka, v uporabi so tudi trapezaste elektrode. Okrogle elektrode so oblečene z oblogo za tvorbo žlindre, trapezasta elektroda ima oblogo v žlebu. Kemična sestava obloge za tvorbo lahko tekoče žlindre je naslednja:

NaCO₃ 15 %, Si 3 %, Fe 72,6 %, Mn 0,40 %, C elem. 8,0, CaCO₃ 0,12 %, S sled.

Enakomerno debela obloga zagotavlja miren oblok plamena. Elektroda Amanit 811 s 15 mm $\varnothing$ tehta 820 gramov in se pri toku 900 A raztali v času 1,2 minute. Ker so običajno poškodbe na kokili razmeroma velike, je hitrost pretaljevanja elektrode še posebno važna. Dana nam je torej možnost, da v času okoli 6 minut raztalimo 4 kg elektrod v varjeno mesto, poleg tega pa se količina raztaljenega železa poveča še za nadaljnjih 12 %, ki ga pridobimo iz obloge elektrode. Znano je, da vodi prehitra ohladitev zvara do povečanja trdote, zato poškodovano mesto kokile pred varjenjem ogrejemo, prav tako pa po varjenju počasi ohlajamo. Zvar in prehodna cona k matičnemu materialu nimata več kot 200 do 230 HB. Trdota zvara in prehodnega mesta je torej odvisna od časa ohlajevanja, odnos pa je razviden v spodnjem diagramu:



Slika 1 — Trdota varjenega mesta odvisna od časa ohlajevanja

Tehnične karakteristike elektrode so naslednje: Uporabljamo istosmerni tok (minus pol), izmenični tok, prav tako je elektroda uporabna za avtoogeno varjenje. Dolžina obločnega plamena med elektrodo in osnovnim materialom naj znaša 2 premera elektrode, v odvisnosti od premera elektrode 20 do 30 mm. V času, ko je železo v kopeli na varjenem mestu že raztaljeno, se lahko ta razdalja med elektrodo in osnovnim materialom še poveča. Nataljena elektroda in varjeno mesto s prehodom so homogeni. Zvar se da obdelovati s pilo, možno je ponovno varjenje, nanašanje in dopolnilno varjenje. Pogoj je počasno ohlajevanje. Elektroda Amanit 811 je primerna za varjenje sive litine vseh debelin, pri čemer sta si debelina elektrode in debelina materiala v naslednje razmerju:

Deb. materiala	40—100 mm	50—200 mm	od 100 navzgor
Prem. elek. mm	10 $\varnothing$	12 $\varnothing$	15 $\varnothing$

Tabela 1 — Odvisnost debeline materiala in uporabljena elektroda

Zaradi visokih temperatur obločnega plamena (3000° C) lahko uporabljamo kot dodatek v raztaljeno kopel odpadke elektrod VAL, ki jih lahko direktno dodajamo v kopel in s tem mnogo prihranimo na originalnih elektrodah Amanit. Druga možnost še racionalnejšega načina dela pa je dolivanje tekoče sive litine v kopel, ki je bila predhodno dobro nataljena z oblokom originalne elektrode. Posebno je treba paziti na dobro raztaljene robove poškodovanega mesta. S tem proces pospešimo, možno pa je popraviti tudi največje zlome in napake, ker elektroda ni več ozko grlo in je za hitro popravilo na razpolago dovolj tekočega železa.

Priprava kokil za varjenje

Predno pričenmo pripravljati kokile za varjenje, moramo pravočasno izločiti poškodovane kokile iz uporabe v jeklarni. Ponašanje kokil v livni jami je potrebno opazovati. Čim se pojavi razpoka, je potrebno kokilo izločiti iz uporabe, sicer se bo razpoka pri vsakem litju izredno povečala. Posledica tega bo, da kokila s preveliko razpoko ne bo več primerna za popravilo, ki bi bilo sicer izvedljivo, toda verjetno predrago.

Po izločenju kokil iz uporabe, jih je potrebno sortirati po vrsti napak. Zelo koristno je kokile tudi ločeno skladiščiti. Poškodovane kokile delimo v:

1. Kokile z mrežasto strukturo in odgorelo površino. Take kokile za popravilo z varjenjem ne pridejo v poštev.
2. Počene kokile, mehansko poškodovane pri izpraznjevanju, izjedene ploskve zaradi ekscentrične postavitve ali drugače poškodovane kokile, odbite kljuge in čepi. Tovrstne napake lahko z varjenjem brezhibno popravimo.

Najugodnejše so počene kokile pri glavi ali nogi, z dolžino razpok do 20 cm. Tudi večje razpoke se sicer lepo popravijo, vendar je popravilo nekoliko dražje, se pa še vedno izplača. Iz prakse že vemo, da velikost razpoke praktično ni omejena in je bila z odličnim uspehom zavarjena kokila z razpoko v dolžini 50 cm, druga razpoka na isti kokili je imela 30 cm dolžine. Tudi v tem primeru je bil strošek še vedno rentabilen, saj je bilo popravilo kokile plačano že s 5 livi v to kokilo, kokila pa je izdržala precej več. Vsekakor je ugodneje kokilo izločiti prej, saj je popravilo izvršeno hitreje in ceneje, stroški so potem v resnici minimalni proti ceni nove kokile.

Iz tega je razvidno, da je nujno treba ustvariti skladišče kokil, ki bi morale biti sortirane po napakah in od koder bi jih varilnica kokil črpala za varjenje. Nadaljnja prednost takega skladišča poškodovanih kokil je tudi v tem, da je omogočeno varilnici kokil poljubno kombinirati popravila kokil, ki imajo velike ali pa manjše poškodbe. To je važno zato, ker je običajno v žarilni peči več kokil na ogrevanju ter bi bilo zaporedno varjenje

kokil z velikimi napakami časovno zelo otežkočeno in bi obstajala nevarnost, da se kokila, ki pride poslednja na vrsto, že preveč ohladi.

Pripravljanje kokil za varjenje, ki se sestoji iz dveh faz, je potrebno zaradi lažjega razumevanja detaljnije opisati:

1. Izrezanje poškodovanega mesta na kokili z rezalnikom na železni prašek.

2. Izdelava kalupa na izrezanem delu kokile, ki je potreben za izvedbo varjenja.

V prvo fazo spada torej izrezovanje poškodovanega dela.



Slika 2 — Razpoka na kokili

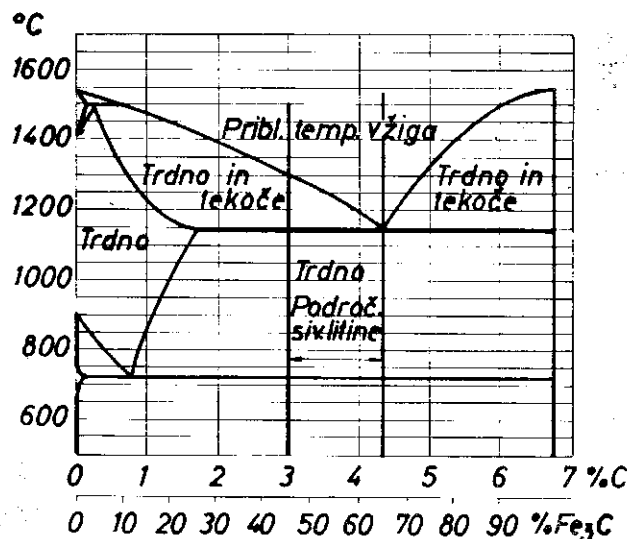


Slika 3 — Izrezana razpoka z rezalnikom na prašek

Kokile in ostali livni material ter strojni deli so iz sive litine. Znano je, da sive litine z običajnim plamenskimi rezalniki na aceten in kisik ne moremo rezati plamensko. Zaradi visokega odstotka ogljika v sivi litini je točka vžiga zelo visoka, celo višja od tališča. Zaradi tega se siva litina tudi ne da plamensko rezati. Z dodatkom železovega praška, ki ga dovajamo po posebni cevi k rezalniku, sivo litino razogljčimo, tališče sive litine se pa dvigne nad točko vžiga. Posledica je zgorevanje železa pred nataljevanjem ali z drugo besedo, podana je možnost rezanja sive litine na isti način, kot to delamo pri jeklu.

Pri pregledu diagrama železo-ogljik je to točno razvidno; vžig železa je označen s črtkano črto, razvidno je tudi v kakšni meri mora potekati razogljčenje.

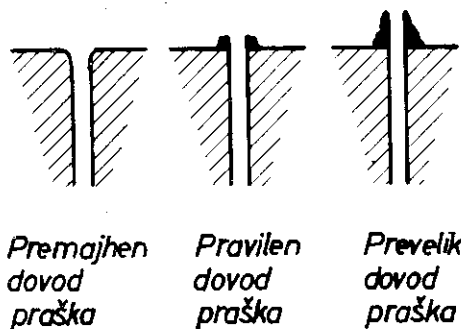
Postopek dopušča izrezovanje razpok v hladnem stanju in predgrevanje lahko odpadce. Dosedaj največja znana debelina stene pri rezanju z železovim praškom znaša 450 mm. Stene kokil pa se gibljejo od 60 do 200 mm. Torej so podani vsi pogoji za uspešno rezanje sten kokil in pripravljanje pogojev za poznejše varjenje.



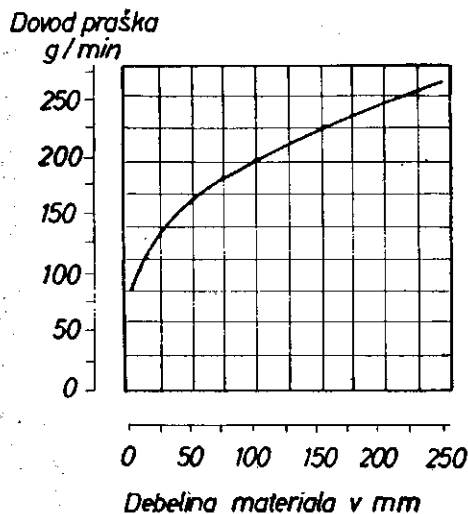
Slika 4 — Diagram železo - ogljik

Hitrost rezanja s praškom znaša pri 200 mm debeli steni okoli 40 mm na minuto. Čim tanjša je stena, tem hitreje poteka rezanje. Prav tako se giblje tudi poraba železovega praška, pri 200 mm steni znaša 300 g na minuto.

Kvaliteta tako odrezanih površin je zadovoljiva, sicer pa za poznejše varjenje itak ni važna. Razpoko je treba izrezati samo zato, da se s pomočjo elektrode lahko ustvari v izrezanem delu kopel in da se zavari poškodovano mesto preko celotne debeline.



Slika 5 — Izrez na kokili pri rezanju s praškom



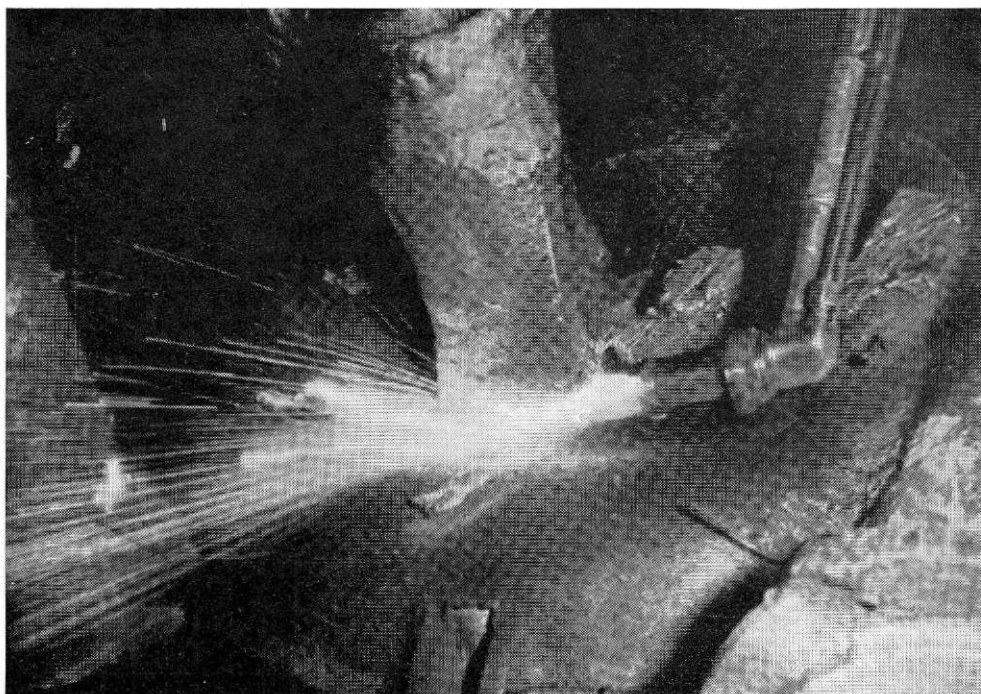
Slika 6 — Odvisnost med dovodom praška in debelino materiala

Na isti način lahko režemo tudi vsa ostala jekla, ki se sicer z običajnim plamenskimi gorilcem ne dajo. Npr. s Cr legirana jekla, baker, aluminij in celo šamotna opeka in cement. Na spodnji sliki je prikazan primer rezanja jekla, legiranega s Cr, na drugi sliki pa je prikazano rezanje opeke.

Za izrezovanje počti in razpok na kokilah rabimo naslednjo opremo:

- Plamenski rezalnik na železov prah
- Razdelilec praška

Plamenski rezalnik na železov prašek je v bistvu običajni plamenski rezalnik na aceten in kisik, ki ga uporabljamo za rezanje železnih in jeklenih plošč, cevi itd. Razlika je le v tem, da ima dodatni dovod železovega prahu in v ta namen tudi posebno šobo, skozi katero dovajamo na mesto rezanja železov prašek. Transport železovega praška opravlja komprimiran zrak, ki ga dovaja v mešalno komoro rezalnika, kjer izstopa istočasno z rezalnim kisikom in acetilenom. Rezalni kisik in železov prašek odpiramo z isto ročico. Zaradi velikih površin, ki jih ima železov prah, ne moremo uporabljati za transport železovega praška kisik, ker lahko povzroči eksplozijo.



Slika 7 — Rezanje nalivkov na odlivkih iz Cr jekla

Plamenske rezalnike izdeluje več znanih firm. Pri nas uporabljamo tip AC-4, izdelovalec LINDE iz Höllriegelskreuth v Zapadni Nemčiji in zadostuje za rezanje do 250 mm debelih sten iz litega železa. Znan izdelovalec je še The British Oxygen Co Ltd, Anglija in Svenska AB Gasacemulator, Švedska.

Razdelilec praška

Prav tako важно, kot je brezhibno stanje in delovanje plamenskega rezalnika, je važna tudi vloga razdelilca praška.

Zunanji izgled je razviden iz spodnjih slik, kjer sta prikazana razdelilca praška različnih velikosti.

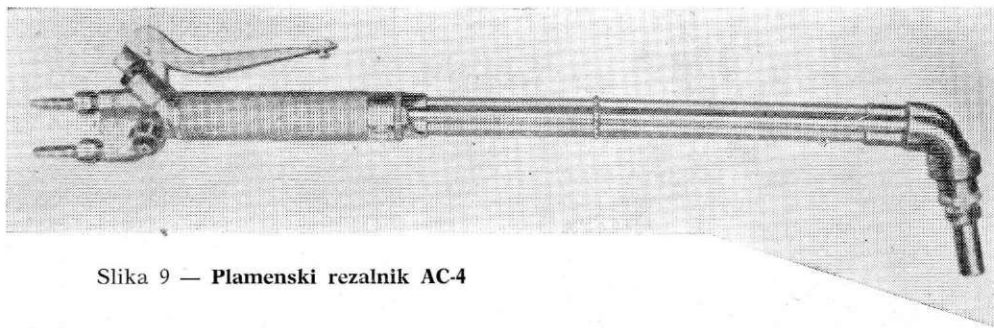
Naloga, oziroma funkcija razdelilca praška je trojna. Temeljito mora zmešati v točno določenem razmerju železov prah in zrak. Druga naloga je, pripraviti železov prah za transport po cevovodu k plamenskemu rezalniku. Istočasno služi razdelilec praška tudi kot rezervoar za prah.

Za transport železovega prahu je potreben suh, komprimiran zrak s tlakom 0,15 do 0,70 kp/cm². Kot transportni medij lahko uporabimo tudi dušik. Nasprotno pa je zelo nevarna uporaba kisika.

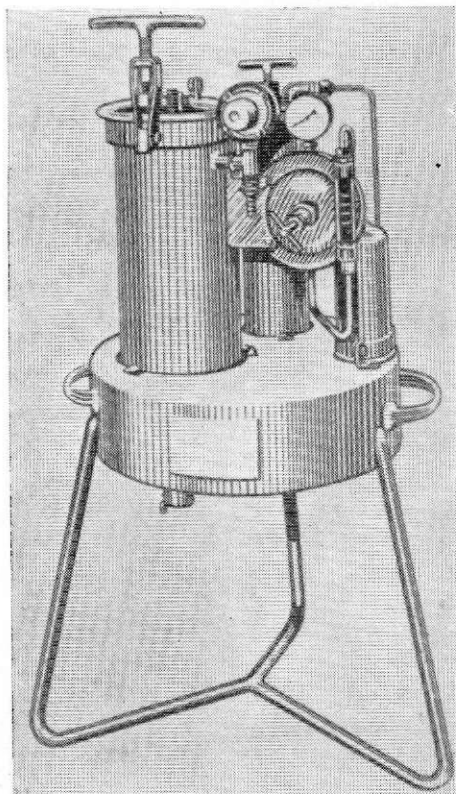
Dovod praška lahko poljubno reguliramo. Razumljivo je, da se moramo ravnati po potrebni količini pri rezanju. Količina porabe železovega praška je odvisna od debeline rezane stene kokile in rezilne hitrosti.



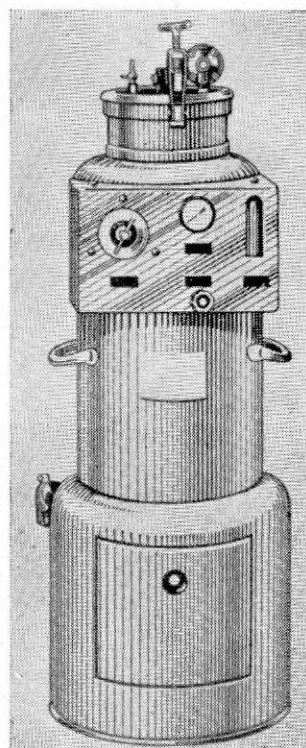
Slika 8 — Rezanje opeke s praškom



Slika 9 — Plamenski rezalnik AC-4



Slika 10 — Razdelilec praška 201



Slika 11 — Razdelilec praška 901

Pri uporabi razdelilcev praška moramo izpolniti nekaj osnovnih zahtev:

- Uporabljati smemo samo suh prašek.
- Prašek mora biti vskladiščen na suhem mestu.
- Za razdelilec uporabljamo le suh zrak (higroskopičen filter).
- Na razpolago mora biti $1,7 \text{ m}^3$ zraka na uro, pri tlaku $2,8 \text{ kp/cm}^2$.

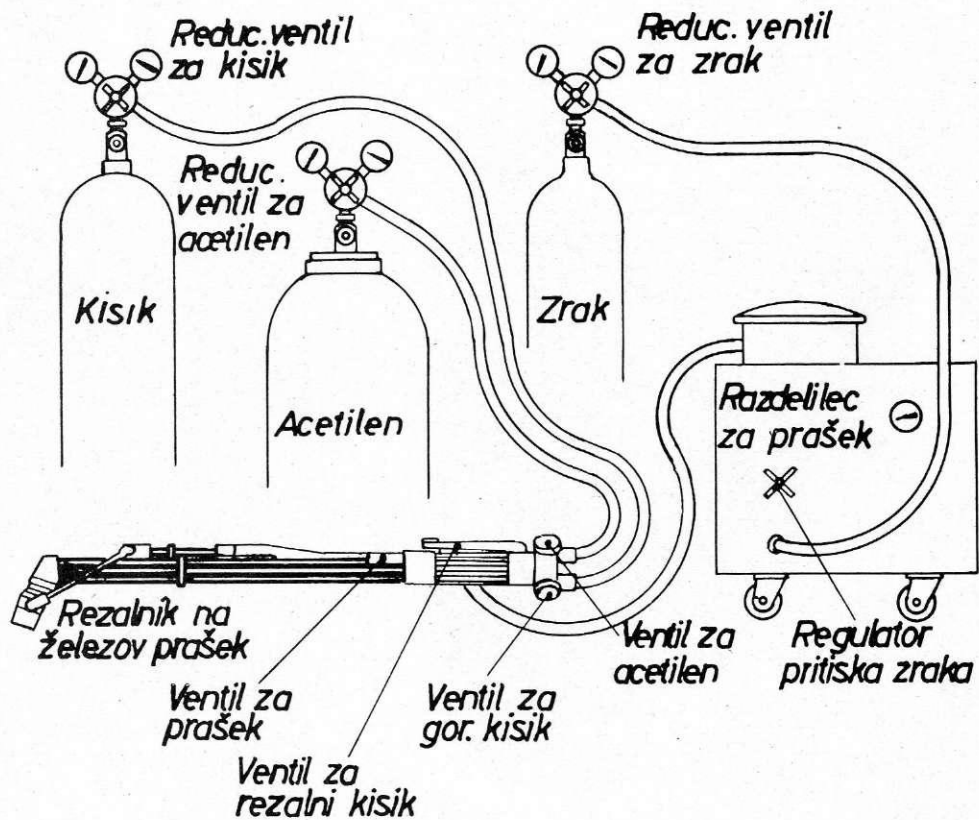
V obratih in oddelkih, kjer nimajo na razpolago komprimiranega zraka iz cevovodov, lahko uporabimo komprimiran zrak iz jeklenk.

Uporaba razdelilca za železov prah in plamenski rezalnik v bistvu nista tako komplicirana, vendar je treba točno upoštevati vse napotke in predpise proizvajalca naprav, da si zagotovimo normalno delo. Najmanjša okvara ali neupoštevanje predpisov povzroča zmanjšano storilnost in poveča porabo železovega praška, odnosno sploh onemogoči normalno delo.

Počena kokila je bila izrezana s plamenskimi rezalniki na mestu, kjer je razvidna razpoka. To je potrebno napraviti zaradi tega, da pripravimo prostor za zvar. Ker znaša debelina elektrod za varjenje kokil 10, 12 ali 15 mm premera, je ra-

Debelina sten stene litine		Pritisk rezočnega kisika		Pritisk grečnega kisika		Pritisk acetilena		Dovod železovega praška		Rezična hitrost	
ins	mm	psi	kg/cm ²	psi	kg/cm ²	psi	kg/cm ²	oz./min	g/min	ipm	mm/min
1/2	12	80	5.5	5	0.4	4	0.3	7	200	10	250
1	25	85	6	6	0.4	4	0.3	7	200	8	200
2	50	90	6.5	7	0.5	4	0.3	8	230	6	150
3	75	100	7	7	0.5	4	0.3	8	230	6	150
4	100	110	8	7	0.5	5	0.4	8	230	4	150
5	125	110	8	10	0.7	5	0.4	8	230	4	100
6	150	110	8	15	1	5	0.4	8	230	4	100
7	175	110	8	15	1	5	0.4	9	250	3	75
8	200	120	8.5	20	1.4	7	0.5	9	250	3	75
9	225	120	8.5	25	1.8	7	0.5	10	280	2	50
10	250	120	8.5	30	2	7	0.5	10	280	2	50

Tabela 2 — Tabela s podatki za rezanje s praškom



Slika 12 — Naprave in orodje za rezanje s praškom

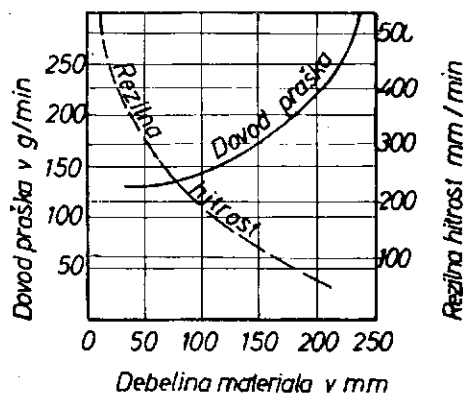


Slika 13 — Zunanji izgled izrezane kokile

zumljivo, da mora biti rega tako široka, da z elektrodo lahko pridemo v izrezano rego, ne da bi se dotaknili robu ali stranske stene izrezane rege. Običajno znaša ta širina okoli 50 mm. Širina je seveda odvisna od debeline stene. Na zgornji sliki je razvidno, kako izgleda že izrezana kokila, razpoka na kokili pa je povečana v rego široko okoli 50 mm.

Kokila je imela dve razpoki, kar je razvidno na sliki 2 in 3. Ena razpoka je imela dolžino 250 mm, druga pa 180 mm. Pri izrezovanju rege, ki se mora rezati tako, da se reže le ena stran 5 cm ob razpoki in nato zaokroži rez do razpoke, preostali del pa izbijemo iz kokile, je podana možnost da na ta način prihranimo precej železovega praška. Potrebno je paziti na to, da je popolnoma vsa razpoka izrezana, v nasprotnem primeru pa nam bo kokila v kratkem času ponovno počila. Preširok izrez bi povečal porabo elektrod, preozka rega pa bi onemogočila pravilno ravnanje z elektrodo, kar bi povzročilo nekvaleiten zvar. Dostikrat se dolžina razpoke pokaže šele pri izrezovanju.

Ugotovljeno je tudi, da kokilo lahko izrezujemo v hladnem stanju in to brez najmanjše nevarnosti za nastanek razpok. Vendar pa so poizkusi pokazali boljše rezultate takrat, ko je bila kokila ogreeta na okoli 500° C. Izrezovanje s plamenskim rezalnikom na železov prah je potekalo bolj gladko in okoli 10 % hitreje. Prav tako je bila dokazana tudi zmanjšana poraba železovega praška, kar je popolnoma razumljivo. Zmanjšanje je znašalo okoli 5 %.



Slika 14 — Odvisnost med dovodom praška, debelino materiala in rezilno hitrostjo

V spodnjem diagramu je razvidna poraba praška v odvisnosti od rezilne hitrosti.

Navedene vrednosti so pri vročem rezanju kokil vsaj za 5 % manjše. Pri vročem rezanju je nastanek razpok ob rezu popolnoma nemogoč.

Ogrevanje kokil lahko izvršimo lokalno, na tistem mestu, kjer imamo predvideno rezanje, lahko pa ogrejemo celotno kokilo (talne peči). Poraba kalorij govori v prid lokalnega ogretja, ki popolnoma zadostuje za kvalitetno rezanje.

Pri izrezovanju je bil uporabljen švedski železov prah tipa FC 100, proizvod firme Höganäs, Švedska. Razlog temu je bila najnižja cena, toda izredna kvaliteta.

Izrezovanje samo običajno poteka brez težav, čeprav ta postopek rezanja pri nas sploh ni bil uporabljen. Posebnost pravilne uporabe rezalnika je v tem, da mora biti ustje šobe rezalnika vsaj 5 cm oddaljeno od kokile, ki jo režemo. To je potrebno zato, da damo železovemu prahu možnost, da pri izhodu iz šobe rezalnika izgori. Zaradi hitrosti plamena je najvišja temperatura plamena okoli 5 cm oddaljena od šobe. V tej razdalji se tudi doseže najboljše razogljčenje sive litine in največji efekt pri rezanju. Potek rezanja je razviden s slike 15.



Slika 15 — Rezanje s praškom

Iz opisa je razvidna enostavnost uporabljene-ga postopka. Z istim uspehom lahko uporabljamo ta postopek tudi za rezanje legiranih jekel in ostalih materialov z visoko točko vžiga.

Izrezana kokila je pripravljena za nadaljnji postopek, to je kaluparjenje izrezane rege, oziroma priprava kopeli.

Izdelava kalupa na kokili in varjenje

Iz rege na kokili je potrebno s kalupom iz ogljenih ploščic in plastičnega oglja ter livarskega peska izoblikovati kopel. Varjenje namreč ne poteka po klasičnem načinu polaganja zvara na zvar, pri čemer se vsak prejšnji zvar že strdi, temveč je postopek naslednji:

V izdelanem kalupu z elektrodo krožno ob spodnjem robu izrezane kokile nataljujemo spodnji rob. Pod vplivom obločnega plamena elektrode se spodnji rob v celoti natali. Zaradi velike debeline elektrode se v kopeli prične nabirati na dnu raztaljeno železo tako iz robov, kot iz elektrode in prične tvoriti kopel tekočega železa. Talina nam zalije spodnjo ploskev in v času varjenja postopoma polni kopel, pri čemer je železo zaradi velike količine toplote, ki je v kopeli, še v celoti raztaljeno. Važno je pri tem vodenje elektrode, ki jo moramo voditi vedno naokrog ob robu kopeli in paziti na lep prehod med talino in osnovnim materialom. Delo po možnosti opravljamo brez prekinitve, dokler ni kopel v celoti polna taline. Visoka temperatura taline (okoli 1650° C) omogoča izredno intenzivno izločanje žlindre, pri čemer odigra obloga elektrode odločilno vlogo. Žlindra se zbira na vrhu taline, z elektrodo in oblokom jo prisilimo k robu zvara. Pri velikih popravilih lahko dodajamo VAL elektrodo, pri zelo velikih popravilih pa dolivamo železo iz kupolke.

V končni fazi je najvažnejše to, da je bil rob temeljito pretaljen, pri čemer sta se matični material in železo elektrode temeljito spojila.

Ker je kalup izpostavljen izrednim termičnim obremenitvam, ga je potrebno skrbno izdelati. Glavni pripomoček so ogljene ploščice Amanit, s katerimi obložimo spodnjo in stransko steno kalupa. Ploščice so izdelane iz oglja, stisnjene pod visokim pritiskom in zdržijo temperature do 3000° C. Med kalupni okvir in ogljene ploščice pa naphamo livarski pesek, ki drži ogljene ploščice v zaželenem položaju. Čim je to izvršeno, je kalup pripravljen za varjenje. Iz spodnjih slik 16, 17 in 18 je razviden postopek.

Kokile na sliki 16 in 17 imajo le eno kopel, ker je bila napaka oziroma razpoka na kokili samo ena. Pri daljših razpokah je kopel iz istih razlogov tudi daljša in se pojavi vprašanje, kako obdržati nataljene robove po celotni dolžini kopeli. To praktično ni mogoče izvesti, ker se železo v kopeli, ki je predolga, že prične strjevati, preden pridemo z obločnim plamenom elektrode do konca kopeli. V takih primerih imamo možnost kopel razdeliti v več manjših kopeli tako, da jih pregradimo z ogljenimi ploščicami po potrebi tudi na več mestih. Praviloma pričnemo z varjenjem vedno v kopeli, ki je ob zunanjem robu kokile. Čim kopel izpolnimo s tekočim železom, počakamo toliko časa, da se železo v prvi kopeli strdi. Nato izvlečemo ogleno ploščico iz kopeli in nadaljujemo varjenje v tem delu kopeli zopet do vrha. Po-

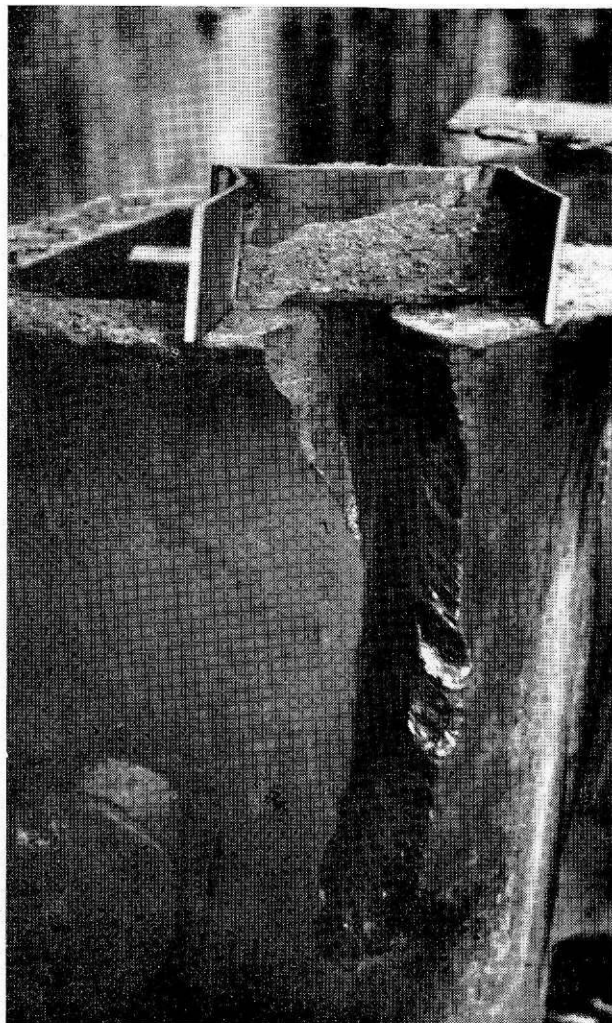
stopek ponavljamo toliko časa, da delo na popravilu kokile dokončamo. Razpoke v dolžini 350 mm je mogoče popraviti v 3—4 kopelih. Varjenje poteka razmeroma hitro, ker da obločen plamen elektrode dovolj toplotne energije in potrebnega materiala za zalitje.

Da preprečimo trda mesta in morebitno nastajanje razpok zaradi napetosti pri varjenju, moramo kokilo pred varjenjem ogreti. Ogrevamo v talnih, žarilnih ali podobnih plinskih pečeh, v kolikor teh nimamo, je priprava provizorne peči na gorilce z nafto razmeroma enostavna. Prvi poskusi so potekali v provizornih ogrevalnih pečeh, sedaj ogrevamo v električni žarilni peči.

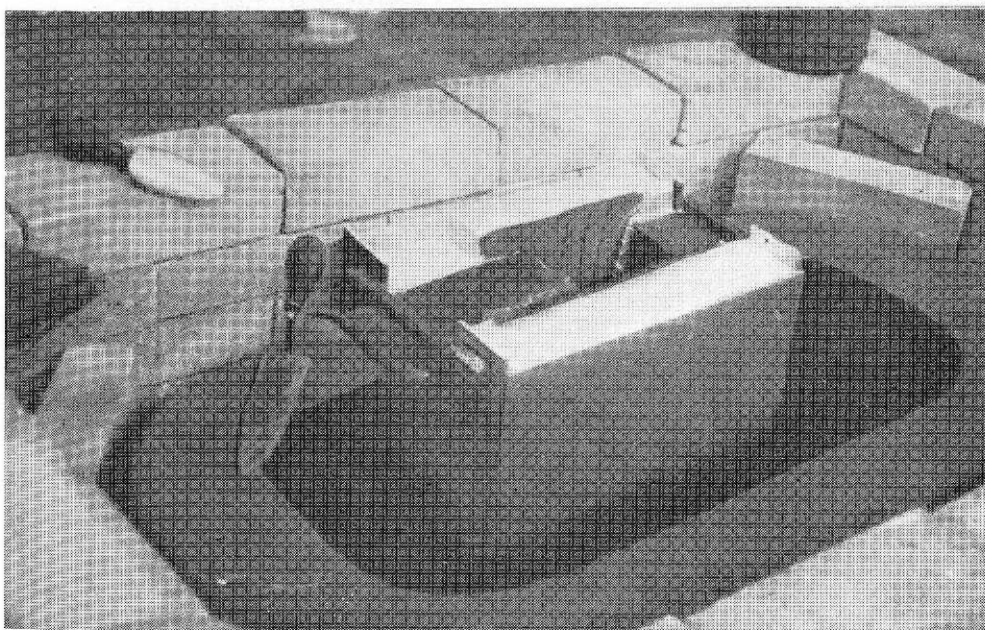
Temperatura, na katero moramo kokilo ogreti, znaša najmanj 600° C. Kolikor je temperatura višja to samo koristi, ker poteka varjenje še hitreje. Tudi pri varjenju lahko kokilo samo lokalno ogrejemo. Pri tem so zelo uporabni naftni gorilci. Uspešna je tudi kombinacija butana ali propana z generatorskim plinom in dodatkom zraka.

Običajno pa je, da pred varjenjem ogrejemo celotno kokilo na predpisano temperaturo in se ne izpostavljamo nevarnim napetostim ali celo razpokam. Dokaz, da je ogretje celotne kokile koristno, je v tem, da so nekatere kokile po varjenju izdržale več vlivov, kot iste nove kokile pred varjenjem. Vzrok temu so napetosti, ki so nastale v kokili po odlitju in so se sprostile v trenutku, ko je kokila dobila razpoko. V tem je tudi prednost varjenih kokil, ki so brez večjih napetosti in dejansko umetno starane. V tem je tudi vzrok za njihovo razmeroma dobro vzdržnost po varjenju.

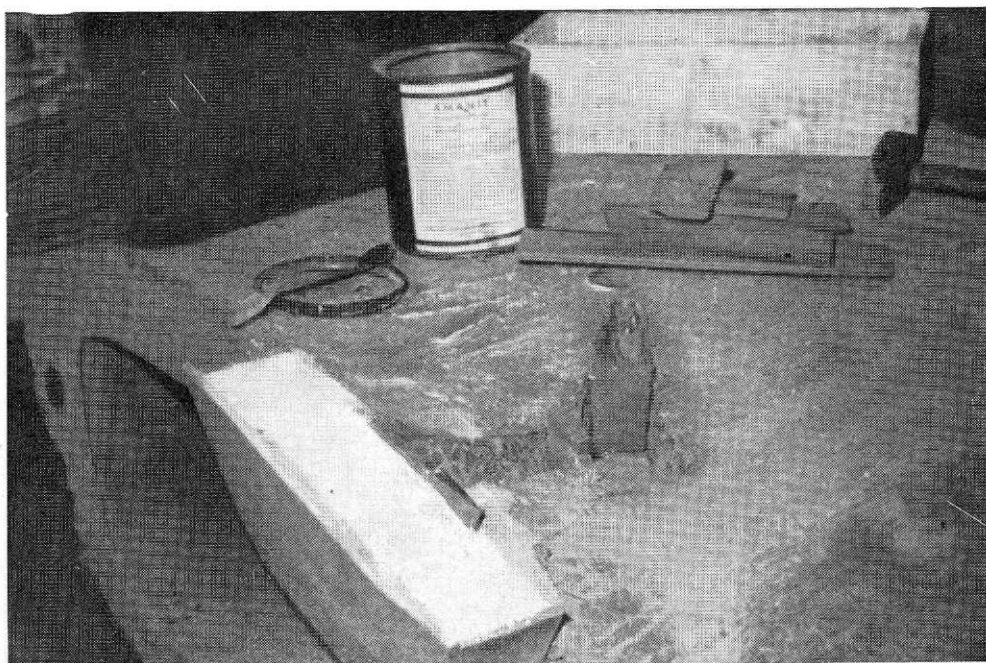
V tesni zvezi s tem vprašanjem je tudi problem žarjenja in umetnega staranja kokil po odlitju v livarni. Če bi odstranili napetosti, bi tudi



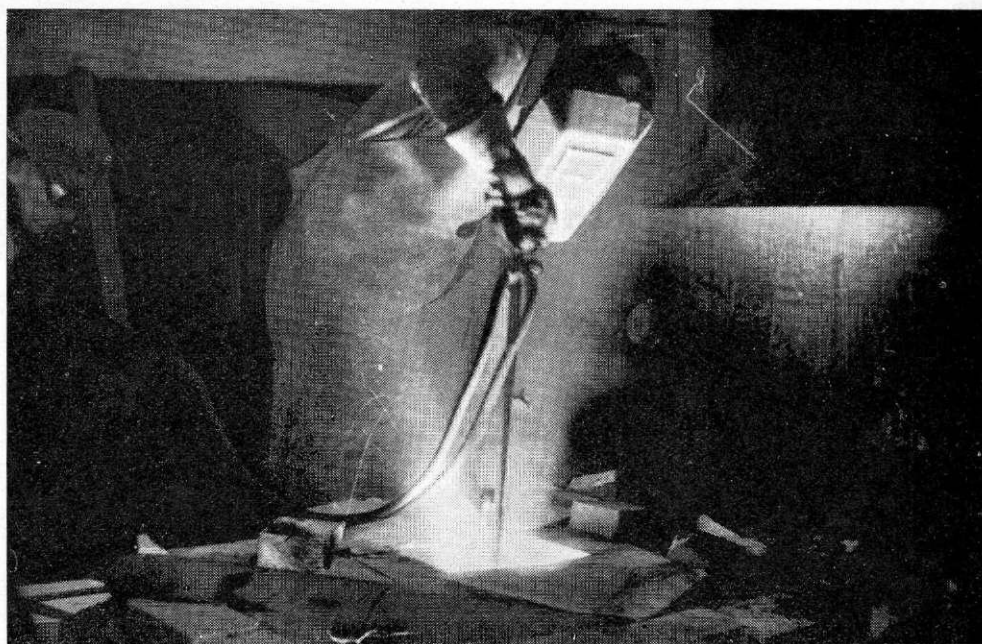
Slika 16 — Priprava kalupa na kokili



Slika 17 — Kalup za varjenje kokile v pokončnem položaju



Slika 18 — Pri večjih razpokah je kopel razdeljena



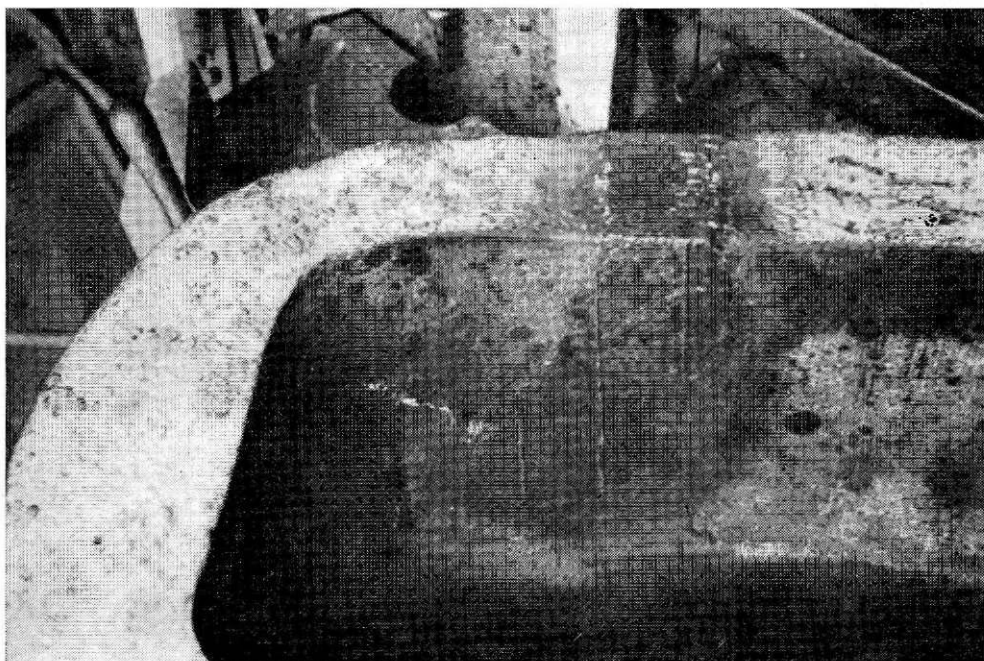
Slika 19 — Varjenje

v tem primeru zagotovo povečali njihovo vzdržnost že pred varjenjem. Sicer je pa to vprašanje še odprto.

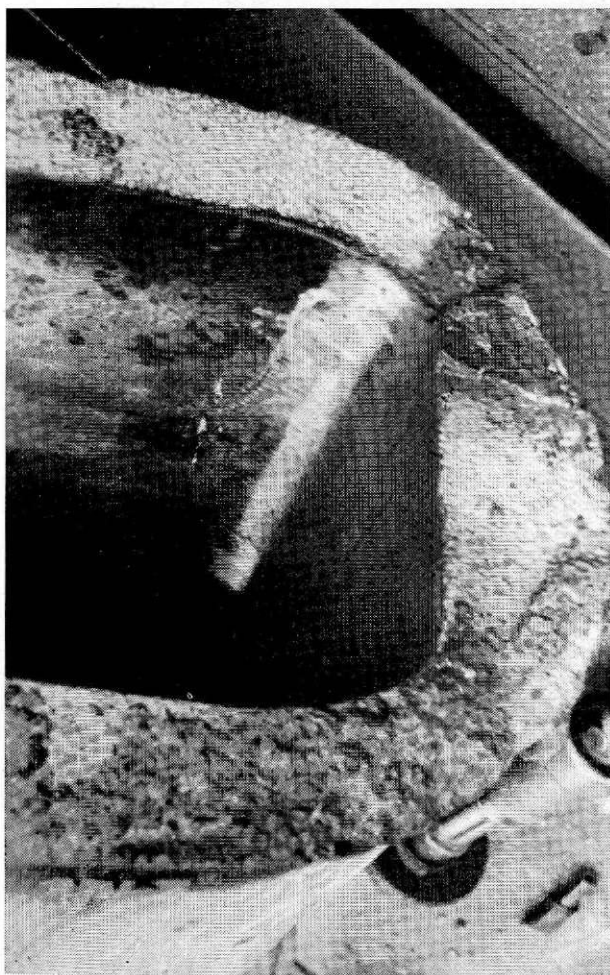
Izvor električne energije za varjenje

Da bi dosegli zadovoljive rezultate, moramo imeti na razpolago odgovarjajoči tok dovolj visoke jakosti. Običajno zadošča 700—1000 A, kar dose-

žemo z uporabo varilnega agregata z navedeno kapaciteto. V kolikor takega agregata nimamo, dosežemo isti efekt z vezavo dveh ali treh agregatov skupaj, pri čemer se njihov tok sešteva. Pogoj za pravilno delovanje agregatov so obvezno enake karakteristike vseh treh agregatov. Pri primernem položaju uporov lahko dobimo tok 1000 A trajne jakosti, ki absolutno zadošča za nemoteno varje-



Slika 20 — Izgled zavarjene površine kokile



Slika 21 — Izgled zavarjene kokile v vogalu

nje z 12 mm elektrodo. V kolikor je temperatura ogrete kokile dovolj visoka, je možno uspešno variti tudi z mnogo manjšim tokom.

Pri varjenju igra važno vlogo tudi hitrost varjenja. Razumljivo je, da je pri 15 mm elektrodah hitrost največja. Poleg tega s pravilno organizacijo lahko pospešimo varjenje, če imamo na razpolago dvoje varilnih držal z elektrodo. Napor pri varjenju je zelo velik, zato je priporočljivo, da varita vedno dva varilca izmenično. Pri tem naj imata vsak svoje varilno držalo z elektrodo! Eno držalo se ohlaja, medtem ko z drugim vari in obratno.

V kolikor pride do prekomernega gretja dovodnih varilnih kablov, ga je koristno ojačiti z dodatnim kablom. Praksa je pokazala, da trije normalni kabli za električno varjenje, ki so vezani vzporedno, popolnoma zadostujejo pri varjenju kokil. Držala za elektrode morajo biti pripravljena tako, da je izmenjava elektrod hitra in enostavna. Držalo, oziroma ročaj, mora biti zaščiten s pločevinastim oklepom, ki preprečuje sevanje na roko v času varjenja.

Žarjenje kokile

Med varjenjem se je kokila na odmaknjenih mestih ohlajevala, dočim se je na mestu varjenja dodatno ogrela. To so tudi vzroki za nastanek raznih napetosti, ki so nastale zaradi teh temperaturnih razlik. Zato je zelo priporočljivo kokilo po varjenju ponovno mehko žariti, odnosno izvršiti napetostno žarjenje. Običajno zadošča temperatura 650° C. Koristno je ohraniti kokilo na tej temperaturi toliko minut, kolikor milimetrov je ko-

kila debela (stena kokile), nato jo pustimo v peči počasi ohlajati.

Ko se kokila ohladi, odstranimo kalup s peskom in očistimo površino. Kvaliteta zvara je odvisna od točno sestavljenih ogljenih ploščic, ki tvorijo notranjo steno kokile, na katero pride zvar. Izgled površine zavarjene kokile je razviden na sliki 21.

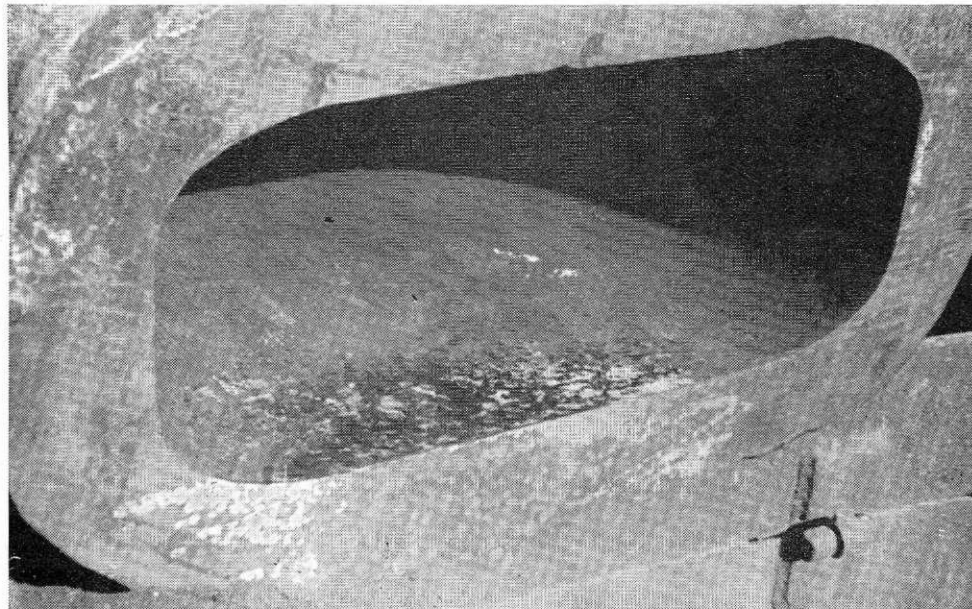
Da bi se v času varjenja izognili nepotrebnim težavam, je važno, da pri izdelavi kalupa pazimo na vsako malenkost. Najmanjša rega ali razpoka zaradi slabo sestavljenih ogljenih ploščic, lahko povzroči prodor železa iz kopeli, ki ima temperatura običajno blizu 1550° C.

Poleg popravila kokil z varjenjem razpok, je možno popravljati tudi kokile, ki imajo zaradi curka ekscentrično postavljene kokile, izjedeno notranjo površino. Zelo enostavno je tudi popravilo kokile, pri kateri je odbit čep.

Varimo lahko, če je kokila v vodoravnem ali navpičnem položaju. To je odvisno od vrste poškodbe na kokili, ki nam določa način popravila.

Brušenje varjenih površin kokile

Ker jeklarne zahtevajo gladke površine kokil, posebno velja to za notranjo steno kokile, moramo varjena mesta gladko obrusiti. Običajno uporabimo ročne brusilne strojčke na komprimiran zrak, ki omogočajo razmeroma hitro obdelavo ploskev.



Slika 22 — Zavarjena in obrušena ploskev

Zavarjene kokile so pokazale v praksi zadovoljive rezultate. Prvi dve pri nas zavarjeni kokili, sta izdržali pri običajnem načinu uporabe v jeklarni 32 in 35 odlivov. Zaradi razpok pri glavi kokile, sta bili izločeni iz uporabe. Po zavaritvi sta izdržali ponovno po 30 in 35 odlivov, kar je za delo, brez posebnih izkušenj, lep uspeh.

V železarni Jesenice je sedaj v teku redno varjenje kokil. Pogoji so zaenkrat še razmeroma neugodni, ker se delo odvija na prostem, vendar je kljub temu vsak mesec zavarjenih 100 do 130 ton kokil. To omogoča znižanje porabe kokil na tona jekla in sicer od 29 kg/t na okoli 25 kg/t, kar prinese mesečno okoli 8 milijonov dinarjev prihranka na znižanih proizvodnih stroških. Pri ugodnejših pogojih bi bila ta številka lahko še višja, zato teh prednosti, ki nam jih varjenje kokil prinaša, ne gre zametavati.

Metalurški preizkusi

Metalurške preiskave in preizkusi so pokazali upravičenost uporabe varjenja kokil po opisanem načinu. Rezultati pokažejo razmeroma enakomerno strukturo matičnega materiala, prehoda in zvara, čeprav je kemična sestava kokile in elektrode različna.

Pri primerjanju analize kokil, elektrod, prehoda in sredine zvara dobimo zanimivo sliko:

	C	Si	Mn	P	S	Ni
Kokile	3,54	1,64	0,45	0,10	0,07	0,04
Elektrode	3,22	3,77	0,47	0,52	0,08	0,32
Prehodna cona	3,00	1,83	0,42	0,19	0,075	0,10
Sredina zvara	2,80	3,08	0,41	0,38	0,036	0,28

Tabela 3 — Analize materialov in zvarov

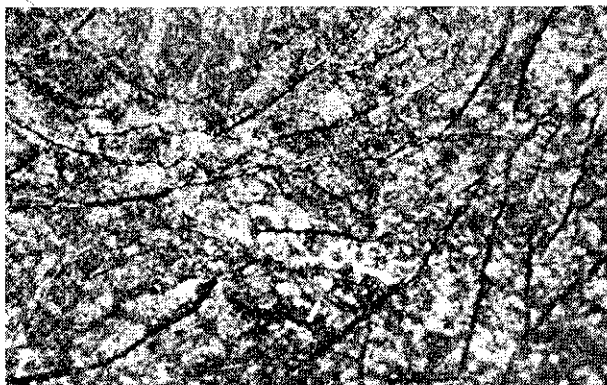
Iz pregleda v tabeli 3 je prikazan vpliv elektrode zaradi visokega silicija, kar preprečuje nastanek karbidov oziroma cementita. Zaradi tega je zvar in prehod na kokili mehek in ga lahko obdelujemo v hladnem stanju tudi s pilo. Razmeroma visok odstotek fosforja povzroča fino tekočnost elektrode, ki lahko izpolni vsako najmanjšo razpoko. V

majhni količini se javlja fosfidni eutektik, ki pa na trdnost kokil bistveno ne vpliva. Poseben pomen v elektrodi pa ima nikelj, ki preprečuje nastanek karbidov tudi v slučaju hitrega hlajenja. Odstopanje ostalih elementov ne povzroča posebnih težav. V analizi kokile je vidna tudi prisotnost niklja, kar pri naših kokilah ni slučaj, čeprav bi bilo to zelo priporočljivo.



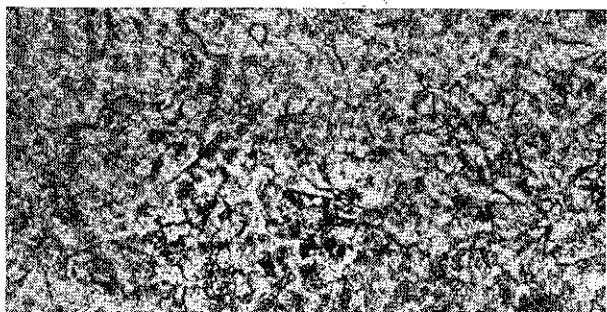
Slika 23 — Struktura kokile

Osnovni material kokile je običajno perlitna struktura s feritom, grafit in nekaj fosfidnega eutektika. Trdota HB je običajno okrog 90. Zrno je grobo.



Slika 24 — Struktura prehoda

Na prehodu med osnovnim materialom in zvarom je zrno še vedno zelo grobo. Ker pa so se odnosi med posameznimi elementi izpremenili, je temu primerna tudi trdnost zvara povečana in znaša okoli 160 BH. Perlita je več, zmanjšal pa se je ferit.



Slika 25 — Struktura sredine zvara

Sredina zvara pa je finožrnata. Grafit, perlit in ferit so enakomerno porazdeljeni. Trdota pa poraste na okoli 240 HB, kar je posledica finejšega zrna.

Preiskave so pokazale homogenost zvara brez razpok.

Struktura cene varjenja kokil

Ker se giblje cena kokilam domače proizvodnje od 80 do 83 dinarjev za kilogram, cena kupljenih kokil pa je 89 in več dinarjev, je jasno, da se varjenje zelo izplača, če vemo, da znaša strošek za varjenje 1 kg kokile v povprečju 7,13 dinarja. Pri tem je treba pripomniti, da je ta strošek lahko tudi nižji, kar je odvisno od velikosti poškodbe na kokili in porabe elektrod. Tako je bilo v določenih mesecih možno doseči ceno 5.—/kg kokile, kar je v glavnem odvisno od vrste napake, njene velikosti, velikosti kokile, porabe materiala itd.

Možno pa je tudi ta specifični strošek na kg ali tono še znižati, v kolikor bi prišle v poštev večje količine, pri nekoliko boljših pogojih dela. Izboljšanje bi lahko dosegli v pokritem prostoru, kjer delavec - varilec ni odvisen od vremena in drugih pogojev, ki nemoten potek dela še ovirajo.

Stroški varjenja so porazdeljeni na naslednje postavke:

Vrsta materiala	Količina za 100 ton kokil	Dinarjev na 100 ton
Elektrode Amanit 811	100 kg	147.300.—
Železov prašek PX	150 kg	30.150.—
Ogljene ploščice	15 kom.	5.070.—
Plastično oglje	5 kg	6.430.—
Elektrode Istra	30 kg	5.940.—
Brusilne koluti	40 kom.	43.380.—
Kaluparski pesek	100 kg	315.—
Pločevina za kalupe	50 kg	2.500.—
Energija:		
Električni tok	7.000 Kwh	77.000.—
Komprimiran zrak	30.000 Nm ³	41.820.—
Kisik	325 kg	10.725.—
Acetilen	200 kg	57.400.—
Orodje:		
Drobni režijski material		6.000.—
Redno vzdrževanje:		
Material za vzdrževanje		8.000.—
Usluge OZOD		5.300.—
Investicijsko vzdrževanje:		
Druge usluge:		
Pirometer		15.200.—
Stroški izven obrata:		
Upravno prodajna režija		5.000.—
Grupna režija		15.600.—
Stroški vloženih sredstev:		
Obresti na obratna sredstva		5.000.—
Obresti na osnovna sredstva		10.000.—
Zaščitna sredstva:		6.100.—
Izdelavne ure:	600 ur	201.000.—
OD		8.400.—
Stroški za 100 ton zavarjenih kokil znašajo		713.730.—

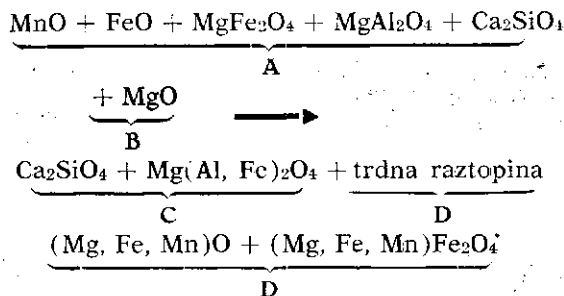
Kilogram zavarjenih kokil stane torej 7,13 dinarja.

Namen tega prispevka je, podati nekaj teoretičnih spoznanj, ki so zvezana z izvajanjem popravil dna na SM pečeh, ter praktičnih izkušenj, ki smo jih dobili v zadnjem času v martinarni Železarne Jesenice pri uvajanju novega načina izdelave in popravila dna.

TEORIJA

S proučevanjem fizikalno-kemičnih procesov, ki nastopajo pri popravilu dna SM peči so se ukvarjali mnogi metalurški teoretiki.

Ruski metalurg A. S. Berežnov je postavil za procese, ki nastopajo pri popravilu dna med sintermagnezitom in SM žlindro, naslednjo enačbo:



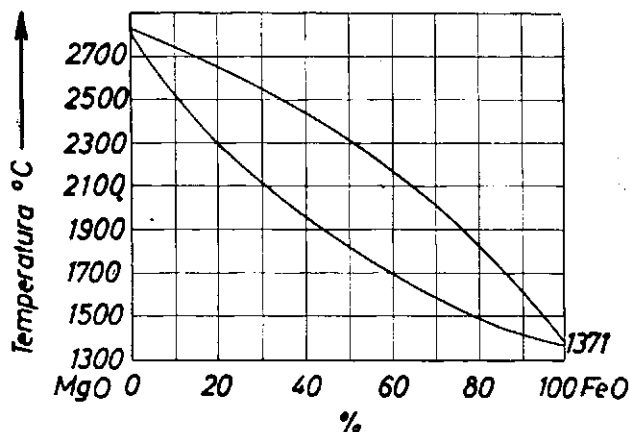
V tej enačbi pomenijo:

- A — glavne sestavine žlindre,
- B — glavna sestavina sintermagnezita,
- C — glavne sestavine, ki zvežejo zrna periklasa (MgO) pri popravilu dna,
- D — periklasova (MgO) faza dna.

Zmleto SM žlindro ali valjarniško škajo uporabljamo kot dodatek sintermagnezitu pri popravilu dna zato, da raztaljena žlindra ali škaja zmehča posamezna zrna sintermagnezita in pri tem železov oksidul (FeO) in pri žlindri tudi mangana oksidul (MnO) difundirata v periklas (MgO) ter tvorita z njim trdno raztopino. Istočasno z difuzijo teh dveh oksidulov se raztaplja MgO v raztaljeni raztopini in pri tem nastaja magnezijev ferit $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Tako magnezijev ferit kakor tudi trdna raztopina oksidulov železa in mangana v periklasu sta visoko ognjeodporni in magnezijev oksid tvori z železovim oksidulom celo vrsto raztopin. Iz slike 1 je razviden fazni diagram raztopin $\text{MgO}-\text{FeO}$, ki kaže visoko ognjeodpornost trdne raztopine z izjemno visokih koncentracij FeO, kjer tališče znatno pade.

Periklasova faza je tista osnova, ki daje dnu njegovo monolitnost in dobro vzdržnost, čeprav ima pri tem velik vpliv tudi način vezave posameznih zrn periklasa med seboj. Zato je treba posvetiti posebno pozornost tistim sestavinam, ki vežejo zrna periklasa ter je treba dati prednost tistim spojinam, ki so višje ognjeodporne ter tvorijo trdnejšo vezavo s periklasom. Kot negativne komponente lahko smatramo razne silikate in mora biti njihova količina v posameznih materialih, ki se uporabljajo za popravilo dna, omejena. To je tudi eden izmed glavnih vzrokov, da se vedno manj uporablja zmleto SM žlindra, na njeno me-



Slika 1 — Fazni diagram $\text{MgO}-\text{FeO}$

sto pa se vedno bolj uveljavlja valjarniška škaja. Na vsak način pa mora biti SM žlindra, ki se uporablja v te namene nepamirjenih kvalitet jekla.

Tudi magnezijev ferit, kakor tudi železov oksidul, čeprav sta visoko ognjeodporna, sama ne moreta biti tisti komponenti, ki vežeta in tvorita monolitno strukturo dna, temveč je potrebna kombinacija železovega oksidula, magnezijevega ferita in manjših količin kalcijevega ferita $(\text{CaO})_2 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. S tem se dosednje dobro vezavo periklasa ter monolitno in trdno strukturo, ki odgovarja obratovalnim zahtevam. Za tvorbo kalcijevega ferita zadostuje običajno kalcijev oksid, ki se nahaja v sintermagnezitu, če pa ga je tam premalo, se lahko njegova količina poveča z ustreznim dodatkom SM žlindre.

Ves proces tvorbe monolitne strukture dna pa pospešuje visoka temperatura v peči, pri kateri se popravilo izvaja, saj gre tu predvsem za difuzijo ter medsebojno premešavanje raztopine in posameznih zrn periklasa.

Iz vseh zgoraj navedenih razlogov je treba popravljati dno pod naslednjimi pogoji:

1. Temperatura v peči mora biti čim višja.
2. Uporabljati se morajo določene količine materialov, ki vsebujejo večje količine železovih oksidov, za kar najbolj odgovarja valjarniška škaja.
3. Znižati je treba količino SiO_2 v materialu, ki se uporablja za popravilo dna, kar spet odgovarja zamenjavi SM žlindre s škajo.
4. Upoštevati je treba, da kalcijev ferit izboljša pogoje za tvorjenje monolitne strukture, zato je manjša količina SM žlindre zaželeno posebno pri izdelavi novega dna, medtem ko za popravila zadostuje običajno CaO iz sintermagnezita.
5. Uporaba drobno zrnatih materialov, ki se uporabljajo pri popravilu dna, omogoča boljši stik med posameznimi zrni in s tem izboljša potek posameznih procesov.

Poleg izvedbe popravila dna so važni tudi faktorji, ki povzročajo, da se dno med obratovanjem postopoma, vendar enkrat hitreje, drugič počasneje, izrablja.

Dno se obrablja zaradi kemičnega delovanja raztaljenega jekla in žlindre in pri tem se kemična sestava zgornjih slojev dna postopoma spreminja.

Predvsem se poviša v zgornjih slojih koncentracija železovih oksidov in različnih silikatov, ki s tem znižujejo koncentracijo MgO in istočasno tudi ognjeodpornost teh slojev. Posledica tega je, da se zgornji sloji dna postopoma zmehčujejo in vedno bolj obrabljajo, dokler se višina dna ne zniža tako, da je potrebno popravilo.

Iz spodnje tabele je razvidna kemična sestava novega in starega dna v različnih globinah:

Poskusni vzorec vzet	Kemična sestava v %						
	SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅
Zgor. sloj nov. dna	7,62	3,50	1,86	0,77	10,60	75,28	0,14
Staro dno:							
na površini	10,17	22,53	3,49	5,84	20,12	37,41	0,44
v globini 80 mm	9,00	23,05	3,06	4,30	16,99	43,20	0,40
v globini 160 mm	7,17	25,00	2,57	2,66	13,62	48,76	0,34
v globini 240 mm	6,95	22,83	2,50	2,68	13,73	50,95	0,36

Tabela 1 — Analiza dna po slojih

Iz zgoraj navedenega je teoretično potrjeno to, kar kaže praksa, da izdelava mehkih jekel, katerih žlindra vsebuje visoke količine železovih oksidov, veliko pripomore k temu, da je vzdržnost dna manjša. Enak vpliv ima tudi visok silicij v vložku, bodisi v grodlju ali starem železu, ker se s tem poveča količina silikatov v žlindri, razen če se večja količina silicija oziroma nastalega SiO₂ ne nevtralizira z odgovarjajočim večjim dodatkom apna v vložek.

PRAKSA

V jeseniški martinarni smo do leta 1961 izdelovali nova dna in izvajali popravila na SM pečeh med obratovanjem po ustaljenem načinu, ki je veljal kot najbolj primeren že dolga leta nazaj. Vendar kot se je sam SM proces v zadnjem času precej izpopolnil, tako se je tudi v tehniki izdelave in popravila dna skušalo doseči določene izboljšave. V tem oziru so napravili precejšen korak naprej sovjetski metalurgi, ki so v strokovni literaturi precej obširno poročali o napredku v zvezi z izdelavo in popravilom dna, kar je omogočalo skrajšati čas, potreben za popravila in s tem boljše izkoriščanje koledarskega fonda SM peči.

Na podlagi podatkov iz strokovne literature in lastnih izkušenj smo že v letu 1961 poskušali uvesti nov, hitrejši način popravil dna, s katerim smo zasledovali predvsem to, da bi dosegli skrajšanje popravil in istočasno zmanjšali tudi porabo sintermagnezita. Vendar smo v tem uspeli samo v manjši meri, to pa zaradi tega, ker so bila vsa dna na pečeh stara že več let in močno prepojena z žlindro ter jeklom. To je imelo za posledico, da so se pojavljale lokalne obrabe dna z globokimi jamami, ki so zahtevale veliko dela in časa, da so se očistile, medtem ko smo sama popravila izvajali nekoliko hitreje. Vendar so se lokalne obrabe pojavljale zdaj na tem, zdaj na drugem delu dna, tako da se skupen čas za popravila dna ni dosti znižal. Vse to nas je pripeljalo do odločitve, da je treba v letošnjem letu postopoma zamenjati

dna na vseh pečeh tako, da bi lahko potem uvedli sodobnejši način vzdrževanja dna. Zato smo v razdobju od aprila do oktobra odstranili med remont stare dna na vseh pečeh ter izdelali nova.

Za izdelavo novega dna na posameznih pečeh smo se poslužili popolnoma drugačnega načina, kot je bil doslej pri nas v navadi. Pri tem smo dobro proučili strokovno literaturo iz Sovjetske zveze, ki govori o problematiki izdelave novega dna, tam navedene izkušnje nekoliko prilagodili našim razmeram in izdelali kompletno navodilo, na podlagi katerega so se izdelala dna na vseh pečeh. Pri tem smo predhodno pripravili vse potrebne surovine, to je SM žlindro nepomirjenih kvalitet, valjarniško škajo in sintermagnezit. Žlindro in škajo smo tudi zmleli na predpisano velikost zrn pod 10 mm, medtem ko je zrnatost sintermagnezita odgovarjala taka, kot smo jo dobavili.

Navodilo za izdelavo dna je bilo izdelano zelo podrobno, saj je vsebovalo količine posameznih količin žlindre, škaže in sintermagnezita oziroma mešanic, točne čase posameznih operacij in višino temperature, pri kateri se posamezne operacije izvajajo. Pri pripravi oziroma izdelavi dna smo posamezne količine in mešanice stehali, celotno delo pa se je izvajalo pod vodstvom asistentov. Čas trajanja izdelave novega dna se je gibal med 24 in 30 urami, odvisno od velikosti peči.

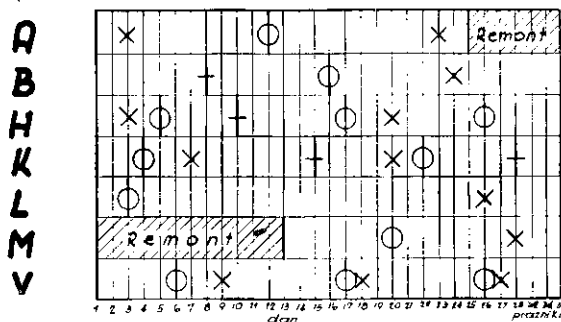
Tudi način vzdrževanja dna med obratovanjem smo znatno izboljšali, kakor tudi izvajanje popravil in sistem vzdrževanja. Pri izvedbi popravil smo upoštevali sovjetske izkušnje, navedene v strokovni literaturi, vendar smo jih pri tem nekoliko izpopolnili ter prilagodili našim prilikam. Kot surovine za izdelavo dna smo uporabljali sintermagnezit in valjarniško škajo, ki se je pri prvi uporabi izkazala kot zelo učinkovita. Glavna sprememba, z ozirom na prejšnjo tehniko izvajanja popravil dna, je v tem, da se sedaj zelo hitro zameče s sintermagnezitom in škajo ter potem zapeče, medtem ko smo prej nametavali v slojih in postopoma ogrevali. S tem smo precej znižali porabo časa, medtem ko je kvaliteta popravila boljša kot prej.

Druga važna sprememba je v samem sistemu vzdrževanja dna na pečeh, ki je postalo preventivno. Popravilo dna planiramo v naprej in sicer pri pečeh, ki proizvajajo nepomirjene kvalitete, na sedem dni, pri pečeh, ki proizvajajo nizko ogličene pomirjene kvalitete na osem dni in pri pečeh, ki proizvajajo ostale pomirjene kvalitete na devet dni. Poleg tega je na dopoldanski izmeni zaposlen topilec, ki ima na skrbi samo popravila dna na pečeh, meri njihovo višino ter kontrolira izvajanje popravil, ki se praviloma izvajajo samo na dopoldanski izmeni. Poleg tega skrbi tudi za pravočasno in zadostno dobavo sintermagnezita ter škaže.

Za kontrolo planiranja in izvajanja popravil dna služi formular, prikazan na sliki 2. Iz tega formularja je razviden potek popravil dna na posameznih pečeh v mesecu novembru tega leta. Posamezna znamenja pomenijo naslednje:

- | planirano popravilo,
- + planirano popravilo je bilo istega dne izvedeno,
- × popravilo izvedeno prezgodaj ali prepozno z ozirom na planiran dan,
- ⊖ planirano popravilo ni bilo izvedeno, ker ni bilo potrebno ter je bilo prestavljeno na kasnejši datum.

November 1962
SM peč



Slika 2 — Stanje popravil dna

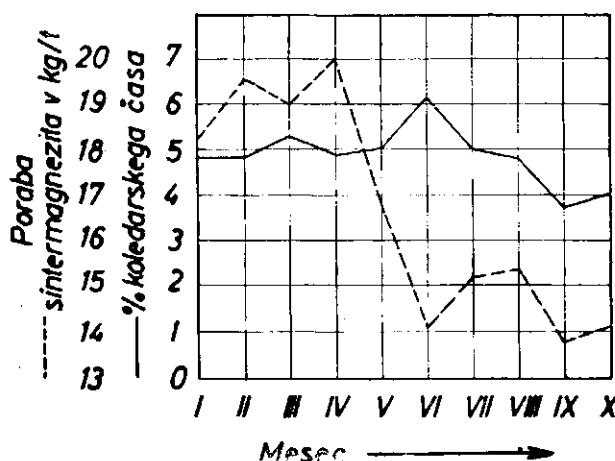
Iz tega formularja je razvidno, da se planirano popravilo večkrat ne ujema z dejanskim, vendar je pri tem redkeje prehitro in pogostejše kasneje, kar je znak, da dna na peči vzdržijo celo več, kot predvidevamo. Takšno delo je možno, ker se dna vsak dan kontrolirajo in čim se približa predvideni datum za popravilo, se že lahko odločimo ali bomo popravljali ali ne. V primeru, če je dno potrebno popraviti, ga popravimo takoj, če pa ima peč prehod popoldan, počakamo do drugega dne in popravilo potem izvedemo.

Na podlagi planiranih in izvedenih popravil v mesecu novembru lahko izpeljemo še nekatere druge zelo zanimive ugotovitve. Peč A je imela v pričetku meseca popravilo in je bila potem brez njega skoraj do konca meseca, medtem ko je peč L imela popravilo dna samo ob koncu meseca. Obe peči proizvajata pomirjene kvalitete jekla z 0,1–0,2 odstotka C in vlivata brame, za katere temperatura vlivanja ne sme biti previsoka. Poleg tega peč L v mesecu novembru dva dni ni obratovala, ker smo čistili žlindrenike in smo temperaturo v tem času precej znižali. Iz tega sledi, kar smo že v teoretičnem delu ugotovili, da so za vzdržnost najbolj ugodne pomirjene kvalitete, ki se ne proizvajajo pri visoki temperaturi in, da na vzdržnost dna zelo ugodno vpliva daljša ohladitev peči.

Peč H, ki je proizvajala cel mesec nepomirjene kvalitete, je pokazala sorazmerno dobro vzdržnost dna, če upoštevamo, da je vlivala formate kokil za žično valjarno, ki zahtevajo tudi višjo temperaturo. Na peči K, ki je proizvajala pomirjene kvalitete in vlivala brame, smo imeli eno popravilo dva dni pred rokom, vendar za to nismo ugotovili vzroka, medtem, ko je peč V, ki je proizvajala prav tako pomirjene kvalitete ter vlivala ingote, izvajala popravila dna v daljših obdobjih kot so bila planirana.

Peč M, ki je pričela 13. novembra obratovati po izvednem remontu, je proizvajala nepomirjene kvalitete ter je obratovala brez popravila dalj, kot smo planirali. To kaže, da lahko peč obratuje po remontu nekoliko dlje brez popravila dna, kot je sicer normalno, čeprav dno ni bilo novo, ker smo ga zamenjali že pri prejšnjem remontu. Na podlagi tega lahko sklepamo, da velja pri tem podobno, kot smo prej ugotovili pri peči L, da ohlajenje dna, oziroma kot je pri peči M bil primer, če prične peč na novo obratovati, se dno počasneje obrablja zaradi počasnega pregretja, kar omogoča daljše obdobje brez izvedbe popravila dna.

Iz vsega zgoraj navedenega sledi, da smo v letošnjem letu napravili lep korak naprej v zvezi z zmanjšanjem časa, porabljenega za popravila dna ter porabe sintermagnezita. To tudi nazorno ilustrira diagram na sliki 3, iz katerega je razviden porabljen čas za popravila dna v odstotkih koledarskega fonda peči ter poraba sintermagnezita na kilogram jekla v razdobju od januarja do oktobra leta 1962. Iz diagrama je razvidno, da sta



Slika 3 — Čas popravil dna in poraba sintermagnezita

se tako čas, porabljen za popravila, kakor tudi poraba sintermagnezita v drugem polletju postopoma zniževala, tako kot smo postopoma zamenjvali dna na pečeh ter uvažali preventivno vzdrževanje. Edina nenormalnost se je pojavila v mesecu juniju, ko se je čas, porabljen za popravila zvišal, poraba sintermagnezita pa izredno znižala. Vzrok za to je bil v pomanjkanju sintermagnezita, katerega v tem mesecu nismo imeli dovolj na zalogi. Zaradi tega se je poraba znižala, ker smo pa izvajali popravila z manj kvalitetnim materialom, so dna manj vzdržala in smo porabili zato tudi več časa.

Zaključek gornjih izvajanj je jasen: dobro vzdrževanje dna na SM pečeh omogoča dvig storitev in zmanjšanje proizvodnih stroškov, to pa je tudi končni cilj vseh tovrstnih prizadevanj.

Literatura:

1. A. K. Solovkov, A. b. Trifonov, A. G. Elizarov: Kladka i navarka pada martenovskih peči
2. J. J. Bornackij: Fizičeskaja himija osnovnoga martenovskega procesa

Kvalitetni kriteriji kalilnosti jekel za motorno industrijo

Preiskava jekla s preizkusom po Jominyju ima svoj poseben pomen predvsem za jekla, ki jih hočemo poboljšati. Pri teh jeklih so do sedaj bili, oziroma so še v veljavi, le faktorji kvalitete, ki dejansko v vseh primerih niso dajali prave slike o zadržanju jekla pri termični obdelavi, ki pa je pri teh jeklih odločilnega pomena. Kemična sestava jekla, četudi je v mejah, predpisanih za določeno kvaliteto, ne zagotavlja vedno, da bo jeklo termično obdelano tako, kot pričakujemo. Dejansko je za potrošnika tega jekla (na pr. motorno industrijo) najvažnejše, da pri določeni standardni termični obdelavi kosa jekla, standardne oblike in velikosti, dobi določene mehanske lastnosti na pr.: trdnost, trdoto, žilavost, odpornost proti dinamičnim obremenitvam itd. Pri dosedanjih načinih preizkušanja ne dobi potrošnik od proizvajalca jekla garancij za določeno obnašanje jekla pri termični obdelavi, kar je seveda pomanjkljivost. Eden priznanih načinov za oceno termične obdelavnosti jekla je prav Jominyjev preizkus, ki je relativno enostaven in zato primeren za proizvodnjo.

Stanje v FLRJ je trenutno tako, da je Jominy naprava že zelo razširjena in da je že tudi JUS standard za Jominy-preizkus. Koristi pa od tega ne bo vse dotlej, dokler ne bo raziskan, poznan in tudi v eni ali drugi obliki standardiziran **kriterij za kvalitetno oceno posameznih jekel, z ozirom na njihovo termično obdelavnost, kriterij, katerega osnova bo Jominyjeva krivulja**. Preizkušanje jekla z Jominyjevim poizkusom je brez tega kriterija brez vsakega smisla.

Tam, kjer je Jominy preizkus uveljavljen kot kriterij za kvaliteto jekla (npr. v ZDA), je ta celo važnejši kot kemična sestava jekla. Industrija, ki absorbira največ jekla za poboljšanje in ki je v pogledu termične obdelave jekel tudi najbolj zahtevna, je motorna industrija. Smatramo, da se je potrebno pri obdelavi kriterija termične obdelavnosti ali kaljivosti na osnovi Jominy-preizkusa orientirati prav na našo motorno industrijo.

Skladno z opisanim načelom je Metalurški inštitut v Ljubljani začel z delom, ki je bilo zasnovano na lastnih poizkusih, kakor tudi na usklajevanju teh z rezultati poskusov, ki so bili opravljeni istočasno na istih talinah pri proizvajalcu jekla — Železarni Jesenice — in potrošniku — Tovarni avtomobilov Maribor.

PREGLED OPRAVLJENIH POIZKUSOV

Pri tem pregledu je treba upoštevati:

- a) število poizkusov »Jominy«,
- b) število talin.

Z ozirom na dejstvo, da so bile iste taline po večkrat preizkušene, bodisi v posameznem laboratoriju, odnosno v laboratorijih teh kooperantov, je število Jominy poskusov večje od števila talin. To pa zaradi tega, da se izključijo morebitne subjektivne napake posameznih laboratorijev.

Razpredelnica 1 podaja skupno število poskusov Jominy, narejenih v letih 1960 in 1961 z ozirom na laboratorije:

Vrsta jekla	Č. 4731	Č. 4732	Č. 3230	Č. 1430	Č. 4830	Vsota
ZJ — Jesenice	69	37	91	18	31	246
TAM — Maribor	24	17	8	—	—	49
MI — Ljubljana	86	59	66	29	32	272
Skupno poskusov Jominy	179	113	165	47	63	567

Razpredelnica 1 — Število poskusov

567 poizkusov Jominy je bilo narejenih z jeklom talin, ki jih prikazuje naslednja razpredelnica:

Vrsta jekla	Č. 4731	Č. 4732	Č. 3230	Č. 1430	Č. 4830	Vsota
Preiskane taline	103	54	95	35	32	319

Razpredelnica 2 — Število talin

OSNOVNE ZNAČILNOSTI POIZKUSA PO JOMINYJU

Za osnovo smo vzeli domač standard JUS C. A 2.051, ki predpisuje način izvajanja poizkusa po Jominyju. Ostale karakteristike smo povzeli v smislu dogovora kooperantov na Jesenicah. Kalilne in normalizacijske temperature so bile po dogovoru naslednje:

Oznaka JUS	Kalilna temp. °C	Normalizacijska temp. °C
Č — 4731	860	870
Č — 4732	860	870
Č — 3230	840	870
Č — 1430	860	870
Č — 4830	850	870

Razpredelnica 3 — Kalilne in normalizacijske temperature

Ta točka dogovora pa ni bila izvajana dosledno. Pogoji dela so se razlikovali, kar je po svoje vplivalo k razširitvi pasov Jominy.

Posamezne značilnosti dela so naslednje:

Metalurški inštitut:

Jekla so bila normalizirana pri 870°C v času 30 min., kaljena po dogovoru (razpredelnica 3). Zagrevanje je bilo izvršeno v čiščenem dušiku. Po 10 min. čelnega kaljenja so bili vzorci hlajeni na zraku.

Železarna Jesenice:

Temperatura normalizacije znaša za vsa jekla 860°C. Jeklo Č. 1430 je bilo kaljeno z 860°C, jeklo Č. 3230 z 840°C, ostala jekla pa z 830°C. Pri tem sta bili uporabljeni dve peči brez zaščitne atmosfere. Vsak vzorec je bil v prvi peči ca. 1 uro, nato preložen v drugo peč (pol ure) in kaljen pod curkom vode z navedeno temperaturo (ca. pol ure).

Tovarna avtomobilov »TAM«:

Normalizacija je potekala pri 870°C in to 30 minut (pred našo intervencijo so žarili 1 uro).

Na Metalurškem inštitutu so bila trdotna merjenja izvršena na Rockwell-aparatu HRC tipa KV-1 (madžarska proizvodnja). V Tovarni avtomobilov »TAM« v Mariboru so uporabljali aparat Reicherter, v Železarni Jesenice pa aparat tipa Wilson.

Tovarna avtomobilov »TAM« Maribor je dala na razpolago trikotne umerjevalne ploščice iz proizvodnje, odnosno kontrole MPA/JHT naslednjih trdotnih stopenj:

30,1 — 40,0 — 51,6 — 62,7 — in 64,3 HRC.

S temi ploščicami so izvršili vsi trije koooperanti umerjanje svojih trdotnih aparatov ter izvedli korekcije merjenih trdot. Te so znotraj dovoljenih meja za trdotne stroje.

IZDELAVA GAUSSOVIH STOPENJ POGOSTOSTI; ŠIRŠI IN OŽJI PASOVI

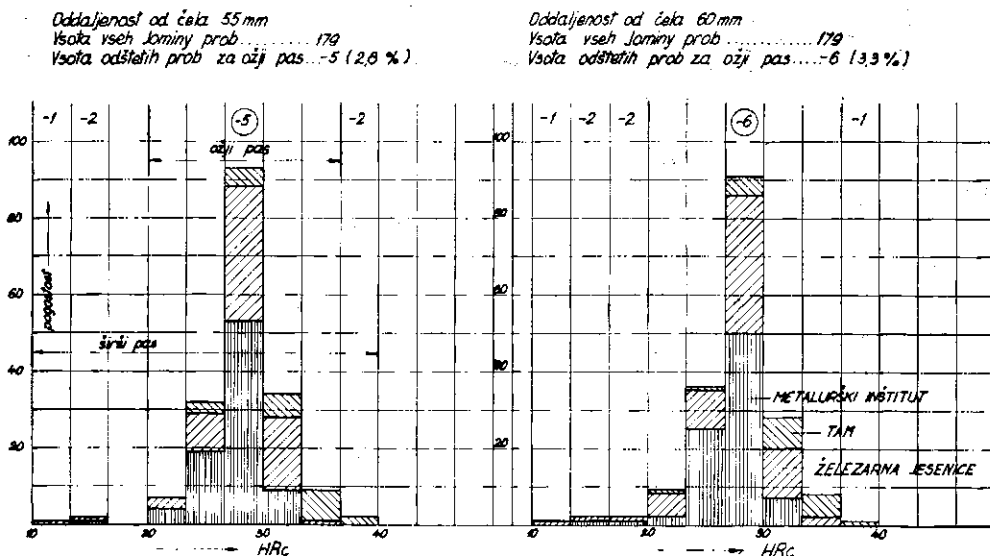
Da bi določili pogostosti nastopanja trdot, smo uporabili sistem, katerega princip prikazujeta diagrama na sliki 1 za jeklo Č. 4731 pri oddaljenosti od čela 55 in 60 mm.

Na ordinati je naznačena pogostost nastopanja poizkusov in sicer na ta način, da navpično šrafirano polje predstavlja rezultate, dobljene na Metalurškem inštitutu, nad njim je področje pogostosti, dobljeno v Železarni Jesenice (šrafirano v desno) in pa področje pogostosti, dobljeno v Tovarni avtomobilov »TAM« Maribor (šrafirano v levo). Vsota vseh teh področij nam podaja število poizkusov določene trdotne stopnje, ki jo dobimo, če seštejemo rezultate treh laboratorijev.

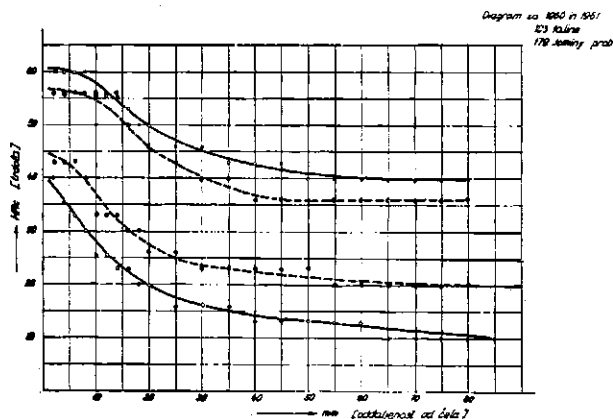
Na abscisi so nanesene trdote s presledki po 3,3 HRC. Pri statistični obdelavi, katere rezultati so Gaussove stopnje pogostosti, smo razdelili področje 10 HRC na tri dele, ter na ta način dobili osnovo za porazdelitev absceise. Tak način dela sicer ne da lepo izoblikovane Gaussove krivulje ter predstavlja poenostavljenje; tudi rezultati so bolj grobi, vendar za naše potrebe popolnoma zadoštujejo.

S seštevanjem števila pogostosti za posamezna osnovna trdotna področja (3,3 HRC), dobimo število vseh poizkusov Jominy, ki so bili narejeni za določeno vrsto jekla. Tako znaša npr. to število pri jeklu Č. 4731 v letu 1960 in 1961 skupno 179 poizkusov. Na podlagi teh 179 poizkusov smo izdelali širši kalilni pas, ki ga prikazujeta diagrama slik 1 in 2.

JEKLO Č. 4731 - skupni rezultati preiskav leta 1960 in 1961



Slika 1 in 2 — Kalilni pasovi za jeklo Č. 4731



Koordinatni sistem je v primeru slike 2 klasičen po Jominyju.

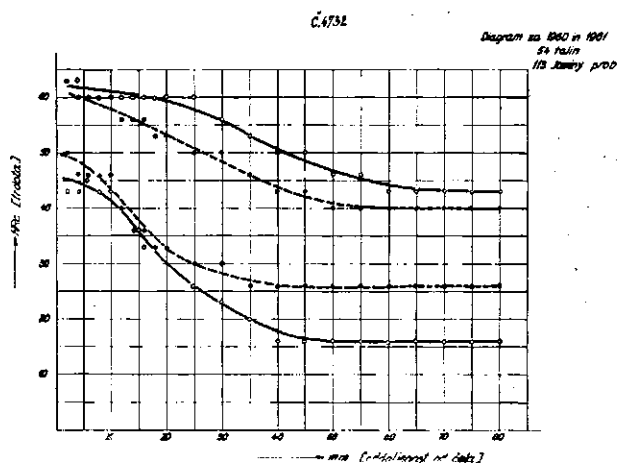
Ta pas je v določenem oziru precej širši, kar je posledica nekaj poizkusov, ki celo sliko nenavadno razširijo. Zaradi tega smo naredili nov pas na ta način, da smo abnormalne poizkuse izločili. Ta postopek je bil izveden tako, da smo odbili do ca. 5% vseh izdelanih poizkusov.

Konkretno smo pri jeklu Č. 4731 preiskali in obdelali 179 vzorcev, kar bi dalo povprečni odbitek ca. 8,8 vzorca.

V diagramu na sliki 1 vidimo način odbijanja teh poizkusov in določevanje ožjega kalilnega pasu. Ponekod smo izjemno prekoračili privzetih 5 odstotkov, ponekod pa jih nismo dosegli. Že oblika porazdelitve Gaussovih stopenj pove, da se ni mogoče strogo držati predvidenih 5 odstotkov odbitka.

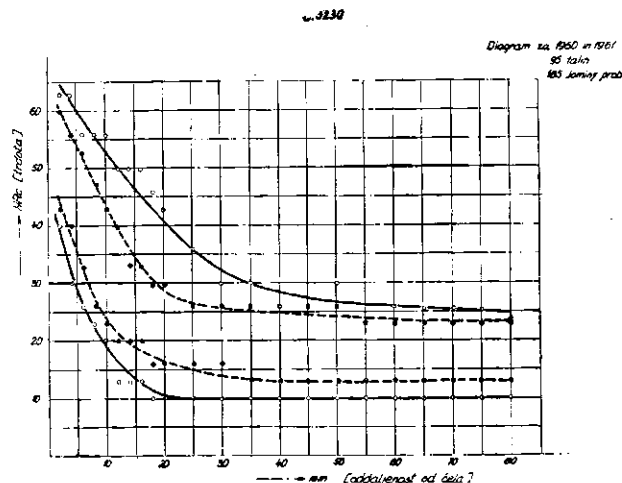
Tak ožji kalilni pas je razviden iz diagrama na sliki 2. Takoj pade v oči močno zoženje po tem, ko smo odbili nekaj odstotkov vseh poskusov, kar je vplivalo ugodno na oceno kalilnih lastnosti jekla.

Po analognem postopku smo dobili tudi kalilna pasova za jeklo Č. 4732, ki sta prikazana na diagramu slike 3. Ožji diagram je ugoden, saj je v primerjavi s podobnim ameriškim jeklom celo nekoliko ožji.

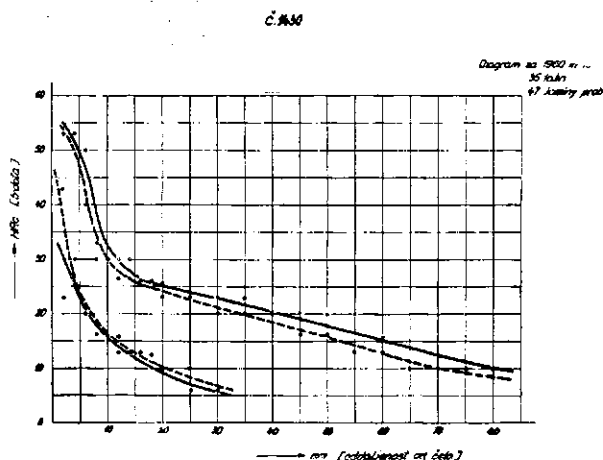


Slika 3 — Kalilni pasovi za jeklo Č. 4732

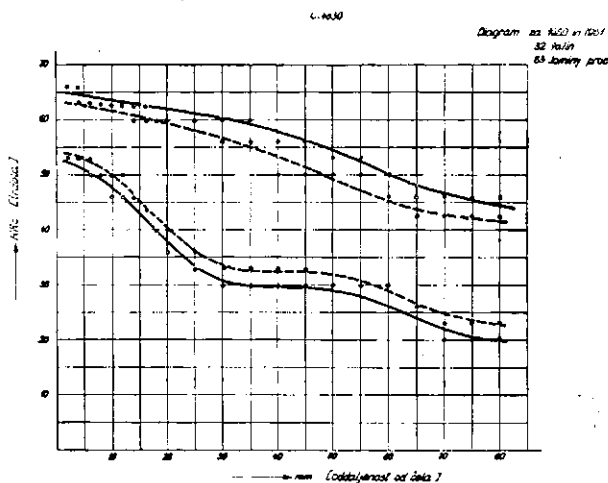
Kalilni pasovi za jekla Č. 3230, Č. 1430 in Č. 4830 so razvidni z diagramov na slikah 4, 5 in 6.



Slika 4 — Kalilni pasovi za jeklo Č. 3230



Slika 5 — Kalilni pasovi za jeklo Č. 1430



Slika 6 — Kalilni pasovi za jeklo Č. 4830

KRITIČNA PRESOJA REZULTATOV DVOLETNIH PREISKAV V LUČI NOVEJSIH DOGNANJ S PODROČJA KONTINUIRNEGA OHLAJEVANJA JEKLA

Pred nami leže rezultati dela, pri katerem je šlo za ugotavljanje reproduktivnosti in zakonitosti pri pojavi kaljenja. Rezultati so za Železarno Jesenice ugodni. Če abstrahiramo tistih 5 odstotkov poizkusov, ki smo jih odbili, da bi dobili ožje kalilne pasove, potem lahko ugotovimo, da je proizvodnja preiskanih konstrukcijskih jekel v letih 1960 in 1961 po kalilnosti kvalitetno ustaljena in enakomerna.

S tem smo zadostili prvi zahtevi postavljene naloge ter dajemo ožje pasove kalilnosti za 5 vrst jekel kot osnovo za razpravo. Ta razprava, pri kateri naj bodo navzoči tudi porabniki omenjenih jekel (motorna industrija), lahko poteka na osnovi kriterijev porabnika teh jekel. Na tako razširjeni osnovi bi bilo ponašanje jekel eksperimentalno in statistično osvetljeno. Vse to daje možnosti za presojo kvalitetnih kriterijev, ki lahko slone na celotnem kalilnem pasu ali pa na lokalnih trdotnih zahtevah (širina pasu z ozirom na oddaljenost od čela ali pa glede na trdotni interval).

Metalurški inštitut lahko pri takšnih razpravah sodeluje le kot svetovalec, saj bo imela odločilno besedo uporabnost metode za določene konstrukcijske dele in elemente. Kolikor bi se odločili za način presoje, ki ne zajema celotnega kalilnega pasu, bo potrebno morebitne kvalitetne pogoje presojati individualno.

Rezultati opravljenega dela dajejo spodbudo za nadaljevanje začetih preiskav. Zadostno je že, če pogledamo oblike posameznih kalilnih pasov ter jih primerjamo med seboj. Primerjava srednjih vrednosti ožjega kalilnega pasu, ki je prikazana na diagramu na sliki 7, je sicer zanimiva, vendar pa zakrije del značilnosti, ki jih pokažejo kalilni pasovi. Zadnji diagram srednjih vrednosti

nam sicer pove, da z dodatkom ogljika naraste predvsem površinska trdota kaljenega jekla; da z legiranjem zlitinskih elementov mangana, silicija, kroma, molibdena in vanadija dvignemo tudi prekalilnost, odnosno trdoto kaljenega jedra; ne pove nam pa na primer, kako ti elementi vplivajo na spremembo kalilnega pasu. Dalje se pri takem načinu prikazovanja srednjih vrednosti zabriše marsikatera podrobnost in individualnost posameznih talin.

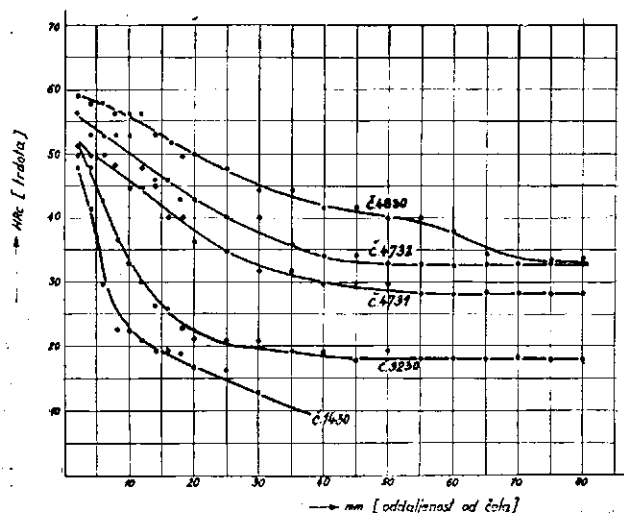
V danem primeru imamo opraviti z gradbenimi jekli, kjer nas zraven površinske trdote in kaljene globine (kot pri orodnih jeklih) zanimajo tudi mehanske vrednosti, zlasti pa njihova enakomernost in zveznost preko celega preseka.

Te osnovne kalilne karakteristike jekla pa se spreminjajo od taline do taline. Danes je praktično nemogoče poenostavljanje, kakršnega si je dovolil Grossmann s svojim poizkusom, saj vemo, da kemična sestava jekla ni edini merodajni faktor, ki bi zagotovil standardne kalilne lastnosti.

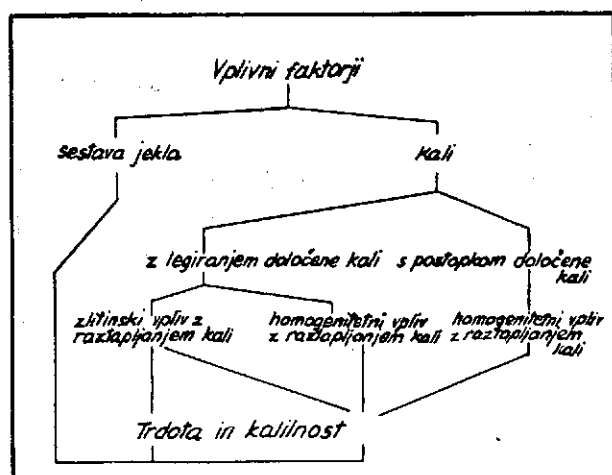
Takšne poizkuse poenostavljanja srečamo pogosto tam, kjer zapostavljajo osnovno izgradnjo kovinskega trdnega stanja, ker izhajajo iz osnovnega koncepta in predstave o idealnosti mreže in homogenosti preseka. Z raznimi korekturnimi faktorji, ki so v nekaterih vejah tehnike sicer popularni, v našem primeru ne moremo računati, saj že sam Grossmann vidi, da brez upoštevanja velikosti kristalnega zrna ne bo mogel delati novih raziskav.

Delo z nomogrami, četudi so videti na oko preprosti in elegantni, ne pride v poštev, posebno če se za stvar zavzamemo resno.

Velikost kristalnega zrna je potemtakem poleg kemične sestave odločilna za kalilne lastnosti preiskovanega in uporabljenega jekla. V ZDA so svoječasno celo predlagali, da naj jo pri prevzemu materiala postavijo kot pogoj. Vendar je velikost kristalnega zrna le približen zunanji pokazatelj, ki nakazuje nadaljnja razmišljanja.



Slika 7 — Srednje vrednosti ožjih kalilnih pasov



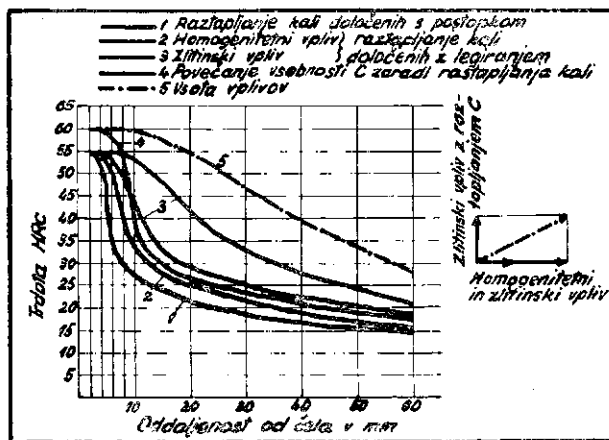
Slika 8 — Vplivni faktorji kalilnosti pri istih ohlajevalnih pogojih (A. Legat)

Študije kristalnih rasti pri austenitizaciji so privedle do vprašanja kali in njihove vloge pri rasti zrna. Tako smo prišli korak dalje, saj je bilo ugotovljeno, da imajo lahko jekla z isto kemično sestavo in z istim kristalnim zrnem različne kalilne lastnosti, katerih povzročitelji so kali. Tako je nastala znana shema in razlaga o kalch, določenih s postopkom in legiranjem, ki jo je izdelal A. LEGAT¹ in ki jo podajamo na sliki 8.

S postopkom določene kali izhajajo iz načina metalurškega dela, pri čemer pride do izraza zlasti žilavilna in dezoksidacijska perioda (nitridi, oksidi). Njihov vpliv se odraža v homogenizaciji zaradi raztapljanja kali.

Z legiranjem določene kali so podane z elementi, spremljevalci jekla, ali z legirnimi elementi. Imajo isti vpliv kot prej omenjene, razen tega pridejo do izraza še s svojim legirnim svojstvom.

Kvalitativni vpliv teh kali je razviden iz diagrama na sliki 9, pri čemer je poudarek na vertikalni tendenci delovanja ogljika in na horizontalni tendenci delovanja homogenizacije in legiranja.

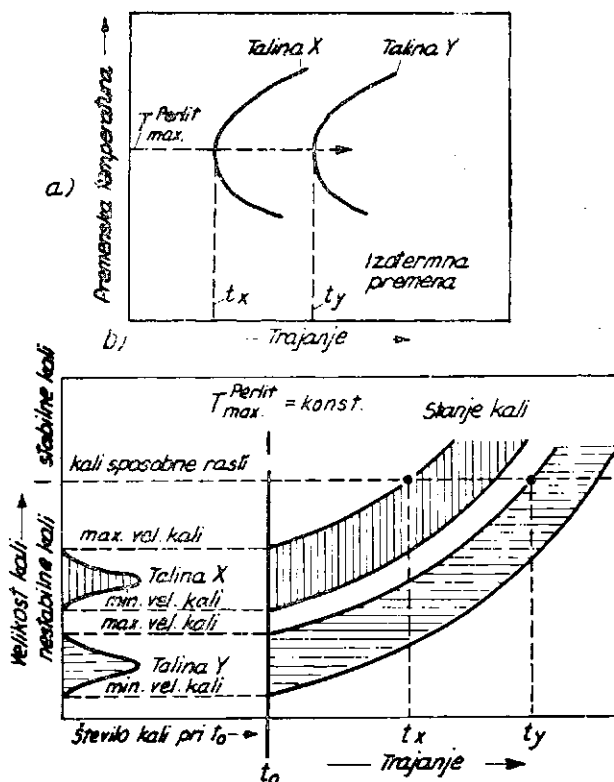


Slika 9 — Vpliv kali na potek trdote (A. Legat)

Študije vpliva kali na austenitizacijo in kaljenje dobivajo v zadnjem času konkretnije oblike. K. BUNGARDT in sodelavci² opisuje kali po velikosti, kar je znano iz splošnih fizikalno kemičnih, točneje, termodinamičnih študij stabilnih kali in pa onih, ki so še sposobne rasti. Značilen je diagram na sliki 10, ki kvalitativno podaja te odnose. Nedvomno so pri poteku austenitizacije ti nakazani pojavi bistvenega pomena.

Austenitizacija in notranja dogajanja pri prehodu iz alfa v gama mrežo igra bistveno vlogo pri izoblikovanju kasnejših kalilnih lastnosti jekla. Samo menjanje osnovne atomske mreže je pojav, ki s termodinamičnega stališča potrebuje aktivacijsko energijo, ki je pri običajnih praktičnih pogojih kaljenja na razpolago. Tehniška jekla pa niso sestavljena le iz homogene alfa mreže, temveč vsebujejo tudi karbide — predvsem cementit.

Pri prehodu čez črto A_{c1} se ta začne raztapljati po predhodnem razkroju. Odprto ostane vprašanje, kolikšen delež cementita se je v določenem času austenitizacije raztopil, četudi gre za nizko-



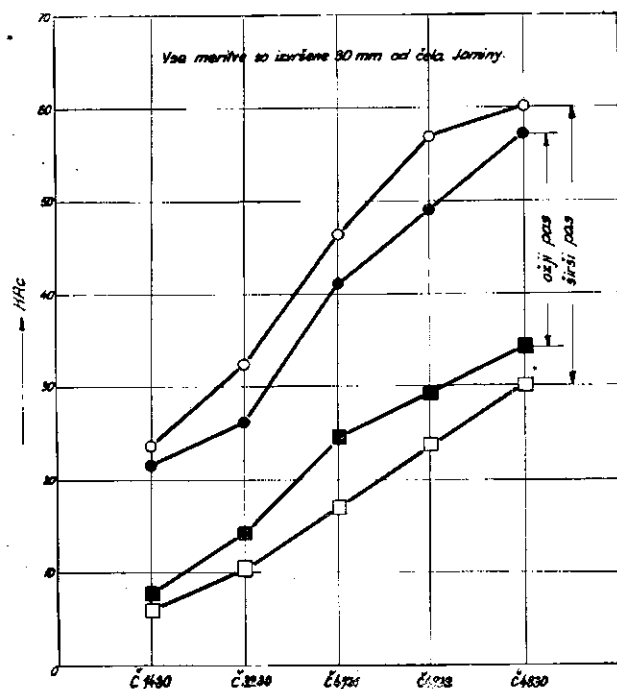
Slika 10 — Tvorba kali ter njihova rast v perlitni stopnji (K. Burgardt in sodel.)

ogljčna jekla. Z dilatometrom je namreč ugotovljeno², da je prehod alfa v gama mrežo časovno ločen fenomen od razkroja karbidov. Slednji se lahko izvrši v normalni dobi austenitizacije pri kaljenjih tehniških jekel, lahko pa ta pojav delno tudi izostane. V termodinamičnem smislu zahteva ca. 3-krat več toplotne energije kot sama difuzijska premena, ter so tudi po tej plati opravičeni daljši časi reakcije. Neenakomernost in nestalnost razkroja cementita pa je zopet ozko povezana s pojavi kristalnih kali in rastjo austenita pred kaljenjem. Ravno na jeklu Č. 4830 so ugotovljene² velike principialne razlike v odnosu na proces raztapljanja cementita. Z rentgensko kontrolo je nakazana trditev, da se vanadijevi karbidi pri teh pogojih normalnega kaljenja in razkroja cementita niso spremenili.

Če gledamo to naše delo že samo iz tega ozkega aspekta, sicer kompleksnega objektivnega in subjektivnega področja, bomo laže pojasnili, zakaj nastanejo valoviti izteki krivulje Jominy pri jeklu Č. 4830 (diagram na sliki 6). Ti fenomeni so bili že večkrat opaženi ter so značilni za kromova in vanadijeva jekla. Svoječasno je o tem poročal M. GABROVŠEK³. Razlaga omenja različno stanje in delovanje kali, ki vplivajo na austenitno zrno in kasneje na izoblikovanje različnega deleža posameznih struktur v določeni oddaljenosti od čela. Metalografske študije cilindričnih Jominyjevih polizkusov od čela proti vrhu, skladno potrjujejo vzroke nihanj trdot in odstopanj od zvezno padajoče krivulje pri teh jeklih.

Ravno v tej točki raziskav in stremljenj po odkrivanju nezadosno razjasnjenih pojavov bo potrebno temeljiteje obdelati obstoječe obširno eksperimentalno gradivo. S tem nadaljujemo in teoretsko poglobljamo idustrijsko koristne rezultate preiskav, ki so bili doseženi.

Odpira se vrsta vprašanj. Oglejmo si le diagram na sliki 11, ki prikazuje potek tega dela v nekoliko drugačni obliki! Kot konstantno merilo je vzet



Slika 11 — Kalilni pasovi v odvisnosti od legirnih elementov

ožji in širši kalilni pas pri enotni oddaljenosti od čela 30 mm. Preiskana jekla so bila med seboj primerjana. Opažamo tendenco širjenja ožjega pasu s povečanim legiranjem kroma, zlasti pa molibdena in vanadija. Morda bi dobili na to vprašanje cizaktni odgovor, če bi izdelali kontinuirne ali izotermne diagrame austenitizacije z zagrevanjem, kjer bi kvantitativno zajeli čase nastopanja preme ne in razkroja cementita? Kako vplivajo legirni elementi na te osnovne procese? Ali legirni elementi v tem primeru pospešujejo ali zavirajo časovni potek? Ali obstajajo določeni zmesni karbidi, ki se obnašajo drugače kot čisti cementit? Mogoče zadostujejo že posamezne primešane atomske skupine legiranih karbidotvorcev?

To kompleksno področje bi bilo možno zajeti s preiskavami, ki bi temeljile na metalografskih, dilatometrijskih, rentgenskih, termodinamičnih in drugih osnovah.

Pojave kalilnega pasu namesto kalilne črte ne moremo prisoditi le do sedaj omenjenim zapažanjem. Razen kemične sestave in kristalnih kalil (velikosti kristalnega zrna) imamo še vrsto faktorjev, od katerih so nekateri že več ali manj dognani. Tako je mogoče omeniti delo H. BORGHERS, H.

SCHLICHT¹. Tu je osvetljeno vprašanje z druge strani. Obravnavan je Jominy poizkus kot tak, zraven pa še vprašanje reproduktivnosti rezultatov, upoštevajoč subjektivne napake meritev. Tako so obravnavani vplivi časa prenosa, toplotnega prehoda, načina brušenja. Vpliv časa austenitizacije in njene temperature je spričo dognanj o kaley seveda le delno pomemben. Značilno je, da so bili poskusi izvršeni na jeklu za kroglične ležaje 100 Cr 6 (OCR 4). Zaradi posebnih karbidov je to jeklo nagnjeno k razogljčenju ter je bil vzorec brušen 1 mm globoko.

Pri naših poskusih nismo v vseh laboratorijih uporabljali istih temperatur austenitizacije. Razlika 10° C je sicer majhna, vendar pa po svoje nekaj prispeva k razširitvi pasu. Homogenost austenita narašča s temperaturo. Če bi prešli iz naših ozko določenih in pri poskusih praktično tudi izvajanih kalilnih temperatur do bistveno višjih temperatur, bi lahko dobili mehkejšo kaljeno jeklo. Tudi ta ugotovitev, v praksi nešteto krat dokazana, gre v korak s teorijo o kaley. Možno je namreč, kot smo to na primeru jekla Č. 4830 videli², da je pri normalnih temperaturah kaljenja austenit še vedno delno nehomogen (nepopolni razkroj Fe₃C). Tako lahko nastopajo koncentracijske razlike celo znotraj posameznih kristalnih zrn. Te se pri normalnem kaljenju ne morejo izravnati ter nastanejo martenziti, ki imajo različne koncentracije in različne volumenske spremembe in sprožijo dodatne napetosti. Posledica je ekstremno visoka trdota, ki jo pri kaljenju z visokimi temperaturami, ali pa celo pri kaljenju direktno izpod valjev, ne moremo doseči.

Vrsta vprašanj in problemov, nakazanih v tem poglavju, po svoji obširnosti ter predvsem po teoretskem pomenu prehaja okvire zadane naloge. Govorili smo predvsem o drugem faktorju, ki vpliva na razširitev kalilnih Jominyjevih pasov — o kaley in z njimi povezanim kristalnim zrnom. O vplivu kemične sestave v tem delu nismo govorili, saj so posledice preširokih analiznih mej splošno poznane.

Vloga ogljika se odraža predvsem v površinski trdoti. Legirni elementi pa, kot je znano, vplivajo predvsem na dvig trdote notranjosti, povečajo prekalilnost. Preko morja je prišla trditve, da ima legirni martenzit isto trdoto kot nelegirni. Obstajajo pa nemški izsledki, ki pravijo, da ta trditve velja sicer za makrotrdoto, za mikrotrdoto pa ne, pa čeprav gre le za nizkolegirana jekla, ki ne vsebujejo karbidotvorcev.

V našem delu nam je zadostovala ugotovitev, ali določena talina jekla leži znotraj analiznih meja. Računamo namreč, da bodo naši porabniki jekel imeli opravka s standardno idustrijsko proizvodnjo, pri kateri se ni mogoče držati vedno sredine dovoljenega analiznega intervala. Posledice bodo tudi večja nihanja v trdotnih krivuljah. Z nalogo smo zasledovali določevanje dejanskega kalilnega pasu redne idustrijske proizvodnje.

ZAKLJUČKI

1. Pri preiskavi kalilnosti jekel in določevanju kalilnega pasu po Jominyju je bilo doseženo uspešno sodelovanje med proizvajalcem jekla (Železarne Jesenice), porabnikom tega jekla (Tovarne avtomobilov in motorjev Maribor) in nevtralnim raziskovalnim centrom (Metalurškim inštitutom v Ljubljani).

2. V letih 1960 in 1961 je bila izvedena tekoča kontrola kalilnosti jekel po Jominyju za vrste Č. 4731, Č. 4732, Č. 3230, Č. 1430 in Č. 4830. Taline, izdelane v Železarni Jesenice so bile preiskane v Železarni sami, razen tega pa še na Metalurškem inštitutu; prve tri vrste jekel pa delno tudi v Tovarni avtomobilov in motorjev Maribor. Tako so bile določene taline preiskane po dva ali trikrat v različnih laboratorijih, da bi povsem izključili subjektivno presojo.

3. Vsi rezultati treh laboratorijev v obdobju dveh let so bili zbrani na Metalurškem inštitutu, ki je izdelal širše in ožje kalilne pasove po Jominyju. Za določanje ožjega pasu je bilo od širšega odštetih do 5 odstotkov poizkusov, kar pa v precejšnji meri ni bilo potrebno. Menimo, da bi pri preciznejšem izvajanju poskusov, ki bi točno sledili predpisom JUS, bilo mogoče to število znižati na 3 odstotke.

4. Primerjava ožjih kalilnih pasov za jekla Č. 4731, Č. 4732 in Č. 3230, izdelanih v letu 1960 s skupnimi ožjimi pasovi iz let 1960 in 1961 je zadovoljiva, ter kaže, da je kvaliteta dela Železarne Jesenice v smeri enakomernih kalilnih lastnosti ustrezna. Po drugi strani pa nas ta ugotovitev prepriča, da je za presojo kalilnih lastnosti jekel zadostna statistična obdelava preizkusov, katerih število je lahko 50 ali pa celo manj.

5. V tem delu določeni širši in ožji kalilni pasovi lahko služijo Železarni Jesenice pri izbiri dobav za splošne ali kvalitetnejše namene. Prav tako je možno na zahtevo porabnika jekla določiti še strožje zahteve, ki presegajo meje ožjih pasov. V tem primeru je to neobičajno prevzemno delo povezano z dodatnimi časovnimi investicijami ter z ustreznimi posledicami. Tak način dela je možen samo po predhodnem dogovoru, pri čemer je treba upoštevati, da ustrezajo ožji pasovi tolerancam inozemskih jekel.

6. Izkušnje in rezultati tega dela navajajo izvajalca (Metalurški inštitut), da tudi v naprej stremi za kvalitetno presojo naših domačih jugoslovanskih jekel. Tako torej predlagamo razširitev preiskav tudi na druge vrste konstrukcijskih jekel.

7. Kritično presojanje rezultatov določevanja kalilnih pasov je odkrilo vrsto teoretskih problemov, ki se zlasti dotikajo pojavov kristalnih kalij pri austenitizaciji in kaljenju. Poleg običajnega karbida se postavlja tudi vprašanje ostalih zmesnih ali posebnih karbidov, ter na splošno upravičenost prisotnosti določenih legiranih elementov. To so osnovna teoretska vprašanja, ki pa imajo

neposreden cilj; standardne kalilne lastnosti v čim manjših odstopanjih od dognanega povprečja. Metalurški inštitut bo na tem področju storil vse potrebno, da se razjasni vrsta teoretskih vprašanj in s tem omogočijo koristne industrijske konsekvence.

LITERATURA

1. A. LEGAT: Der Einfluss der Zusammensetzung und des Ausgangszustandes auf die Härtebarkeit und deren Kennwert von Baustählen, Leoben, Eisenhüttenag, 1952.
2. K. BUNGGART, H. PREISEDANZ, H. BRANDIS: Beitrag zur Kenntnis des Umwandungsverhaltens von Stahl 50 CrV 4. Arch. Ehw. 4 (1961), 261/268.
3. H. BÖRCHERS, H. SCHLICHT: Verbesserung des Stirnabschreckversuches und seiner Anwendbarkeit für sehr genaue Untersuchungen, Arch. Ehw. 9 (1961), 637/643.
4. M. GABROVSEK: Problemi preiskave jekla z ozirom na njegovo kaljivost, Posvetovanje OTK UJZ, Bled, 1957.

Nove knjige v strokovni knjižnici

Aleš Strojnik:

Usmerniki (Ljubljana 1961)

Industrijska elektronika (Ljubljana 1962)

Bruce A. Rogers:

Priroda metala (Zagreb 1962)

Nonad Radošević:

Priručnik za kemičare i tehnologe (Beograd 1962)

I. A. Golbin:

Ökonomische Fragen der Giessereiindustrie (Leipzig 1962)

VDE — Vorschriften, Band I. — 27. Auflage (Berlin 1961)

VDE — Vorschriften — Band II., — 27. Aufl. (Berlin 1961)

VDE — Vorschriften — Band III. — 27. Aufl. (Berlin 1960)

VDE — Vorschriften, Band IV. — 27. Auflage (Berlin 1962)

Hütte Taschenbuch für Eisenhüttenleute — 5. Auflage (Berlin 1961)

The Determination of Gases in Metals (London 1960)

Werkstoff — Handbuch — Stahl und Eisen — 3. Auflage (Düsseldorf 1957)

Bernhard Hartmann:

Betriebswirtschaftliche Grundlagen der automatisierten Datenverarbeitung (Freiburg 1961)

Kokillenguss für Eisenmetalle (Leipzig 1961)

Herbert Sedlaczek:

Das Walzen von Edeltählen (Düsseldorf 1954)

Hoff und Dahl:

Grundlagen des Walzverfahrens (Düsseldorf 1955)

Tačnja po ustanovitvi železarskega muzeja na Jesenicah, kjer se je leta 1869 skoncentrirala večstoletna železarska dejavnost na Gorenjskem, je vzniknila že pred II. svetovno vojno, vendar se je kazala le v tem, da so posamezniki čuvali arhive in eksponate pred uničenjem, zavedajoč se vrednosti tehnične tradicije ter tega, da bo vse ohranjeno nekoč moralo postati dragocena osnova bodoči strokovni zbirki in študiju razvoja rudarstva in železarstva na gorenjskih, domačih tleh. Kljub prizadevnosti in ljubezni do vsega, kar bi moglo obvarovati železarsko preteklost pred pozabo, pa je bilo med okupacijo v letih 1941–1945 mnogo uničenega in izgubljenega, česar ne bo mogoče nikdar nadomestiti.

Šele po osvoboditvi je dozorel čas, ko je ob podpori ljudske oblasti širši krog ljudi spoznal vrednost rudarske in železarske tradicije na Gorenjskem, predvsem iz Železarne Jesenice in ti so svoje prejšnje posamično delo združili v okviru Zbirnega urada za železarski muzej na Jesenicah. Ta je bil ustanovljen leta 1950 ob podpori tovariša Franca Leskoška-Luke, sedanjega podpredsednika Zvezne ljudske skupščine; prof. ing. Cirila Rekarja, predstojnika Metalurškega instituta v Ljubljani; Franja Baša, direktorja Tehniškega muzeja Slovenije ter domačih veterancev: Torkarja, Beguša, Sušnika, Smoleja, Kuharja in drugih.

V štirih letih je bilo zbranega toliko gradiva, da smo že lahko mislili na ureditev stalnih muzejskih zbirk, kar je omogočila Železarna Jesenice, ki je ob svoji 85-letnici, leta 1954, adaptirala del fužinarske graščine na Savi na Jesenicah ter jih izročila muzeju. Leta 1955 pa je delavski svet Železarne Jesenice sprejel sklep o ustanovitvi Tehniškega muzeja Železarne Jesenice v okviru železarne in leta 1959 je muzejska zbirka dobila še ostale adaptirane prostore v pritličju graščine. Takšen in vse bolj bogat je Tehniški muzej tudi danes in upamo, da se bo v bližnji prihodnosti, morda ob 95-letnici Železarne Jesenice, ki bo prihodnje leto, lahko razširil na celotno graščino na Savi.

Kot že omenjeno, je bilo delo in naloga muzeja v prvi fazi zbirati gradivo ter ga z urejenim in dokumentiranim prikazom približati javnosti ter jo zainteresirati za sodelovanje. Velik delež pri tem je imel tudi arhivski oddelček, ki je po svoji urejenosti in obsežnosti neprecenljiv vir današnjemu in bodočemu študiju zgodovine rudarstva in železarstva na Gorenjskem. Istočasno z urejanjem tehničnega gradiva pa se je pokazala potreba, prikazati javnosti ne le proizvajalna sredstva in izdelke, pač pa tudi človeka, ki je skozi stoletja do danes ustvarjal dobrine, ki predstavljajo kruh Gorenjske. Vsem tem delavcem, ki so se borili za svoj ekonomski in politični obstanek, smo dolžni po

staviti primeren spomenik in z dokumentacijo pokazati današnjim in bodočim rodovom njihovo delo in vpliv na razvoj železarske industrije in političnih dogajanj na Gorenjskem.

Poleg gornjih nalog Tehniškega muzeja: pregledno prikazati javnosti zbrano gradivo v svojem muzeju, urejati arhivsko gradivo in podobno, pa smo si zadali tudi nalogo, znanstveno obdelovati znano in zbrano gradivo ter študijsko rekonstruirati tehnološke postopke ter geološkomorfološko in paleontološko raziskovati Gorenjsko, pri vsem tem delu pa najožje sodelovati s sorodnimi ustanovami doma in na tujem.

Eno izmed teh nalog je prevzel naš sodelavec tov. Aleksander Rjazancev, ki že dolgo vrsto let raziskuje rudarsko področje Bohinja. Po danes znanih dejstvih je verjetno prav v Bohinju začetek najprimitivnejšega izkoriščanja železne rude na Gorenjskem. Njegove dosedanje študije, pa tudi ta, ki izhaja v tej publikaciji, so prispevek k znanstveni študiji o nastanku bobovca v Julijskih Alpah in njegovi uporabi v vetrnih pečeh. Zato smo se odločili, da v tej publikaciji v kratkem zberemo tudi že vse znane pisane viře o rudarjenju

in fužinarstvu v Bohinju. Poleg teh virov so navedene in analizirane tudi najdbe železnih predmetov, žlinder, pečnih oblog in keramičnih artefaktov z bohinjskega področja, vse to pa nam je dalo tudi osnovo za naše znanstveno raziskovalno delo. Jasno je, da s tem še zdaleč ni izčrpano vse gradivo, ki bo zahtevalo še mnogo let znanstvenega študija ter terenskega dela. V tem smislu pa je narejen tudi delovni program Tehniškega muzeja Železarne Jesenice.

S tem se zahvaljujem vsem našim sodelavcem in tov. Aleksandru Rjazancevu, prav tako pa tudi delovnemu kolektivu Železarne Jesenice in generalnemu direktorju ing. Matevžu Hafnerju, ki naše delo vsestransko in z razumevanjem podpirajo in spremljajo. Na tem mestu pa se posebej zahvaljujem tudi vsem tistim posameznikom in znanstvenim institucijam v inozemstvu, ki so nam po objavi prvih razprav v Tehnični prilogi 1962, št. 2 poslali mnoge pohvale, pripravljenost za sodelovanje in lastna dognanja, kar nam bo pri našem nadaljnjem delu v veliko pomoč.

Srečno!

Miloš Magolič

Varnostni predpisi

Delo pri varjenju elektrod je težko in zahteva določeno zaščito delavca. Zagotoviti je treba zaščitno obleko iz azbesta z rokavicami. Prav tako mora biti varilec zaščiten z usnjenim predpasnikom in ščitom zoper ultravioletne in toplotne žarke. Tudi obuvalec mora biti primerno.

Zaradi velike količine plinov, ki se razvijajo v času varjenja, je potrebno zagotoviti odgovarjajočo ventilacijo, da se odstranijo plini in prah.

Možnost toplotne zaščite je le delna, zato je priporočljivo uporabljati pločevinaste zaslone, ki naj preprečujejo direktno izpostavljanje varilca toplotnemu sevanju obločnega plamena in žarčenja kokile, ki je razžarjena na okoli 600° C. Nujna je tudi osebna iznajdljivost varilca, ki si sam dosti-krat sicer zelo težko delo, olajša.

V glavnem veljajo torej vsi ostali predpisi za varilce.

Zaključek:

Namen tega prispevka je, opisati vse potrebne postopke od izločanja kokil iz uporabe v jeklarni, prikazati vse težkoče in pogoje dela pri priprav-

ljanju kokil za varjenje, varjenje samo in naknadno obdelavo kokil z brušenjem. Iz opisa je razvidno, da je postopek popravila kokil z varjenjem razmeroma enostaven in je izvedljiv v vsaki jeklarni, ker so vsa potrebna sredstva in orodje del opreme vsakega metalurškega obrata že pred uvedbo varjenja. Dokaz temu je že uvedeno varjenje kokil v Železarni Jesenice. Pričelo se je brez kakršnih koli investicij, ki dejansko za uvedbo tega dela niti niso potrebne. V tem je velika prednost tega postopka, saj ga je možno osvojiti prav v vsaki jugoslovanski železarni. Sredstva, ki jih bomo na ta način prihranili skupnosti, ne bodo majhna, kar jasno dokazuje naš, jeseniški primer.

Literatura:

1. Ing. A. Buchholz, Schweissen und Schneiden, August 1955
2. Dr. Curt Elster, Amanit Schweisser Nachrichten, Junij 1957
3. Dr. Curt Elster, Klebzig Fachberichte, Junij 1957
4. Ing. Borje Brandstädt, Technische Rundschau-Schweiss-technik, maj 1960
5. Ing. Borje Brandstädt, Pulverbrennschneiden und Pulver-flammen, Švedska, 1959
6. Rado Tonkar, Poročilo UJŽ: Praktično varjenje in opis dela pri popravilu kokil, julij 1960

Ing. Avgust Karba

DK 693.7

Teorija in praksa vzdrževanja dna na Siemens-Martinovih pečeh

Dno predstavlja v SM peči tisti del zgornjega ustroja, na katerega se zaklada vložek z vsemi dodatki. Po raztaljenju pa se na njem nahajata raztaljeno jeklo in žlindra. Ta del peči je zaradi visoke temperature raztaljenega jekla in žlindre izredno toplotno obremenjen, prav tako pa tudi zaradi kemičnega delovanja posameznih komponent vložka med taljenjem in po raztaljenju ter končno mehansko zaradi teže vložka. Vse te obremenitve imajo za posledico, da se dno med obratovanjem peči postopoma obrablja, kar zahteva njegovo skrbno vzdrževanje in občasna daljša popravila.

Popravila dna spadajo med redne obratovalne zastoje SM peči in se tudi upoštevajo pri določevanju koledarskega fonda. Običajno se gibljejo ti zastoji med 3—4% oziroma pri mesečnem koledarskem 744-urnem fondu za eno peč med 20 do 30 ur na mesec. Vendar vpliva na čas, ki ga porabimo za popravilo dna, več faktorjev.

Važen je kvaliteten asortiment peči, ker se morajo nepomirjena jekla, ki so mehka, proizvajati pri višji temperaturi, dočim se pomirjena jekla z višjim odstotkom ogljika proizvajajo pri nižji temperaturi. Isto velja tudi za sicer pomirjena jekla, ki so zelo mehka in se zaradi posebnega načina

dezoksidacije morajo izdelovati pri višji temperaturi. Poleg proizvodnega asortimenta imajo precejšen vpliv na vzdržnost dna še način vzdrževanja, trajanje rafinacijskih period med procesom, kvaliteta grodlja in starega železa in kvaliteta sintermagnezita, ki se uporablja za izvajanje popravil.

Ker v času popravila dna peč ne obratuje, nastanejo s tem določene izgube na proizvodnji. Zato je v interesu čim večje proizvodnje peči nujno, da se posveti vzdrževanju in kvalitetni ter hitri izvedbi popravila dna vso pozornost, da bi bil čas, potreben za popravila dna, čim manjši in s tem tudi čim manjša izguba na proizvodnji.

Tehnika izdelave novega dna, kakor tudi popravil med obratovanjem, se je v zadnjem času precej izpremenila in sicer tako v pogledu trajanja, kakor tudi same izvedbe. Prej je veljalo pravilo, da se mora delati oziroma popravljati dno počasi ter nametavati sintermagnezit v slojih, ki so se dolgo časa ogrevali, da so se dobro zapekli. Danes se dela tako pri izdelavi novega dna, kakor tudi pri rednih popravilih precej hitreje in tudi kvalitetno boljše, kar je znatno pripomoglo k temu, da so se zastoji zaradi popravil dna zmanjšali, s čimer se je dvignila tudi storitev peči.