

NORGE



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

Utlegningssskrift nr. 122485

Int. Cl. C 21 c 5/52 Kl. 18b-5/52

Patentsøknad nr. 170.704 Inngitt 27.XI 1967

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 1.VII 1968

Søknaden utlagt og utlegningsskrift utgitt 5.VII 1971

Prioritet begjært fra: 28.XI-66 Australia,
nr. 14483/66

Conzino Riotinto of Australia Limited,
95 Collins Street, Melbourne, Australia.

Oppfinnere: Howard Knox Worner, 18 The Boulevard,
North Balwyn, Victoria og Ronald Siddons,
37 Main Road, Cardiff Heights, Newcastle,
New South Wales, Australia.

Fullmektig: Siv.ing. Erling Quande.

Fremgangsmåte og apparat for kontinuerlig smelting og
raffinering av forvarmede og forreduserte oxydiske
malmer i agglomerert eller partikkelformig tilstand.

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte og apparat
for kontinuerlig fremstilling av flytende metaller, spesielt stål,
med en sammensetning og temperatur som gjør at de er egnede for
kontinuerlig støping til formet støpegods.

Ved hjelp av foreliggende oppfinnelse er det blitt gjort
mulig å fremstille stål uten at det er nødvendig å anvende dyre
masovner med tilhørende koksframstilling og sinter- eller pelleti-
seringsanlegg. Foreliggende oppfinnelse er av spesiell betydning
for områder hvor elektrisk kraft er forholdsvis billig. Kapital-
omkostningene for prosessenhetene er betraktelig mindre enn om-
kostningene for vanlige jern- og stålverk med tilsvarende kapasitet,
og dersom elektrisk kraft er tilgjengelig med en pris av f.eks.
under ca. 7 öre pr. enhet, vil også produksjonsomkostningene bli

vesentlig mindre.

Foreliggende oppfinnelse angår således en fremgangsmåte ved kontinuerlig smelting og raffinering av forvarmede og forreduserte oxydiske malmer i agglomerert eller partikkelformig tilstand, idet raffineringen utføres i en lang raffineringssone og den dannede slagg fraskilles i en sone som er adskilt fra, men står i forbindelse med raffineringssonen, og smeltet uraffinert metall bringes til å strömmе gjennom raffineringssonen og der utsettes for oxygenholdig gass tilført gjennom lanser, og slaggen bringes til å strömmе i motsatt retning av metallströmmen i minst en del av raffineringssonen og derfra inn i slaggfraskillelsessonen hvor det opprettholdes forholdsvis rolige betingelser, og idet raffinert metall avtrekkes fra raffineringssonen, og fremgangsmåten er særpreget ved at smeltingen utføres i en elektrisk lysbueovn med en smeltereaksjonssone som står i forbindelse med raffineringssonen og slaggfraskillelsessonen, under opprettholdelse av det smeltede materiale i smeltereaksjonssonen i sirkulasjon ved elektrisk induksjonsomröring og i turbulent bevegelse.

Oppfinnelsen angår dessuten et apparat for utförelse av den foreliggende fremgangsmåte, omfattende en lang raffineringssone og en slaggfraskillelsessone som er i det vesentlige i samme horisontale plan og adskilte, men i forbindelse med hverandre, lanser for injisering av oxygenholdig gass i det smeltede materiale i raffineringssonen, anordning for å bevirke at slagg strömmе i motsatt retning av metallet i minst en del av raffineringssonen og for at slaggen skal strömmе inn i slaggfraskillelsessonen, anordning for avtrekking av raffinert metall fra raffineringssonen, og anordning for å avtrekke slagg fra slaggfraskillelsessonen, og som er særpreget ved at apparatet dessuten omfatter en elektrisk lysbueovn med en smeltereaksjonssone som ligger i det vesentlige i samme horisontale plan som og er adskilt fra, men i forbindelse med, raffineringssonen og slaggfraskillelsessonen, og en utenfor ovnskammeret anordnet elektrisk induksjonsomrörer for å bevirke sirkulering av det smeltede materiale i smeltereaksjonssonen.

Det er fra tysk patentskrift nr. 665.373 kjent en ovn bestående av et elektrisk lysbuekammer og et flammekammer. Disse kammere er dannet av en vertikal, ildfast vegg som strekker seg til en höyde av ca. 2/3 av ovnshöyden og som har en vid åpning nær ovnsbunnen slik at smeltet materiale kan strömmе fra lysbuekammeret inn i flammekammeret. Jernmalm og/eller andre pulverformige jern-

holdige materialer innføres sammen med pulverformig kull med lav kaloriverdi i lysbuekammeret. Malmen reduseres i lysbuekammeret, og størsteparten av slaggen fjernes fra dette mens råmetallet og en liten slaggmengde kommer inn i flammekammeret og der raffineres til et høykvalitetsstøpejern på velkjent måte.

Det er i US patentskrift nr. 1.819.239 detaljert angitt en rekke varianter av en grunnleggende fremgangsmåte hvor blandinger av malm, hovedsakelig jernmalm, kull og flussmiddel forvarmes og delvis reduseres i f.eks. en roterovn og derefter tilføres en tippbar flammeovn som også er forsynt med lysbueelektroder.

Ved den foreliggende fremgangsmåte derimot anvendes i motsetning til fremgangsmåten ifølge tysk patentskrift nr. 665.337 et forredusert og forvarmet agglomerert eller partikkelformig tilførselsmateriale, og i motsetning til fremgangsmåten ifølge begge de ovenfor angitte patentskrifter anvendes det ved den foreliggende fremgangsmåte en lysbuesmeltereaksjonsbeholder, en eller flere raffineringssoner og en eller flere rolige slagghfraskillelsessoner idet slag og metall strømmes i motsatt retning i raffineringssonen (e). Det forekommer dessuten i den ved foreliggende fremgangsmåte anvendte lysbuesmeltereaksjonsbeholder turbulens som bl.a. kan dannes på grunn av motsatte strømningsretninger for slag og metall i lysbuesmeltereaksjonsbeholderen, og dessuten holdes det smeltede materiale i smeltereaksjonssonen i sirkulasjon ved elektrisk induksjonsomrøring. Ved den foreliggende fremgangsmåte anvendes dessuten i motsetning til fremgangsmåten ifølge de ovenfor angitte patentskrifter en sekvensiell tilførsel av oxygenholdig gass gjennom lanser for å oppnå en kraftig blanding mellom det smeltede metall og en sterkt basisk slag i raffineringssonen, og det oppnåes ved den foreliggende fremgangsmåte et høyraffinert metallprodukt i motsetning til det støpejernsprodukt som fremstilles ved fremgangsmåten ifølge tysk patentskrift nr. 665.373.

Det er fra US patentskrift nr. 3.326.672 kjent å raffinere metaller ved føring av det raffinerte metall og den dannede slag gjennom en lang raffineringssone, idet slaggen fraskilles i en sone som er adskilt fra, men står i forbindelse med, raffineringssonen, og uraffinert metall bringes til å strømme gjennom raffineringssonen og der utsettes for oxygenholdig gass tilført gjennom lanser. Slaggen bringes til å strømme i motsatt retning av metallstrømmen i minst en del av raffineringssonen og derfra inn i slagghfraskillel-

sessonen hvor det opprettholdes forholdsvis rolige betingelser, idet raffinert metall avtrekkes fra raffineringssonen. Ved den foreliggende fremgangsmåte innføres forvarmede og forreduserte oxydiske malmer i agglomerert eller partikkelformig tilstand kontinuerlig i en elektrisk lysbueovn med en smeltereaksjonssone under opprettholdelse av det smeltede materiale i turbulent bevegelse i smeltereaksjonssonen og i sirkulasjon ved elektrisk induksjonsomrøring. Ved fremgangsmåten ifølge det angitte US patentskrift nr. 3.326.672 innføres derimot et smeltet, delvis raffinert materiale direkte i en raffineringssone i en raffineringsovn, og det anvendes derfor ikke ved den kjente fremgangsmåte en egen smeltereaksjonssone for smelting og reaksjon av det tilførte materiale.

Foreliggende oppfinnelse adskiller seg fra vanlige stål-fremstillingsprosesser ikke bare med hensyn til selve prosessen og det anvendte apparat, men også ved at råmaterialet for metall som benyttes under fremgangsmåten, består av forreduserte jernmalmpellets eller forredusert jernstykkmalm som begge anvendes i varm tilstand enten direkte fra et forreduksjonsanlegg eller efter en gjenoppvarmning, idet pelletene eller stykkmalmen har en temperatur av $400 - 1250^{\circ}\text{C}$, fortrinnsvis $850 - 1100^{\circ}\text{C}$. Det metalliske tilførselsmaterialets høye temperatur bevirker en betraktelig innsparing av elektrisk kraft.

På grunn av den lokaliserte tilførsel, den kontinuerlige tilførsel og tilførselsmaterialets forvarmede tilstand foregår smeltingen meget hurtig. Sirkulering av det metalliske materiale i den kontinuerlige elektrosmelteovn kan avstedkommes ved hjelp av elektriske induksjonsspoler anbragt under beholderen, eller ved hjelp av andre anordninger. Det er ønskelig at det fra smeltebeholderen kommende flytende metall har en meget høy homogenitet.

I forbindelse med de forreduserte jernmalmagglomerater har det vist seg fordelaktig at disse inneholder gjenværende karbon i en mengde av 2,5 - 6%. Dette gjenværende karboninnhold letter smeltereaksjonene. Det nedsetter prosessens varme- og kraftbehov og bidrar også til å opprettholde den optimale karbonmengde i badet med henblikk på svovelfjerningen under raffineringen. Dersom den forreduserte stykkmalm eller de forreduserte agglomerater ikke selv inneholder den nødvendige mengde karbon, kan ytterligere karbon i form av små klumper av lavtemperaturkoks, kull, koks eller grafitt tilsettes sammen med det jernholdige tilførselsmateriale.

Det foretrekkes at det varme metall eller støpejern med høy fasthet ("semi-steel") i smeltebeholderen skal inneholde 1,5 - 2,5% karbon og 0,1 - 0,5% silicium, men under spesielle forhold kan det også taes sikte på andre sammensetninger.

En måte å lette opprettholdelsen av de ønskede karbon- og siliciummengder i lysbuesmeltebeholderen på består i å tilføre til beholderen, enten direkte eller via et dermed forbundet slaggavsetningskammer, en jevn strøm av smeltet rujern, f.eks. fremstilt i en varmblestkupolovn som anvendes for smelting av fabrikkskrap. Et slikt metall vil som regel inneholde 3 - 4,5% karbon og 1 - 2% silicium.

Det foretrukne temperaturområde for metallet i lysbuesmelte-reaksjonsbeholderen er 1420 - 1500°C, men temperaturer utenfor dette område kan også anvendes for eventuelle spesielle produksjonsformål. Metallet strømmes fra lysbuesmelte-reaksjonsbeholderen inn i raffineringsskammeret eller delen på grunn av sin tyngde, og strömningshastigheten er en funksjon av den hastighet hvormed forredusert materiale tilføres og av nedsmeltningshastigheten som på sin side er avhengig av krafttilførselen til beholderen. Disse størrelser kan lett reguleres.

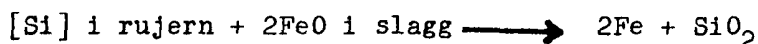
Slagg fjernes kontinuerlig fra ovnen via ett eller flere slaggfraskillelseskammere som står i forbindelse med selve ovnen og som fortrinnsvis er utført med en mot selve ovnen tilbakeskrånende herd fra nærheten av et med nebb forsynt tappehull i hvert kammer. Ved hjelp av denne anordning vil granulert metall som avsetter seg fra den langsomt strømmende slagg i det forholdsvis rolige slaggfraskillelseskammer eller -kammere, strømme tilbake på grunn av sin tyngde og gjeninnføres i hovedmetallstrømmen. Dette er ett trekk i forbindelse med foreliggende oppfinnelse hvorved fåes nedsatte jerntap i slaggen.

Et annet trekk i forbindelse med foreliggende oppfinnelse og som bevirker at jerntapene i slaggen blir mindre, består i at slaggen føres i motström i forhold til metallet i raffineringssdelen. Når slaggen bringes til å strømme tilbake over varmt metall inneholdende minst 1,5% karbon og en liten mengde silicium, fjernes noe av slaggens opplöste jern i overensstemmelse med en reaksjon av følgende type:



Ifølge en utførelsesform av foreliggende oppfinnelse kan slaggen bringes til å bevege seg i motstrøm til metallet ikke bare langs størstedelen av raffineringsdelens lengde, men også gjennom selve lysbuesmeltebeholderen og til slutt tappes fra en slagggfraskillelsessone eller -kammer som befinner seg mer eller mindre på den motsatte side i forhold til raffineringsdelen.

Reduksjonen av slaggens FeO-innhold kan ytterligere lettes dersom smeltet rujern tilføres lysbuesmeltereaksjonsbeholderen via et slagggfraskillelseskammer som er forbundet med beholderen, og det smeltede rujern bringes til å strömmen stort sett i motström til den utströmmende slag. Den ovennevnte reaksjonsligning er representativ for den reaksjonstype som vil forekomme mellom karbonet i det innströmmende rujern og FeO i den utkommende slag. Dessuten vil noe av siliciumet i det smeltede rujern reagere i overensstemmelse med reaksjonsligningen:



Det dannede siliciumdioxid vil öyeblikkelig gå over i slagfasen.

Det er i raffineringsdelen nödvendig å regulere slaggsammensetningen for å få optimale raffineringsbetingelser. Fjernelse av såvel svovel som fosfor lettes ved anvendelse av sterkt basiske slagger, men mens svovel lettest fjernes dersom metallens karboninnhold er forholdsvis höyt og oxygenaktiviteten i såvel metallet som slaggen er lav, vil overföring av fosfor til slaggen meget lettere finne sted dersom oxygenaktiviteten i såvel metallet som slaggen er forholdsvis höy.

Ved å före slaggen i motström fåes gunstige betingelser for en effektiv fjerning först av svovel og derpå av fosfor fra den kontinuerlige (eller periodevis) med oxygen fra en lanse oxygenblåste metallström.

Motströmsslaggen dannes kontinuerlig ved innspröyting av kalk og eventuelt andre flussmidler, som flusspat, ved eller nær metallens utlöpsende, og slaggen er på dette trinn såvel sterkt basisk som sterkt oxydert og består i virkeligheten av flytende kalsiumferritt. Slaggen får ikke unnslippe sammen med metallet, men må strömmen i motsatt retning av stålet og vil på denne måte trekke med seg det fosfor og svovel som den kontinuerlig og pro-

gressivt ekstraherer fra metallet.

Ifølge en utførelsesform av foreliggende oppfinnelse avstedkommes den i forhold til metallet motgående slaggstrom over raffineringsdelens samlede lengde, og slaggen strømmes inn i og gjennom lysbuesmeltereaksjonsbeholderen og tappes til slutt fra et slagghfraskillelseskammer som befinner seg mer eller mindre på motsatt side i forhold til raffineringsdelen.

Ifølge en annen utførelsesform av foreliggende oppfinnelse utvikles to adskilte slagger i raffineringsdelen idet en slagghskjerm skiller de to soner. Betingelsene i den første sone som strekker seg over det område hvor karboninnholdet i metallet fortsatt er forholdsvis høyt (f.eks. over 1% C) og oxygenaktiviteten lav, er gunstige med hensyn til fjernelse av silicium og svovel. Betingelsene i den annen sone som strekker seg over det område hvor oxygenaktiviteten i såvel metallet som slaggen øker, er gunstige for fjernelse av fosfor og ytterligere svovel, spesielt dersom slaggen strømmes i motsatt retning av metallet i denne sone. Ved denne utførelsesform av foreliggende oppfinnelse vil det foreligge minst to slagghfjernelsessteder i raffineringsdelen, og det kan også foreligge et tredje sted for fjerning av slaggh direkte fra selve lysbuesmeltereaksjonsbeholderen.

Ifølge en ytterligere utførelsesform av foreliggende oppfinnelse opprettes to adskilte raffineringssoner innenfor raffineringsdelen, men fortrinnsvis bare med ett avtapningssted for slaggen via et enkelt slagghfraskillelseskammer. I den første sone hvor fjernelse av silicium og svovel hovedsakelig foregår, strømmes slaggen i samme retning som støpejernet mens slaggen i den annen raffineringszone hvor fjernelse av karbon og fosfor hovedsakelig foregår, strømmes i motsatt retning av metallet.

For alle utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse efterfølges raffineringen med hensyn til silicium og svovel, karbon og fosfor fortrinnsvis av en kontinuerlig desoksydasjon og temperaturinnstilling for det flytende metall tilføres støpeösen i et kontinuerlig støpeanlegg. Dette skjer på enkel måte enten i en forlengelse av raffineringsdelen eller i et adskilt kammer eller en adskilt beholder. Tilsetningene i dette siste kammer kan utgjøres av materialer som finknust ferrosilicium eller ferromangan og aluminiumgranulater som alle virker som desoksydasjonsmiddel, men tilsetningsmidlene kan også utgjøres av mindre mengder legeringselementer.

Dersom det desoksyderte ståls temperatur er for høy, kan kjølemidler i form av skrapmetall i små stykker eller fullstendig metalliserte pellets eller redusert malm i form av stykker eller finkorn med lavt innhold av gangarter tilsettes og synke ned i eller injiseres i metallbadet. Dersom redusert malm eller pellets benyttes som kjølemiddel, vil det som regel være nødvendig med små ytterligere mengder kalk og/eller dolomitt for å forslagge gangartinnholdet, og i dette tilfelle bør det være mulig å tappe de forholdsvis små slaggmengder enten periodevis eller kontinuerlig avhengig av den mengde slag som dannes. Da raffineringen med hensyn til svovel og fosfor allerede er blitt utført, vil det som regel ikke være nødvendig å anvende sterkt basiske slag i desoksydasjons- og temperaturinnstillingskammeret. Ildfaste materialer som er egnet for anvendelse sammen med den fremstilte slag, kan benyttes. Temperaturen til det flytende stål som kommer fra dette avsluttende desoksydasjonstemperaturinnstillingstrinn, måles kontinuerlig og benyttes for å regulere tilsetningshastigheten av kjølemiddel.

Det flytende metall som nå har den riktige sammensetning og temperatur, strømmes ut av ovnen via et egnet oppdemningssystem og ledes enten til en tippbar varmholdbeholder eller direkte til støpeösen som benyttes i forbindelse med det kontinuerlige støpesystem hvor stålet kontinuerlig omdannes til faste støpestykker.

Oppfinnelsen vil i det etterfølgende bli nærmere forklart under henvisning til tegningene. Av disse viser fig. 1 og 2 henholdsvis et horisontalsnitt og vertikalsnitt av en utførelsesform av foreliggende oppfinnelse ved hjelp av hvilken det fåes en fullstendig strømming av slag i motsatt retning av metallet og med et hovedtappested for slaggen via et slagghfraskillelseskammer som befinner seg på motsatt side av raffineringssdelen.

Ovnen består av en lysbuesmeltereaksjonsbeholder med stort sett sirkulær utformning 6, en ildfast bunn 7, og et ildfast tak 8. Elektrodene 9 stikker inn i ovnen gjennom taket på vanlig måte. Det varme, jernholdige tilførselsmateriale 10 kommer inn i ovnen i nærheten av lysbuesonen, f.eks. gjennom midten av taket 8 ved 11. Tilførselsmaterialet kan også tilføres gjennom taket nær elektrodene og som regel mellom elektrodene og ovnveggene. Ved bunnen av lysbuesonen og adskilt av en austenittett rustfri stålplate 12 befinner overføreren 13 seg som drives som følge av induksjon med meget lav frekvens. Forlængelsen 14 utgjør raffineringssdelen mens forlængelsen

15 utgjör slagghfraskillelseskammeret. Lanser 16 sender oxygenholdige gasstråler inn i raffineringssonen, fortrinnsvis med en slik vinkel at strömningen av slaggh 18 i motsatt retning av metallet 17 vil lettes. Sammen med den oxygenholdige gass som injiseres gjennom lanser 16, innføres også basiske flussmidler, f.eks. pulverisert kalk eller flussspat. Disse røres inn i slagghen eller metallet som følge av den kraftige turbulens som settes opp av gasstrålene.

Raffinert stål 19 tappes fra ovnen gjennom tappehullet 20, og slagghen tappes fra ovnens andre ende gjennom tappehullet 21. En slagghbro 22 ved enden av raffineringssonen 14 hindrer at slaggh strømmer ut sammen med det raffinerte stål. Stålet kan strømme inn i et adskilt desoksydasjonskammer 23 hvor egnede desoksydasjonsmidler kan tilsettes gjennom en traktåpning 24. Eventuelle små slagghmengder som dannes på grunn av desoksydasjonen, kan tappes gjennom dette ekstra tappehull 23'. Desoksydasjonskammeret 23 kan også ha form av et avgassingsapparat.

På fig. 1 og 2 er to gassåpninger 25 og 26 vist. Den første av disse befinner seg ved enden av slagghfraskillelseskammeret 15 og den sistnevnte ved enden av raffineringssonen 14 nær smelterreaksjonsbeholderen.

Skrap fra stålverket kan settes til ovnen i to former:

- a) som findelt, f.eks. oppstrimlet, materiale gjennom åpninger på egnede steder i veggene for å redusere erosjon av ildfast materiale, eller
- b) som en strøm av smeltet rujern eller "halvstål" som tilføres via en tapperenne 27, f.eks. nær overgangen mellom slagghfraskillelseskammeret og lysbuesmelterreaksjonsbeholderen og i en slik retning at strömningssmønsteret i metallbadet vil lettes.

De foretrukne helningsvinkler og dybder til ovnsherdene er vist på det vertikale tverrsnitt ifølge fig. 2 hvor herden i slagghfraskillelseskammeret 15 generelt heller bakover fra tappehullets 21 nivå slik at eventuelt metall som avsettes i slagghfraskillelseskammeret 15 vil føres tilbake til smeltebeholderen. Det foretrekkes å benytte en ekstra tappeåpning for metall for å kunne tørrlegge ovnen efterat ovnsgangen er avsluttet, og dette tappehull kan anbringes på et hvilket som helst egnet sted, som f.eks. ved 28.

Fig. 3 viser et horisontalsnitt av en utførelsesform av

det foreliggende apparat hvor slaggen strømmer såvel i samme som i motsatt retning av metallet i raffineringssdelen.

Ifølge denne spesielle utførelsesform er slagghfraskillelseskammeret 29 forbundet med hovedraffineringsskammeret 14 ved dets overgang til smeltereaksjonsbeholderen. En lanse 16a er anordnet med en slik vinkel at den vil lette slaggens strömning i samme retning som metallet, og lansen 16b er anordnet med slik vinkel at den vil lette slaggens strömning i motsatt retning av metallet. Begge stråler beveger slaggen i retning mot slagghfraskillelseskammeret. Desoksydasjonskammeret 23 går i ett med raffineringsskammeret 14. Slaggen hindres fra å strömme sammen med stålet fra raffineringsskammeret 14 inn i desoksydasjonskammeret 23 ved hjelp av en avkjölt slaggbro 30. Det benyttes bare ett gassavtrekk 31 ved eller nær slagghfraskillelseskammeret.

Fig. 4 og 5 viser henholdsvis et vertikal- og horisontalsnitt av en ytterligere utførelsesform av det foreliggende apparat hvor det i raffineringssdelen benyttes to soner 32 og 33 hvor slaggen strömmer i motsatt retning av metallet og som hver har en slagghfraskillelsesdel 34 og 35 og slaggtappehull 36 og 37. Avkjölte skjærmer 38, 39 og 40 og avkjölte broer 41 skiller de forskjellige soner fra hverandre.

Eksempel

Den foreliggende oppfinnelse store metallurgiske muligheter ble påvist ved hjelp av en rekke forsök i et lite

försöksanlegg ved Cockle Creek, New South Wales, Australia, idet det ble anvendt en ovn med de generelle trekk som er vist skjematisk på fig. 3. Slaggfraskillelsesdelen 29 sto i forbindelse med raffineringssdelen 14 nær dennes overgang til lysbuesmeltereaksjonskammeret eller -sonen 6.

Som nevnt innebærer denne spesielle utførelsesform av foreliggende oppfinnelse at slaggen strömmes i samme retning som halvstålet fra smeltekommeret mot enden av slaggfraskillelsesdelen, og en slagg som i selve raffineringssdelen strömmes i motsatt retning av metallet. De to slagger blander seg med hverandre ved inngangen til slaggfraskillelsesdelen og strömmes som en slagg ut fra denne dels avløpsende.

Ovnens smeltereaksjonssone og raffineringssdel var føret med MgO-stener av høy kvalitet, og slaggavsetningsdelen var føret med en basisk stampemasse som også hadde et høyt innhold av MgO.

For å redusere erosjon av de basiske stener under lang, kontinuerlig smelting ble en luftavkjølt kanal anordnet i ovnsmantelen ved slagglinjen rundt hele smeltereaksjonskammeret og raffineringssdelen. Slaggerosjonen i smeltereaksjonskammeret ble også redusert til et minimum ved periodevis å stilsette kaldt oppstrimlet stålskrap sammen med en blanding av stykkoks og ferro-silicium rundt veggene, og spesielt i områder hvor varme-"oppblussingen" fra lysbuene var størst.

Som hovedtilførselsmateriale til smeltereaksjonssonen ble glødende metalliserte pellets fremstilt i en roterovn (ikke vist) benyttet, og disse ble via en ildfast renne 11 ved fall innført gjennom en sentral åpning rett inn i ovns varme lysbuesone. Pelletene ble tilført i så varm tilstand som mulig, fortrinnsvis innen området 1000 - 1100°C, for derved å spare så meget elektrisk energi som mulig. Denne innsparte elektriske energi ville ellers ha vært nødvendig for å bevirke overføring av den tilsvarende varmemengde fra lysbuene. Energibesparelsen var av størrelsesordenen 20%.

En rekke metalliserte pellets ble benyttet hvorav de fleste var blitt fremstilt fra to rike utgangsmaterialer hvis gjennomsnittelige sammensetning var som følger:

122485

12

		Hamersleyhematitt, fingods	Palaboramagnetitt- konsentrater
Samlet Fe	%	67,5	67,2
Mn	%	spor	0,15
SiO ₂	%	2,1	0,3
Al ₂ O ₃	%	1,0	0,7
TiO ₂	%	spor	0,6
Bundet H ₂ O	%	0,3	spor
S	%	0,02	0,03
P	%	0,03	0,02
CaO	%	spor	1,0
MgO	%	spor	2,3
Ikke fastslåtte materialer		rest	

De fleste pellets ble fremstilt med et forhold av malm/koks/
CaO av 79:17:4. De sammensatte, fuktige pellets ble karbonisert i
luft og tørret i minst 30 timer før de ble tilført metalliserings-
ovnen.

Den anvendte lavtemperaturkoks ble fremstilt fra brunkull
fra Yallourn, Victoria, med lavt svovelinhold og hadde en gjennom-
snittlig sammensetning på tørrbasis som følger:

Bundet karbon	94,2%
Flyktige bestanddeler	1,0
Aske	4,1
Svovel	0,3
Ikke bestemt	0,4

Typiske analyseområder for metalliserte pellets fremstilt
fra de to malmer var som følger:

		<u>Hamersleypelletts</u>	<u>Palaborapellets</u>
Samlet Fe	%	82 - 88,5	80,5 - 88,0
Metallisk Fe	%	75 - 83	73 - 82,5
Karbon	%	3,5- 4,1	3,2 - 4,5
Svovel	%	0,04-0,06	0,05- 0,07
Fosfor	%	0,02-0,04	0,02- 0,03
Andre bestanddeler (oxygen + gangart + kalk)		12 - 7,0	13,2 - 6,8
Base/syreforhold		ca. 1,0	ca. 1,5

Da den lille ovn ikke var utstyrt med induksjonsomrørere, ble badsirkuleringen i smeltesonen avstedkommet ved tangensiell innføring av stråler av en tung kull-luft- eller koks-luftblanding gjennom to avkjølte lanser neddykket til rett under slaggl/metallnivået nær det sirkelformige kammerets omkrets.

Ved hjelp av injiseringen ble ikke bare badsirkuleringen opprettholdt på et horisontalt plan, men injiseringen lettet også opprettholdelsen av karbonmengden i metallet i smeltekommeret innenfor de grenser som gjelder for et støpejern med høy fasthet. I det følgende er angitt typiske analyseområder for det i smeltereaksjonskommeret forekommende støpejern:

C %	2,3	- 2,6
Si%	0,3	- 0,5
Mn%	0,02	- 0,1
Ti%	spor	- 0,03
S %	0,04	- 0,06
P %	0,03	- 0,06
Fe%		rest

Badtemperaturen i smeltereaksjonskommeret ble så langt det lot gjøre holdt innen området 1475 - 1510°C, og det fant sted en lett koking på grunn av reaksjonen mellom karbonet i badet og det gjenværende FeO i de tilførte varme pellets og også i slaggen.

Reaksjonen kan illustreres ved følgende ligning:

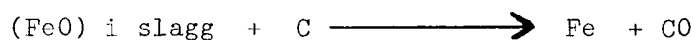


Støpejernet strømmet kontinuerlig fra smeltereaksjonskammeret inn i raffineringssdelen hvor det ble raffinert til stål med oxygen som periodevis ble injisert i det langsomt strømmende metall gjennom 4 - 6 lanser. Det større antall lanser ble benyttet ved fremstilling av lavkarbonstål. Lansene var anordnet med en vinkel av ca. 60° i forhold til det vannrette plan og videre på en slik måte at strömningen av raffinert slag i motsatt retning av metallet ble lettet.

Raffineringsslaggen ble dannet ved å injisere en blanding av 90% lettbrent kalk og 10% flusspat gjennom et alumetert stål-rør nær den siste oxygenlanse. Slaggen hadde en praktisk talt ubegrenset basisitet på det sted hvor den ble dannet, og hadde derved en meget god evne til å rense metallet både for svovel og fosfor. Etter hvert som slaggen strømmet i motsatt retning av metallet, tok slaggen progressivt opp disse elementer og senere også siliciumdi-oxyd, og slaggen ble til slutt ført sammen med den slag som strømmet i samme retning som metallet, og de kombinerte slagstrømmer kom så inn i slagghfraskillelsesdelen. Det forelå ingen muligheter for at S og P skulle kunne gå over fra den varme slag til det varme stål, hvilket er vanlig i forbindelse med andre kontinuerlige stålfremstillingsprosesser.

I forbindelse med de fleste forsøk ble det tatt sikte på å fremstille en sluttslag hvor forholdet $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$ var mellom 2 og 2,5, men som nevnt var slaggens basisitet i størsteparten av raffineringssdelens lengde flere ganger høyere og hadde nærmest ubegrenset basisitet i nærheten av det sted hvor kalken ble injisert.

Jerntapene i slaggen var lav. De samlede jernmengder i slaggen som utgjorde gjennomsnittlig 10 - 12 vekt% av det fremstilte stål, var mellom 3 og 7%. FeO kunne bringes ned til ganske små mengder lignende de mengder som foreligger i en masovnslagg, ved injisering av lavtemperaturkoks eller kull med lavt innhold av flyktige bestanddeler i slaggen på et tidlig tidspunkt under dennes strömning gjennom slagghkondisjonings- og fraskillelsesdelen. Jerngranulater dannet som følge av reaksjonen



avsatte seg på bunnen og strømmet ved sin egen tyngde tilbake ned-

over den skrånende herd i slagghfraskillelsesdelen inn i hovedmetallstrømmen i raffineringsdelen.

Ved den beskrevne fremgangsmåte kunne, avhengig av den injiserte oxygenmengde i metallet som strømmer gjennom raffineringsdelen, stål med et hvilket som helst ønsket karboninnhold fremstilles. Mengdene av andre forurensninger, omfattende svovel og fosfor, var meget lave. En typisk analyse for et ved foreliggende fremgangsmåte fremstilt lavkarbonstål var:

C	0,11 %
Si	0,01 %
Mn	0,01 %
Ti	spor (også i stål fremstilt fra Ti-holdige Palaborapelletts)
S	0,012%
P	0,004%

Det var spesielt i forbindelse med lavkarbonstålene nødvendig å desoksydere og avgasse disse i et adskilt kammer 23 for støping. For et anlegg i teknisk målestokk ville dette avstedkommes ved tilsetning av kommersielt tilgjengelige desoksyderende legeringer eller ved hjelp av andre egnede behandlinger, f.eks. en kontinuerlig vakuumbehandling.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte ved kontinuerlig smelting og raffinering av forvarmede og forreduserte oxydiske malmer i agglomerert eller partikkelformig tilstand, idet raffineringen utføres i en lang raffineringssone (14, 32, 33) og den dannede slagge fraskilles i en sone (15, 29, 34, 35) som er adskilt fra, men står i forbindelse med raffineringssonen, og smeltet uraffinert metall bringes til å strømme gjennom raffineringssonen og der utsettes for oxygenholdig gass tilført gjennom lanser (16, 16'), og slaggen (18) bringes til å strømme i motsatt retning av metallstrømmen i minst en del av raffineringssonen og derfra inn i slaggefraskillelsessonen hvor det opprettholdes forholdsvis rolige betingelser, og idet raffinert metall (19) avtrekkes fra raffineringssonen, **k a r a k t e r i s e r t v e d** at smeltingen utføres i en elektrisk lysbueovn (6) med en smeltereaksjonssone (6a) som står i forbindelse med raffineringssonen (14, 32, 33) og slaggefraskillelsessonen (15, 29, 34, 35), under opprettholdelse av det smeltede materiale i smeltereaksjonssonen i sirkulasjon ved elektrisk induksjonsomrøring **og i turbulent bevegelse**.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, **k a r a k t e r i s e r t v e d** at slaggen (18) bringes til å strømme i samme retning som metallstrømmen (17) i en raffineringssone (14a) og i motsatt retning av metallstrømmen (17) i en annen raffineringssone (14) og fra raffineringssonen (14, 14a) inn i slaggefraskillelsessonen eller -sonene (15, 29).
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, **k a r a k t e r i s e r t v e d** at det til elektroovnen (6) tilføres en strøm av smeltet rjern enten direkte eller via en slaggefraskillelsessone (15).
4. Fremgangsmåte ifølge krav 1 - 3, **k a r a k t e r i s e r t v e d** at slaggen (18) bringes til å strømme i motsatt retning av metallet (17) over raffineringsdelens (14) hele lengde inn i og gjennom lysbuesmeltereaksjonssonen (6a) og tappes fra et slaggefraskillelseskammer (15) anordnet i det vesentlige på motsatt side av ovnen i forhold til raffineringsdelen (14).
5. Apparat for kontinuerlig smelting og raffinering av oxydiske malmer ved fremgangsmåten ifølge krav 1 - 4, omfattende en lang

raffineringssone (14, 32, 33) og en slaggfraskillelsessone (15, 29, 34, 35) som er i det vesentlige i samme horisontale plan og adskilte, men i forbindelse med hverandre, lanser (16, 16') for injisering av oxygenholdig gass i det smeltede materiale (17) i raffineringssonen (14), anordning for å bevirke at slagg (18) strømmes i motsatt retning av metallet i minst en del av raffineringssonen og for at slaggen skal strømme inn i slaggfraskillelsessonen (15, 29), anordning (20) for avtrekking av raffinert metall (19) fra raffineringssonen, og anordning (21) for å avtrekke slagg fra slaggfraskillelsessonen, k a r a k t e r i s e r t v e d at apparatet dessuten omfatter en elektrisk lysbueovn (6) med en smeltereaksjonsone (6a) som ligger i det vesentlige i samme horisontale plan som og er adskilt fra, men i forbindelse med, raffineringssonen (14, 32, 33) og slaggfraskillelsessonen (15, 29, 34, 35), og en utenfor ovnskammeret anordnet elektrisk induksjonsomrører (13) for å bevirke sirkulering av det smeltede materiale (17) i smeltereaksjonssonen (6a).

6. Apparat ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at smeltereaksjonssonen (6a) har et i det vesentlige sirkelformig horisontalt tverrsnitt.

7. Apparat ifølge krav 5 eller 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at raffineringssonen (14) og slaggfraskillelsessonen (15) er anordnet på motsatte sider av smeltereaksjonssonen (6a).

Anførte publikasjoner:

Tysk patent nr. 461.746, 665.373
U.S.patent nr. 1.819.239 (kl.75-11), 3.207.596 (kl.75-11)
Belgisk patent nr. 652.436
Teknisk Tidsskrift, b.94 (1964) s.1230

122485

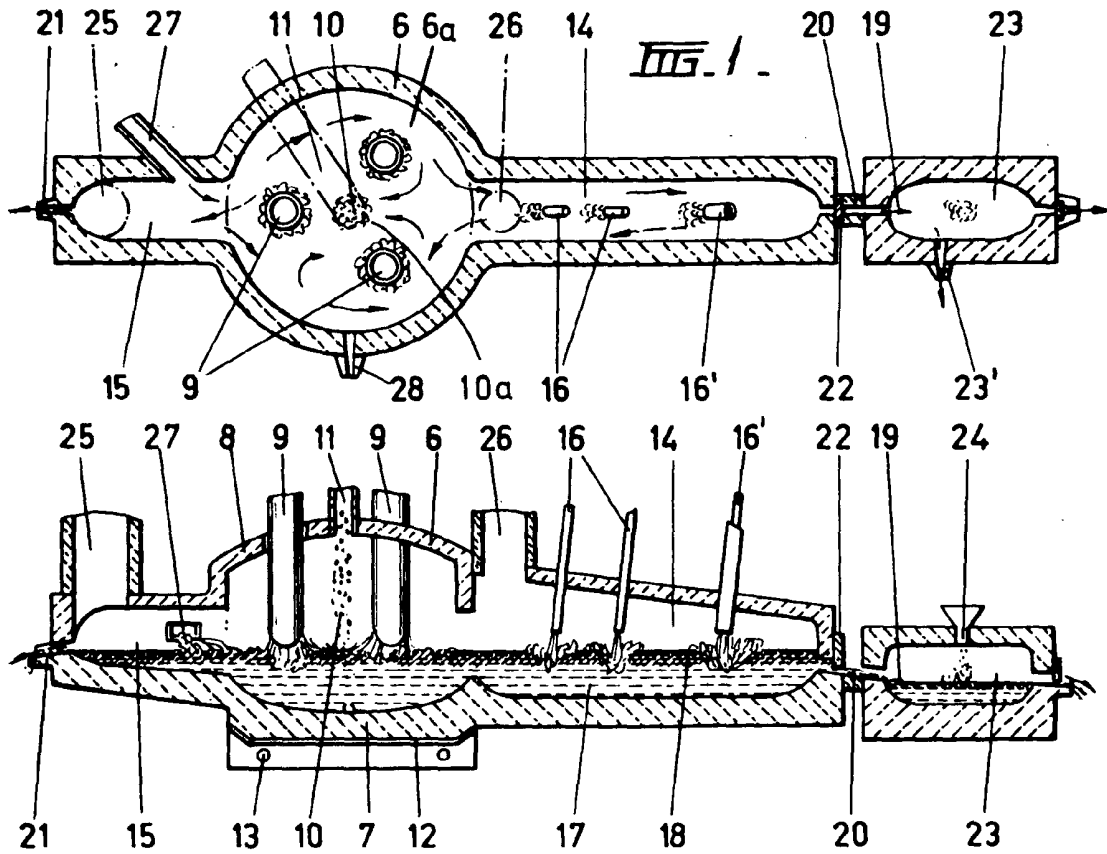


FIG. 2.

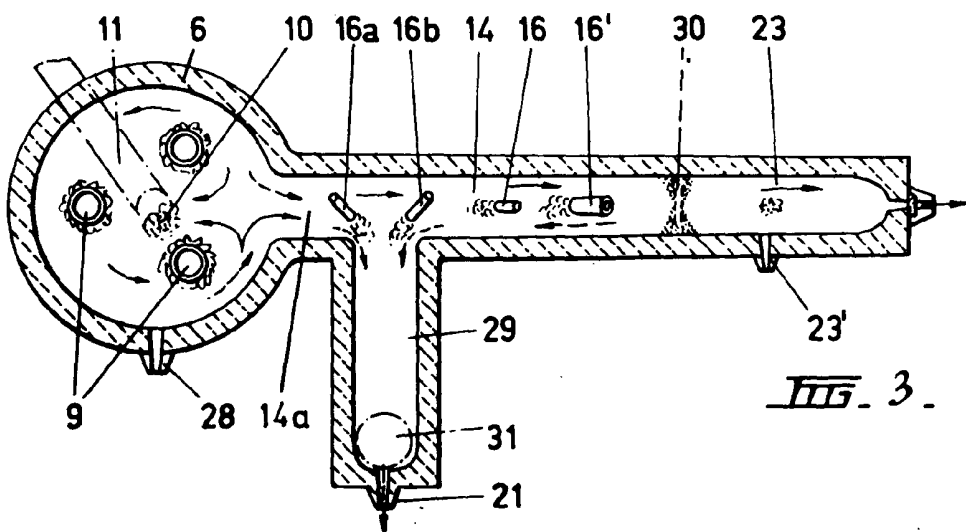


FIG. 3.

122485

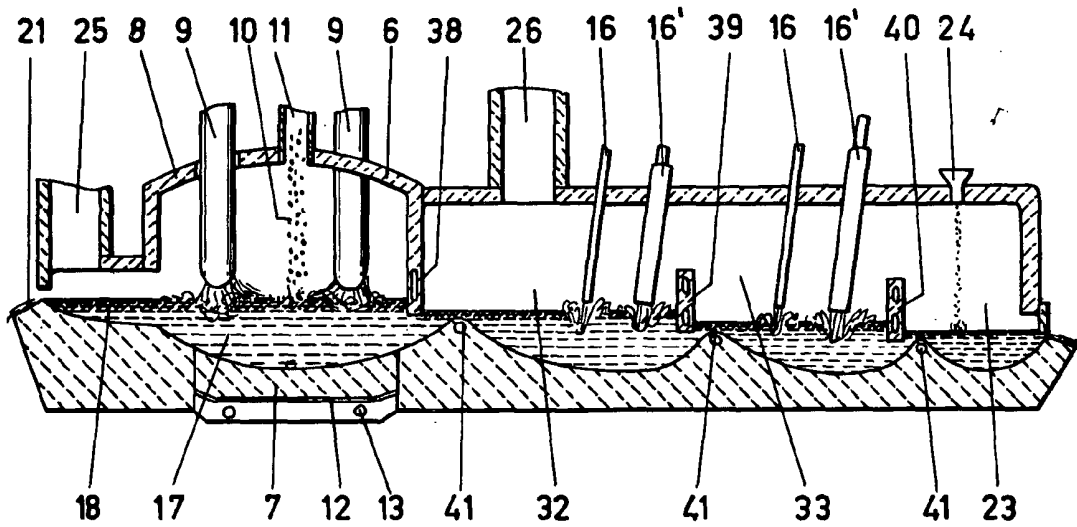


Fig. 4.

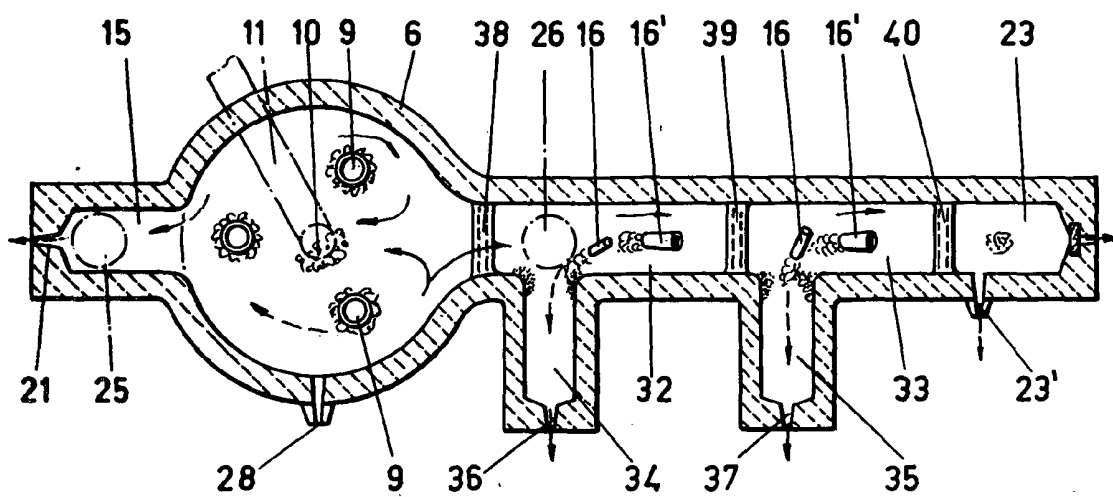


Fig. 5.