

» ŽELEZAR «

TEHNIČNA PRILOGA



LETO II.

1960

ŠT. 1

Vsebina

Ing. Pavle SEŠEK	
AVTOMATIKA SM PEČI (DK 621.52)	1
Ing. Stanko ČOP	
OKSIDACIJSKI EFEKT SM PEČI (DK 669.183.2)	6
Ing. Jože URBANČIČ	
VALJANJE DEBELE PLOČEVINE (DK 621.771)	9
Ing. Oskar KURNER	
PROBLEMI TERMIČNE OBDELAVE	
DINAMO PLOČEVINE (DK 621.785)	14
Ing. Sonja LENARDIČ	
FOTOMETRIČNO DOLOČEVANJE SI	
V GRODLJU, JEKLU, ŽELEZNIH RUDAH	
IN AGLOMERATIH (DK 543.7)	18
Ing. Miloš GREGORČIČ	
PROBLEM ČIŠČENJA ŠKAJE	
V VALJARNI 2400 NA JAVORNIKU (DK 621.224)	21
Ing. France VILMAN	
PREVENTIVNO VZDRŽEVANJE (DK 62.004)	23
Anton POGAČNIK	
KVALITETNO VZORČENJE SUROVIN (DK 66.022)	23
Ing. Avgust KARBA	
VAKUUM POSTOPEK — KORAK NAPREJ	
PRI PROIZVODNJI	
KVALITETNEGA JEKLA (DK 621.74)	27
Franc HRASTAR	
OBLOGA POVRŠIN Z OPEKO,	
ODPORNO PROTI KISLINI (DK 424.022.9)	29
Ing. Miloš GREGORČIČ	
NOVOSTI IZ TUJE LITERATURE	31
Rado TORKAR, Jože BERTONCELJ, Maks BOŽIČ	
IZBOLJŠEVALNI PREDLOGI	32

TEHNIČNA PRILOGA

Tehnična priloga »ŽELEZARJA« — Glasilo DIT Jesenice — Leto I. — Številka 2 — Odgovorni urednik ing. Mede Janko, tehniški biro, tel. št. 495 — Člani uredniškega odbora: Bernard Božidar, OTK; Ing. Čop Stanko, jeklarna; ing. Gregorčič Miloš, tehniški biro; Hrastar Franc, tehniški biro; ing. Sešek Slavica, tehniški biro; ing. Kramar Jože, energijski oddelk; ing. Sešek Pavle, energijski oddelk; Zagar Edo, strok. knjižničar; ing. Urbančič Jože, valjarna 2400 — Tisk: CP »Gorenjski tisk«, Kranj

LETO II.

MAREC 1960

ŠT. 1

Ing. PAVLE SEŠEK
DK 621.52

Avtomatika Siemens Martinove peči

2. Razmerje gorivo : zrak

Osnovna naloga te regulacije je, da dovaja pravšno količino zraka k uvaženemu gorivu, to se pravi, da proces gorenja poteka v pogojih pravega razmerja med gorivom in zrakom, pri čemer bi morale biti kemične izgube zaradi nepopolnega izgorévanja kar najmanjše, prav tako pa tudi izgube v odvodnih plinih. Pri tej regulaciji gre za največji pirometrični efekt v peči.

Kakor je na prvi pogled ta naloga zelo preprosta, imamo večkrat precej težav, ko hočemo ugotoviti in potem regulatorju nastaviti pravilni presežek zraka. Ne smemo namreč pozabiti, da je martinarska peč podvržena vsesavanju skozi vse odprtine in izločanju CO iz kopeli med talenjem. Zaradi vsesavanja bi se morala točno dognana količina zraka zmanjšati, zaradi izločanja CO pa za njegovo izgorévanje povečati. Vsekakor izračun potrebne množine dovajanega zraka, sta to že dva odločujoča faktorja, ki zabišeta eksakten

Dve metodi sta na razpolago za regulacijo procesa:

a) da dovajamo zrak v proporcionalnem razmerju z gorivom;

b) da dovajamo zrak v odvisnosti od plinskih analiz odvodnih plinov.

Slednja metoda doslej ni uspela, v glavnem zaradi nezanesljivih plinskih analizatorjev.

Prva je najbolj preprosta, vendar pa ima kopico nedostatkov, kot so: nujnost korekcije razmerja pri različnem sestavu goriva, korekcije za popolno izgorévanje CO, ki se izloča pri gorenju ogljika iz kopeli in pa korekcije zaradi vsesavanja zraka.

Težko je posamično analizirati vse navedene vplive, zato se v praksi ravna tako, da se napravi meritve martinarske peči, pri čemer se jemlje plinska analiza v vertikalnem plinskem kanalu. To mesto imajo za najugodnejše, ker je še najbolj tosnjeno, zlasti v primerjavi z zračnimi kanali.

Merilna metoda ugotavljanja O_2 in presežka zraka je kar preprosta. Potem ko smo odvzeli več polzkusnih vzorcev plina, narišemo krivuljo vsebnosti CO in O_2 , prav tako pa odvisnost presežka zraka in vsebnosti O_2 v odvodnih plinih. Iz dobljenega diagrama CO— O_2 lahko takoj ugotovimo optimalni O_2 , pri katerem izgine vseb-

nost CO (glej sliko št. 5). Tedaj je izgorévanje popolno, saj izgorijo vse gorljive komponente CO, CH_4 in H_2 . Pri temu O_2 ugotovimo optimalni presežek zraka, ki pa velja seveda le za izmerjeno peč. Običajno se iz meritev ali pa na podlagi vsebnosti O_2 in potrošnji goriva ugotavlja presežek zraka v posameznih periodah talenja.

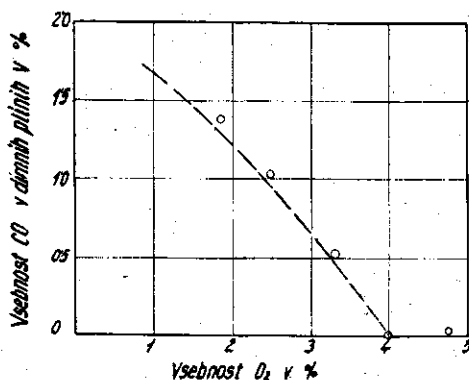


DIAGRAM 5

analize odvodnih plinov

Take meritve nam pokažejo, da naj bo presežek zraka med zalaganjem in ogrevanjem $K_1 = 1,10$: -1,15, med topiljenjem in rafinacijo pa $K_2 = 1,2$: -1,25. (Navajajo tudi meritve za $K_1 = 1,2$ in $K_2 = 1,455$.) Vsekakor so ti podatki karakteristični za peč in se jih ne sme slepo prenašati.

Iz navedenega je razvidno, da je najugodnejše za izgorévanje, da bi se med procesom — tako kot smo že omenili za tlak v peči — tudi nastavek presežka zraka na regulatorju menjala. In to se dejansko največkrat dogaja.

Pogosto ne uporabljamo samo eno gorivo za kurjenje martinarske peči. Tako nastopajo različna goriva kot:

generatorski plin, koksni plin, plavžni plin in mazut. Tedaj bi želeli, da v posameznih periodah menjamo kalorično moč mešanice, obenem pa naj bi hitrost plina skozi glavo peči ostala konstantna. Zaradi največje učinkovitosti plamena ob takšnih dejanskih pogojih obratovanja peči zahteva nastavitve količine zraka še večje pozornosti in točnosti.

Sama izvedba teh zahtev pa je kaj različna. Največkrat se ta regulacijska naloga rešuje na pnevmatičen ali električen način. Najprej merilni del vsakega regulatorja izmeri posamezno množino pretoka (generatorskega plina, koksne plina, plavžnega plina ali mazuta). Potrebni presežek zraka se za vsako izmed teh vrst nastavi; v danem trenutku dobi regulirni organ sumarni impulz, ki je sestavljen iz vseh potreb po zraku za vsa merjena goriva. Regulirni organ — to je n. pr. pnevmatski cilindar ali elektromotor po taktu sumarnega signala odpira ali zapira loputo za dovod zraka. In če so posamezne delne nastavitve pravilne, prihaja v vsakem trenutku tolikšna količina zraka v peč, da je izgorjevanje vseh vrst goriv najbolj ugodno.

Ta metoda, ki jo skoraj kot izključno najdemo v današnjih shemah SM regulacije, še najbolj ustreza današnjemu stanju razvoja instrumentov. Če bi se dalo konstruirati zanesljiv in hiter kontinuiran plinski analizator, bi le ta lahko diktiral dovod zraka. Doseganje aparature namreč še niso zrele, da bi jim lahko prepustili tako odgovorno funkcijo kot je zgorevanje v SM peči, zato bo opisani proporcionalni način dovajanja zraka v odvisnosti od pretoka še nekaj časa verjetno edini način te delne regulacije.

Nekaj praktičnih napotkov k temu poglavju:

- Optimalna vsebnost O_2 v odvodnih plinih znaša od 2 do 4 % (merjeno v vertikalnem plinskem kanalu).
- Vsebnost O_2 v kanalih znaša 8 do 9 %, odvisno od vsesavanja zraka. Tu se plinskih analiz običajno ne dela.
- Odjem poizkusnega plina se mora opraviti s keramičnim filtrom, ki je hlajen z vodo.
- Cevovodji za zrak in za pline morajo biti dovolj dimenzionirani, da ima peč kljub vmesnim ventilom in drsnikom ter zlasti merilnim zaslonkom — na kar se pri projektiranju največkrat rado pozablja — na razpolago dovoljno količino zraka in plina.

Na kraju poglavja je treba še omeniti, da novejša sheme upoštevajo že uvajanje kisika za zgorevanje namesto zraka, in sicer zato, da je pirometrični efekt še boljši, ker kisik v celoti sodeluje pri gorenju, dočim nam pri zraku nastopa dušik kot balast, ki povečuje volumske zahteve za glavo, žilindrniki komore, kanale in dimnik.

3. Temperatura oboka

a) Splošno o temperaturnem impulzu

Martinarska peč kot metalurški objekt prejema od zunaj toploto v obliki goriva in ga predaja založenemu materialu, oziroma kopeli. Proizvodnost peči je odvisna — gledano zgolj toplotno tehnično — od največje ustvarjene temperaturne razlike med temperaturo plamena, površinami delovnega razmerja in kopeljo. Jasno je, da lahko dosežemo največjo temperaturno razliko samo na račun povišanja temperature plamena in površin delovnega prostora.

Iz tega bi logično sledilo, da želimo vzdrževati čim višjo temperaturo notranjosti peči, ker bi s tem pospešili toplotni proces prehoda toplote na železo v trdni ali tekoči obliki.

Dejansko je postavljena zgornja meja maksimalne temperature s temperaturno obstojnostjo materiala, s katerim je peč od znotraj obložena. Običajno se sučejo nastavitvene temperature od 1650 do 1680°C in v redkih primerih najbolj vzdržne opeke do 1700 in 1710°C.

Po teh preudarkih bi bilo kazno, da bi regulaciji dovajanja goriva v peč zadoščala nastavitve maksimalne temperature, ki jo brez škode opeka neke določene kvalitete še prenaša in ki bi jo potem z večjim ali manjšim

dovajanjem goriva avtomatske regulacije dejansko vzdrževala. Vendar temu ni tako.

Če pogledamo posamezne periode topilnega cikla, vidimo, da popravilu dna sledi zalaganje starega železa, ogrevanje in topljenje, vlivanje tekočega grodnja in rafinacija ter prebod.

Najbolj kritična v toplotnem oziru je perioda popravljanja dna in zalaganja starega železa. Tedaj so vrata SM peči odprta, peč se hladi, poleg tega pa vlagamo v peč še hladno železo, ki ohladi notranjost peči. Pogled na temperaturni diagram pove, da je temperatura med popravitvijo dna in zalaganjem vedno nižja kot med ostalimi periodami. Avtomatska regulacija pa bi želela skozi ves cikel vzdrževati najvišje nastavitveno temperaturo.

SM peč, kot vidimo, se podreja metalurški tehnologiji, ne meneč se za zahteve avtomatske regulacije. Zato si moramo razmere v peči podrobneje ogledati.

V notranjosti peči so različne temperature in to temperature stene, oboka, plamena in kopeli. Kot temperaturni impulz za regulator avtomatike je še najboljši impulz temperature oboka peči, merjen običajno z optičnim pirometrom. Regulacija pa se sestoji v tem, da naj bi bila ta temperatura stalna. Vsak regulator, ki prenaša razliko nastavljen in dejansko izmerjene temperature v peči naprej kot signal — preko n. pr. pnevmatskega posrednika na regulirne organe — bo dajal te signale toliko časa, da bo izbrisana razlika med nastavljen in izmerjeno temperaturo. Z drugimi besedami, če nastavljen temperatura ne bo dosežena, bo regulator do kraja odpiral vsa goriva in zrak. V tem hipu pa obstoja vprašanje, če je to še smiselno, saj se lahko dogodi, da je volumski transport zraka in goriv tolikšen, da zasiti peč in zmoti pravilni potek zgorevanja. Ta slednji primer se dejansko lahko dogodi med zalaganjem. V tej periodi ne dosegamo zaželenih temperature notranjosti peči in oboka peči. Regulator lahko sicer do kraja odpira dovode za goriva, vendar efekt tega je največkrat nasproten, ker za tako ogromne količine goriva ni zraka. Dimenzionirani niso za to niti peč sama niti spodnji ustroj niti ostali preseki.

Zaradi tega nastaja vprašanje, ali naj služi temperatura oboka peči sploh za regulirni impulz.

Praksa obratovanja SM peči v zvezi z regulacijo je pokazala, da avtomatska regulacija dovajanja goriv peči po temperaturi oboka ni v vseh periodah topljenja upravičena. Zato se razni avtorji sprašujejo, ali ne bi kazalo fiksirati količine goriva za posamezne periode topljenja, pri čemer bi upoštevali tudi temperaturo oboka peči kot impulz za regulacijo takrat, ko ima to tehnično osnovo. Praksa je pokazala, da je toplotna obremenjenost peči, kot jo kaže slika št. 6 in 7, najugodnejša. Na teh diagramih se jasno vidi, da moramo toplotni režim peči voditi tako, da nam med popravitvijo dna in zalaganjem čim manj pade temperatura oboka peči. Zato ravno v tej periodi uvajamo v peč maksimalno količino goriva.

DIAGRAM 6

Temperaturni potek taline in oboka v SM peči

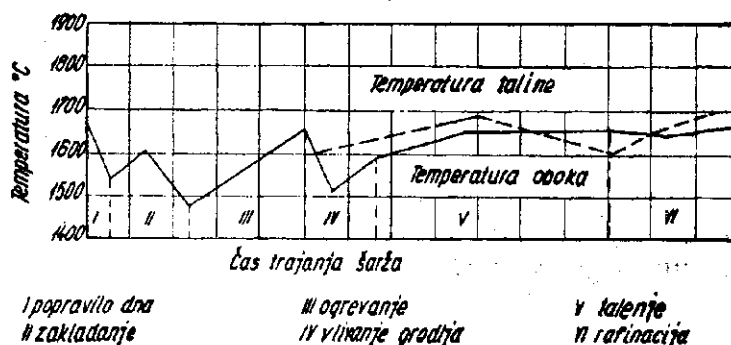
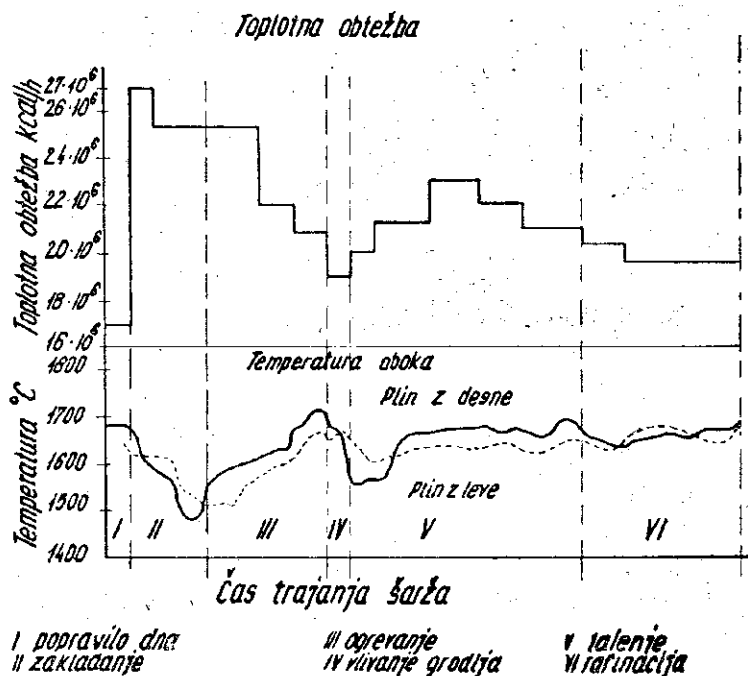


DIAGRAM 7

Diagram optimalne toplotne obtežbe in temperature SM peči



Dovajanje goriva med popraviom dna, med zalaganjem in med ogrevanjem se vrši z ročnim nastavljanjem, na koncu ogrevanja pa se običajno priključi že na avtomatsko regulacijo, ker je že dosežena zadosti visoka temperatura oboka peči in lahko regulacija takorekoč diha.

Zanimiva je zveza med proizvodnostjo peči in temperaturo oboka, ki jo podaja D. Z. Savostin in ki nazorno kaže, da ne smemo dopuščati velikega padca temperature v začetku cikla.

boda, in sicer na mesto med 3. in 4. vratci (če ima peč 5 vratci) ali pri drugih vraticah (pri peči s 3 vratic). Pri manjših pečeh ni nič napačnega, če se vzame geometrična sredina peči za vizirno polje.

Sicer pa je smiselno, da se pri vsaki peči posebej ugotavlja cona največje iztrošenosti opeke in se nato pri naslednjem remontu, zlasti če se razmere izjedanja na istih pasovih ponavljajo, prestavi optični pirometer

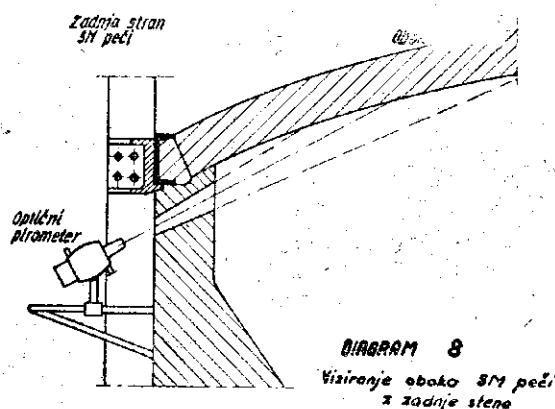
prav tja. Včasih je vizirna odprtina že tako oblikovana, da je možno že s samim zasukom pirometra navizirati ustrezno polje, ne da bi bil zorni stožec moten. Viziranje z zadnje strani kaže slika št. 8.

Razen tega načina merjenja z optičnim pirometrom poznamo še merjenje temperature s termoelementom, ki se ga mora vložiti v karborundni zaščitni tulec. Načina s termoelementom pa v praksi skoraj nikjer ne najdemo. Temperature so za ta način merjenja previsoke, čeprav ima prednost, da na meritev ne more vplivati temperatura plamena kot pri optičnih pirometrih.

c) Razporeditev temperaturnega impulza

Temperaturni impulz z merilnega mesta oboka peči se prenese na regulator, kjer se z nastavitveno vrednostjo primerja. Razlika le-teh se kot izhodni signal prenaša preko vmesnih členov na regulirni organ (loputa, ventil).

Ce se peč napaja z ene vrste gorivom je stvar preprosta. Če pa so goriva različna, kot mazut, koksni plin, prirodni plin, generatorski plin, mora regulacija biti zmožna pravilnega doziranja vsakega izmed goriv poleg tega še pripadajočega zraka. Z regulacijsko tehničnega stališča se to da rešiti in se tudi rešuje z različni



delivci impulza na pnevmatski ali električni način. S toplotno tehničnega stališča pa se je treba vprašati, ali obstoja kak kriterij za določitev iznosa posameznih komponent v nekem danem trenutku obratovanja peči.

Proizvodnost peči t/h	Temperatura oboka °C					
	v začetku popr. dna	v začetku zalaganja	po zala- ganju	na koncu ogrevanja	po top- ljenju	na koncu rafinacije
21,3	1.525	1.510	1.580	1.670	1.610	1.570
20,0	1.496	1.510	1.495	1.575	1.600	1.550
19,0	1.545	1.517	1.460	1.557	1.532	1.557
17,0	1.540	1.470	1.462	1.500	1.570	1.575
15,0	1.595	1.487	1.465	1.537	1.600	1.600
14,3	1.450	1.350	1.550	1.500	1.550	1.550

b) Odjem temperaturnega impulza

Rekli smo, da naj nam predstavlja nastavitvena temperatura regulatorja maksimalno temperaturo, ki jo neka kvaliteta opeke brez škode prenese. Zato lahko, ko se vprašujemo po točki oboka peči, takoj določimo, da mora biti optični pirometer viziran na tisti del stropa, ki je toplotno najbolj obremenjen. Avtorji se nagibajo k mnenju, da je najbolj razjeden odsek oboka ravno na zadnji steni in zato vedno — priporočajo usmerjanje pirometrov na zadnjo polovico — na stran pre-

Literatura ne daje na to vprašanje dokončnega odgovora, čeprav ga povezuje z zahtevami po razpredenem plamenu in z zahtevo po čim hitrejši eliminaciji temperaturne razlike. Jasno je, da kalorično močnejša goriva lahko hitreje reagirajo na izravnavo temperaturnih razlik in da bi bilo le te uporabiti tedaj, ko zahteva peč večje količine toplote. Kurjenje s kombiniranimi gorivi

čaka še razjasnitve. V praksi ravnamo največkrat tako, da izberemo neko osnovno gorivo konstantno, dočim se druga regulira. Še bolj pogosto pa se dogaja, da se potrošnja posameznih goriv menja po obstoječih zalogah, kar niso vedno koordinirane.

Nekaj praktičnih podatkov in napotkov:

Običajne temperaturne nastavitve za obok peči 1650 do 1680 °C. Pri meritvah z optičnim pirometrom bodi vizirna odprtina dovolj velika, da ne omejuje zornega stožca.

Nujno je čiščenje leče pirometra enkrat na dnino. Pirometer mora biti vodno hlajen in zaradi čiščenja spihavan s komprimiranim zrakom.

4. Avtomatika reverziranja

Kot je znano, se zrak in plin — preden ga uvedemo v peč — ogreva v zračni in plinski komori. To se

vrši na regenerativni način, to je, da se po ena zračna in ena plinska komora ogreva, dočim se na drugi strani obe hladita. Po ogrevanih komorah se odvajajo izgoreli plini proti dimniku, po ohlajenih pa se uvaja zrak oz. plin v peč. V danem trenutku se smer dotoka energije menja, s tem pa tudi ogrevanje z ohlajevanjem. Ta preklon, ki se vrši s pomočjo drsnikov in ventilov, imenujemo reverziranje.

Ko hočemo tudi reverziranje avtomatizirati, nastanejo naslednji problemi: a) Kakšno naj bo zaporedje odpiranja in zapiranja drsnikov in ventilov? b) V kakšnih časovnih presledkih naj se reverziranje vrši?

Odgovor na točko a) je opisan v strokovni literaturi in se tu ne obravnava. Avtomatizacija mora splošno znane diagrame samo upoštevati za nastavitve končnih stikal pri drsnikih.

Odgovor na vprašanje, kdaj naj se reverziranje vrši, nam dajejo nekatere empirične formule, ki upoštevajo minimum toplotnih izgub. Teorija pravi, da je za prehod toplote iz regeneratorja na mediju (zrak, plin) tem boljši, čim večkrat se reverzira.

V praksi so se obnesli naslednji časi reverziranja: med zalaganjem 10 minut, v začetku topljenja 8 minut, med rafinacijo 6 minut (SSSR). Navedeni časi so za nekaj minut krajši kot časi reverziranja v zapadnih deželah (Anglija, Nemčija).

To bi bil primer, ko bi časovne presledke urejali ročno ali pa nastavljali časovni rele. Sicer pa obstoja za sprožitev reverziranja cela kopica raznih impulzov, ki urejujejo več ali manj ugodno zaporedje reverziranja.

Avtomatika reverziranja lahko sloni na naslednjih impulzih:

- b) reverziranje po temperaturi spodnjega dela komore
- a) reverziranje po časovnem releju
- c) reverziranje po temperaturi zgornjega dela komore
- č) reverziranje po diferenci temperatur zgornjega dela zračne komore
- d) reverziranje po diferenci temperatur spodnjega dela zračnih komor.

Ce se hočemo odločiti za enega izmed impulzov, si moramo približe ogledati smisel in režim regeneratorja pri SM peči.

Regenerator je izpolnjen z opeko, vzdržno proti ognju, običajno iz šamota, dočim je obok iz silika opeke, stene delno silika (zgoraj), delno šamotne (spodaj).

Gredeli iz šamota imajo namen, da se nanje prenaša toplota med ogrevanjem z dimnih plinov in da se med ohlajanjem ista toplota nato oddaja plinu oziroma zraku. S toplotno tehničnimi vidiki zahtevamo, naj bi bila ta dva prestopa toplote izvršena pod pogoji največjega toplotnega izkoristka.

Obstojnost komore je v vzročni zvezi z maksimalno temperaturo zgornjega dela regeneratorja, ki je izpostavljen v fazi ogrevanja najbolj vročim plastem dimnih plinov iz peči. Če primerjamo ogroženost zračne in plinske komore, je zračna komora praviloma temperaturno bolj obremenjena kot plinska.

Ce sedaj skrbimo toplotno tehnične zahteve na odjem impulza za avtomatsko reverziranje, lahko definiramo: da naj bo impulz takšne narave, da bo izmenjava toplote potekala skozi vse periode topljenega cikla pod pogoji največjega toplotnega izkoristka regeneratorja in ob pogoju podaljševanja življenjske dobe gredel.

a) Reverziranje po časovnem releju

Časovni rele se ne briga za toplotni režim regeneratorev, za to bi se morale nastavitve releja v posameznih periodah posebej menjati, da bi s spremembo časovnih presledkov reverziranja ustvarili optimalne pogoje režima regeneratorev. Če bi ostala namreč nastavitev konstantna skozi ves cikel topljenja, bi n. pr. med zalaganjem dosegali prenizko temperaturo, med

rafinacijo pa bi temperatura lahko poskočila nad dopustno mero. Običajne nastavitve časovnega releja med zalaganjem so 15 minut in se manjšajo do 4-6 minut med rafinacijo.

b) Reverziranje po temperaturi spodnjega dela zračne komore

Ta način je v tehničnem pogledu zanesljiv in preprost. Na spodnji del komore ali pa že v sam kanal namestijo termoelement, ki zanesljivo deluje, ker so temperature razmeroma nizke.

Možnost imamo, da za impulz odvezemamo minimalno temperaturo hladeče se komore, ali pa maksimalno temperaturo ogrevane komore. Praksa je pokazala, da je slednji impulz bolj smiseln in da se le v tem primeru lahko najde več ali manj zanesljiva odvisnost med temperaturo spodnjega dela komore in vrha komore. Ne smemo namreč pozabiti, da nam gre še vedno za temperaturo vrha komore, ki ne sme doseči nevarne meje.

Reverziranje se nastavlja v tem primeru pri 700°C za normalno ogrevane komore. 750°C za komore, ki se ne pregrevajo hitro: 650°C za komore, ki se hitro pregrevajo. Pri tem se dosega temperatura na vrhu komore med zalaganjem 1150 do 1250°C, med topljenjem in rafinacijo 1300 do 1350°C.

Ta način ima več prednosti, kot so: odvisnost od enega samega parametra, preprost odjem impulza in zanesljivost delovanja zaradi nizke temperature, ne more pa ta način prepračiti morebitnega pregrevanja zgornjega dela zračne komore.

c) Reverziranje po temperaturi zgornjega dela zračne komore

Pri tem načinu se z optičnim pirometrom meri temperatura zgornje plasti gredel regeneratorja, na levi in na desni strani. Pri tem se mora ardometar hladiti z vodo ali zrakom in čistiti z zrakom, razen tega pa je treba čistiti lečo pirometra s krpo.

Kot impulz za reverziranje nam služi temperatura gredel 1250°C med zalaganjem in 1300°C med topljenjem.

Praksa je pokazala, da med zalaganjem ne moremo doseči temperature 1250°C, zato so časovni presledki med reverziranji zelo dolgi. Med topljenjem pa se dogaja, da so reverziranja zelo pogosta 2-3 minute in da imamo tedaj precejšnje izgube zaradi odvajanja plina v dimovod. Sistem ima ta nedostatek, da lahko zmoti delovanje peči, ker je možno, da pri obratovanju s premajhnim presežkom zraka plin šele v komorah dogoreva. Tu se pojavlja plamen na vizirnem polju optičnega pirometra, ki da preko regulatorja komando za reverziranje, čeprav se ohlajevana komora ni ohladila do običajne dopustne mere.

Razen teh pogojev imamo še težave s samim optičnim pirometrom. Razvijajoča napetost je manjša od termoelementne, zato je tudi slabši impulz v merilnem krogu. Merjena temperatura je lahko pod vplivom plamena izmalicična, leče pa se rade mažejo in zaprašijo.

Boljša varianta tega sistema je kombinacija temperature zgornjega dela komore s časovnim relejem. Časovni rele ima nalogo, da ne dopušča preveč pogostih reverziranja, ker je tokokrog optičnega pirometra razklenjen v časovnem releju in se lahko reverziranje izvrši šele po nastavitvenem času, kljub temu, da je temperatura komore že dosežena. Če pa komora ne dosega temperature, se vrši reverziranje po nastavitvenem času releja.

Praksa je pokazala, da je večina impulzov od časovnega releja, s tem pa tudi ta sistem izgublja na svoji idealnosti.

Sistem je zasnovan na naslednjih impulzih:

- a) temperatura vrha ogrevajoče komore 1300°C
- b) nastavitev časovnega releja 10 minut za vse periode topljenja.

Kljub temu, da sistem ni idealen, predvideva večina shem prav ta način odjema impulza za reverziranje.

č) Reverziranje po diferenci temperatur zgornjega dela zračne komore

Ta primer je od vseh dosedaj navedenih najboljši. Na ta način se vzdržuje razmeroma enaka temperatura na zgornjih plasteh leve in desne komore, pri njunem nesimetričnem obratovanju. Znano je namreč, da se zaradi različnih vzrokov (različni tlaki, različni preseki, različno vsesavanje pri ventilih ali drsnikih) lahko hod peči drugače obnaša pri kurjenju z desne kot pri kurjenju z leve strani. To se n. pr. pokaže v tem, da nam ene komore pregreva n. pr. zrak in plin na višjo temperaturo, kot komore na drugi strani. Ta nesimetrija se z navedenim načinom jemanja impulza ublaži.

Svojo upravičenost ima ta impulz v dejstvu, da se obstojnost gredel ravna ne samo po visoki temperaturi, temveč tudi po temperaturnem intervalu. Ni namreč priporočljivo, da bi se opeka segrevala na visoko temperaturo in čez nekaj minut ohladila za nekaj 100°C .

Izvedbe teh instrumentov so take, da je možno diferenčni temperaturni interval pomikati z nastavljanjem v tisto temperaturno smer, da se hod peči uravnava. Vedeti moramo namreč da bi bil impulz dan, ko bi bile dosežene temperature n. pr. 1300°C in 1400°C ali pa 1250°C in 1050°C drugih dveh komor, če si temperaturno diferenco izberemo 200°C .

DIAGRAM 9

Časovni potek temperatur obeh regeneraterjev

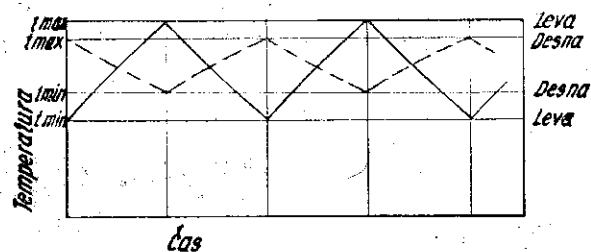
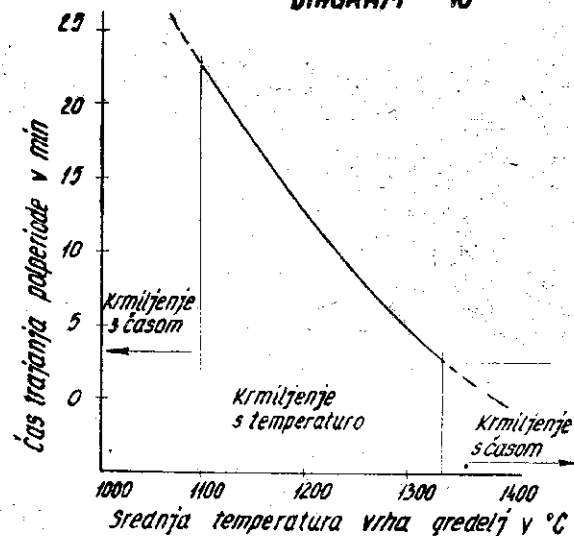


DIAGRAM 10



Razen opisanega predvidevamo tudi pri tem sistemu časovni rele, ki omejuje najmanjši čas reverziranja na čas, ki je toplotno tehnično še dopusten. Izgube toplote zaradi izgube ogretyh volumnov zraka in plina in zaradi kalorične vrednosti plina, namreč s prepogostim reverziranjem zelo naraščajo. Prav tako daje časovni rele impulze po preteku maksimalnega časa (glej slike št. 9 in 10).

d) Reverziranje po diferenci temperatur spodnjega dela zračnih komor

Sistemi odjema temperaturnih impulzov v spodnjem delu komore imajo to prednost, da so merjene temperature v območju srednjih temperatur, kjer se lahko merijo termoelementi. Jasno je, da je dejanski poudarek še vedno na temperaturi zgornjega dela komore, zato je pri tem sistemu nujno peč dodobra izmeriti in najti odnose med temperaturo zgornjega dela komore in temperaturo spodnjega dela. Iz tako opravljenih meritev in prakse rezultirajo napotki, da naj bo nastavitvena diferenčna temperatura spodnjega dela komore 150°C do 250°C in se mora menjati skozi ves cikel topljenja. Dejstvo je namreč, da diferenca temperatur med zalaganjem hitreje narašča in bi bila reverziranja prepogosta, dočim je diferenca temperatur med rafinacijo počasnejša in bi bila reverziranja bolj redka, kar bi seveda privedlo do pregretja komor.

Primer za nastavitve diferenčne temperature: med popraviom tal 150°C , med zalaganjem 250°C , pri vli-vanju grodlja 250°C , prva polovica topljenja 250°C , druga polovica topljenja 200°C in med rafinacijo 150°C .

Jasno je, da optimalne nastavitve za vsako poč posebej določajo in da so zgornji podatki lahko samo za orin-tacijo.

Analiza tega sistema ugotavlja, da se na način delno lahko uravnava nesimetrično ogrevanje leve in desne strani.

Na splošno se smatra, da ima ta sistem naslednje nepravilnosti:

- a) nastavitvene diferenčne temperature se mora skozi ves cikel menjati
- b) možnost podhlajenja ali pregrevanja gredel
- c) nepopolno odstranjevanje temperaturne nesimetrije.

Vendar pa je kljub temu avtomatično reverziranje na opisani način še precej boljše od ročnega.

Ta sistem je posebno priljubljen, kljub nedostatkom, zaradi zanesljivosti termoelementov, ki ne potrebujejo tolike pažnje kot sistemi z viziranjem zgornje površine gredel z optičnimi pirometri. Razen tega pa omogoča merjeno območje (600°C do 700°C) uporabo takih termo-elementov, ki razvijajo večjo napetost kot termoelementi žlahtnih kovin.

ZAKLJUČEK

V podanem članku je bilo v strnjeni obliki podano današnje stanje avtomatike SM peči v svetu. Principi posameznih delnih avtomatik so bili razloženi brez pre-tenzij, da bi bila snov poglavij izčrpana. Na splošno se opaža, da je avtomatika uspešno izpodrinila ročno upravljanje, da pa je zaradi nezanesljivih izdelkov plin-skih kontinuiranih analizatorjev in problematičnih me-ritev visokih temperatur še daleč od programske regu-lacije.

LITERATURA

M. K. Mihin in V. K. Gorin, 1953:

- »Avtomatičskoje regulirovanije martenovskih peče«
- »Neue Hütte« — 2/3 — 1957
- »Neue Hütte« — 4 — 1957
- »Neue Hütte« — 5 1957
- »Neue Hütte« — 1 1958

N. J. Toperverk in M. J. Šerman:

»Toplotehničeskie Izmeritel'nye i regulirujuščije pri-bori«, 1956

»Stahl und Eisen«, zvezek 8, 1958.

Oksidacijski efekt Siemens Martinove peči

Vsaka SM peč in vsak gorilec ima svojo značilnost. Nepravilno konstruiran gorilec potrebuje za popolno zgorevanje goriva velik prebitok zraka. V glavnem je prevelik prebitok zraka, ki ga moramo dovajati pri zgorevanju, znak za slabo konstrukcijo peči.

V SM peči ima zgoreli plin poleg svoje glavne naloge, da ogreva in tali vložek, še važno nalogo prenašanja kisika v kopel in s tem vzdrževanja oksidacijske atmosfere v peči.

Povprečno prenese SM peč po podatkih W. Schmitta (1) 360 do 380 kcal/m².h dovedene toplote. Podatek se nanaša na dobro delujoče peči, ki imajo od 17 do 62 m² površine kopeli. Drugi podatki (2) navajajo 300 do 350 kcal/m².h. Če peč te količine ne prenese, je lahko vzrok v: prenizkem pritisku plina, premajhnem kaminskem vleku, preostro delujočem gorilcu ali v preslabo delujočem gorilcu. Če gorilec deluje preostro, se preveč greje vstopni del peči, pri preslabo delujočem gorilcu pa izstopni del peči. To vse ovira zgorevanje in ne more se vzpostaviti pravičen toplotni režim.

Pravilna karakteristika plamena je bistvene važnosti za dobro in hitro talenje vložka in še bolj za

samo rafiniranje sarže. Glede prebitka zraka se podatki močno razlikujejo med seboj. Angleški viri (3) navajajo 2 do 3 % O₂ v odvodnem plinu, drugi zopet 4,5 % in kanadski (4) 1,5 % O₂. Naš način dela daje naslednjo analizo odvodnih plinov. Odvzem plinov je bil na izstopni strani peči.

CO ₂	CO	O ₂
14,5 do 17 %	Ø	1 do 3,5 %

Pri tem načinu da vsaka peč svojo količino kisika, ker se prenaša iz odvodnih plinov na vložek ali pa na že raztaljeno kopel. Do teh podatkov pridemo po bilanci kisika.

Staro železo

Staro železo, ki ga zalagamo v peč, je na površini različno oksidirano. Vsebnost kisika je ena izmed najbolj vplivnih sestavin in je odvisna od debeline kosa starega železa, torej od njegove površine na enoto teže in pa od stopnje oksidiranosti. Največji odstotek O₂ imajo zarjaveli stružci. Pri oksidiranosti lahko ocenimo njegovo stopnjo z malo, srednje in zelo oksidirano. Iz več vzorcev navedene povprečne analize so v tabeli 1.

Tabela 1: % O₂ v starem železu

Vzorec st. železa	Stopnja oksidiranosti	% oksidov	% Fe ₂ O ₃	% FeO	% O ₂
1 pločevina, debelina 0,3 mm	srednje	1	83,65	16,00	0,2872
2 pločevina, debelina 1 mm	malo	0,75	81,68	18,00	0,214
3 pločevina, debelina 3 mm	srednje	14,89	88,25	7,15	4,2
4 ladijska pločevina, debelina 20 mm	zelo	2,041	71,56	21,45	0,536
5 drobno železo, debelina 1,5 mm	zelo	1,96	78,00	21,00	0,551
6 drobno železo, debelina 6 mm	malo	0,29	74,50	25,00	0,081
7 železniški pragi	malo	0,28	77,00	22,00	0,0785
8 zaviti stružci, svetli	malo	0,83			0,186
9 zaviti stružci	srednje	5,56	5,63	92,37	1,245
10 drobni stružci	zelo	15,3	64,67	32,33	4,07

Dejansko pri oksidaciji železo pridobi na svoji teži, vendar vsled skladiščenja in premetavanja rja odpade. To vprašanje je važno tudi s stališča materialne bilance, ker gre del starega železa v izgubo. Oksidi, ki so na železu, so običajno magnetni (magnetit), oziroma je Fe₂O₃ na površini in magnetit v spodnjih plasteh.

Če zanemarimo male količine topnega kisika v starem železu in, če ne zalagamo apnenca, sta nosilca kisika samo še ruda in zgoreli plin. Ako opazujemo zalaganje vložka in taljenje, pridemo do naslednjih zaključkov: Čas zalaganja je poleg zmogljivosti vlagalnega stroja in velikosti korit odvisen od števila teh korit — to je od vrste starega železa. Ta

je v neposredni zvezi z oksidiranjem vložka. Lahko staro železo se zaradi svoje večje površine oksidira bolj kot težko, ker je več površine izpostavljeno oksidacijskim vplivom. Ker se lahko staro železo dalj časa zalaga, je torej tudi več časa za oksidiranje. Vlagalni čas preko svoje meje že ni več samo vlagalni, ampak se staro železo že tali in ne samo ogreva. V takem primeru del vlagalnega časa smatramo kot talilni čas. Talilni čas razdelimo v 2 dobi:

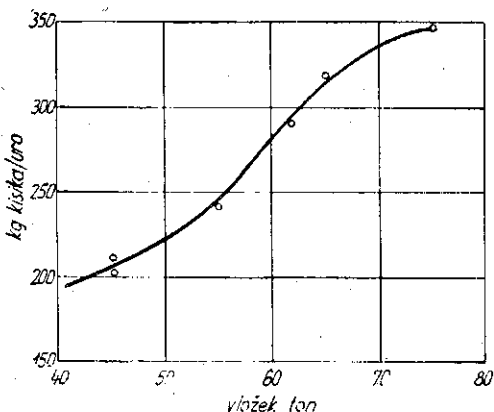
1. talilni čas
2. talilni čas

V 1. talilnem času je vložek še pretežno v kupih in ni pokrit z žlindro. V tem času je primerno delati z »mehkim« plamenom, ki naj bo v skladu s hitrostjo taljenja. Prenos kisika je direkten, kovina je močno izpostavljena plamenu. Ko se nabira tekoče jeklo in je že stvorjena prva penasta žlindra, že lahko govorimo o FeO v žlindri in o taljenju pod žlindro. Prenos kisika je tu že indirekten. Ta (FeO) je odvisen od hitrosti taljenja. Tu je primerno delati z »ostrim« plamenom. 2. talilni čas je odvisen od kvalitete starega železa, tipa peči in od stanja peči.

Povprečni in izrazito vlagalni in 1. talilni čas je pri dobrem stanju peči odvisen od kapacitete peči (tabela 2).

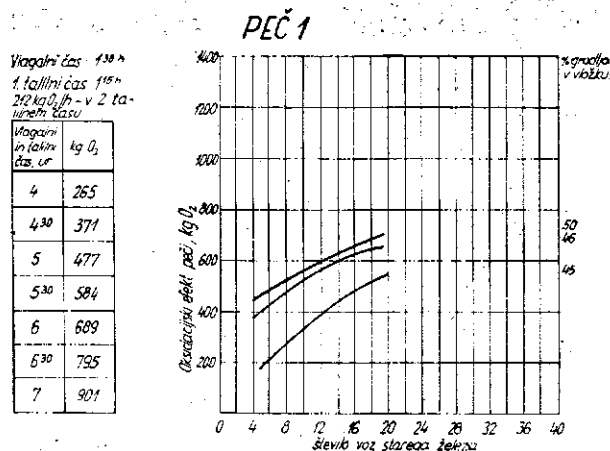
Tabela 2: Vlagalni in 1. talilni čas

Peč	Vložek ton	Vlagalni čas ur	1. talilni čas ur
1	45	1.30	1.15
5	45	1.30	1.15
4	55	1.45	1.30
2	62	2	1.30
3	65	2	1.30
6	75	2	1.30



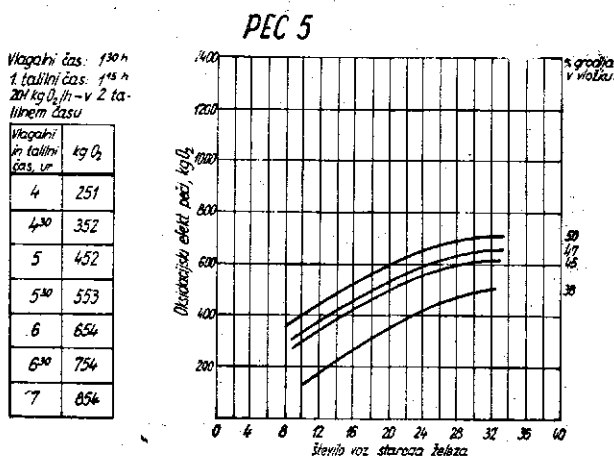
Slika 1: Oksidacijski efekt peči v začetku rafinacije

Čas, ki še preteče do začetka rafinacije se vzame kot 2. talilni čas. V tem času žilavi peč s svojo karakteristično močjo, odvisno od tipa gorilca, stanja peči in seveda od prebitka zraka. Privzamemo, da daje peč v tem času isto količino kisika kot v prvi dobi rafinacije, ko odgoreva ogljik od 1,00—0,40% brez dodatka drugih oksidatov. Pri nižjem odstotku C je žilaviha hitrost nižja in je v skladu z optimalnim delom.



Slika 2: Oksidacijski efekt peči med taljenjem vložka za SM peč št. 1

Iz teh razmotirvanj sestavimo bilanco kisika iz posameznih period (1. talilni čas, 2. talilni čas). Iz diagramov (slike 2 — 7) odberemo kisik v odvisnosti od kvalitete starega železa (število voz, vsak voz ima 3 korita, vsako z 0,5 m³ prostornine), iz tabel na levi strani pa kisik v 2. talilnem času. Zaradi enostavnosti odčitavanja je navedena »sota« vlagalni in talilni čas.

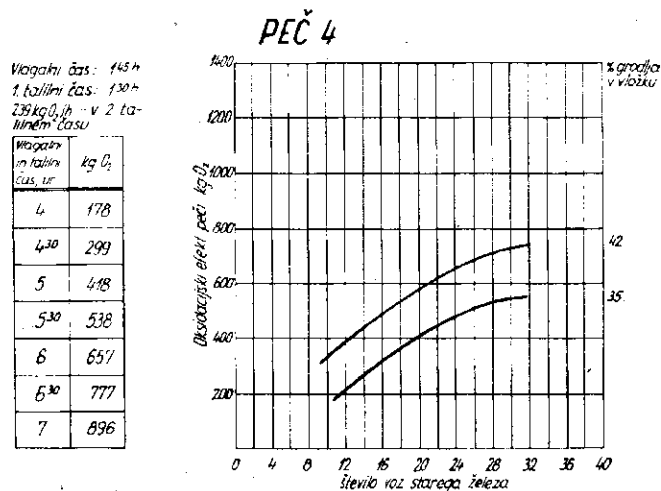


Slika 5: Oksidacijski efekt peči med taljenjem vložka za SM peč št. 5

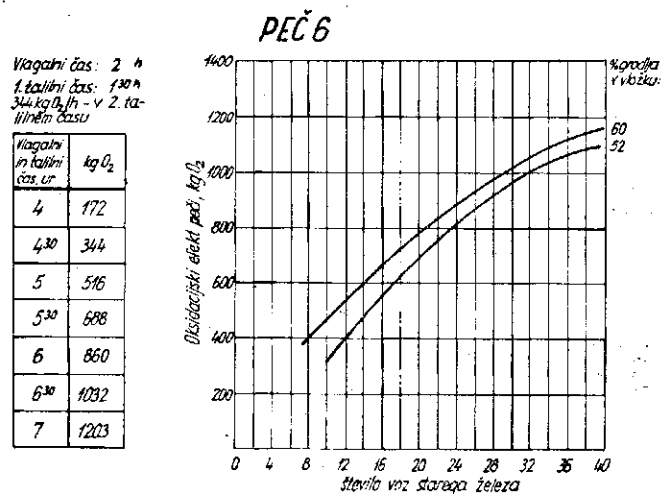
Iz vseh teh podatkov si moremo na enostaven način iz poznane vložka izračunati % C v 1. predprobi.

Razmere med samo rafinacijo so veliko bolj odvisne od načina dela kot od same peči (bazičnost

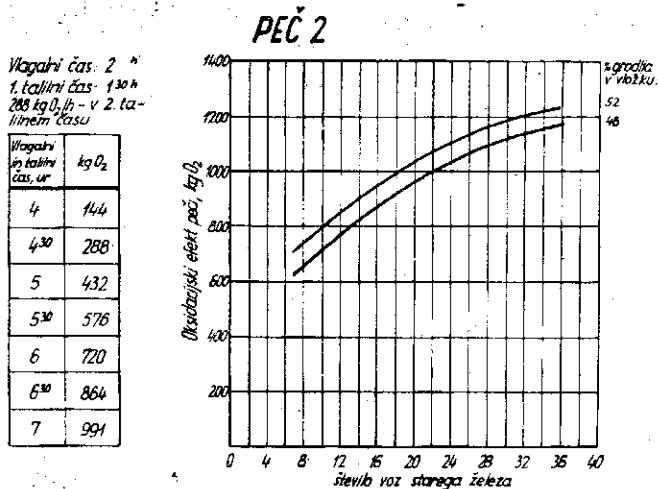
žilindre, dodatki v peč, hitrost žilavenja). V večini primerov je ob koncu rafinacije približno 0,20 % (FeO) pri 0,10 do 0,20 % C v jeklu.



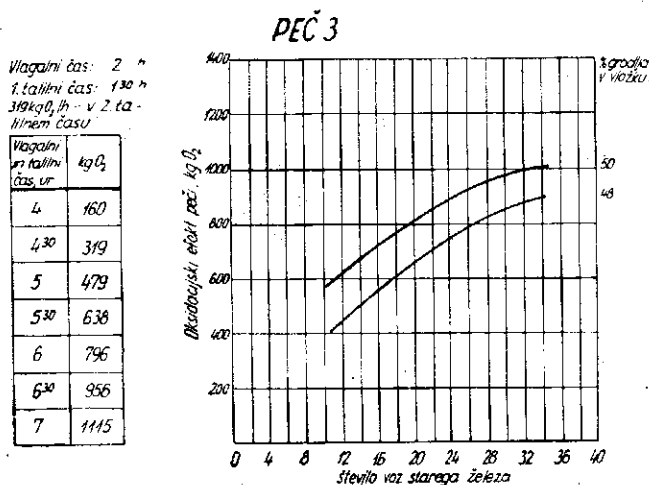
Slika 3: Oksidacijski efekt peči med taljenjem vložka za SM peč št. 4



Slika 7: Oksidacijski efekt peči med taljenjem vložka za SM peč št. 6



Slika 3: Oksidacijski efekt peči med taljenjem vložka za SM peč št. 2



Slika 6: Oksidacijski efekt peči med taljenjem vložka za SM peč št. 3

Zaključki

Vlagalni čas ima svojo omejeno vrednost in je to čas, ko se vložek zalaga in ogreva.

Talilni čas razdelimo na 1. talilni čas, ko je vložek v peči še v kupih in na 2. talilni čas, ko so v peči sicer že zataljeni kupi, vendar je večina površine že pod žilindro. Podatki za enakovreden vložek v primerjavi po pečeh (tabela 3) so naslednji:

Tabela 3: Oksidacijski efekt peči na uro talilnega časa in na t. vložka

Peč	kg O ₂ v 1. talilnem času		kg O ₂ v 2. talilnem času na uro in tona vložka	Odgorevanje % C/h
	skupno	na uro in tona vložka		
1	650	11,56	4,71	0,354
5	520	9,24	4,47	0,335
4	700	8,48	4,35	0,326
2	1030	11,08	4,65	0,349
3	880	9,03	4,91	0,368
6	830	7,38	4,59	0,344

Iz tabele je razvidno, da se pri pečeh z večjo kapaciteto manjša oksidacijski efekt v 1. talilnem času, dočim za 2. talilni čas ni jasnega odnosa. To v glavnem soglaša s podatki iz literature, ki navaja 20 kg O₂/t vložka, ki pride iz plamena.

Literatura

1. W. Schmitt, Stahl und Eisen, št. 24, 1955
2. Stahleisen Kalender, 1959
3. B. I. S. R. A., The Instrumentation of Open-Hearth Furnaces, 1951
4. Canadian Steel — Open — Hearth Practise at Algoma, Iron and Steel, febr. 1949.

Valjanje debele pločevine

Debela pločevina zavzema v proizvodnji valjanih proizvodov vedno večji delež. Izreden vzpon je dosegla proizvodnja debele pločevine v pretekli svetovni vojni. Za primer naj služijo ZDA, katere so največji proizvajalec jekla in valjanih proizvodov. V letu 1932 so izvaljali 1 milijon ton debele pločevine. Nato je proizvodnja do leta 1941 naglo naraščala — to leto so proizvedli 5,5 milijonov ton. Maksimum je bil dosežen v letih vojne 1943, 1944 — 12 milijonov ton. Po vojni se je proizvodnja polagoma nižala do leta 1946 (4 milijone ton) ter se istega leta pričela dvigati in leta 1951 dosegla 9 milijonov ton. Ta številka se v naslednjih letih polagoma večja, toda do danes ni presegla 10 milijonov ton. Če v letu 1958 ne bi bilo recesije in povojnih metalurških stavk, bi se mogoče približali medvojni proizvodnji. Tudi drugi največji proizvajalec jekla — SSSR — je verjetno povečala proizvodnjo debele pločevine v istih proporcih, toda zanje nimamo podatkov. Vemo samo to, da valjarna Vorošilovsk, katera valja izključno debelo pločevino, proizvaja letno približno 1.700.000 ton debele pločevine. Verjetno je še več sličnih valjarn, toda podatkov ni.

Ogromen skok so desegle ZDA med drugo svetovno vojno predvsem zato, ker so uporabili za valjanje debele pločevine v veliki meri 28 prog, katere so valjale široke trakove. Za ilustracijo naj služi diagram številka 1, ki prikazuje procentualni in težinski odnos med težo debele pločevine, izvaljane na normalnih eno ali dvogrednih progah in tisto izvaljano na pol ali popolnoma kontinuirnih in širokotračnih progah.

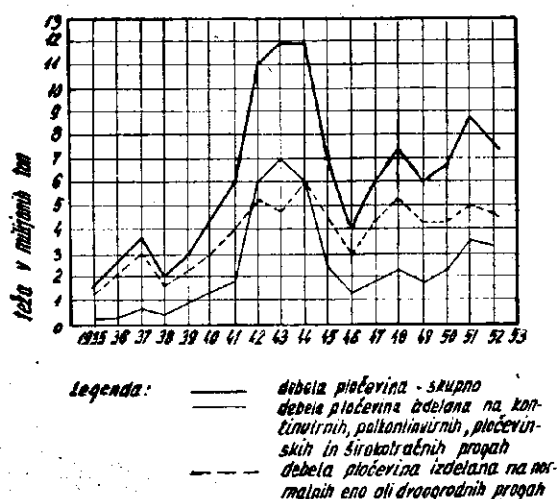


Diagram številka 1: Delež konti valjarn na celokupni proizvodnji debele pločevine (vključno univerzalna pločevina) v ZDA od leta 1935 do 1952.

Ena takih valjarn, ki se je preorientirala s širokih trakov na debelo pločevino, je v Clevelandu. Med vojno je proizvajala 4.000 ton debele pločevine dnevno in to skoraj izključno brodske. Za naše razmere je ta številka ogromna — saj predstavlja približno 65 % naše mesečne proizvodnje. Danes na isti progi valjajo le približno 5 % debele pločevine ali približno 8.000 ton mesečno. Oglejmo si še poročilo Annual Statistical Report of the Iron and Steel Institute, katero navaja asortiman debele pločevine (glej tabelo št. 11).

Tu ni upoštevana pločevina, katera je bila uporabljena za izdelavo cevi.

Povojna doba je po krajši stagnaciji, v glavnem zaradi izpada vojaških naročil, prinesla s političnimi in vojnimi zapletmi ter splošnim povečanjem trgovinske izmenjave in

TABELA 1:

Annual Statistical Report of the Iron and Steel Institute

Namen uporabe	1943		1944		1950	
	1.000 t	%	1.000 t	%	1.000 t	%
Predelava	201,6	1,7	302	2,7	293,8	5,5
Trgovina	512,5	4,3	706	6,3	803,9	15,6
Gradbeništvo	888,0	7,5	716,2	6,5	1.380,1	26,7
Avtomobilska industrija	176,5	1,5	175,9	1,7	388,6	7,5
Železnica	660,6	5,6	762,2	6,8	680,3	13,2
Ladjedelništvo	6.806,7	57,5	6.329,1	57,5	190,9	3,7
Industrija nafte	179,0	1,5	219,3	2,0	105,5	2,0
Rudarstvo in kmetijstvo	58,2	0,2	81,6	0,8	185,5	3,6
Strojna in elektro industrija	394,6	3,3	412,1	3,6	926,8	17,9
Vojska	936,5	7,9	622,0	5,6	22,1	0,4
Izvoz	662,0	5,5	319,4	2,8	109,3	2,2
Ostali porabniki	370,3	3,1	414,2	3,7	75,3	1,7
Skupaj	11.846,5		11.060,8		5.162,0	

industrializacije, kar velja posebno za države s socialistično ureditvijo, ponoven dvig proizvodnje.

Podatki v Stahl in Eisen Kalender so v tabeli 2.

Zgornja številka v vsaki vrsti pomeni celokupno proizvodnjo valjanih proizvodov, spodnja številka pomeni količino debele pločevine. Procent poleg spodnje številke pove % debele pločevine z ozirom na celokupno proizvodnjo valjanih proizvodov.

Ker za vzhodne države ni točnih podatkov o skupni proizvodnji, še manj pa o asortimanu, ne moremo dobiti točne slike o deležu debele pločevine v skupni proizvodnji valjanih proizvodov. Tudi podatki za navedene države niso popolnoma primerni za analizo, ker so podani različno za posamezne države (številke za Belgijo in Anglijo predstavljajo proizvodnjo debele in srednje pločevine, ona za ZDA pa debelo pločevino in široko ploščato železo). Kljub temu je razvidno, da delež debele pločevine v skupni proizvodnji polagoma narašča. Največji porast opazimo pri Nemčiji, kjer pa manjka še proizvodnja Vzhodne Nemčije. V Jugoslaviji predstavlja danes debela pločevina približno 10 % vseh valjanih proizvodov. V naslednjih letih se bo ta procent, v okviru povečanja proizvodnje jekla na 3 milijone ton, dvignil na približno 15 %. K povečanju bo največ pripomogla nova železarna v Skopju.

Da je svet lahko dosegel današnjo proizvodnjo, ki se je v primeru s predvojno voč kot podvojila, v Ameriki pa celo več kot 5 krat povečala, je bilo treba zgraditi nove proge z novim konceptom in pogledi na proces valjanja debele pločevine.

Kontinuirnim valjarnam trakov in žice so se pridružile leta 1931 tudi pločevinske valjarne. Prva taka valjarna — South Work — je pričela obratovati v Chicagu. Sledile so ji druge, ki pa niso popolnoma kontinuirne. V tabeli 3 so navedene polkontinuirne in kontinuirne valjarne Amerike — podatki so iz leta 1954.

TABELA 2:
Podatki iz Stahl und Eisen Kalender

Država	1938		1955		1956		1957	
	1.000 t	%	1.000 t	%	1.000 t	%	1.000 t	%
Zah. Nemčija	11.730 1.507	12,8	14.207 2.181	15,4	15.621 2.619	16,8	16.446 3.065	18,7
Belgija	1.788 223	12,4	4.349 646	14,8	4.710 780	16,6	4.386 762	17,4
Francija	4.067 442	10,9	8.875 890	10,0	9.314 1.042	11,2	9.843 1.193	12,1
Anglija	8.038 1.394	17,4	15.492 2.492	15,5	16.761 2.701	16,1	17.240 2.924	17,0
ZDA	21.381 1.742	8,2	82.243 7.430	9,1	80.997 8.557	10,6	77.915 10.230	13,1
Jugoslavija	183 —		573 59	10,1	511 57	11,1	606 66	10,9

V Evropi so bile zgrajene kmalu po vojni in so še v gradnji valjarne, vsaka s kapaciteto 300 do 400.000 ton debele pločevine letno. SSSR ima novo valjarno Vorošilovsk s kapaciteto 1.700.000 ton. Vse te valjarne so omogočile tako nagel dvig proizvodnje.

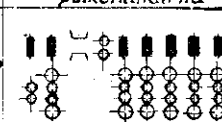
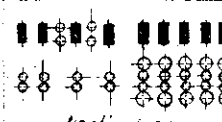
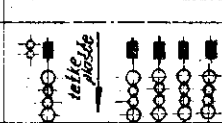
Istovčasno s spremembo načina valjanja debele pločevine so se spremenile tudi valjarniške naprave. Prejšnji način valjanja iz bram (direktnega) izpodriva postopek valjanja v dveh vročinah, oziroma valjanje iz predvaljanih bram. Današnje naziranje je naslednje: posredni način valjanja, torej preko predbram, se izraža v povečanju kapacitete pločevinske valjarne in dejstvu, da proizvaja taka valjarna pločevino zelo točnih dimenzij ter izredno lepe površine. Izplen valjarn, ki valjajo iz predbram, znaša nad 70 %

Vendar imajo valjarne, katere valjajo pločevino direktno iz bram z nič manjšim izplenom, lepo površino in v istih tolerancah.

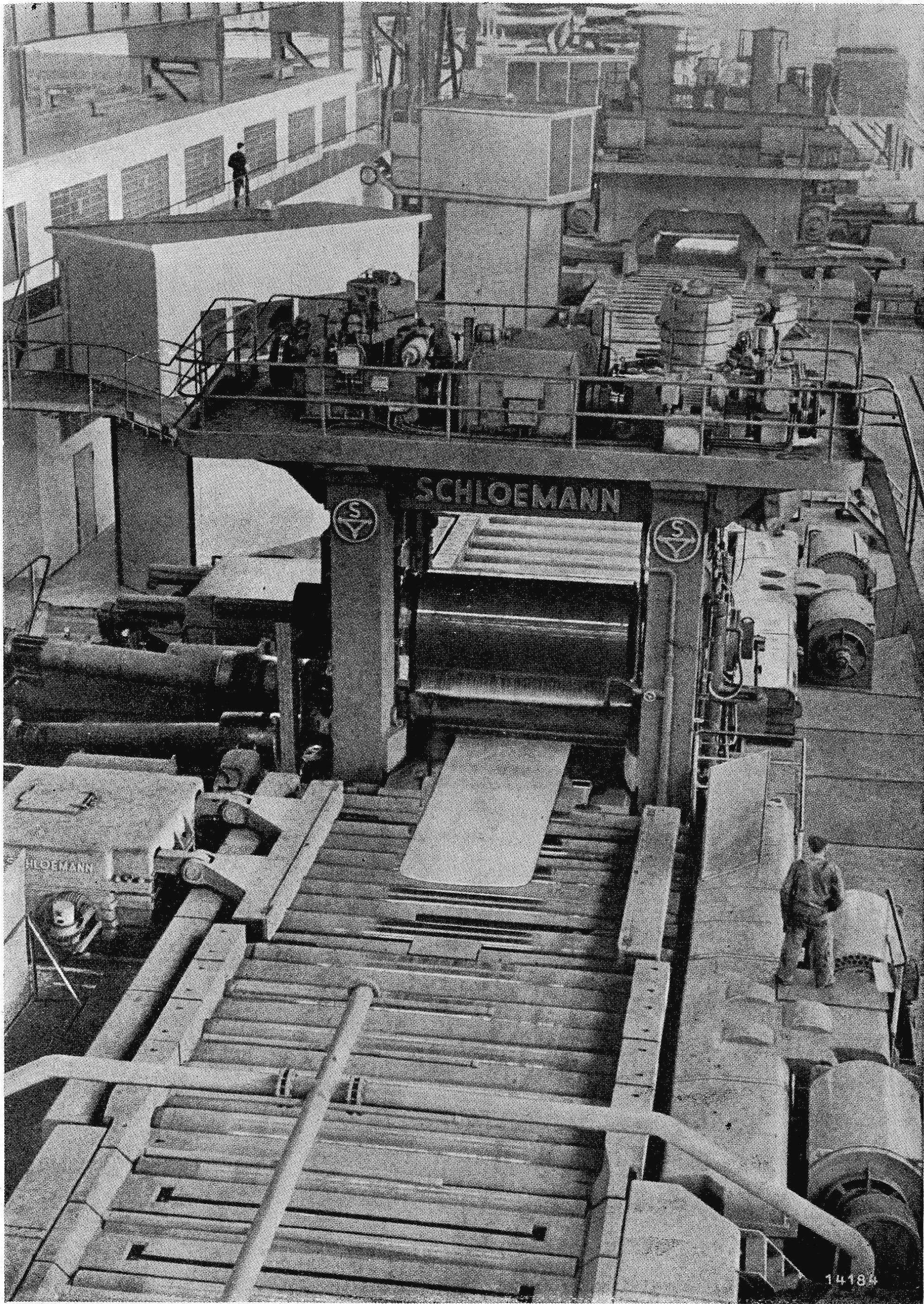
Ena takih valjarn je Henrichshütte v Hattingenu, Zahodna Nemčija, ki je pričela obratovati leta 1957. Mesečna proizvodnja znaša 30.000 ton, vložek so surove brame, težke od 2 do 40 ton. Za ogrevanje bram služijo talne in potisna peč. V potisni peči ogrevajo brame, težke do 4 tone, ostale v talnih pečeh. Vse brame so vlite komunicirajoče, kar je primer v vseh valjarnah, kjer valjajo pločevino neposredno iz surovih bram.

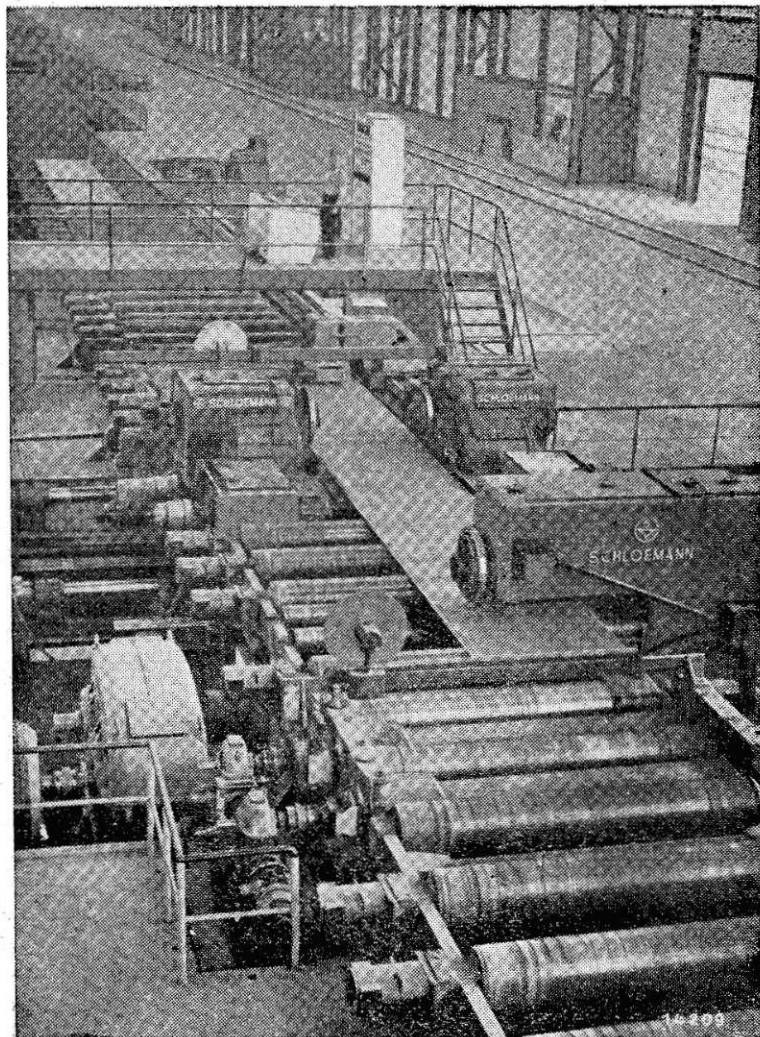
Ogrodje je kvarto. Teža stojala 230 ton, presek 8.000 kvadratnih centimetrov, preračunan na pritisk 4.000 ton. Delovni valji imajo premer 980 mm, podporni 1.800 mm. Delovna dolžina valjev 4,2 m. Pred kvartom je vertikalno

TABELA 3:
Večgradne ameriške grobo-pločevinske proge

VALJARNA	LETO GRADNJE	RAZPORED VALJEV V OSRODJIH	VRSTA OSRODJA	RAZPORED OSRODIJ	DELOVNA DOLŽINA VALJEV	PROIZVODNJA TON /LETO
KAISER Fontana	1943 1945	Duo Trio Duo Kvarto	Drobilec škarje		2438	635 026 ⁽¹⁾
GELEVA Geneva	1942	Duo Kvarto Kvarto Duo Kvarto	Drobilec škarje Ogrodje za širjavo Rev. krčilno ogr. Drobilec škarje Končna proga		3048	1 127 625 ⁽²⁾
U.S.S. Homestead	1936	Duo Kvarto Kvarto Kvarto	Drobilec škarje Ogrodje za širjenje Rev. krčilno ogr. Končna proga		2286	894 389
U.S.S. South Chicago	1931	Duo Duo Kvarto	Drobilec škarje Predogrodje Končna proga		2195	630 399
UAT STEEL CO. OF BRAZIL Valta Redonda		Kvarto Kvarto	Rev. krčilno ogr. Končna proga			

(1) 218 613 t debele pločevine + 22 680 t univerzalne pločevine - ostalo široki trakovi
(2) Od teže 684 500 t širokih trakov





ogrodje — krčilno — s premerom valjev 1.050 mm in krčilnim pritiskom do 700 ton. Za kvartom je drugo krčilno ogrodje, ki pa izvaja le 200 ton pritiska.

Posebnost so podporni valji, ki so dvodelni in imajo, kolikor je znano do danes, največji premer. Izdelani so iz kovane osi premera 1.340 mm, na katero je navlečen plašč iz kovanega jekla. Konstrukter Hilterhaus

je opazil slično izvedbo še v Ameriki na nekem kvartu, ki ima $L = 4$ m in premer valjev 1.600 mm.

Ob progi so še trije pari ravnil — dva pred in eden za progo. Pred progo je valčnica za obračanje bram do 3.500 mm kvadrat in za progo druga, za obračanje bram do 4.200 mm kvadrat. Program valjanja obsega pločevine širine do 3.800 mm, debeline od 8 do 200 mm in dolžine do 20 m. Najtežja plošča tehta 27 ton.

Izplen valjarne je znašal v 3. kvartalu leta 1957 72,3 % ter še dodatnih 5,33 % na kosovni pločevini pri vložku 95 % surovin bram in 5 % predvaljalnih bram. Izplen stare proge — duo, $L = 4$ m —, ki je stala na mestu imenovane valjarne, je znašal v letih 1954/1955 67,8 %. Na novi progi se je izplen povečal za 4,5 %. Pripomniti je treba, da je količinski odnos kvalitet ostal isti kot na stari progi. Z zmanjšanjem tolarence v debelini se je zmanjšal procent odstopanja od zahtevane teže na +0,8 % od prejšnjih +2,7 %. To zmanjšanje se na novi progi ne opazi, ker so v isti meri zmanjšali težo bram. Krčilni ogrodji pred in za progo sta s svojim delovanjem doprinesli na izplenu približno 2,2 %, ker se je stranski odpadke zmanjšal za 25 %. K povečanju izplena je doprinesel tudi spremenjen temperaturni režim. Talne in potisna peč delajo na suho škajo, začetna temperatura valjanja je 1.160° C. Povečanje izplena zaradi znižanja začetne temperature valjanja znaša približno 0,5 %. Kljub temu pa je končna temperatura valjanja ugodna, kar pokaže primer valjanja plošče dimenzije $2.000 \times 30.000 \times 12,8$ mm iz brame 6.850 kg. Plošča je izvaljana v 18 vtikih pri temperaturi 940° C.

V tabeli 4 so navedeni pokazatelji pri valjanju omejenjene plošče.

Druga taka valjarna, ki naj služi za primer valjanja debele pločevine neposredno iz bram, je valjarna Lukens Werke v Coatesville v Ameriki.

Starejši del te valjarne obsega trio ogrodje, ki služi kot predogrodje in končni kvarto s $L = 5,2$ m. Ta proga dela z izplenom 68 do 72 %. Drugi del valjarne je bil zgrajen leta 1943 in obsega trio ogrodje z $L = 2,8$ m kot predogrodje, katero služi kot drobilec škaje ter končno kvarto ogrodje. Ta proga dela z izplenom 76 %.

Kot vse valjarne, ki valjajo pločevino direktno iz surovih bram, tudi ta uporablja za vložek komunicirajoče vlite brame. Z ozirom na kvaliteto bram in pločevine so se v tej valjarni pokazale kot najprimernejše naslednje dimenzije bram (glej tabelo 5!).

TABELA 4:

Valjanje pločevine $2.000 \times 30.000 \times 12,8$ mm v valjarni Henrichshütte v Hattingenu

Nastavitev mm	Odvzem mm	%	Dolžina mm	Sirina mm	Temperatura °C	Pritisk valjanja P merjen t	Pritisk valjanja P izračunan t
470	60	11,3		1.120	1.160	800	1.200
410	60	12,8		1.120	1.140	1.200	1.320
350	60	14,6	2.600	1.120	1.120	1.200	1.410
290,5	59,5	17,0	3.100	1.200	1.110	1.200	1.460
253	37,5	12,9		3.100	1.100	2.700	3.350
221	32	12,6	1.400	3.100	1.090	2.700	3.130
193	28	12,7		3.100	1.075	2.500	3.110
169	24	12,4	1.700	3.100	1.060	2.500	3.010
149	20	11,8		3.100	1.055	2.300	2.780
132	17	11,4	2.090	3.100	1.050	2.300	2.670
102	30	22,7		2.090	1.060	2.400	2.570
74	28	27,5	6.000	2.090	1.080	2.800	2.250
50	24	32,4		2.090	1.085	2.750	2.740
34	16	32,0	11.500	2.090	1.090	2.850	2.940
21	13	38,2		2.090	1.070	2.750	2.640
14	7	33,3	22.000	2.090	1.060	3.000	2.770
13,5	0,5	3,6		2.090	1.000	1.700	780
12,8	0,7						980

TABELA 5:

Dimenzije kokil Lukens Steel Co.

737 × 229 mm	1.194 × 279 mm	1.778 × 584 mm
813 × 305 mm	1.219 × 432 mm	1.778 × 762 mm
889 × 381 mm	1.219 × 533 mm	2.032 × 762 mm
991 × 229 mm	1.372 × 584 mm	2.286 × 864 mm
1.092 × 406 mm	1.524 × 432 mm	2.286 × 1.016 mm
1.168 × 229 mm	1.524 × 533 mm	2.743 × 1016 mm

Zelo pazijo na razmerje debelina brame : debelina pločevine. To naj bo najmanj 12 : 1.

Zanimivi so tudi podatki o izmetu te valjarne. V tabeli 6 so prikazane martinarske in valjavniške napake ločeno za vsako progno.

TABELA 6:

Vzroki izmeta pri pločevini, valjani iz surovih bram, pri Lukens Steel Co.

Jeklarske napake	Proga L = 2850 in 3056	Proga L = 3560 in 5230	napake	Proga L = 2850 in 5230	Proga L = 3560 in 5230
Samot	0,38	0,15	Uvaljana škaja	0,12	0,05
Dvoplastno in mehurji	0,34	0,82	Zažgano	0,01	0,09
			Risi	0,01	0,01
Luskine	0,28	0,23	Odstopanje v debelini	0,27	0,17
Površinski	0,42		Preozka	0,04	0,01
			Predebela		
Lunker	0,51	0,09	prekratka	0,03	0,09
Gobasta	0,16	0,05	Konične	0,11	0,02
Različno	0,12	0,04	Zavaljana	0,12	0,29
			Omrznjena	0,17	0,06
			Napačno začrtano	0,02	0,02
			Napačno rezano	0,23	0,03
			Različno	0,24	0,22
Skupaj	2,21	2,04		1,37	1,06

V tej valjarni zakladajo neposredno v peči le najtežje brame, večino pa predhodno temeljito pregledajo in po potrebi očistijo. Podatek, ki pa velja za povprečje ameriških železarn, pove, da se je leta 1951 čistilo strojno 8,1 % vseh surovih bram, leta 1952 pa že 10 %.

Za boljšo primerjavo z našo valjarno naj služi tretji primer in to valjarna v Vzhodni Nemčiji — ime železarne in kraj niso znani.

Ta valjarna je zelo podobna naši po opremljenosti in načinu valjanja. Ima samo eno ogrodje — trio 850/650/850 mm premera. Za ogrevanje surovih bram služi dvoredna potisna peč z ogrevno površino 110 m². Peč ima 6 stranskih in 7 čelnih gorilcev. Poraba toplote 500 do 700.10³ kcal/tono vložka. Delovna dolžina valjev je 2.300 m. Valji so vloženi v umetnem tkivu — mazanje je centralno z mastjo pod pritiskom. Kot pri nas, tudi tam valjajo tanjše pločevine v dveh vročinah, oziroma preko šturcev. Izplen znaša od 65 do 69 %.

Ti štirje primeri — če priključimo še našo valjarno — povedo naslednje:

1. Pri valjanju debele pločevine direktno iz surovih bram dosežemo 70 %-ni izplen, če imamo kvarto ogrodje v primeru enoogrodne proge ali kot končno ogrodje kvarto v primeru dvoogrodne proge. Toda tudi v teh primerih imamo imeti krčilna vertikalna-ogrodja, da je stranski odpadki kolikor mogoče ozek; za primer naj služi valjarna Henrichshütte, kjer so z vertikalnim krčilnim ogradjem zmanjšali stranski odpadki za približno 25 %.

2. Kvalitetno in visokokvalitetno pločevino se da valjati uspešno, oziroma s primernim izplenom le na progah, ki delajo z visokimi pritiski in odvzemi ter hitro manipulacijo. Le na ta način se da doseči končna temperatura valjanja 900° C, kar je važen pogoj za kvaliteto pločevine. Kakšne odvzeme in koliko vtikov za izvaljanje posavaljarnah, kažejo naslednje tabele.

mezne plošče izvajajo, oziroma potrebujejo v posameznih Za valjarno Henrichshütte imamo podatke v tabeli 4.

Stara proga Lukens Werk

Nova proga Lukens Werk

Trio 3.560 mm, kvarto 5.23

Trio 2.850 mm, kvarto 3.05

TABELA 7:

TABELA 8:

Debelina brame	Debelina pločevine	Število vtikov	Debelina brame	Debelina pločevine	Število vtikov
762	127	45	406	12,7	27
533	38,1	35	305	7,9	24
406	19	28	229	4,76	21

Valjarna 2400

Plošča 2.000 × 6.000 × 13

Teža brame 1.810 kg

Debelina brame 306 mm

Plošča 2.000 × 5.000 × 12

Teža brame 1.440 kg

Debelina brame 275 mm

TABELA 9:

Vtik	Nastavitev	mm	dvzen %	Vtik	Nastavitev	mm	dvzen %
1	291	15	5,2	1	255	20	7,3
2	276	15	5,4	2	235	20	7,8
3	261	15	5,7	3	215	20	8,5
4	246	15	6,1	4	197	18	9,1
5	231	15	6,5	5	165	17	8,6
6	216	15	7,0	6	150	15	9,1
7	201	15	7,5	7	135	15	10,0
8	186	15	8,1	8	120	15	11,1
9	171	15	8,8	9	105	15	12,5
10	156	15	9,6	10	95	15	14,4
11	141	15	10,6	11	85	10	10,5
12	126	15	11,9	12	75	10	11,8
13	113	13	11,5	13	66	10	13,3
14	101	12	11,9	14	59	9	13,6
15	91	10	11,0	15	51	7	11,8
16	81	10	12,4	16	46	8	15,7
17	72	9	12,5	17	42	5	10,8
18	64	8	12,5	18	37	4	9,5
19	57	7	12,3	19	32,5	5	13,5
20	51	6	11,8	20	28,5	4,5	13,8
21	45,5	5,5	12,1	21	24	4	14,0
22	40,5	5	12,3	22	21	4,5	16,8
23	35,5	5	14,1	23	18	3	14,3
24	32,5	4	12,3	24	15,5	3	16,7
25	27,5	4	14,5	25	14	2,5	16,1
26	24,5	3	12,2	26	13	1,5	10,7
27	22	2,5	11,4	27	12,5	1	7,7
28	19,5	2,5	12,8	28	12	0,5	4
29	17,5	2	11,4				
30	15,5	2	12,9				
31	14	1,5	10,7				
32	13	1	7,7				

Podatki v tabelah 4, 7, 8 in 9 še bolj drastično prikazuje prednosti ene in pomanjkljivosti druge valjarne, kot v primeru, če bi bili navedeni podatki za enake teže bram in iste dimenzije pločevine. Iz njih vidimo, da se izvalja 13 mm debelo pločevino iz brame 1.810 kg v valjarni 2400 v 32 vtikih, medtem ko se na kvartu pri Lukensu 3 krat težja brama izvalja v 27 vtikih (približno $\frac{2}{3}$ vtikov na trio ogrodju v valjarni 2400) v pločevino, ki je celo tanjša kot 13 mm. Se večji je napredek v primeri z Lukensom v Hattingenu. Za 6.850 kg težko bramo potrebuje 33 % vtikov manj kot pri Lukensu in 55 % manj kot v valjarni 2400. Poudariti pa moramo, da je ta brama 3,8 krat težja od one v valjarni 2400 ter da je maksimalni odvzem za 50 % večji od našega.

Ing. OSKAR KÜRNER
DK 621.785

Problemi termične obdelave dinamo pločevine

Vrste dinamo pločevine in uporabnost. Merjenje magnetnih lastnosti pločevin. Vpliv žarjenja na magnetne lastnosti. Rezultati poizkusnega žarjenja dinamo pločevine.

Razvoj in razširjenje elektrotehnike v svetu v zadnjem času je poleg raziskav in izsledkov na tem polju odvisen tudi od izboljšav materialov. Pomemben konstrukcijski element električnih strojev in aparatov je magnetni prevodnik — magnetna pločevina — ki se je v zadnjem času z ozirom na vatne izgube in druge magnetne lastnosti mnogo izboljšala. Mnogostranost programa v izdelavi električnih strojev in aparatov zahteva tudi zelo različne materiale. Sedanji program proizvodnje magnetne pločevine v svetu izpolnjuje v glavnem vse zahteve in želje porabnikov ter konstrukterjev.

V Jugoslaviji proizvaja magnetno pločevino samo Železarna Jesenice. V svojem proizvodnem programu ima naslednje kvalitete dinamo pločevine: MD 170, MD 200, MD 240, MD 280 in MD 700. Vsaka te vrste pločevine mora izpolnjevati določene pogoje, tako magnetne, kemične, mehanske itd. Uporaba in izbira vrst dinamo pločevin v elektrotehniki je odvisna od konstrukterjev. V nadaljevanju je navedenih nekaj primerov uporabe posameznih vrst pločevin s predpostavko, da te v vseh ozirih odgovarjajo nazivni kvaliteti.

MD 170: S približno 3,0 do 3,2 % Si v jeklu dosežemo kvaliteto pločevine, ki ima vatne izgube pod 1,7 W/kg, se pa kljub visokemu siliciju še dobro štanca. Uporablja se za izdelavo visoko kvalitetnih motorjev in velikih motorjev, kjer je poleg nizkih vatnih izgub, važno tudi zmanjšanje teže motorja. Nadalje se uporablja ta pločevina za jedra transformatorjev.

MD 200: Pri vsebnosti 2,6 do 2,8 % Si narastejo vatne izgube do 2,0 W/kg. Posebno primerna je ta pločevina za motorje in generatorje na področju vrtilnega toka, kot tudi za rotorje motorjev na isto-

Iz tega se vidi, v kakšni meri se da povečati proizvodnja na enoogrodni progi, če izberemo primerno konstrukcijo in dimenzije stojala ter pomožne naprave.

Literatura:

Wilhelm Hiltnerhaus — Hattingen:

Planungsarbeiten für die bauliche Gestaltung eines Grobblech — Walzwerkes. St. u. E. 78 1958.

Wilhelm Janssen — Mülheim:

Die Herstellung von Grobblechen in den Vereinigten Staaten von Amerika. St. u. E. 47 1954.

Poročilo firme Schloemann.

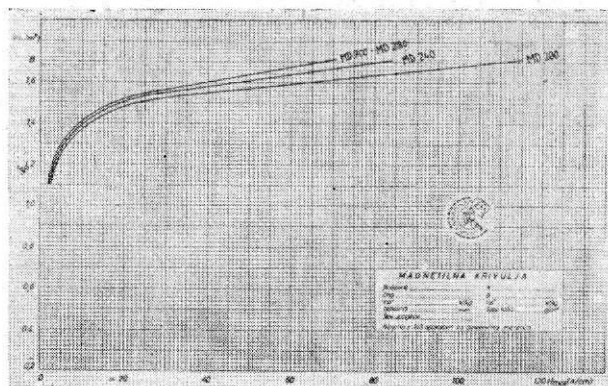
smerni tok. Zlasti je še primerna za kvalitetne aparate v pogledu električnih lastnosti.

MD 240: Znižanje Si v jeklu na 2,2 do 2,5 % ima za posledico ponovno zvišanje vatnih izgub do 2,4 W/kg. Pločevina ima veliko magnetno prevodnost in je najbolj uporabna za gradnjo motorjev na vrtilni tok.

MD 280: Pločevina z 1,8 do 2,2 % Si se uporablja za gradnjo normalnih motorjev na vrtilni tok srednje moči, pri katerih ne pride do visokih nasičenj in posebnih zahtev zmogljivosti.

MD 700: Pri vsebnosti Si približno 1 % ima pločevina pri debelini 0,5 mm do 3,6 W/kg in pri debelini 1 mm do 7 W/kg vatnih izgub. Bolj kot vatne izgube je važna dobra magnetna prevodnost — permeabilnost. Vsled tega se uporablja za istosmerne in sinhronske stroje, magnetne in povsod tam, kjer z ozirom na nizko nasičenje ali v danem primeru istočasno nizko frekvenco ne postavljamo zahteve po nizkih vatnih izgubah.

Magnetilne krivulje za razne kvalitete dinamo pločevine so prikazane na sliki 1.



Slika 1

Merjenje magnetnih lastnosti:

Magnetne materiale karakterizirajo predvsem sposobnost magnetenja — permeabiliteta — in ogretje pri magnetenju z izmeničnim tokom — vatne izgube. Z dodajanjem silicija železu in posebnimi postopki mehanske in termične obdelave se doseže visoka magnetna prevodnost in nizke vatne izgube. Magnetne lastnosti dinamo in transformatorskih pločevin so se do pred desetletji merile izključno po Epsteinovem postopku z vatmetersko metodo in sinusoidalnim izmeničnim tokom. Ta metoda je za danes interesantna vprašanja (začetna permeabiliteta, izgube pri visokih indukcijah itd.) — neuporabna. Epsteinov postopek z vatmetersko metodo merjenja vatnih izgub in krivulje magnetiziranja je danes merodajen samo še v primeru sporov. Aparat, ki omogoča meritve vatnih izgub do najvišjih indukcij, začetne permeabilite, vrtničastih tokov, histerezne zanke in drugo je AEG aparat z instrumentom na vrtljivo tuljavo, (namesto balističnega galvanometra) in z mehanskima usmerjevalcema. Ta aparat omogoča v območju frekvence 10 do 100 Hz merjenje krivulje magnetiziranja z izmeničnim tokom z veliko natančnostjo in občutljivostjo v območju začetne permeabilite do nasičenja. Ta način se je že dalj časa uporabljal za ta namen, med drugim tudi kot Siemensov ferrometer. Po vojni so izdelali prvi zgoraj opisani aparat, ki je služil za merjenje krivulje magnetiziranja in vatnih izgub. Novejši aparati, ki so sedaj v uporabi zahtevajo velikost probe 500×500 mm ali trakov dolžine 500 mm in skupne širine 500 mm. Probi morata biti dve; najmanjša količina probe je: dve pločevini 500×500 mm debeline 0,35 mm v teži približno 1,3 kg. Največja količina probe je: štiri plošče 500×500 mm debeline 0,5 mm v teži približno 3,8 kg. Meri se čiste magnetne lastnosti brez vpliva deformacij zaradi rezanja, v smeri valjanja ali pravokotno na smer valjanja. V začetnem območju in pri 15.000 Gaussih je natančnost meritev $\pm 2\%$, pri 10.000 Gaussih pa $\pm 1\%$. Največja jakost polja je cca 300 A/cm, največja indukcija pri transformatorski pločevini cca 19.000 Gaussov.

Uvedba merjenja magnetnih karakteristik naših dinamo pločevin z novim AEG aparatom je pokazala nekatere slabosti, ki jih je bilo treba rešiti. Z metalografskimi preiskavami smo ugotovili, da je jeklo v večini primerov sorazmerno dovolj čisto, da po kemični sestavi odgovarja in da so visoke vatne izgube samo posledica nepravilne toplotne obdelave. Zato se je metalurški oddelek OTK Železarne Jesenice lotil laboratorijskih poizkusov žarenja, ki bodo v nadaljevanju opisani.

VPLIV ŽARENJA NA MAGNETNE LASTNOSTI:

Termična obdelava je za doseg zelenih magnetnih lastnosti izredno važna. Koercitivna sila je v veliki meri odvisna od lastnih napetosti in nepravilnosti v strukturni mreži in narašča z naraščanjem nehomogenosti in napetosti. Toplotna obdelava ima

nalogo odstraniti po možnosti vse napetosti in zmanjšati s tem koercitivno silo s tem pa tudi vatne izgube. Močnejše idealne oblike strukturne mreže se kažejo predvsem na kristalnih mejah. Zato je razumljivo, zakaj ima grobozrnata napram fino zrnati enake strukture in iste stopnje čistosti, boljše magnetne lastnosti. Pri magnetni pločevini se torej z naraščanjem zrn boljšajo magnetne lastnosti, zmanjšuje pa se žilavost, sposobnost upogibanja in rezanja. Velikost zrna narašča z naraščajočim procentom silicija v jeklu, predvsem pa s primerno toplotno obdelavo in predhodno hladno deformacijo.

Povečanje histereznih izgub in koercitivne sile je tudi posledica kakršne koli deformacije. Pri izdelavi visokovrednih silicijevih dinamo in transformatorskih pločevin in trakov je potrebno napetosti vsled hladne deformacije po možnosti docela odstraniti. Pri vročem valjanju pride vsled zelo tenkih pločevin do neke stopnje hladne deformacije in s tem neizogibno do napetosti. Pri že žarjeni pločevini zadustuje že samo rezanje s škarijami, da se zvišajo vatne izgube radi omenjene hladne deformacije. Poizkusi, ki so bili v ta namen izvedeni, potrjujejo to trditev. V tabeli št. 1 se lahko zasledijo znatno povečanje vatnih izgub z naraščanjem metrov reza. Poizkus se je izvedel tako, da se je na eni in isti pločevini izmerilo vatne izgube na probi velikosti 500×500 mm s 4 m reza, drugič na razrezanih probah velikosti 500×250 mm s 6 m reza, tretjič na razrezanih probah velikosti 500×125 mm z 10 m reza itd. Vatne izgube so naraščale z naraščajočo dolžino reza in temu odgovarjajočim povečanjem hladne deformacije. Da vatne izgube ne naraščajo linearno s povečanjem metrov reza, se razlaga s tem, da se zmanjšajo vrtničasti tokovi v pločevini, če je prosti presek manjši.

chg	žarenje	vatne izgube [w/kg] pri dolžini reza				
		4 m	6 m	10 m	18 m	36 m
5276	B-7-1	1.94	2.09	2.12	2.12	2.12
"	B-7-2	1.98	2.08	2.14	2.15	2.22
"	B-7-3	1.93	1.96	2.07	2.07	2.15
Povprečje		1.95	2.043	2.11	2.113	2.163

Tabela št. 1

Pločevina se tudi pri ravnanju hladno deformira. Popolnoma nepravilno je ravnanje žarjene dinamo ali transformatorske pločevine, ker s tem naraščajo vatne izgube v odvisnosti od procenta hladne deformacije.

S preizkusi se je dokazalo, da ravnanje žarjene dinamo pločevine, kvalitete MD 200, poveča vatne izgube, kot je razvidno iz tabele št. 2.

Samo žarenje dinamo- in transformatorske pločevine je dokaj nerazjasnjeno. Od pravilnega žarjenja so odvisne magnetne lastnosti, zlasti pa še koercitivna sila. Območje žarilne temperature in način ohlajanja mora biti tako izbran, da ne more priti do

chg	žarenje	Vatne izgube [w/kg]			
		neravnane	1x ravni	2x ravni	4x ravni
4993	B - 13	1.65	1.68	1.98	1.975
5013	B - 13	1.91	2.18	2.44	2.36
5013	B - 62	2.00	2.09	2.21	2.35
5223	B - 55	1.73	1.96	1.95	1.93
Povprečje		1.823	2.041	2.145	2.152

Tabela št. 2

kritičnega izločanja. Višina temperature žarenja je vsled prej naštetih faktorjev — velikosti zrn in napetosti — poznana v nekem oziru, ker samo pri sorazmerno visokih temperaturah 750 do 900° C dobimo odgovarjajočo raztopino. Vedeti je treba, da v osnovni masi izločeni karbidi, oksidi, nitridi in razni vključki povzročajo napetosti, ki negativno vplivajo na magnetne lastnosti. Naloga žarjenja pa je izogniti se napetostnemu stanju in s tem poslabšanju magnetnih lastnosti vsled kritičnega izločanja. Važnejša kot temperatura žarjenja je primerna hitrost ohlajanja po žarenju. V literaturi se še zasledi zahteva, da mora biti temperatura žarjenja tako visoka, da se grafitizirajo preostali karbidi. Ogljik, izločen v obliki grafita praktično ne vpliva na magnetne lastnosti, dočim raztopina ogljika v železu močno zveča koercitivno silo in histerezne izgube. Vsled tega je zaželen čim nižji odstotek ogljika v jeklu in čim močnejše razogljichenje med valjanjem od bloka do pločevine. Za znižanje vatnih izgub se v svetu poslužujejo posebnega žarjenja v atmosferi, ki pločevino razogljichi.

Višina temperature žarjenja je odvisna tudi od vsebnosti Si in C v jeklu. Ta temperatura je popolnoma drugačna za feritna jekla s 3 do 4 % Si, ki so brez premene in takimi z 1 do 2 % Si, ki imajo premeno. Pri pločevini s premeno bo temperatura žarjenja nekoliko pod temperaturo premene.

Naraščanje temperature nad premensko temperaturo je pogosto vezano s povečanjem vatnih izgub. To je razumljivo, ker s prekoračenjem temperature nastopi pomanjšanje zrn. Poleg tega se iz raztopine gama zmesenih kristalov izločajo karbidi v nezaželeni obliki. Pri pločevini, ki nima premene, se temperatura lahko dvigne tudi od 900 do 950° C, da se dosežejo zaželeni pogoji. Za te zlitine brez premene velja samo pravilo rekristalizacije.

Ker je od velikosti zrn odvisna velikost koercitivne sile, je treba poiskati optimalne pogoje intervala od začetnega do končnega izoblikovanja zrn. Pogosto se prakticira, da se toplotni obdelavi ali naknadno pred ponovnim žarenjem pločevina hladno deformira. Odvzem pri hladni predelavi je med 5 do 10 %. Namen hladne deformacije je, da se pri žarjenju pri kritični temperaturi dobi veliko zrno in s tem zniža vatne izgube.

Poleg temperature žarjenja je važen tudi čas žarjenja, odnosno hitrost naraščanja temperature v enoti časa, zadržanje na optimalni temperaturi in

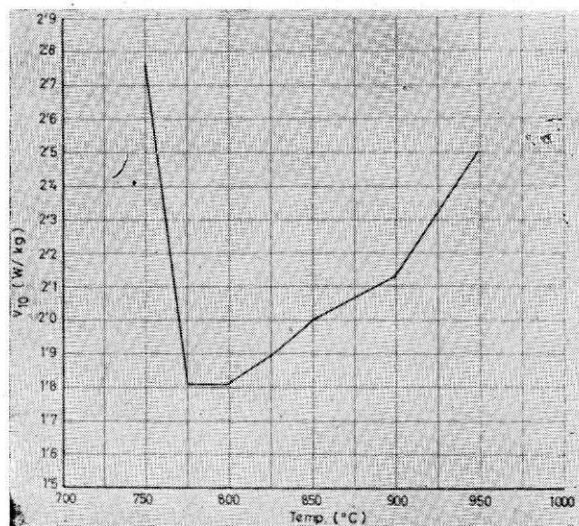
padec temperature v enoti časa. V Železarni Jesenice se dinamo pločevino žari v paketih. Žarjenje v paketih zahteva posebne pozornosti in dosti časa, preden se ves paket pregreje na zaželeno temperaturo. Naravno je, da so zgornja in spodnja pločevina ter robovi pločevine dalj časa in na višji temperaturi, kot sredina paketa in da še zdaleka ni neke homogenosti.

Posledica takega načina žarenja v paketih je neenakomernost v vatnih izgubah in drugih magnetnih ter mehanskih karakteristikah. V urejeni žarilnici magnetne pločevine se izvaja tako ogrevanje in ohlajanje po izdelani ogrevalni, odnosno ohlajevalni krivulji. To pa zahteva na drugi strani zopet več časa, čemur pri nas v železarni zaradi premajhnih kapacitet žarilnih enot ne moremo odpomoči.

Poizkusno žarjenje in rezultati:

S poizkusnim žarenjem dinamo pločevine v laboratoriju OTK se je zasledovalo predvsem dva cilja. Prvi je bil poiskati optimalno temperaturo in pogoje žarjenja dinamo pločevine, ki je bila izdelana iz jekla pomirjenega iz Al. Drugi cilj pa je bil s poizkusnimi šaržami dinamo kvalitet, ki so bile izdelane brez Al, dokazati, da je taka pločevina manj občutljiva za pregretje in da je interval žarilne temperature širši.

Prvi poizkusi so bili izvedeni s pločevino šarže 3613 kvalitete MD 240 z 2,58 % Si. To jeklo je bilo pomirjeno z Al. Pločevina je bila žarjena v zavarjenem zaboju v električni peči pri temperaturah, ki so razvidne iz slike 2. Pločevina je bila na temperaturi približno 4 ure, nakar se je 16 ur ohlajala v peči do približno 400° C. Rezultati magnetnih meritev so nesporno dokazali, da so slabe magnetne lastnosti in visoke vatne izgube posledica nepravilne toplotne obdelave. Optimalna temperatura žarjenja pod temi pogoji je bila 750° C, kjer je permeabiliteta ali magnetna prevodnost pločevine največja. (Slika številka 3.).

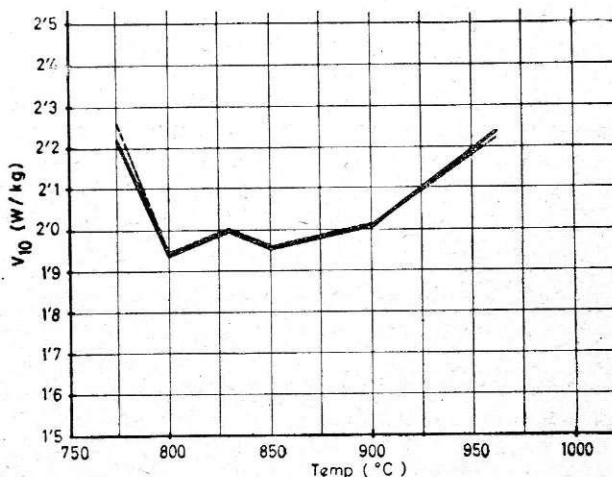


Slika št. 2

Interval žarilne temperature za to pločevino je od 775 do 800° C, kjer so vodne izgube skoraj iste, permeabilnost pa je samo nekoliko slabša. Nad in pod to temperaturo pa vodne izgube naglo naraščajo. Za prakso, če se žari pločevino v paketih, je ta interval preozek in se nujno del pločevine pregreje ali celo ne doseže tega območja. Posledice so vedno iste — visoke vodne izgube in nizka magnetna indukcija.

Da bi v obratu tanke pločevine na Javorniku lahko žarili dinamo pločevino pri istih temperaturah, kot je bila žarjena v laboratoriju, je bilo potrebno vgraditi v paket pločevine kontrolne termoelemente. S pomočjo teh je po nekaj poizkusih uspelo izdelati prve količine dinamo pločevine, ki so imele vodne izgube pod 2 W/kg. Žarjenje v večjih paketih pa je zahtevalo nekoliko daljši čas. Tako so bili

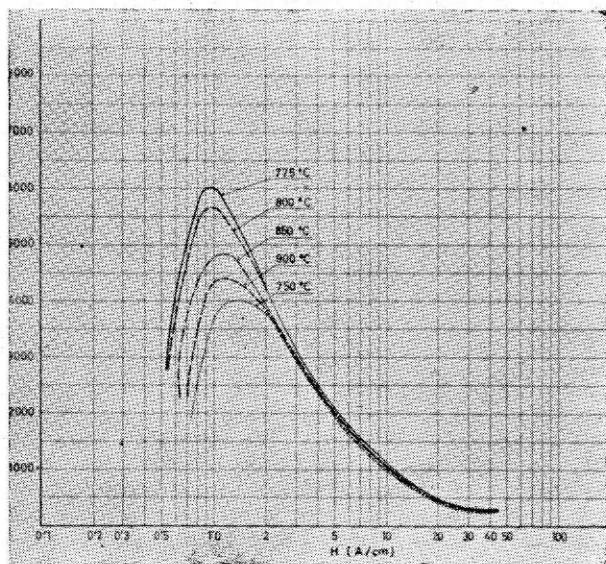
vine z vgrajenimi kontrolnimi termoelementi. Uspeh je bil presenetljiv. Na žarjeni pločevini smo izmerili vodne izgube 1,72 W/kg in 1,8 W/kg, v sredini paketa, kjer pa je temperatura dosegla samo 740° C



Slika št. 4

pa je imela pločevina 2,02 W/kg. Dejstvo, da je pločevina v sredini paketa, kljub zelo nizki temperaturi 740° C, imela samo 2,02 W/kg vodnih izgub, zopet potrjuje pravilo, da z daljšim žarjenjem pri nižjih temperaturah dosežemo isti efekt, kot s krajšim žarjenjem pri višjih temperaturah.

S temi poizkusi v laboratoriju in obratu se je dokazalo, da je možno izdelati kvalitetno dinamo pločevino z magnetnimi karakteristikami, ki odgovarjajo kemični sestavi jekla in da je možno izdelati kvalitetno dinamo pločevino samo na podlagi točno izdelanega programa žarjenja. Za izvajanje takega programa žarjenja pa morajo biti na razpolago električne peči, ki so opremljene s preciznimi tempera-

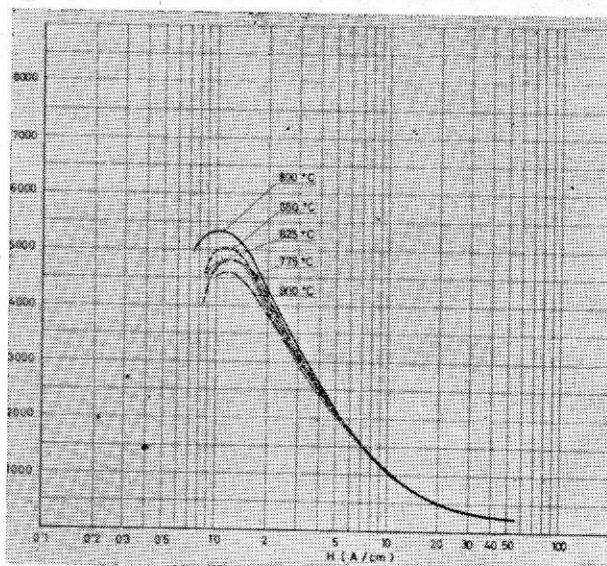


Slika št. 3

doseženi najboljši rezultati, če je bila pločevina na optimalni temperaturi 6—10 ur. Zaradi zanesljivega efekta žarjenja je potrebno pločevino žariti na temperaturi, ki je za 20—30° C višja, kot je optimalna v laboratoriju dosežena temperatura.

Ker je temperaturni interval žarjenja ozek, je pri žarjenju v paketih nujno, da se del pločevine pregreje, če hočemo tudi v sredini doseči zadosti visoko temperaturo. Ker pregretje poveča vodne izgube, se je preizkušalo še pločevino, izdelano iz jekla, ki ni bilo pomirjeno z Al, temveč samo s Si. V laboratoriju žarjena pločevina šarže 4122, kvalitete MD 240 z 2,3 % Si je dala rezultate, ki so razvidni iz slike 4.

Iz slike št. 5 je tudi razvidno, da je optimalna temperatura žarjenja 800° C, da pa je dopustno žariti to pločevino vse do temperature 900° C, ker je razlika v magnetni prevodnosti še razmeroma majhna. Na podlagi teh rezultatov se je v obratu fine pločevine zopet izvedlo poizkusno žarjenje iste ploče-



Slika št. 5

turnimi regulatorji, oziroma programskimi regulatorji. Program žarenja oziroma temperaturo peči narekuje temperatura pločevine, katera se mora stalno kontrolirati s pomočjo termoelementov, ki so vgrajeni v kritična mesta paketa pločevine.

Na podlagi prej opisanih poizkusov je metalurški oddelek OTK izdelal regulativ žarenja dinamo pločevine. Regulativ določa temperaturo in čas žarenja, način ohlajevanja ter mesta merjenja temperature. Rezultati žarenja v naslednjih šestih mesecih so bili zadovoljivi. Preko 70 % pločevine, ki je bila žarjena po tem programu, je imelo vatne izgube pri V_{10} pod 2 W/kg. Da je žarenje dinamo pločevine nujno ve-

zano na določen temperaturni in časovni program, kaže dejstvo, da v letu 1958 z isto kvaliteto surove pločevine ni uspelo izdelati kvaliteto dinamo pločevine MD 200.

S tem vprašanjem dinamo pločevine v celoti še ni rešeno. Z nekaterimi izboljšavami se vatne izgube lahko še zmanjšajo, kar ostane naloga prihodnosti.

Literatura:

E. Houdremont — Handbuch der Sonderstahlkunde

F. Koppelman — Wechselstrommesstechnik

Ing. SONJA LENARDIČ, MESEC JANEZ
DK 543.7

Fotometrično določevanje Si v grodlju, jeklu železnih rudah in anglomeratih

Osnove fotometriranja. Primerjava klasičnega gravimetričnega in fotometričnega določevanja Si. Princip fotometričnega določevanja in teoretične osnove tvorbe silikomolibdenmodrega. Določevanje Si v rudah in umerjanje krivulje. Določevanje Si v jeklih in umerjanje krivulje. Možnost napak pri fotometričnem določevanju Si.

U v o d

Analiza na osnovi fotometriranja spada k fizikalno-kemijskim analiznim metodam in se lahko definira kot analiza, ki sloni na merjenju količine svetlobe, ki jo absorbira obarvana raztopina. S fotometriranjem lahko direktno določimo koncentracijo nekaterih obarvanih snovi oziroma njihovih raztopin n. pr. raztopino KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CuSO_4 itd. S prikladnimi kemijskimi reakcijami lahko večino elementov oziroma snovi, ki jih hočemo analizirati, prevedemo v obarvane raztopine n. pr. Cr iz jekla v KCrO_4 , Mn v KMnO_4 , Ti v rumen peroksitanilsulfat in Si v tkzv. silikomolibdenmodro.

Koncentracijo iskane snovi določamo iz intenzitete obarvanja. Absorbcija svetlobe je tem večja, čim močnejše je obarvana raztopina in je določena z Lambert-Beerovim zakonom, ki pravi, da je absorbcija proporcionalna debelini sloja in koncentraciji snovi (torej intenziteti barve), kar lahko sklepamo iz naslednje formule:

$$I = I_0 \cdot 10^{-k \cdot l \cdot c}$$

$$\log \frac{I_0}{I} = k \cdot l \cdot c$$

pri tem je:

- I_0 — intenziteta vpadne svetlobe
- I — intenziteta prepuščene svetlobe
- k — konstanta (koeficient ekstinkcije)
- c — koncentracija obarvane snovi
- l — debelina sloja

Izraz $\log \frac{I_0}{I}$ imenujemo ekstinkcijo in je merilo za koncentracijo.

$$E = k \cdot l \cdot c$$

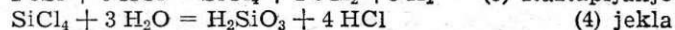
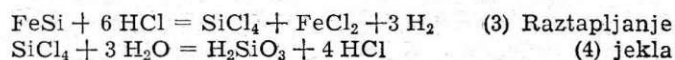
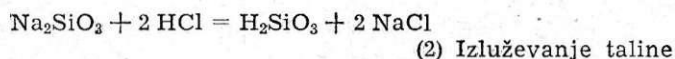
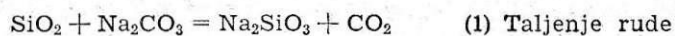
$$c = \frac{E}{k \cdot l}$$

Če je torej ekstinkcija merilo za koncentracijo, moramo dobro vedeti, kaj vpliva nanjo oziroma na odstopanje raztopin od Lambert-Beerovega zakona. Če se struktura obarvanih ionov ne menja s koncentracijo, velja Lambert-Beerov zakon v širokih mejah koncentracij (kromati, permanganati); če pa n. pr. elektrolitski efekti povzročajo fizikalno delovanje med ioni, se ioni deformirajo in ekstinkcija se spremeni. Isto velja za pojave disociacije, hidrolize in tvorbe kompleksnih spojin. Tudi spremembe pH vplivajo na ekstinkcijo n. pr. pri kromat ionu:

Pri pH nad 6 CrO_4^{2-} ion — rumen, pri pH pod 6 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ion — oranžen; ali pri Al z erikromecianinom moramo delati pri pH 6, ker je pri različnih pH različna barva aluminijevega kompleksa.

Princip določevanja Si s tehtanjem in primerjava s fotometričnim določevanjem:

V glavnem smo v našem laboratoriju do sedaj uporabljali gravimetrični postopek. Princip tega je, da Si, ki je v rudah v obliki SiO_2 ali silikatov prevedemo z raztapljanjem v kislino, taljenjem netopnega ostanka z Na_2CO_3 v Na silikat, ki je topen v kislinah v obliki H_2SiO_3 . Si, ki je v grodlju in jeklu vezan kot železov silicid FeSi , pa z razkrojem v kislinah pretvorimo v hlapni SiCl_4 , oziroma v prisotnosti vode v silicijevo kislino H_2SiO_3 .



Nastala silicijeva kislina je v raztopini v koloidni obliki, zato jo moramo z dehidratiziranjem pretvoriti v netopni SiO_2 . To dosežemo z dolgotrajnim izparevanjem in sušenjem, ker poslame netopna šele nad 130°C . Lahko pa segrevamo raztopino s kislino, ki ima vrelišče nad 130°C ; na primer HClO_4 ali H_2SO_4 . Ta izžene vodo in izloči netopni SiO_2 .

Princip fotometričnega določevanja Si

Pri fotometričnem določevanju moramo Si prevesti v topno meta- ali ortosilicijevo kislino, ki pri določeni aciditeti (o. $15\text{ n H}_2\text{SO}_4$) daje z amonmolibdatom $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ rumeno kompleksno molibdencilicijevo kislino $\text{H}_2\text{Si}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6 \times \text{H}_2\text{O}$. Z redukcijo prevedemo rumeno molibdencilicijevo kislino v močno kislem ($2\text{ n H}_2\text{SO}_4$) — da se ne reducira tudi sama molibdenova kislina) s SnCl_2 v intenzivno modro obarvan reakcijski produkt — silikomolibdenmodro. Iz intenzitete obarvanja sklepamo na vsebnost SiO_2 oziroma Si.

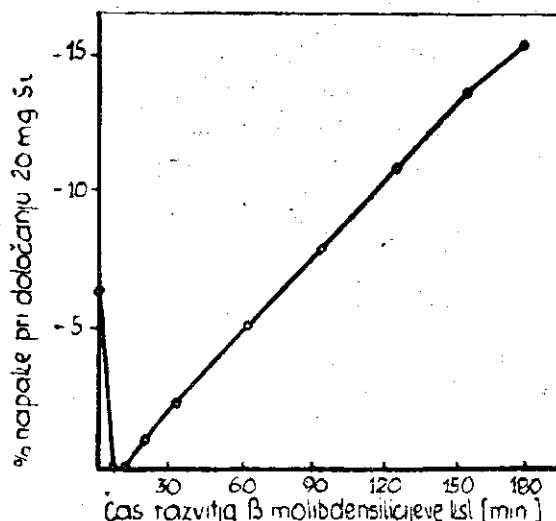
Reakcija silicijeve kisline z amonmolibdatom v kompleks molibdencilicijeve kisline pa ne poteka v močno kislem, kar izkoristimo pri slepi probi, kjer z zamenjavo vrstnega reda dodajanja reagentov preprečimo njegovo tvorbo. Zato dobimo tu barvo, ki nam jo dajo sami reagenti in jo uporabimo pri merjenju ekstinkcije kot kompenzacijsko slepo probo.

Teorija tvorbe modrega kompleksa

V relativno koncentriranih silicijevih raztopinah si predstavljamo, da obstoja ravnotežje med polimerizirano $(\text{H}_2\text{SiO}_3)_x$ in nepolimerizirano (H_2SiO_3 ali H_4SiO_4) silicijevo kislino. Pri fotometričnem določevanju zajamemo seveda le nepolimerizirani del, kvečjemu še disilicijevo kislino ($x=2$). Samo mono- in disilicijeve kisline lahko tvorita z amonmolibdatom rumeno molibdencilicijevo kislino. Čim bolj je raztopina silicijeve kisline koncentrirana, tem večja je nagnjenost k polimerizaciji. Z razredčenjem dosežemo depolimerizacijo, ki jo verjetno še povečamo s kratkim segrevanjem. Pri naših poskusih za določevanje SiO_2 v rudah se je izkazalo, da dobimo pravilne rezultate le, če kislino raztopino dovolj razredčimo in kratko zakuhamo. Verjetno je vzrok prenizkim rezultatom, če tega ne storimo, polimerna oblika silicijeve kisline, ki ne reagira z amonmolibdatom in je torej izgubljena za določanje.

Torej samo mono- in disilicijeve kisline lahko tvorita molibdencilicijevo kislino. Ta ima tudi dve modifikaciji: α in β . Samo zgoraj omenjeni kislini H_2SiO_3 in $(\text{H}_2\text{SiO}_3)_2$ moreta v 5 minutah razviti z amonmolibdatom β - molibdencilicijevo kislino, ker se samo ta lahko v 10 do 15 minutah reducira do silikomolibdenmodrega.

β - molibdencilicijeve kisline se razvije v 4 do 5 minutah. Če je čas po dodatku amonmolibdata do SnCl_2 daljši, pride lahko do napak, ker se tvori že nekaj α - oblike, ki precej bolj počasi reagira s SnCl_2 (čas ni



Slika 1. Napaka, povzročena z variranjem časa tvorbe molibdencilicijeve kisline

ugotovljen) in dobimo po 15-minutnem fotometričnem razvite barve nepravilne, prenizke rezultate.

Pri reakciji silicijeve kisline z molibdatom je interesantna le tista molibdencilicijeve kisline, ki ima razmerje $\text{Si} : \text{Mo} = 1 : 12$, ker je le ta rumene barve. Zato moramo delati vedno s precejšnjim prebitkom molibdata, ker se drugače rumena $\text{H}_2\text{Si}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6$ ne tvori ali se pri stehiometričnem razmerju tvori le delno in reakcija poteka počasneje. Vendar prebitok ne sme biti previsok. Za tvorbo te kisline mora biti tudi točno določena aciditeta (o. $15\text{ n H}_2\text{SO}_4$) in za redukcijo te kisline $2\text{ n H}_2\text{SO}_4$, kar dosežemo s preračunano količino H_2SO_4 sp. t. 1,27. Vendar to ni tako ostro omejeno, saj koncentracijo kisline lahko variramo tako, da jemljemo iste količine kisline sp. t. 1,22 do 1,30, pa ne vpliva na rezultat (po naših poskusih).

Razvite barve silikomolibdenmodrega je odvisno od časa. Optimum doseže po 10 do 15 minutah, potem počasi pada, vendar v prvi uri ne bistveno, potem pa hitreje.

Predpis za fotometrično določevanje Si in umerjanje krivulj:

Rude:

Potrebne kemikalije:

1. Talilna mešanica: 100 gr KNaCO_3 p. a
30 gr $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ p. a
0,25 gr KNO_3 p. a
2. H_2SO_4 p. a sp. t. 1,27
3. HCl p. a 1 : 1
4. $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ p. a — 5 % raztopina
5. SnCl_2 — p. a — 1,2 % raztopina

Postopek:

Zahtamo 0,2000 gr rude v Pt lonček in pomešamo s 3 gr talilne mešanice (KNaCO_3 zmešan z boraksom, da se zniža tališče in pospeši razklop in KNO_3 kot oksidantom), dobro premešamo in talimo pri temperaturi 800 do 900°C . Ko je talina lepo tekoča in mirno vre — po približno 10 minutah — vzamemo lonček iz peči, talino porazdelimo po stenah lončka, ohladimo in postavimo v čašo. Vanj vlijemo 25 ccm H_2SO_4 sp. t. 1,27, pokrijemo s pokrovčkom in pustimo izluževati. Takoj po končani reakciji (2 — 3 minute) lonček in pokrovček dobro speremo v čašo, nalijemo v lonček 20 ml HCl 1 : 1 in izlužujemo še eventualne ostanke taline v lončku in na pokrovu s kuhanjem. Po spranju dolijemo še toliko vode, da je skupni volumen približno 200 ccm, postavimo na kuhalnik in pustimo vreti točno 5 minut, nato vsebino čaše preko lija kvantitativno prenesemo v 250 ccm bučko, ohladimo in dopolnimo do marke. Od tega potem jemljemo $2 \times$ po 5 ccm alikvota v 100 ccm bučko in dodajamo:

za probo

1. 40 ccm vode
2. 10 ccm 5 % raztopine $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$
počakam 5 minut
3. 20 ccm H_2SO_4 sp. t. 1,27
dobro premešamo
4. 10 ccm 1,2 % raztopine SnCl_2

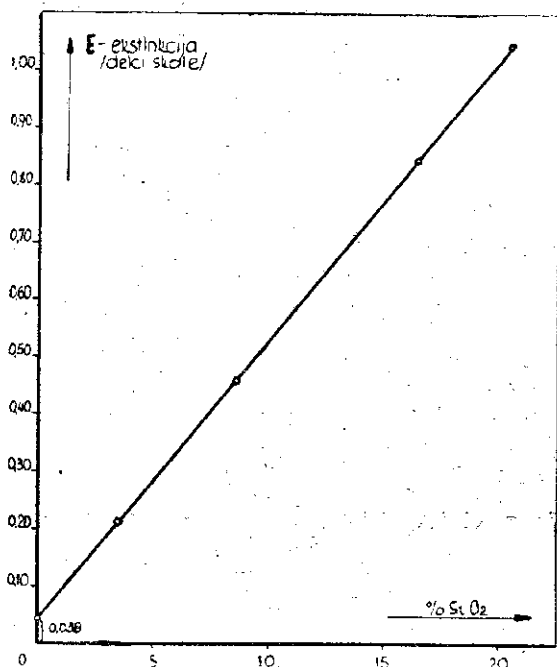
za slepo probo

1. 40 ccm vode
2. 20 ccm H_2SO_4 sp. t. 1,27
dobro premešamo
3. 10 ccm 5 % raztopine $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$
dobro premešamo
4. 10 ccm 1,2 % raztopine SnCl_2

Dopolnimo do marke in po 10 minutah fotometričramo proti slepi na fotometru Hilger z uporabo W žarnice in filtra št. 6 ($575\text{ m}\mu$) v 1 cm kivetu. Na podlagi ekstinkcije določimo % SiO_2 iz krivulje.

Umeritvena krivulja:

Za postavitev ključnih točk krivulje smo se posluževali rud z različno znano vsebnostjo SiO_2 od 3 do 21 % SiO_2 . Pri posameznih vsebnostih dobljene ekstinkcije smo vne-



Slika 2. Umeritvena krivulja za določanje SiO₂ v rudah in aglomeratih

sli v diagram in sicer na absciso % SiO₂ dobljen gravimetrično (6 paralelk), na ordinato pa odčitano ekstinkcijo. Tako vstavljena krivulja je skoraj linearna in v območju do 18 % SiO₂ velja zanjo enačba

$$\% \text{ SiO}_2 = \frac{E - 0,038}{0,05}$$

% SiO ₂	3,50	8,50	16,40	20,47
E	0,207	0,458	0,815	1,048
	0,206	0,450	0,815	1,040
	0,210	0,468	0,890	1,030
	0,213	0,470	0,846	1,056
	0,218	0,453	0,821	1,042
	0,215	0,461	0,841	1,036
	0,230	0,461	0,853	1,078
	0,213	0,489	0,874	1,040
E	0,213	0,463	0,844	1,040

točke krivulje: T (% SiO₂, E)

Za kontrolo krivulje smo določili SiO₂ v normalah Max — Planckovega inštituta in domačih rudah, ki smo jim SiO₂ določili po klasičnem postopku:

fotometrično	gravimetrično
7,18 % SiO ₂	7,14 % SiO ₂ Normala Max-Planck
14,78 % SiO ₂	14,82 % SiO ₂
8,48 % SiO ₂	8,50 % SiO ₂
9,26 % SiO ₂	9,40 % SiO ₂
12,95 % SiO ₂	12,70 % SiO ₂
15,68 % SiO ₂	15,70 % SiO ₂

Vidimo, da so razlike v mejah, ki jih predpisuje Chemikerausschuss za arbitražne analize. Dovoljeno odstopanje je:

$$a = 1$$

$$a (0,10 + 0,01 \times \% \text{ SiO}_2) \%$$

Opomba:

Postopek za rude je preizkušen do 21 % Si. Pri višji vsebnosti je nevarnost izločanja netopnega SiO₂, ki ga fotometrično ne zajamemo ali pa moramo delati z manjšimi zahtevami.

Jekla:

Potrebne kemikalije

1. H₂SO₄ p. a 1 : 19
2. H₂SO₄ p. a sp. t. 1,27
5. (NH₄)₆ Mo₇O₂₄ p. a — 5 % raztopina

4. H₂O₂ p. a — 2 % raztopina
3. KMnO₄ p. a — 2 % raztopina
6. SnCl₂ p. a — 1,2 % raztopina

Postopek:

Zatehtamo 0,1 gr vzorca v 50 ccm bučko in razkrajamo s 14 ccm H₂SO₄ 1 : 19. Karbide razkrojimo z dodatkom 2 % raztopine KMO₄, izpadli rjavi manganovec pa reduciramo z dodatkom 2 % raztopine H₂O₂. Prebitni H₂O₂ izkuhamo, ohladimo, dopolnimo do marke in damo 2 alikvota po 5 ccm v 25 ccm bučki in dodajamo reagente po naslednjem vrstnem redu:

proba

1. 9 ccm H₂O
2. 2,5 ccm 5 % raztopine (NH₄)₆ Mo₇O₂₄
3. 5 ccm H₂SO₄ sp. t. 1,27
- dobro premešamo
4. 2,5 ccm 1,2 % raztopine SnCl₂

slepa proba

1. 9 ccm H₂O
2. 5 ccm H₂SO₄ sp. t. 1,27
- dobro premešamo
3. 2,5 ccm 5 % raztopine (NH₄)₆ Mo₇O₂₄
4. 2,5 ccm 1,2 % raztopine SnCl₂

Zalijemo z vodo do marke in premešamo. Po 10 minutah fotometričiramo proti slepi. Iz ekstinkcije izračunamo % Si ali pa ga odčitamo s krivulje.

Na ta način določamo Si v jeklih z do 1 % Si. Če je vsebnost Si 1 do 2 % določamo na isti način, le da zatehtamo 0,1 gr v 100 ccm bučko, za jekla z 2 do 4 % Si pa v 200 ccm bučko. Vse ostalo je isto. Rezultate odčitamo iz diagrama in jih množimo z 2 oziroma s 4.

Umeritvena krivulja: Kot osnovo smo vzeli raztopino natrijevega silikata in sicer je 1 ccm raztopine odgovarjal 0,10 % Si, če smo jo dodali vzorcu jekla. Da bi imeli iste pogoje kot pozneje pri jeklu, smo jemali zatehto normalnega jekla z 0,15 % Si in raztopini jekla iz mikrobirete dodajali po 1, 2, 3 itd. ccm raztopine in naprej po zgornjem postopku. Odčitke na fotometru (ekstinkcijo) smo vnesli v koordinatnem sistemu na ordinato, % Si pa na absciso.

Podatki krivulje:

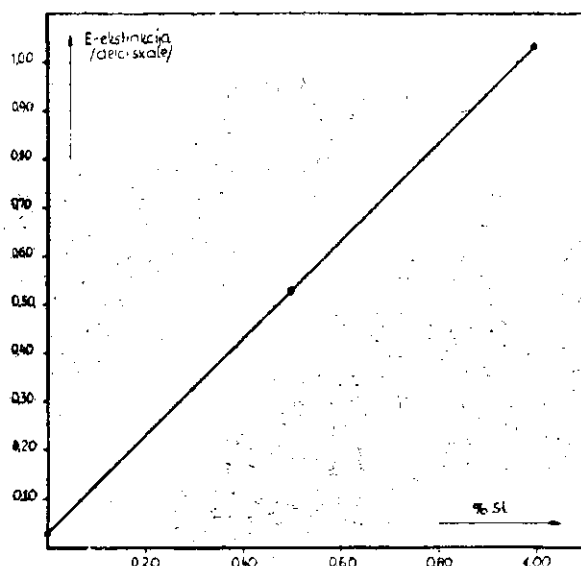
ccm raztop.	% Si	odčitek na aparatu				
0	0,15	0,18	0,19	0,187	0,170	0,170
1	0,25	0,285	0,295	0,300	0,270	
2	0,35	0,375	0,390	0,383	0,373	
3	0,45	0,49	0,478	0,485		
4	0,55	0,58	0,58	0,583		
5	0,65	0,66	0,67	0,675		
6	0,75	0,78	0,785	0,779		
7	0,85	0,86	0,89	0,883		
8	0,95	0,96	0,95	0,97		

$$\% \text{ Si} = E_x - 0,03$$

Točke krivulje: T (% Si, E)

Krivuljo smo kontrolirali z jekli z znanimi vsebnostmi Si in Max — Planckovimi normalami.

jeklo	Si fotom.	Si grav.	
	E	% Si	% Si
A	0,13	0,10	0,08
B	0,25	0,21	0,20
C	0,36	0,33	0,33
D	0,23	0,20	0,21
E	0,50	0,47	0,45
F	0,80	0,77	0,74
G	0,44	0,41	0,41
H	0,35	0,32	0,33
I	0,15	0,12	0,09
J	0,20	0,17	0,17



Slika 3. Umeritvena krivulja za določanje Si v jeklu in grodlju

Iz tabele vidimo, da se rezultati ujemajo v dopustnih tolerancah. Dovoljeno odstopanje po Chemikerausschuss: $(0,02 \pm 0,03 \%)$. % Si

Opomba:

Vzporedno moramo vedno delati pri rudi, grodlju in jeklu slepo probo na Si z vsemi kemikalijami. Še boljše pa je, da vzporedno z vzorcem vedno delamo normalo in rezultat korigiramo z ozirom na njo.

Vpliv drugih elementov na fotometrično določevanje silicija:

Poleg Si dajejo tudi nekateri drugi elementi tako imenovano molibdenmodro. Ti so V, P, As in tudi sam molibdat se reducira do modrega, vendar pri drugi aciditeti kot Si. Teoretično torej ne bi smeli motiti. Praktično pa je bilo ugotovljeno, da se pri taki aciditeti kot določamo, Si razvije tudi nekaj barve P in As.

Ker sta v naših rudah v tako malih količinah, praktično ne motita, kajti njun vpliv se pozna šele pri stotinkah procenta. Obenem je tudi krivulja umerjena z našimi rudami, ki so več ali manj konstantne sestave in tako vpliv teh elementov že s tem eliminiramo.

P in As motita, če sta prisotna v petvalentni obliki. Ker se pri razkroju jekla s kislino vrši redukcija zaradi razvijajočega se vodika, izhajata P in As kot PH_3 in AsH_3 .

in praktično nimata nobenega vpliva na Si. Ugotovljeno je bilo, da v vzorcu z 0,60 do 0,70 % P ostane po razkroju s kislino v raztopini še približno 0,10 %. V primeru, da sta P in As prisotna, pa moramo jemati korekturo in sicer za vsakih 0,05 % P dobimo Si za 0,02 % višji. Isto za As, vendar pri nas ne pride v poštev, ker nimamo jekel z As. Vanadij moti šele, če je višji od 5 %.

Možne napake: Prva in najvažnejša stvar pri fotometričnem določanju Si je, da imamo vedno predpisane pogoje. Če menjava izhodnih kemikalij daje spremembe rezultatov. Zato moramo vzporedno vedno delati normalo z znano vsebnostjo Si.

Pri rudi moramo paziti, da ne izlužujemo predolgo s H_2SO_4 ali HCl — samo toliko časa, dokler poteka reakcija, pri jeklu pa ne smemo kuhati dalj kot traja razkroj jekla, ker obstoja nevarnost izločanja SiO_2 v netopni obliki, posebno pri višjih vsebnostih Si, ker dobimo potem prenizke rezultate.

Pri dodajanju reagentov za obarvanje moramo paziti, da dodajamo reagente vedno v sredino bučke in ne po stenah in da po vsakem dodatku dobro premešamo, posebno po dodatku H_2SO_4 , pri probi in po dodatku H_2SO_4 in $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ pri slepi, ker drugače lahko nastane pri redukciji čisto molibdenmodro, kar nam zviša rezultata (ali zniža, če pri slepi ni dobro premešano).

Važno je tudi, da po dodatku amonmolibdata in SnCl_2 počakoma predpisani čas, da se barva razvije.

Če so prisotni oksidanti, se barva silikomolibdenmodrega ne razvije 100 %, verjetno zaradi reakcije med oksidantom in reducentom, zato moramo oksidante izkuhati.

Zaključki: Iz opisanih poskusov vidimo, da je fotometrično določanje Si precej zahtevna operacija, vendar ima pred gravimetričnim toliko prednosti, da je pri nas že popolnoma izpodrinil prvega; je hitrejši in bolj ekonomičen z ozirom na porabo kemikalij, kljub temu pa točnost ne zaostaja za gravimetričnim; pri jeklih s pod 0,15 % Si pa je natančnost določitev celo večja. Zaradi hitrosti določanja pa lahko služi za kontrolo plavžnega vsipa in vodenje šarž in se uporablja predvsem za serijske analize.

Literatura:

1. Resenius »Zeitschrift für analytische Chemie« Bd 151, str. 169; Bd 161, str. 1
2. Analytical chemistry, May 1958, str. 1011
3. Stadart Methods of Analysis of Iron, Steel and Ferroalloys, The United Steel Companies LTD 1951
4. E. C. Pigott: Ferrous Analysis — London 1953.

Ing. MILOŠ GREGORČIČ

Problem čiščenja škafe v valjarni 2400 na Javorniku

V vseh modernejših valjarnah je postala hidravlična naprava za čiščenje škafe nepogrešljiva in zato predstavlja problem, ki si ga je vredno malo natančneje ogledati.

Princip čiščenja je naslednji: Na valjani material se uperi pahljačast curek vode, kateri očisti površino. Naprava mora biti konstruirana tako, da je pri velikem mehaničnem učinku ohlajevanje materiala čim manjše. Energija, potrebna za čiščenje, je odvisna od zahtev, ki jih postavlja material. Čim lepšo površino pločevine zahtevamo, tem večje število vtikov mora biti brizganih. Praksa je pokazala, da zavisi učinek čiščenja od vodnega pritiska, oblike curka, naklona in razdalje pršnih šob od površine materiala. Pritisk izpod 60 atmosfer

ne zadovoljuje, previsoki pa zopet niso gospodarni zaradi podražitve same naprave kot tudi povečanja obratovalnih stroškov. Naklon pršne šobe oziroma vpadni kot curka naj bo nekako 15°, pršni kot pa 30°. Pri prevelikih pršnih kotih se učinek močno zmanjša, katerega s prekrivanjem sosednjega roba pahljačastega curka ne moremo izboljšati. Poraba vode na pršno šobo naj bo v mejah 1 do 1,5 litra na sekundo, razdalja pršnih šob od površine pločevine pa med 150 in 200 mm.

Visokotlačna črpalna postaja, katera bo situirana predvidoma v prizidku, ki sedaj služi za skladišče raznega materiala v valjarni 2400, ne bo dobavljala vode samo pršnim šobam, ampak bo oskrbovala z njo tudi hidravlične škarje. Predvi-

dena poraba vode za čiščenje je 450 litrov na minuto, za obratovanje škarij pa 350 litrov na minuto. Poraba vode za čiščenje se je določila na osnovi naslednjih podatkov:

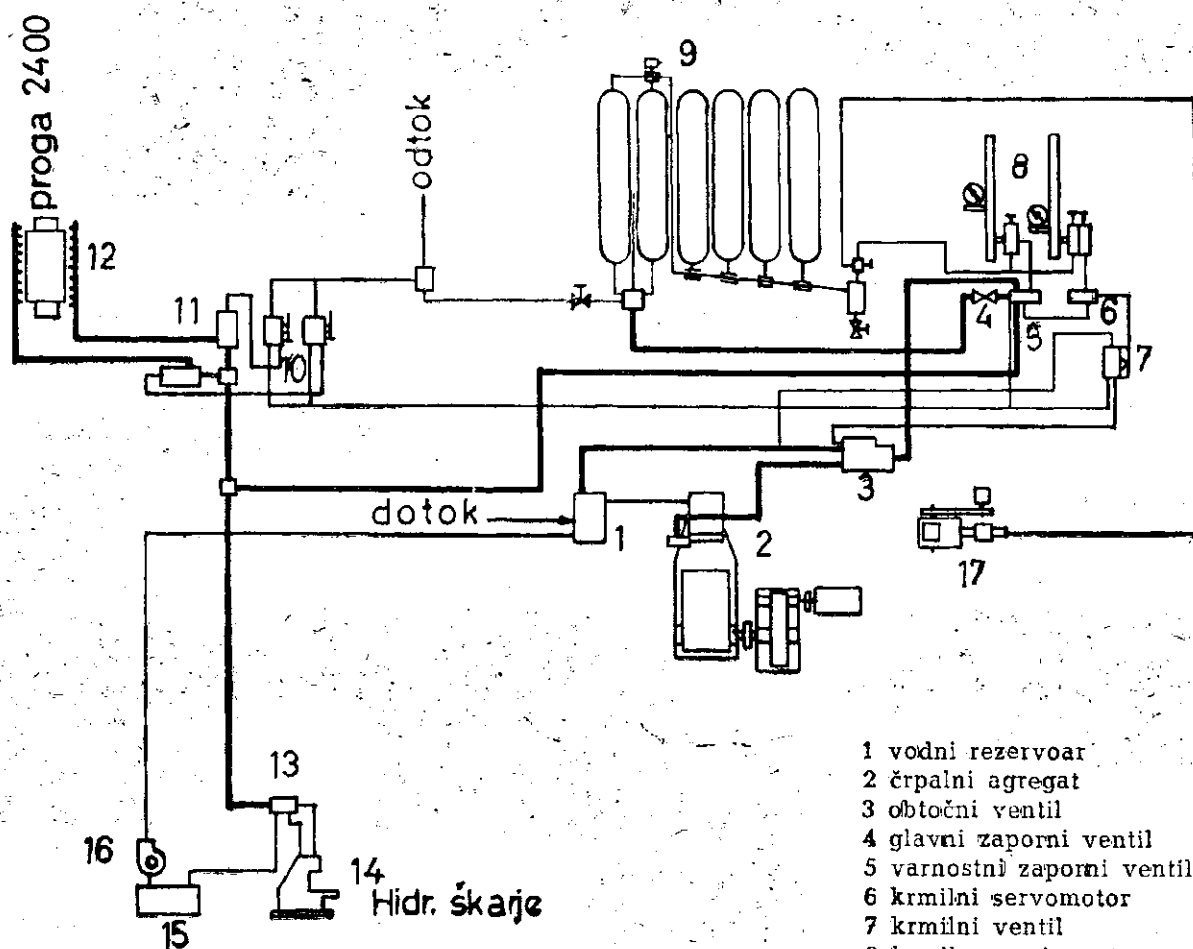
- produkcija — 10 bram na uro,
- število vtikov za eno bramo — 35 do 36,
- širina pločevine — δ - 220 mm,
- število brizganih vtikov za eno bramo — 10.

Čistilo se bo z zgornje in spodnje strani in potrebno je skupno 24 šob. Črpalka dobavlja konstantno količino 800 litrov na minuto, od katere je za čiščenje na razpolago 450 litrov na minuto, to je 7,5 litra na sekundo. Ker pa je v času brizganja (= 100 s) potrebno 24 litrov na sekundo, mora to razliko izravnati vodni akumulator, in sicer mora prispevati $24 - 7,5 = 16,5$ litra na sekundo, skupno torej $16,5 \cdot 100 = 1650$ litrov na bramo. Ker pa akumulatorja ne smemo popolnoma izprazniti, je rabna količina določena z 2000 litri. Vodo v rezervoarju bo držal pod pritiskom komprimirani zrak, katerega bo dobavljal majhen kompresor kapacitete 600 litrov na minuto. Tlak vode bo znašal 120 atmosfer, variranje pritiska v času praznitve akumulatorja pa je dopuščeno do 20 % in ti pogoji so zahtevali zračno prostornino 10.000 litrov. Skupna prostor-

nina naj je torej 12.000 litrov. Regulacijska naprava z obtočnim ventilom prepreči na eni strani preveliko znižanje gladine vode v akumulatorju in vdor zraka v cevno mrežo, na drugi strani pa odpre obtočni ventil, kadar je dosežen maksimalni pritisk oziroma kadar je gladina vode najvišja. Črpalka v tem primeru dobavlja vodo brez pritiska v rezervoar, iz katerega jo zopet črpa. Ta rezervoar bo imel prostornino 6000 litrov, voda pa bo vanj vtekala na eni strani iz vodovodne mreže (450 litrov na minuto), na drugi strani pa iz povratnega voda od hidravličnih škarij (350 litrov na minuto).

Črpalka Hydraulik Duisburg, katera se bo uporabila za to napravo, je trojček s kapaciteto 800 litrov na minuto pri 165 obratih na minuto, pritisk na tlačnem priključku pa bo znašal 120 atmosfer. Potrebna moč motorja za pogon črpalke je 200 kilowatov.

Za vodni akumulator bosta služili dve jeklenki po 2050 litrov, vsaka do polovice napolnjena z vodo, za zračni akumulator pa enake nadaljnje štiri jeklenke, ki so že na Javorniku na razpolago. Povezavo posameznih elementov hidravličnega postrojenja prikazuje naslednja shema:



- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1 vodni rezervoar | 10 krmilni ventili zap. vent. |
| 2 črpalni agregat | 11 zaporna ventila |
| 3 obtočni ventil | 12 pršne šobe |
| 4 glavni zaporni ventil | 13 krmilje hidravličnih škarij |
| 5 varnostni zaporni ventil | 14 hidravlične škarje |
| 6 krmilni servomotor | 15 vodni rezervoar |
| 7 krmilni ventil | 16 centrifugalna črpalka |
| 8 krmilne cevi | 17 zračni kompresor |
| 9 jeklenke | |

V shemi je predvidena regulacijska naprava skupno z zapornimi ventili v izvedbi firme Werner Pfleiderer. Njena prednost je v tem, da se količina vode, kot tudi pritisk lahko poljubno menjata s tem, da krmilni cevi primerno naravnamo.

Po izkustvih, ki so jih imeli v svetu s pršnimi šobami, bi najbolje ustrezale KTH3 šobe, ki bi jih nabavili v inozemstvu.

Voda v glavnem cevovodu $D_n = 150$ mm ima pri največji porabi hitrost 2,2 metra na sekundo, v cevovodu z $D_n = 125$ mm 2,93 metra na sekundo in v ceveh $D_n = 100$ mm tik pred pršnimi šobami 2,3 metra na sekundo. V vodu k hidravličnim

škarjam je v cevi $D_n = 80$ mm hitrost 1,5 metra na sekundo, v povratnem pa 1,82 metra na sekundo. Na prvi pogled so te številke precej visoke, posebno v cevi z $D_n = 125$ mm in človek bi se bal vodnih udarcev ob priliki zapiranja zapornega ventila. S pravilnim upravljanjem krmilnih ventilov pred zapornimi ventili pa se dajo doseči razmere, ki so v vsakem primeru dopustne.

Problem zase je namestitev zgornjih pršnih šob na ogrodje tria, ker morajo biti le-te gibljive in se gibati skladno s pločevino, ki se valja.

Preventivno vzdrževanje

Pod preventivo razumemo preprečevanje vzrokov, ki vodijo do okvar. V medicini je znano moderno načelo: bolje je bolezen preprečiti, kakor zdraviti. Podobno je tudi v tehniki vzdrževanja strojev in naprav. Veliko ceneje je imeti strojne dele stalno pod nadzorstvom in jih zamenjati preden nam popolnoma odpovedo, kakor pa čakati na njihov lom in jih poizkušati izkoriščati do kraja. Tak lom ima navadno za posledico tudi okvare drugih, sosednjih strojnih delov in zastoj naprave ravno v času, ko bi bila produkcija najvišja, kajti lom se običajno dogajajo pri polni obremenitvi naprav. Če menjamo dele ali popravljamo stroj ob času, ki je nam po volji, si lahko izberemo nedelje ali pa kak drug dan, oziroma uro, ko tista naprava ne igra, važne vloge ali pa sploh miruje.

Grob primer takega načina vzdrževanja imamo pri avtomobilih. Dober šofer bo menjal n. pr. izrabljene svečke ali gume že doma v garaži in ne bo čakal okvare na cesti, kjer je popravilo težje, oziroma okvara lahko nevarna.

Teoretično je preventivni način vzdrževanja proizvodnih naprav jasn in dognan in ga je pri projektiranju novih tovarn kaj lahko upoštevati. Posebno prikladen je za tovarne s proizvodnjo na tekočem traku. Tam so stroji enakomerno obremenjeni in nek stroj izdeluje leto in dan isti artikel. Obraba njegovih delov je znana. V procesu proizvodnje imamo v tem primeru nekaj strojev in naprav v rezervi in jih vključimo takrat, ko popravljamo druge. Tak sistem zahteva od organizatorja veliko znanja in sposobnosti, izvajanje pa je nato zelo preprosto in šablonsko, tako kot je tudi produkcija na tekočem traku. V posebni kartoteki je za vsak strojni del predpisana življenjska doba in administratorica vsak dan izloči kartone delov, ki jih je treba zamenjati. Tak izločen karton se smatra kot delovni nalog in ga dobi vzdrževalna skupina, ki nato izvrši zamenjavo. Jasno je, da so vsi strojni deli numerirani, ozi-

roma šifrirani in strogo tipizirani. Tehnična dokumentacija je popolna in je večina načrtov posnetih na mikrofилme, tako da so povsod takoj pri roki.

Poleg načrtno zamenjave obstojajo kontrolorji, ki imajo v svojem dnevniku za vsak dan napisano, kateri del in pri katerem stroju ga je treba pregledati. N. pr. stroj št. 127, gred in ležaj 8. a. itd. Kontrolor nato po predpisanem »voznem redu« vrši svojo dolžnost. Vsak stroj ima svojo knjigo, kamor kontrolor vpiše datum ter uro in parafira, če je vse v redu. Podobno je za vse naprave, vključno žerjave. Vzdrževalci dobe točen nalog za popravilo. Za zamenjavo nekega manjšega dela sem n. pr. videl tudi »časovni predračun«, ki je bil za naše pojme dlakocepski: »hoja do žerjava 3,5 min., plezanje na žerjav 1,5 min., demontaža starega dela 8 min., snajenje 3 min., montaža novega dela 14 min., preizkus 4 min.« itd.

V visoko razvitih industrijah, kjer so strojni deli poceni, igra najvažnejšo vlogo čas, posebno pa produktivni čas. Ta je znatno dragocenejši, kot ves material, ki se porabi za popravila.

Posebno poglavje je vzdrževanje metalurških podjetij. Če je to novo podjetje, potem je laže, če pa je staro, pa niti načrtov ni za vse naprave, kaj šele evidence o vzdržljivosti.

Večinoma vlada v metalurgiji način, ki mu pravimo »ropanje«. Dokler gre, gre, potem bo pa že kako. Vzdrževalci »požare« gasijo, namesto da bi jih preprečili.

Za vzdrževanje Siemens-Martinovih peči so angleške železarne izdelale točen sistem, ki se ga brezpogojno držijo. Nemške železarne pa delajo večinoma tako kot pri nas, napol načrtno, napol pa od primera do primera.

Vsekakor bi bil tudi za metalurška podjetja najekonomičnejši preventivni način, vendar je za uvedbo tega potrebna obširna evidenca in študij, poleg tega pa kadri, ki jih je za to treba vzgojiti.

ANTON POGAČNIK
DK 66.022

Kvalitetno vzorčenje surovin

Na osnovi zakona in uredbe o določanju in kontroli kvalitete proizvodov čl. 26 z dne 26. maja 1948 so bili leta 1948 ustanovljeni po naših železarnah in drugih industrijskih podjetjih »Oddelki tehnične kontrole — OTK«. Z naraščajočo produkcijsko zmogljivostjo industrije FLRJ se je pojavila kvalitetna problematika. OTK naj bi torej s postopnim nadzi-

njem vseh elementov proizvodnje v kvalitetnem smislu reševali problematiko v smislu izboljšanja tehnoloških procesov, izboljšanja kvalitete izdelkov in izdelkov.

Oddelki tehnične kontrole — OTK — so po ustanovitvi v Železarnah osredotočili delovanje predvsem na končne izdelke, premalo pažnje pa se je po-

svečalo osnovnim surovinam, domačim in inozemskim. Nešteti primeri dokazujejo, da je produkcijski sektor železarn imel na razpolago manj vredne surovine, v končni fazi proizvodnje pa se je zahtevalo, naravno, prvovrstne izdelke. Inozemski dobavljači mnogokrat niso dobavljali surovin po predpisanih pogojih. Izgubljali smo devizna sredstva in bonifikacije, ker se reklamacije niso vršile v določenih terminih.

To stanje se je v Železarni Jesenice bistveno izboljšalo leta 1951, kajti tega leta se je vršil v okviru oddelka za strokovno šolstvo pri Železarni prvi tečaj za jemalce in pripravljavce vzorcev. Stroka jemalcev in pripravljavcev vzorcev je bila do tedaj malo znana, kljub dejstvu, da je za vsako kemično analizo in preiskovalno delo potrebna pravilna priprava povprečnega vzorca.

Jemalci in pripravljavci so izvirali iz vrst delavcev raznih obratov in industrijske vajeniške šole.

Prvi, tri mesece trajajoči tečaj te vrste, ki se je vršil na Jesenicah, pa je v strokovnem, kakor v tehnično organizacijskem pogledu dosegel v popolnosti želeni smoter. Obiskovalci z Jesenic in drugih železarn so se priučili izvrševati delo, ki je za kvalitetno kontrolo neizogibno potrebno ter si pridobil z zaključnim strokovnim izpitom naziv jemalca in pripravljavca vzorcev.

Ni potrebno omenjati, da je asortiment surovin, ki jih prejema železarna, odnosno jih kontrolira OTK, zelo velik, saj presega število 50. V glavnem so to goriva: premog in koks, mineralne surovine — rude in priklade kakor ferrolezure, razne zlitine itd.

Standardni kvalitetni pogoji za vse surovine, ki jih uporablja naša težka industrija, še niso povsem sestavljeni. Pri nabavah se poslužujejo posamezne železarne podobnih izkustev.

Deloma se upoštevajo začasni standardni predpisi za nekatere domače surovine n. pr. »Privremeni propisi za osnovne elemente, jemanje vzorcev in vršenje kemične analize premoga« — Ministrstva FLRJ št. 15278 — 1949, dalje 2 interna standardna predpisa o jemanju koksa in 3 interni predpisi o vzorčevanju rude.

Često pa industrijska podjetja ne morejo upoštevati standardnih predpisov, ker so primorane uporabljati slabše surovine. Naravno, da tako stanje vpliva na poslabšanje kvalitetnega faktorja naše celokupne proizvodnje in zmanjšanje kapacitete.

Preden omenim nekaj primerov iz prakse, pri katerih je dobro izvedena priprava vzorcev bistveno vplivala na prevzemne pogoje in kvalitetno oceno surovine, naj na kratko opišem delovni postopek jemanja in priprave vzorcev.

Kvaliteto surovin ugotavljamo s pomočjo kemične analize pripravljenih vzorcev. Točnost in pravilnost analiz ter vsake druge preiskave pa je v prvi vrsti odvisna od pravilnega in strokovnega jemanja vzorcev. Vzorci morajo biti povprečni, to pomeni, morajo predstavljati prerez po velikosti zrna in kvaliteti. Povprečni vzorec mora vsebovati isto razmerje velikosti zrn, kakršen je v celokupni količini ma-

teriala. Čim bolj raznovrsten je mehanski sestav, tem večjo količino vzorca moramo pripraviti.

Vsaka nadaljnja preiskava, kemična, fizikalna, metalografska je v primeru slabo pripravljenih vzorcev brez pomena. Jemalec in pripravljavec mora biti torej popolnoma nepristranski in se mora zavedati važnosti jemanja in priprave. Jemanje se mora prilagoditi lokalnim prilikam, na drugi strani pa se mora vršiti po obče veljavnih predpisih tudi v mednarodnem obsegu.

V bistvu razlikujemo

a) ročni in mehanizirani način jemanja ter

b) ročni in mehanizirani način priprave vzorcev.

Izbira enega ali drugega načina je odvisna od splošnih obratnih pogojev, mehanizacij obratov, razpoložljive delovne sile, raznovrstnih surovin in količin materiala. V naši železarni uporabljamo le ročni način jemanja z delno mehanizacijo priprave vzorca (drobilci, mlini, razdelilci itd.), ki olajšujejo posamezne delovne operacije.

Mehanizirani način je gotovo bolj točen. Pripravlja v razmeroma kratkem času vzorce večjih količin istovrstnih surovin. Izključuje osebni vpliv pri jemanju vzorcev, vendar je za ta način priprave in jemanja potrebno veliko osebja za vzdrževanje in čiščenje mehaničnih naprav, katerih obraba škodljivo vpliva na kvaliteto pripravljenega vzorca. Največje preglavice — zastoj — povzročajo pri mehaniziranem načinu jemanje vzorcev vlažne glinaste surovine, katere se morajo predhodno sušiti.

Ročni način jemanja, katerega se poslužujemo tudi v železarnah, je predvsem prikladen za manjše obrate, manjše količine raznovrstnih surovin, za vzorce vlažnih surovin, dalje v primeru zamenjav materiala in v informativne namene itd. Ta način jemanja pa ne izključuje osebni vpliv, neobjektivnost pri jemanju, kar povzroča česče velika nesoglasja v kvalitetnem smislu. V skrajnih primerih je ta vpliv lahko tudi zelo škodljiv pri kupoprodajnih izmenjalnih vzorcih.

Kot pripomoček uvajajo pri jemanju t. zv. »Statistične« metode, ki skušajo na osnovi sistematike rezultatov za eno vrsto surovine ugotoviti pogostost nastopanja slične kvalitete. Ta način lahko izberemo le kot napotek za »verjetnost« ponavljanja kvalitete, ki ima statistični pomen, ne more pa služiti za določen primer kupoprodajne izmenjalne analize, na osnovi katere se določa tudi cena surovine.

Statistične metode služijo v evidenčne svrhe pri ugotavljanju kvalitete surovine in izdelka za daljšo časovno obdobje in večje število analiz na isti surovini ali izdelku. Ne moremo pa te metode uporabiti pri manjšem številu analiz, kakor tudi ne za osamljene pošiljke posebnih vrst surovin.

Ročni način jemanja vršimo pri vzorcih za ugotavljanje vlage, mehanske sestave in kemično fizikalne analize.

a) Vzorce za določanje grobe vlage pripravljamo po predhodno pogodbeno dogovorjenem načinu, ali iz skladišča ali pa pri pretovarjanju. Važno je, da te vzorce po jemanju takoj sušimo do konstantne teže pri odgovarjajoči temperaturi 105 do 110°C

za rude, kamenine, koks in premog. Transportiranje in nabiranje vzorcev za vlago pa se mora vršiti izključno v neprodušno zaprtih posodah. Tako imenovanih tedenskih in mesečnih povprečnih vzorcev običajno za vlago ne pripravljamo. Prav tako ni priporočljivo, da se material pred sušenjem preklada niti drobi ali seje, to le v primeru, če je kosovne oblike.

Količina vzorca za določevanje mora znašati najmanj 1/1000 celokupne količine, ako ni pogodbeno določena manjša ali večja količina. Pri surovinah z različno velikostjo zrn (debela kosovni, grobozrnati, prašeni material) se pripravljajo vzorci v razmerju odgovarjajoče predhodni procentualni ocenitvi posamezne velikosti zrn.

b) **Vzorci za sejnalno analizo.** Mokre surovine predhodno sušimo. Sejanje se izvrši s surovinami v prejetem stanju, a sejalnimi napravami po DIN normah ali pa napravami, ki so pogodbeno določene. Tudi za sejnalne vzorce je potrebna predhodna približna procentualna vizuelna ocenitev zrnovitosti, ki jo običajno izvršita dva jemalca in pripravljata ločeno. Tehnična sejnalna analiza se vrši v skladu z uporabljivostjo surovin za tehnološki proces. Na primer za koks in oglje je kritična velikost 40 oziroma 35 mm premera zrna, za premog orehovec 15 — 18 milimetrov itd.

c) **Vzorci za kemično fizikalno analizo:** Ne glede na vlago in zrnovitost surovin pripravljamo vzorce za kemično analizo na osnovi 1/1000 od celotne količine. Surovine z različno zrnovitostjo pripravljamo po predhodni približni ocenitvi velikosti zrn. Od večjih kosov odbijamo manjše koščke (ne preko 50 milimetrov premera). Odbiti kosi pa ne smejo izhajati le iz površinskih delov večjih kosov, temveč se morajo odkruški pripravljati preko vse površine sveže prelomljene ploskve velikega kosa. Nadaljnja priprava vzorcev se vrši s pomočjo drobilnih naprav v velikosti 20—1 mm, nakar se četrtini ponovno drobi pod 1 mm in zopet četrtini toliko časa, da ostane še 1/4 kg vzorca zrnovitosti pod 0,20 mm (sito DIN 30) za kemično analizo.

Ročna priprava vzorcev za kemično analizo se najlažje izvrši ob priliki raztovarjanja in pretovarjanja surovin iz zgornjih, srednjih in spodnjih slojev, prednje in zadnje strani vagonov, ali drugih transportnih sredstev. Pri manjših količinah surovin (ferolegure), ki se pošiljajo v sodovih in podobno, jemljemo vzorce iz posameznih sodov z odbijanjem manjših koščkov. Število poizkusnih sodov mora znašati 5 do 10 % od celokupnega števila.

A. Priprava vzorcev koksa

a) Iz vagonских pošiljk jemljemo vzorec pri razkladanju v enakomernih časovnih intervalih na ta način, da se v vzorcu nahaja koks iz zgornje, srednje in spodnje ter sprednje in zadnje plasti vagona. Količina vzorca mora znašati za kemično analizo najmanj 1/1000 (okoli 10 kg od 10-tonskega vagona) od celotne količine. V primeru, da preizkušamo le posamezne vagone, mora ta količina znašati najmanj 1 % od celokupne teže v vagonu (100 kg od 10 ton). V obeh primerih se določa najprej groba vlaga, nato

se izvrši sejnalna analiza, pri kateri je predvsem upoštevati velikost zrn nad in pod 40 mm premera. Material se po sejnalni analizi drobi v drobilcih in mlinih do 5 in 1 mm premera, nakar se večkrat četrtini in odda 1/3 kg vzorca v kemično analizo.

b) Za določevanje trdnosti izberemo najmanj 10 večjih kosov koksa, iz katerih izbrusimo kocke s stranico od 3 in 5 cm. Trdnost določamo z obremenitvijo teh kock s primerno obtežbo, katere sila nam je neznana. Rezultat trdnosti dajemo v kilogramih na cm².

c) Poroznost določamo s pomočjo težinske spremembe najmanj 10 koščkov koksa, katere najprej stehamo suhe, nato 24 ur namočimo v vodi, kuhamo, odcedimo in potem ponovno stehamo. Namesto vode uporabljamo tudi druga topila: metiljodid, tetraklorogljik, alkohol in aceton. Iz razlike v teži dobimo poroznost, vendar moramo pri tem upoštevati specifično težo tekočine, v kateri smo poizkušane kose namakali.

d) Preizkušnja koksa na obrabo se izvrši v MICUM-bobnu s prostornino 1 m³. V bobnu so navarjeni na notranjem obodu 4 kotniki, ob katere udarja koks med vrtenjem bobna. Boben se napolni s 50 kg koksa, separirane velikosti zrn od 40 mm navzgor. Po 4-minutnem vrtenju s 25 obrati na minuto nam nato sejnalna analiza deloma zdrobljenega koksa pokaže procentuelno obrabo.

B. Odvzem in priprava vzorcev rude iz vagonov

Pri vagonских pošiljkah najprej odberemo po tabeli »slučajnih« številk vagon, iz katerega nato vzamemo vzorec za kvaliteto. Povprečni vzorec vzamemo v vagonu na 6 mestih po 2 vzdolžnih paralelah po sredini stranice stožca. Iz vsakega tako določenega mesta se najprej zaradi nečistoče, ki se nabere med transportom, odstrani 20 cm vrhnje plasti rude in nato vzame 5 kg vzorca. Na ta način dobimo iz enega vagona rude 30 kg vzorca, ki predstavlja povprečje več vagonov (10—15). Istočasno vzamemo tudi vzorec za vlago, vendar v polovico manjši količini, katerega pa čimhitreje zatehtamo in damo v sušilnico.

Vzorec rude za ugotovitev kvalitete pa se nabira in hrani toliko časa, da predstavlja težo 1 lota, ki je pogodbeno določena (na primer za 500 do 5000 ton).

Tako nabrani povprečni vzorec za težo 1 lota pripravimo na naslednji način: celokupni vzorec najprej zdrobimo na velikost zrn pod 20 mm. Nato vso to količino vzorca 3 x dobro premešamo s presipanjem na stožec, katerega nato sploščimo do višine 20 mm. Zravnani stožec rude četrtinimo in 2 nasprotni četrtini odstranimo, ostali 2 pa meljemo, mešamo in četrtinimo dalje. To delovno operacijo ponavljamo toliko časa, da dobimo približno 250 g laboratorijskega vzorca, zrnovitosti 0,20 mm, katerega damo v laboratorij za analizo.

C. Priprava vzorcev ferolegur

Jemanje in priprava vzorcev ferolegur se vrši samo v svrhu kemično fizikalne analize, ne pa tudi za vlago in zrnovitost. Ferolegure se morajo nahajati v obliki zlomnine po 5 do 35 kg težkih kosov (spec.

surova železa, hematit, valjčna zlomnina itd.) Za kemično analizo jemljemo vzorce pa že opisanem načinu z odbijanjem ali vrtanjem posameznih kosov. Količina vzorcev je odvisna od načina proizvodnje, homogenosti materiala, vključkov tujih primesi itd.

Primeri Fe-W, Fe-Mn, Fe-Si in zrcalovine dokazujejo, kako različen je kemični sestav, ki povzroča češče težave pri izdelavi legiranih jekel. Zaradi visoke spec. teže se n. pr. ferowofram pošilja v sodih po 300 kg. Običajno se analiza posameznih kosov v enem in istem sodu razlikuje za 2 do 5 %.

Jemanje se vrši lahko le na osnovi dobrega poznavanja proizvodnih pogojev in izkustev. Standardnih količin za vzorec ni mogoče predpisati.

Kakšen praktični pomen pa ima dobro organizirana kontrola surovin in s tem v zvezi jemanje vzorcev pa dokazuje naslednji primer:

Odkar prejema Železarna ljubijski limonit po dogovoru, da se obračun za težo in kvaliteto dobavljene rude vrši na osnovi izmenjalnih analiz vzorcev, ki jih pripravlja rudnik sam.

Cena je bila določena na osnovi analize, in sicer:

	% vlage	% SiO ₂	% Fe in Mn	zrnatost nad 20 mm %
pogodbeno v l. 1957	13	11	50	62
pogodbeno v l. 1953	11	9	50	75

Pri analizi izmenjalnih vzorcev in vzorcev, ki so se pripravljali posebej tudi v železarnah Jesenice, Sisak in Zenica, so se ugotovile velike razlike v % Fe in % SiO₂. Glede na to se je pri »Udruženju jugoslovanskih železara« formirala »Komisija za vzorčenje rude« — 6. decembra 1954 z nalogo, da pregleda rezultate in ugotovi vzroke teh razlik ter izdela enoten predpis za jemanje in pripravo vzorcev.

(Opis vzorčevanja rude po predlogu imenovane komisije je zelo obsežen ter je bil sestavljen po dve in pol letnem praktičnem delu na rudniku in železarnah.)

Rezultati poskusnega vzorčevanja so se vsake tri mesece preverjali in dopolnjevali sistem vzorčevanja. Končno se je za limonit Ljubije izdelal »Interni jugoslovanski standard, br. 57 I. S. 1957« pod naslovom »Uzorkovanje ljubijskega limonita«.

Razlike, ki so se prej pojavljale med rezultati po analizi vzorcev pripravljenih v Ljubiji in Jesenicah moremo pripisovati predvsem površni vizuelni oceni granulacije rude v Ljubiji, kar je povzročilo večji delež kosovne, dobre, rude v vzorcu napram drobnejši, slabši rudi. Po novem predpisu pa je razlika med analizami minimalna, kar dokazuje tudi naslednja tabela:

Po starem načinu izmenjave je torej razlika med analizami iz Ljubije in Jesenic povprečno 1,20 % Fe. Po novem načinu pa so se razlike zmanjšale na 0,20 % Fe. — Upoštevajoč le 1 % primanjkljaj Fe v rudi, znese to na leto pri letni dobavi približno 300.000 ton limonita in ceni za 50 odstotno rudo 4900 dinarjev za tono že lepo vsoto. Pri tem pa ni vra-

čunana izguba na proizvodnji, ki bi se po empiričnem faktorju za dobiček surovega železa iz rude

Letno povprečje	Vzorec SiO ₂	Iz Ljubije Fe	Z Jesenic SiO ₂	Fe	
1948	10,02	49,70	10,12	49,52	— 0,18
1949	10,66	48,95	12,34	47,45	— 1,50
1950	10,88	49,03	10,84	49,10	+ 0,07
1951	8,83	50,66	9,66	49,49	— 1,17
1952	8,36	51,62	11,37	49,48	— 2,14
1953	7,26	50,68	7,54	50,42	— 0,26
1954	7,66	52,01	9,84	49,81	— 2,20
1955	9,00	50,83	10,00	49,33	— 1,50
1956	9,28	49,74	11,27	48,18	— 1,56
povprečje:					— 1,20
1957	9,47	49,32	9,81	49,15	— 0,17
1958	10,21	49,10	10,31	48,89	— 0,21

prav tako zmanjšala zopet za 0,3 % od celokupne proizvedene količine surovega železa na leto.

Ta primer dokazuje, kako koristna je uvedba temeljitega vzorčevanja in predstavlja le del podobnih ugotovitev pri drugih surovinah, ki se pogosto dogajajo.

Navedeni primer jemanja vzorcev limonita Ljubije v rudniku in v železarnah dokazuje, kako potrebno je sistematsko delo pri jemanju in pripravi vzorcev, glede na kontrolo surovin.

V Železarni Jesenice je ta kontrola uvedena. — Nove proizvodne kapacitete in težnja za izboljšanje kvalitete produktov pa nas silita k nadaljnjemu izpopolnjevanju jemanja in priprav vzorcev. V zvezi s tem bo v perspektivi potrebno uvesti naslednje:

1. da se za vse surovine uvedejo kvalitetni atesti ter zbirajo za to potrebni podatki, skladno s tehnološkimi procesi. Na osnovi podatkov izdelati optimalne pogoje za kvaliteto surovin, ki jih železarna naroča.

2. Kontrolo surovin vršiti v večjem obsegu tako po količini kakor asortimanu. Zato pa vpeljati:

a) mehanizirani način odvzema vzorcev povsod, kjer je to mogoče — iz transportnih trakov in tresočih žlebov v pražarni pri napravi za aglomeracijo. Le ta način bi izključil popolnoma osebni vpliv pri jemanju in omogočil boljši pregled surovin za posamezne delovne faze proizvodnje.

b) na mestih, kjer je sedaj uvedeno ročno jemanje vzorcev, povečati količino odvzetega materiala in jemanje izvršiti v krajših časovnih presledkih.

c) v izogib nepotrebnemu transportiranju večjih količin tako pripravljenih vzorcev urediti droblilne naprave (mline, drobilce in sita) tam, kjer vzorce jemljejo.

d) s pomočjo statističnih metod kontrolirati pravilnost jemanja in ugotavljanja »verjetnosti« nastopanja kvalitetskih sprememb — le-to za surovine, pri katerih veliko število vzorcev in analiz dopušča tak način kontrole.

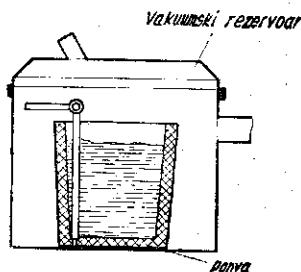
e) obstoječi kader jemalcev in pripravjalcev strokovno usposobiti za nove naloge, kakor tudi skrbeti za dotok nove delovne sile ter v tej zvezi urediti vprašanje nagrajevanja.

Vakuum postopek - korak naprej pri proizvodnji kvalitetnega jekla

Vsled vedno večjega tehničnega napredka v svetu se tudi uporaba jekla vseh vrst vedno bolj veča in to ima za posledico, da tudi njegova proizvodnja vedno bolj narašča. Vendar se pred proizvajalce jekla ne postavlja samo zahteva po večji proizvodnji, temveč se vedno bolj zaostrejuje tudi zahteve po boljši kakovosti, kajti potrebe po kvalitetnih jeklih so vedno večje. Poleg tega so danes na razpolago različne aparature, s katerimi se lahko zelo precizno kontrolira vse vrste jekla, če kvalitetno odgovarjajo ali ne. Kot primer lahko navedem ultrazvočni aparat, ki povzroča danes jeklarjem mnogo preglavic, ker odkrije v jeklu tudi napake, ki bi sicer brez preiskave z ultrazvokom ostale skrite.

Iz teh razlogov so tudi naloge, ki se postavljajo pred proizvajalce jekla, v vsakem oziru težje ter so prisiljeni iskati nove postopke, ki bi izboljšali kvaliteto izdelanega jekla in se je uveljavil poseben postopek — vlivanje v vakuum.

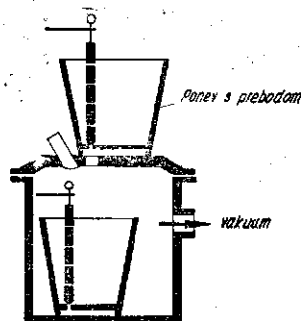
Osnoven princip tega načina proizvodnje jekla se sestoji v tem, da se raztaljeno jeklo vlija v posebni komori, neprodušni za zrak, kjer se s pomočjo močnih vakuumskih črpalk izsesava zrak tako, da se zmanjša zračni pritisk v komori na 1 do 10 Torrov. Ker se z znižanjem zračnega pritiska v komori zmanjša tudi topnost plinov v jeklu, se vsled tega plini v veliki meri izločijo iz raztaljenega jekla, obenem pa se tudi znatno zmanjša možnost tvorbe ostalih nečistoč v jeklu.



Slika št. 1

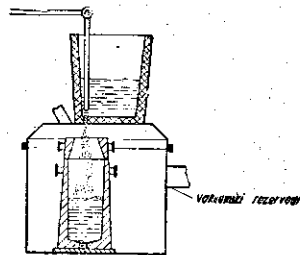
Danes poznamo pet načinov vlivanja jekla v vakuum, od katerih so prvi trije znani že dalj časa, medtem ko sta ostala dva novejša in se šele uvažata. Prvi način je ta, da se ponovca, napolnjena z raztaljenim jeklom postavi v komoro, v kateri se

potem napravi s pomočjo črpalk vakuum. (Slika številka 1). Ponovca se pusti nekaj časa v komori in pri tem se izločajo plini, kar ima za posledico močno kuhanje taline. Ko je postopek končan, se ponovca vzame iz komore in jeklo normalno odlije. Ta način ni najboljši, ker je odstranjevanje plinov v spodnjih plasteh ponovce vsel ferostatičnega pritiska jekla slabši, oziroma bi bilo potrebno mešanje taline, kar pa bi celotno napravo zelo skompliciralo.



Slika št. 2

Pri drugem načinu se vlija raztaljeno jeklo skozi vakuum iz ene ponovce v drugo (slika št. 2). Prazna ponovca je v posebni komori že pod vakuumom in na to komoro se postavi ponovca z jeklom, ki ima spodnji del vakuumsko zatesnjen in se potem skozi posebno odprtino vlije raztaljeno jeklo v ponovco, ki je v vakuumski komori. Da je mogoče v spodnji komori obdržati vakuum, je odprtina, skozi katero se vlija jeklo, pred vlivanjem zaprta z aluminijsko ploščevino, ki se ob pričetku vlivanja raztali. Ko je

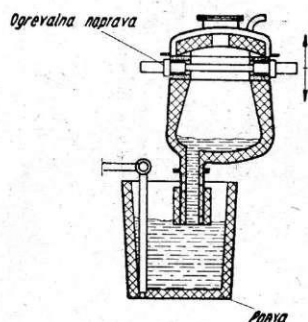


Slika št. 3

vlivanje jekla v drugo ponovco končano, se potem normalno odlije.

Tretji način je vlivanje pod vakuumom direktno v kokilo, ki se nahaja v vakuumski komori (slika št. 3). Na komoro s kokilo se postavi ponovca z raztaljenim jeklom in se potem odlije podobno kot pri drugem načinu. Pri tem načinu je zelo ugodno dejstvo to, da po vlivanju jekla v vakuumu le-to ne pride več v stik s ponovčno opeko, kar vsekakor zelo pozitivno vpliva na njegovo čistost.

Četrty način sloni na drugem principu kot prejšnji trije, čeprav je tudi tu osnova vakuumsko komora, ki pa je znatno manjša. Ponovca, napolnjena s tekočim jeklom se postavi pod manjšo vakuumsko komoro, ki pa je izdelana tako, da se lahko premika v smeri navpične osi. Pri tem se z odgovarjajočim dviganjem in spuščanjem komore doseže to, da se vedno nahaja v komori manjši del taline, ki se po končanem odplinjevanju ponovno spusti nazaj v ponovca (slika št. 4). Ta postopek se ponavlja tako dolgo, da celotna količina jekla v ponovci preide skozi komoro.



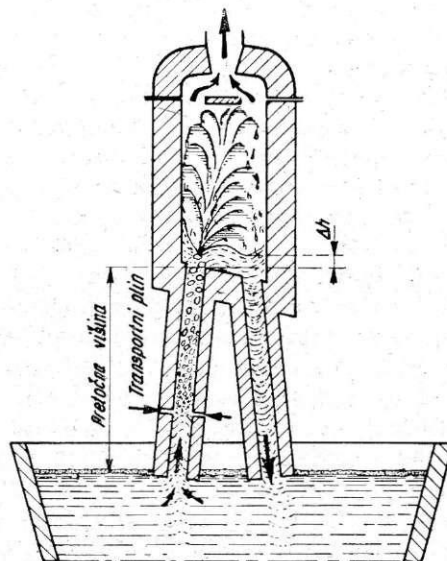
Slika št. 4

Peti način odplinjevanja v vakuumu je podoben četrtemu, samo princip obratovanja je nekoliko drugačen. Tudi tu se postavi ponovca z jeklom pod manjšo vakuumsko komoro, skozi katero se potem pretaka talina in se odstranjujejo plini (slika št. 5). Kroženje jekla skozi vakuumsko komoro se izvaja s pomočjo dveh cevi, vstopno in izstopno, medtem ko se dobi potrebno energijo, ki je potrebna za kroženje jekla, deloma vsled zmanjšanja pritiska v komori in deloma z dodajanjem manjše količine plina, običajno je to argon, v vstopno cev, ki potiska tekoče jeklo v komoro. Ker so v komori vedno le manjše količine jekla, je odstranjevanje plinov zelo ефекtno in hitro.

Če primerjamo vseh pet načinov vakuumskega vlivanja, vidimo, da se uporabljajo pri prvih treh načinih enostavne naprave, vendar so vakuumске komore zelo velike in zahtevajo odgovarjajoče močne vakuumске črpalke. Pri četrtem in petem načinu

so naprave nekoliko bolj komplicirane, medtem ko so vakuumске komore precej manjše in so vsled tega tudi potrebne vakuumске črpalke z manjšo kapaciteto. Poleg tega sta zadnja dva načina vsled hitrega in efektnega delovanja primerna tudi za večje količine jekla.

Odstranjevanje plinov v vakuumu ima na kvalitne lastnosti jekla zelo ugoden in velik vpliv. Vodik, ki lahko povzroči velike neprijetnosti (poroz-



Slika št. 5

nost, plinski mehurji, kosmiči), se s tem postopkom odstrani 50 do 70 %. Prav tako se zelo zniža količina kisika v jeklu, kar ima spet ugoden vpliv na čistost jekla, ker se zmanjša možnost tvorjenja nekovinskih vključkov. Zmanjša se tudi dušik, kar zboljša mehanske vrednosti jekla.

Če se upošteva vse zgoraj navedene prednosti, katere nudi vakuumski postopek, sledi logičen zaključek, da je takšno jeklo na vsak način kvalitetnejše kot jekla, pri katerih se ta postopek ne uporablja. Zato se ta postopek kljub nekaterim začetnim težavam v jeklarstvu vedno bolj uveljavlja in širi, kajti proizvajalcem jekla postaja jasno, da so kvalitetne zahteve, ki se postavljajo pred jeklarne, vedno večje in samo z uvajanjem novih postopkov, s pomočjo katerih se bo lahko zadostilo tem zahtevam, bodo jeklarne sledile ostalemu tehničnemu napredku!

Literatura:

- Stahl und Eisen, leto 1956, zvezek 2
- Stahl und Eisen, leto 1959, zvezek 5.

Obloga površin s kislinoodporno opeko

Splošno — materiali — izdelava podlage (betona) — kislinoodporna obloga — varnost pri delu:

— SPLOŠNO — Izdelava kvalitetnih jekel zahteva kot medfazno obdelavo tudi čiščenje. Med ostalimi načini čiščenja je tudi luženje, ki materiale površinsko očisti — raztopi okside. Pri luženju jekel se uporablja največ žveplena, manj solna kislina, a le malokrat solitna kislina (austenitna jekla). Za hitrejši postopek luženja materialov, kakor tudi za boljši efekt se uporablja razredčena vroča kislina. Žveplena kislina se ogreva — največ do 80° C, — da je efekt luženja večji.

Naprave, ki se uporabljajo v lužilnicah in pridejo v dotik s kislinami, so zato zaščitene z materiali, ki so odporni proti kislinam.

— MATERIALI — Odvisno od tehnološkega postopka se naprave grade iz kislinoodpornih materialov, ali oblagajo, a v najnovejšem času se nekateri, posebno strojni deli metalizirajo. Kot materiali pridejo v poštev: **svinec**, ki nima večje mehanske trdnosti; razne **polivinil kloridne mase** (polivinil, juvidur, PVC idr.), ki pri zvišanju temperature postanejo testive — mehke; **steklo** pride v poštev le kot steklenica za transport, a krhkost stekla ovira širšo uporabo; **gume** posebnih kvalitete so kot obloga za nekatere dele naprav tudi v uporabi; **polkisle in kisle opeke**, ki so odporne proti kislini, so kot obložni material v lužilnicah močno zastopane, ker imajo zadostno trdnost tudi pri zahtevanih (80° C) temperaturah in zaradi zmernih cen.

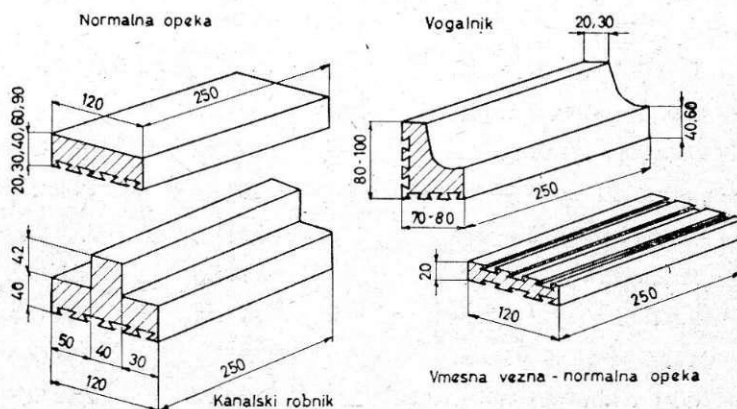
Za vsako vrsto osnovnega materiala je potrebna zahtevana posebna vrsta veznega sredstva.

V nadaljnjem bo opisan le način in postopek dela z opeko in načini vezave s potrebnimi materiali.

— OPEKA — se uporablja za oblogo lužnih banj, izplakovalnih banj, pomožnih posod, kakor tudi kanalov in obloge tal. Izdeluje jo Zagorka, Zagreb in šamotarna Železarne Jesenice, ki je osvojila postopek dela, zahtevane oblike in kvaliteto. Izdeluje tudi razne oblike po naročilih.

VEZNO SREDSTVO služi za spajanje opek in pripravo podloge. Obstojajo najrazličnejše vrste posebnih cementov

za vezavo opek odpornih proti kislinam. Vse te vrste cementov — veznih mas — imajo vsak nekaj svojega, preizkušen postopek dela in za firmo karakteristično oznako.



Slika 1

V Jugoslaviji je dokaj veliko gradila fa. OESKO Linz v sodelovanju s firmo Keramkemie. V predelovalnih obratih in valjarni tanke pločevine so obloge, odporne proti kislinam, izvedene z veznimi masami te firme.

V nadaljnjem se vsi podatki in opisi nanašajo na to firmo.

Pri veznih masah je upoštevati kaj je obložiti in kakšni so pogoji:

- mehanska obremenitev
- toplotna obremenitev
- oljno razjedanje
- potrebna kislinska odpornost

Vezne mase, ki pridejo v poštev so:

Naziv po fa. OESKO	Uporaba	Značilnosti
Keragel	za premaz betona	razredčilo benzol
Kerasolith F 70	za gladitev betona 5—8 mm debela plast; manjša obremenitev;	
Kerasolith F 95	termična max. 45° C + mehanska obremenitev	
Kerasolith V 70 (vložna masa)	vezivo obložnih plošč; manjša obremenitev termična od 40° C dalje +	mase se kuhajo (dobro mešati, da se ne zažge) in uporabljajo v vročem stanju — približno
Kerasolith V 95 (vložna masa)	mehanska večja obremenitev	200 do 250° C (črne barve)
Keralith S 26-K	vezivo obložnih plošč za velike toplotne in kislinske obremenitve	
Kera-S prašek	Za prekritje fug iz V 70—V 95	v hladnem stanju se topilo
Kera-S topilo	pri toplotnih obremenitvah — banje, ploskve, ki so oljnate — okrog pogonov	in prašek vmesita in gneteta do enake testivosti (rdeča barva)

Za 1 m² ploskve je potrebno:

- a) opeka: 245 × 125 mm — 35 kosov;
- b) keragel premaz betona 0,2 kg; — premaz opeke do 40 mm debeline 0,3 kg; — nad 40 mm debeline 0,4 kg;
- c) kersolith — F-70, F-95 15 kg;
- d) kersolith — V 70, V-95 za polaganje opeke 20 mm — 23 kg; 30 mm — 25 kg; 40 mm — 27 kg; 65 mm — 33 kg;
- e) keralith — kit S 26 k
 1. prašek S 26 k za polaganje opeke 65 mm — 23 kg;
 2. kalij vodno steklo — 9,5 kg;
- f) kera- S prašek za fugiranje — 3,25 kg;
- kera- S topilo za fugiranje — 1,3 kg.

OKVIRNE NABAVNE CENE MATERIALOV

— opeka - domača 1 kg		
— keragel - uvoz	100 kg	31,9 O \$
— kersolith F 70 - uvoz	100 kg	11,0 O \$
— kersolith F 95 - uvoz	100 kg	12,2 O \$
— kersolith V 70 - uvoz	100 kg	8,9 O \$
— kersolith V 95 - uvoz	100 kg	12,0 O \$
— prašek S 26 K - uvoz	100 kg	10,0 O \$
— kalij vodno steklo - uvoz	100 kg	24,0 O \$
— kalij vodno steklo - domače		
— kera S prašek - uvoz	100 kg	22,0 O \$
— kera S topilo - uvoz	100 kg	240,0 O \$

IZDELAVA PODLOG (betona, železnih ploskev)
 kvaliteta oblog, odpornih proti kislini, je odvisna od neporečnega oprijema obloge na podlogo.

Zato je potrebno:

Betonska ploskev mora biti ravna v zahtevanem padcu, ki naj ne bo manjši od 2 ‰. Popravilo padcev za masami, odpornimi proti kislini, ni sigurno. Tudi pri kanalih je zahtevani padec 2 ‰. Betonska površina ne sme biti zlikana, pač pa nalahko, enakomerno hrapava brez večjih vboklin. Betonsko površino je izvesti pri betoniranju v enem brez izravnanj. Beton mora biti kompakten — homogen; posebno je paziti pri ploskavh s temperaturno obremenitvijo.

Pri remontih je treba betonsko površino, ki je mastna ali od kisline nagrizena, dobro nevtralizirati in sprati ter osušiti. Pri globlje napadenem betonu je treba sklesati, v zdrav beton vgraditi armaturo in skupaj zaliti. Ne dovoliti izpod 10 centimetrov debeline.

Beton ne vgraditi v talno vodo. Proti talni vodi se mora zaščititi betonska dela z izolacijo tako, da je površina betona vedno suha. Talna voda loči pod danimi pogoji beton od mase, odporne proti kislinam.

Apneni ometi se ne uporabljajo za oblaganje, odporno proti kislinam. Zid mora biti zidan s cementno malto in omet izveden v cementu. Pri opažih je paziti, da so zadostno togi. Uporabljati skoblane deske, da se leseni kosmiči ne oprimejo v beton. Stene morajo biti gladke in padci enakomerni. Nalivke je treba omejiti na minimum, a te kasneje pazljivo poklesati.

Pri betonih se ne sme uporabljati tesnilnih sredstev.

Banje se mora zadostno armirati. Uporabljati je treba beton najmanj MB 220. Gramoz mora biti enakomerne granulacije. Beton ne sme biti prevlažen.

Za vse ostale tehnične detajle pri betonskih delih je treba upoštevati »Prosečne norme v gradjevinarstvu« iz leta 1957.

OBLOGA, ODPORNA PROTI KISLINAM

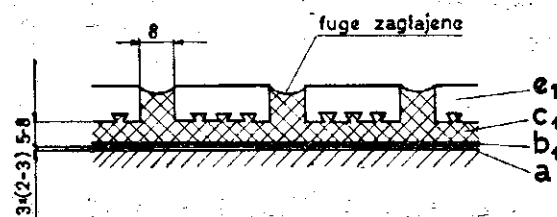
Pred pričetkom del je betonsko površino očistiti z žično krtačko in odpihati vse prašne delce.

Dela se izvajajo pri normalni temperaturi, a ne izpod + 10° C.

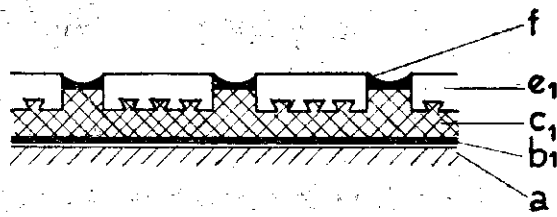
Najprvo je beton prepojit s keragel tekočino v tako debeljem sloju, da ni več svetlobnih mest na betonu. Pri zgoščevanju keragel tekočine jo je treba razredčiti z benzolom. Sušitev prepojitve betona s keragel tekočino traja približno 12 ur. Eventualne dodatne premaze zgrešenih mest je popravljati šele po približno 10 urah.

Nato se začne nanašati kersolith masa F v treh plasteh, tako da znaša debelina vseh treh plasti okoli 6 do 8 milimetrov. Vsako plast (2 do 3 milimetre) moramo posebej obdelati — zgladiti. Uporablja se ne prevroča (možnost zoglejevanja) niti prehladna masa (se ne vleče in ni elastična). Delovno mesto mora biti vedno povsem čisto, da se v maso ne vgnejejo niti prah niti eventualne tekočine. Posebno pri gladkanju se mora paziti na čistočo in pravilno ogrevanje nanešene mase z bencinskim grelnikom, da se izžge.

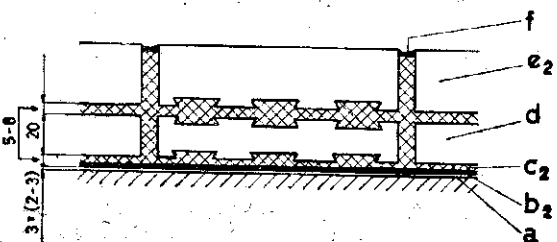
Dobro zaglagjena površina na čisti podlagi je predpogoj vzdržljivosti obloge.



Slika 2



Slika 3



Slika 4

- a — keragel premaz
- b₁ — plast kersolith F 70
- b₂ — plast kersolith F 05
- c₁ — vložna masa V 70
- c₂ — vložna masa V 95 ali S-26 k
- d — vezno toplotno izolirni kos
- e₁ — opeka debeline 25 do 65 milimetrov
- e₂ — opeka debeline ne izpod 60 milimetrov
- f — kera-S premaz fug

Zaglagjeno površino kersolitne prevleke moramo zaradi kontrole razdeliti v kvadrante in sistematsko pregledati. To delo naj ne vrši obdelovalec ploskve, pač pa tretja strokovna oseba. Vse ugotovljene mehurčke in pore ter ureze je treba ponovno zagladiti.

Priprava opeke: vso opeko je na spodnji in stranskih površinah premazati s keragel tekočino. Nato je delovno

ploskev (zgornjo) pokriti (promazati) s tanko ilovno plastjo zaradi kasnejšega čiščenja.

Z vložno maso (V 70 do 95) je treba pričeti polagati opeko. Paziti moramo na hitro in točno delo, ker se masa hitro ohlaja in strdi. Zato je treba skrbeti, da je masa vroča in v manjših količinah stalno na razpolago zidarju. Paziti moramo, da se masa enakomerno razleze in napolni utore ter pritiska pri regah navzven in jih izpolni. Rega ne sme ostati prazna. Kasnejše zakritje rege ni strokovno in sigurno delo. Masa med regami se segreva in gladi. Za to delo je uporabljati osvojena orodja.

Pri banjah in sploh tam, kjer je predviden premaz reg s kera S-maso, je treba rege izpraskati, zgladiti in nato po vložitvi kera S-mase vestno zagladiti, kajti to je zadnja obdelava in velja pravilo: Čistoča in točnost pri delu sta porok kvaliteti dela.

VARNOST PRI DELU. Delo se iz zdravstvenih razlogov opravlja — posebno pri premazih s keragel tekočino — z dihalnimi zaščitnimi sredstvi.

Ljudje, zaposleni pri tem delu, morajo biti zdravniško pregledani.

Ing. MILOŠ GREGORČIČ
Tehniški biro

Novosti iz tuje literature

Uporaba ultra zvoka pri varjenju (Vestnik mašinstroenija)

Uporaba ultra zvoka v varilni tehniki je mnogostranska, saj omogoča regulacijo deformacij in napetosti v materialu, vpliva na proces kristalizacije in na nekatera mehanska svojstva vara.

Varjenje raznih kovin se izvrši z energijo ultrazvočnega nihanja, katera se dovede na zvarno mesto.

Mogoč je točkast ali pa neprekinjen zvar. Princip delovanja je naslednji:

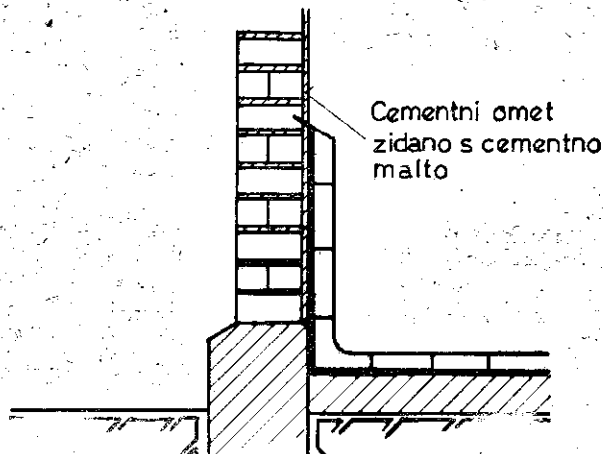
elektromagnet, napajan od visokofrekvenčnega generatorja transformira električna nihanja v vzdolžna mehanična nihanja posebnega valovoda. Frekvenca električnih nihanj mora sovpadati z lastno frekvenco valovoda, kar omogoča njegovo delovanje v resonančnem območju s povečano amplitudo. Valovod, ki ima običajno obliko stožca, ima na koncu ploščico, katera vrši vlogo elektrode. Vzdolžna nihanja te ploščice vzbude stične napetosti zaradi tornih sil v elementih, katere spajamo. Potrebna dodatna sila za spajanje raste s trdnostjo materiala, močjo generatorja, debeline delov, ki jih spajamo in znaša od deset do nekaj sto kilogramov.

Uporaba širokih jermen pri variatorjih (Vestnik mašinstroenija)

V sodobni strojogradnji se vse bolj in bolj uporabljajo variatorji s širokimi klinastimi jermeni, kateri so pokazali zelo dobre lastnosti, tako da imajo danes prednost pred drugimi tipi mehaničnih brezstopenjskih gonil. Klinasti jermeni, ki se uporabljajo za variatorje, se ločijo od standardnih v kotu φ in v razmerju preseka napram debelini $\frac{a_p}{h}$. Ker zavisi regulacija hitrosti od preseka jermena, je razlika med največjim in najmanjšim premerom kolotov enaka:

$$D - d = \frac{a_p}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} - h$$

Iz tega sledi: čim širši jermen, čim manjša debelina in kot klina, tem večja je možnost regulacije hitrosti.



Slika 5

Keragel tekočina je vnetljiva, zato je podvzeti potrebne ukrepe (odprti ogenj, dosegljivost minimaxov). V inozemstvu obstojajo za to delo posebni predpisi za zaščito in delo.

Nazobčanje jermena je povolnejše v matelynem sloju, v primerih, kjer pa ni zahteve za večje območje menjanja hitrosti in imamo zato lahko večje koluti, pa uporabljamo široke, nenazobčane jermene.

Plastične mase kot konstrukcijski material (Vestnik mašinstroenija)

Plastične mase, katere pridejo v poštev kot konstrukcijski material, se dele v tri grupe:

1. Plastične mase majhne trdnosti;
2. Plastične mase srednje trdnosti;
3. Plastične mase visoke trdnosti.

V prvo grupo spadajo fenoplasti, aminoplasti, polistiro in fenoliti s trdnostjo okoli 500 kg/m²; v drugo slojaste mase na podlagi fenol ali krezol formaldehidnih smol (tekstolit); v tretjo pa steklaste plastične mase. Zaradi sorazmerno velike odpornosti proti obrabi in malega koeficienta trenja so te mase predvsem primerne za ležaje strojev z majhnimi števili vrtljajev.

NOMOGRAMI ZA DOLOČANJE SIL, KI NASTOPAJO PRI VALJANJU

(Stahl und Eisen 58/20)

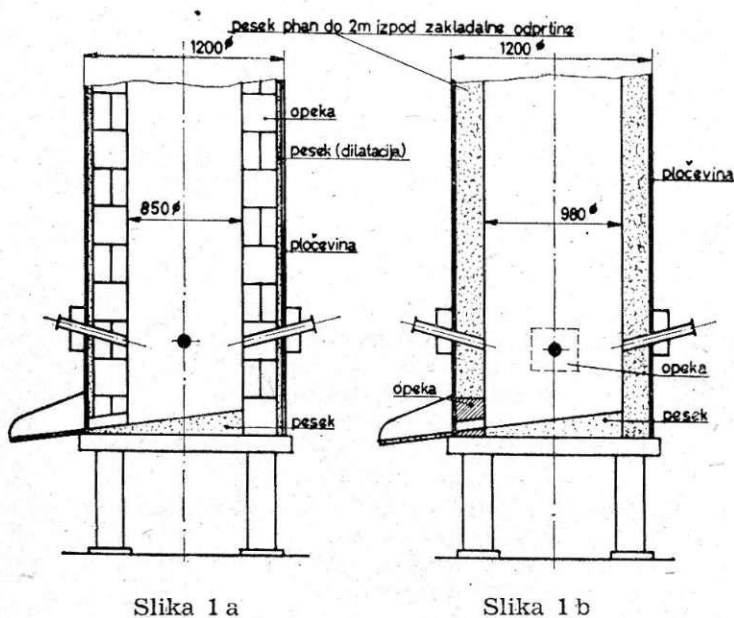
Od najvažnejših enačb za določanje sil pri vročem valjanju pločevine je Ekelundova enačba najbolj znana in točna. Za določanje sil, ki nastopajo pri valjanju služita dva nomograma, v katerih so zapopadeni delovni pogoji, ki nastopajo pri valjanju grobe in srednje pločevine. Nomogrami dovoljujejo valjavcu, konstrukterju in graditeljem valjarniških pogonskih motorjev določiti dopustne statične in dinamične obremenitve pri valjanju pločevine. Ravno tako je mogoče pri motnjah v pogonu povzeti iz teh nomogramov, kje leži vzrok istih. Nomogram je valjavcu v pomoč tudi v primerih, kadar nastopa neenakomerno segrevanje bram.

OPOMBA:

Ali je Ekelundova enačba res najbolj točna, je sporno vprašanje. Čížikov navaja v svoji knjigi »Prokatnoe proizvodstvo«, da so vrednosti, izračunane po tej enačbi daleč izpod rezultatov, ki so jih pokazali poskusi in da so odstopanja tem večja, čim manjša je debelina valjane materiala.

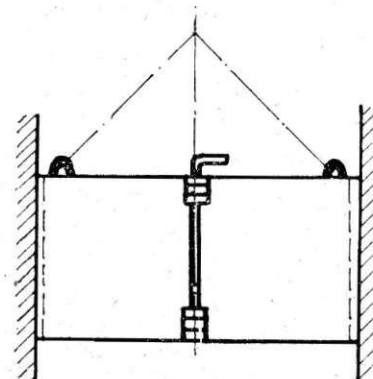
Izboljševalni predlogi

Po starem načinu (slika 1a) je bila kupolna peč znotraj dva metra izpod vložne odprtine obložena s šamotno opeko, za prehodno opeko in za odprtino za žlindro pa je bila posebna opeka. Pri vsakem litju približno 12 do 16 ur je bilo potrebno opeko nad in pod pihalicami zamenjati (približno 800 kg). Popravilo je bilo težko, ker izgorelih opek ni bilo mogoče odstraniti. Premer peči 850 mm, kapaciteta 5 ton na uro. Po novem načinu (slika 1b) se peč obzidava tudi s šamotno maso s pomočjo šablon (slika 2). V zadnjem času se to dela s polmastnim livnim peskom ter se je vzdrževanje kupolke znatno pocenilo. Popravljanje peči po litju je enostanejšo, ker se odprtine, oziroma izgorle predele enostavno zabije s peskom. Ostala je edino še opeka za prehod in žlindro. Poraba peska ali mase je zaradi enostavnejšega popravila manjša kot pri popravilu

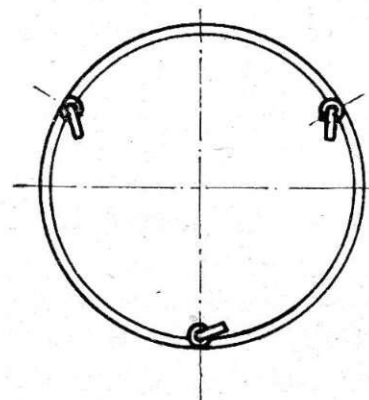


Slika 1 a

Slika 1 b



šablona za phanje



Slika 2

z opeko. Poleg tega je pa cena opeke približno 24 dinarjev za kilogram, šamotne mase 8, peska pa le 2,5 dinarja za kilogram. Kapaciteta peči pri večjem notranjem premeru peči s phanim peskom je 7,5 tone na uro.

Obvestilo Društva inženirjev in tehnikov občine Jesenice

Na letošnjem občnem zboru DIT, ki je bil 6. februarja 1960 na Jesenicah, je bil izvoljen naslednji upravni odbor, ki se je konstituiral dne 11. februarja 1960.

Predsednik Arzenšek ing. Ivan, Tajnik I. Puh Boris, Tajnik II. Gaber ing. Vinko, Blagajnik Cenček Edi, Gospodar Novak ing. Jože, Koordinator s komuno Torkar Rado, Koordinator s LT Medja ing. Jakob, Referent za tisk in propagando Babšek ing. Franc, Referent za šolstvo Mlakar ing. Franc.

Predsedniki sekcij: metalurška Pohar ing. Alojz — strojniška Kavčič Vinko — elektro Pogorelec Franc — kemična Bernard Božo in ing. Lenardič Sonja — gradbena Vičar ing. Marija — VT Komljanc Anton — livarji Torkar Rado — elektr. društvo Tuma Slavko.

Nadzorni odbor: Rebek ing. Konstantin, Nikolič ing. Miroslav, Čizman ing. Vinko.