



(11) FREMLÆGGESESSKRIFT 141884

DANMARK



(51) Int. Cl.³ C 21 B 13/02 // C 21 C 5/52

(21) Ansøgning nr. 723/77 (22) Indleveret den 18. feb. 1977

(23) Løbedag 18. feb. 1977

(44) Ansøgningen fremlagt og
fremlæggesesskriftet offentliggjort den 7. jul. 1980

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(30) Prioritet begæret fra den
28. feb. 1976, 2608320, DE

(71) MANNESMANN DEMAG AKTIENGESSELLSCHAFT, Wolfgang-Reuter-Platz, 4100
Duisburg, DE.

(72) Opfinder: Heinrich-Wilhelm Gudenau, Intzestr. 1, D-5100 Aachen, DE: Horst
Koenig, Brockhoffstr. 109, D-4100 Duisburg, DE: Gero Rath, Duessel=
Torfer Str. 139, D-4330 Muelheim, DE: Haye Roth, An der Hoffnung 36,
D-4035 Breitscheid, DE.

(74) Fuldmægtig under sagens behandling:
Dansk Patent Kontor ApS.

(54) Fremgangsmåde til kontinuerlig smeltning af stål med høj renhedsgrad.

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til kontinuerlig smeltning af stål med høj renhedsgrad, især med ekstremt lavt carbonindhold, i lukkede elektroskaktlavovne under anvendelse af en det smeltede metal til stadighed dækkende slagge, i hvilken elektroderne dyp-
per ned.

Smeltning af sådant stål er af stor interesse, fordi stålet kan anvendes som udgangsprodukt for et stort antal stålqualiteter, hvis endelige sammensætning tilvejebringes ved tillegering, f.eks. i støbeske eller i et efterfølgende tilsluttet metallurgisk aggregat. Forudsætningen er, at en sådan fremgangsmåde kan gennemføres økono-
misk og i industriel målestok.

Det er tidligere foreslået at fremstille særdeles carbonfattigt jern ved reduktion af jernmalm i elektroovn ved, at man i ovnen til stadighed bibeholder et mindst 20 cm tykt lag af det flydende metal, der til stadighed dækkes af et metaloxidholdigt flydende slaggelag af en sådan tykkelse, at den i slaggelagets øvre del til smeltning af chargen og reduktion nødvendige varme netop er tilstrækkelig til at holde metallaget i flydende tilstand uden at overopvarme det. Ifølge denne fremgangsmåde kan stålets carbonindhold ganske vist formindskes til 0,05%, men en videregående formindskelse er ikke mulig.

Det har nu vist sig, at man kontinuerligt og storteknisk kan smelte et stål af meget høj renhed, praktisk taget teknisk rent jern, med et nedre slutcarbonindhold på indtil 0,015% i lukkede elektrolavskaktovne under anvendelse af en det smeltede metal til stadighed dækkende slagge, i hvilken elektroderne dypper ned, når følgende betingelser overholdes:

- a) Der anvendes forreduceret materiale, jernsvamp, som indeholder carbon og oxygen i et forhold på mindst 1:1,4.
- b) Slaggelaget holdes på en skumgrad på fra 1,2 til 5, idet der ved skumgrad skal forstås slaggens volumenforøgelse ved skumning i forhold til den ikke-skummende slagge, hvis volumen eller "skumgrad" tildeles værdien "1".
- c) Der anvendes en letflydende og reaktionsdygtig basisk slagge (CaO/SiO_2) med et FeO -indhold på fra 7 til 30% og fra 5 til 12% MgO .

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen benytter sig af jernsvamps specielle egenskaber, der især består i følgende: Jernsvamp indeholder carbon, der fra forreduceringsprocessen foreligger såvel i fri form som kemisk bundet i Fe_3C , samt FeO . Reaktionspartnerne FeO og C er her ved til stede i meget kort afstand fra hinanden, hvorved der foreligger gode reaktionsbetingelser. Samtidig er det ved fremstillingsprocessen muligt at indstille forholdet mellem C og O i jernsvampen særdeles konstant. Desuden har jernsvamp høj porøsitet og en vægtfylde, der er lille i forhold til råmalm og skrot. Endelig medbringer jernsvamp slaggedannere, der tilvejebringer forudsætningen for energioverføring ved modstandsovervarmning i elektro-lavskaktovne.

Arbejdes der efter fremgangsmåden ifølge opfindelsen opnås flere til dels uforudsete fordele. Således opnås ikke alene stålqualiteter med et C-indhold på ned til 0,015%, men på grund af den målbevidste slaggeføring fjernes også grundstofferne phosphor og svovl meget vidtgående. Uden yderligere indretninger til efterbehandling fås særdeles lave N-værdier i støbt stål, nemlig på under 0,001%. Jernudbyttet forhøjes på grund af vidtgående fravær af afbrændingstab samt på grund af arbejdet med de støkiometrisk nødvendige mindste til-sætningsslaggemængder. De små afbrændingstab beror derpå, at der arbejdes med i slaggen neddyppede elektroder, og derved opnås endvidere et gunstigere specifikt energiforbrug.

En anden fordel ved den omhandlede fremgangsmåde er, at der forekommer et mindre forbrug af ildfast materiale, fordi smeltedriften forløber kontinuerligt, og derfor udebliver de termiske svingninger, der optræder ved chargedrift og påvirker karforingen. På grund af neddyppningen af elektroderne i slaggen forringes varmeudstrålingen, og ovnforingens levetid forhøjes. Da der anvendes et faststående ovnkar, bortfalder mekaniske virkninger på det ildfaste materiale. Samtidig kan der på det faststående ovnkars kappe være anbragt en vandkølingsindretning i højde med slaggelaget, hvorved der sker en vidtgående storkning af slagge i de udsatte randzoner, og sliddet på stenforingen yderligere formindskes. Faststående ovnkar tillader endvidere at tappe slaggefrit stål, hvorved holdbarheden af støbeskeens stenforing forbedres, da foringen ikke udsættes for angreb fra slaggen.

En ovn, der drives efter fremgangsmåden ifølge opfindelsen, kan køres med de billige Söderberg-elektroder. Da smeltevarmen som nævnt overføres ved modstandsopvarmning, forekommer der ikke støjforurening af omgivelserne. Endelig kan man ved en ovn, der drives efter fremgangsmåden ifølge opfindelsen, nøjes med et ukompliceret afstøvningsanlæg, da der kun udvikles små gasmængder. På grund af den lille gasudvikling er fordampningstabene også små.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen arbejder som følger:

I det opretstående ovnkar omdannes på i og for sig kendt måde elektrisk energi kontinuerligt til hovedsagelig Joulevarme ved hjælp af de i processlaggen neddyppende elektroder, hvorved fås den for gennemførelsen af det videre procesforløb nødvendige varmeenergi, idet slaggen tjener som varmeelement.

Det som tilsætningsmateriale tjenende, kontinuerligt tilsatte jernsvamp medbringer komponenterne FeO og carbon i sin strukturelle opbygning, idet carbonet dels som frit carbon hæfter til pelleten, dels som jerncarbide (Fe_3C) foreligger kemisk bundet (ca. 0,3 til 2% C i jernsvamp).

Fortrinsvis arbejdes dermed en varm skumslagge, der har en mindste tykkelse på 200 mm. Denne mindste tykkelse, der til stadighed skal opretholdes, tilvejebringes ved, at slaggeaftapningshullet er anbragt mindst 200 mm over metalaftapningshullet. Skumeffekten opnås gennem afkulningsreaktionen af det i jernsvampen tilstedeværende carbon med det ligeledes i jernsvampen tilstedeværende FeO , og derved dannes et hovedsagelig carbonfrit jern og gaskomponenten CO . Det dannede CO opskummer slaggen ved opstigningen i slaggen, indtil det undviger ind i ovnatmosfæren.

For at opnå en vidtgående afkulning er det nødvendigt, at jernsvampen ikke trænger for hurtigt gennem slaggelaget. Den holdes derfor formålstjenligt i en svæve- og turbulenstilstand i slaggen så længe, at reaktionen næsten fuldstændigt er forløbet til ende. Denne svæve- og turbulenstilstand kan styres gennem en passende skumgrad i slaggen. Ved slaggens skumgrad skal forstås den faktor, med hvilken skumslaggens volumen i forhold til normalt slaggevolumen uden skumvirkning, "skumgrad 1", forøges. Skumgraden har væsentlig indflydelse på jernsvampens opholdstid i slaggen på grund af opdrifteffekten. Formålstjenligt tilstræbes en svævetilstand, som holder jernsvampen i slaggen til dens fuldstændige metallisering til jerndråber, hvilke derefter naturligt synker på grund af deres vægtfylde.

Den svæve- og turbulenstilstand, i hvilken jernsvampen er udsat for den kinetisk gunstigste tilstand for reaktionens forløb indtil jerndråbedannelsen, opnås gennem en skumgrad på 1,2 til 5, idet følgende faktorer gælder som styrestørrelser:

- stykstørrelse af jernsvampen,
- C/O-forhold af jernsvampen,
- viskositet og temperatur af slaggen,
- energikoncentration.

I det anvendte jernsvamp må der foreligge et C/O-forhold på mindst 1:1,4, anbefalelsesværdigt dog derover (f.eks. 1:1,55), for at opnå stålqualiteter med et meget lavt C-indhold på 0,015% og høj renhed.

Gennem den mulighed formålstjenligt at styre opholdstiden af jernsvampen i slaggen indtil jerndråbedannelsen kan afsvovlings- og afphosphoriseringsreaktionerne af slaggen med de blanke jerndråber til dels forlægges til slaggen, hvilket kinetisk er yderst gunstigt.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen er også anvendelig ved tilsætning af en vis skrotandel til jernsvampen. Gennem kombinationen: modstandsoptørring, et metalbadet dækkende slaggelag og skum-effekt (udkogning) kan N-indholdet i stålet endvidere bringes ned på minimalværdier. Der kan uden videre opnås N-værdier på under 0,001% i slutproduktet uden nogen efterbehandling.

En anden forudsætning for et godt reaktionsforløb er en letflydende og reaktionsdygtig slagge, hvorhos MgO-indholdet, ligesom den for afsvovlingen og afphosphoriseringen nødvendige basicitet (CaO/SiO_2) og det fremfor alt for afkulningen nødvendige FeO-indhold, der hensigtsmæssigt ligger mellem 7 og 30%, er en væsentlig styrestørrelse. Under inkludering af alle processen bestemmende faktorer skal den ligge mellem 5 og 12%.

På grund af den i ovnen til stadighed forblivende mindsteslaggemængde, der er bestemt af afstanden mellem metaludløb og slaggeudløb, kan man arbejde med særdeles små nyslaggemængder, der bestemmes af de støkiometrisk nødvendige mindsteslaggemængder, hvilket igen virker positivt på energiforbruget. Det til stadighed i ovnen forblivende slaggelag bidrager væsentligt til en ensartet, rolig og elektrisk stabil ovndrift. Da modstandsoptørringen sker under til stadighed samme elektriske betingelser, undgås fuldstændigt flimmerfænomener, stærkt svingende effektforbrug (kortslutning) og stærk støj (fremkaldt af lysbuer). Fraværet af flimmerfænomener og støj bidrager væsentligt til den omhandlede stålsmelteteknologis miljøvenlighed.

Under en forsøgsrække blev der på tilsætningssiden arbejdet med en jernsvamp med følgende kemiske sammensætning:

CaO	0,244
SiO ₂	1,550
MgO	0,398
Al ₂ O ₃	0,588
C	1,165

Fe met.	87,770
FeO	7,840
V	0,150
Ti	0,260
S	0,010
P	0,025

Af denne jernsvamp blev der ved hjælp af den omhandlede arbejdsmåde smeltet stålkvaliteter, som i gennemsnit havde følgende slutanalyse:

C	0,015-0,025%
Si	< 0,01%
Mn	0,01%
P	0,005%
S	0,004%
N	0,001%
V	0,01%
Ti	0,01%
O	0,1%

Det efter fremgangsmåden ifølge opfindelsen opnåede stål viste i sine gennemsnitsværdier er Fe-indhold på minimalt 98,82% og må anses for teknisk rent jern.

Tegningen viser skematisk en efter fremgangsmåden ifølge opfindelsen drevet elektroovn.

1 er kul- eller Söderberg-elektroder, 2 en tilførselsindretning. Et metalbad 5 er dækket med et slaggelag, der i den øvre del 3 skummer stærkt, men i den nedre del 4 skummer mindre stærkt. 6 er et slaggeaftapningshul og 7 et metalaftapningshul, der er anbragt så meget længere nede end slaggeaftapningshullet 6, at det svarer til mindstetykkelsen af det ønskede slaggelag. 8 er et ovndæksel, medens 9 er et ovnkar.

P A T E N T K R A V

Fremgangsmåde til kontinuerlig smeltning af stål med høj renhedsgrad, især med ekstremt lavt carbonindhold, i lukkede elektro-skaktlavovne under anvendelse af en det smeltede metal til stadighed dækkende slagge, i hvilken elektroderne dypper ned, k e n d e t e g - n e t ved følgende forholdsregler:

- a) der anvendes for-reduceret materiale, jernsvamp, der indeholder carbon og oxygen i et forhold på mindst 1:1,4,
- b) slaggelaget holdes på en skumgrad på fra 1,2 til 5, idet der ved skumgrad skal forstås volumenforøgelsen af slaggen ved skumning i forhold til den ikke-skummende slagge, hvis volumen eller "skumgrad" tildeles værdien "1", og
- c) der anvendes en letflydende og reaktionsdygtig basisk slagge (CaO/SiO_2) med et FeO -indhold på fra 7 til 30% og fra 5 til 12% MgO .

Fremdragne publikationer:

