

(19) **DANMARK**



(12) **FREMLÆGGESESSKRIFT** (11) **147553 B**



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Patentansøgning nr.: 3172/79

(51) Int.Cl.³: **B 22 D 11/10**

(22) Indleveringsdag: 27 jul 1979

(41) Alm. tilgængelig: 29 jan 1980

(44) Fremlagt: 01 okt 1984

(86) International ansøgning nr.: —

(30) Prioritet: 28 jul 1978 CH 8134/78 02 feb 1979 CH 1029/79 07 feb 1979 CH 1184/79

(71) Ansøger: *CONCAST AG; CH-8027 Zuerich, CH.

(72) Opfinder: Jan *Lipton; CH, Carl-Åke *Daecker; SE, Armin *Thalmann; CH, Axel-Ingo *Haefeker; CH.

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) **Fremgangsmåde til elektromagnetisk omrøring
ved strengstøbning af metal**

(57) Sammendrag:

3172-79

Ved strengstøbning af metaller frembringes der til forbedring af krystalstrukturen og til formindskelse af positive og negative sejgringer en turbulent strømning i smelten i strengens flydende kerne. Denne turbulente strømning fremkaldes ved hjælp af forskydningskræfter, der indvirker forskelligt på smelten, og som fremkommer ved asymmetrien i faserne i felter, der hidrører fra mindst ét elektromagnetisk felt.

DN 147553 B

- Opfindelsen vedrører en fremgangsmåde til elektromagnetisk omrøring ved strengstøbning af metal, ved hvilken smelten støbes i en gennemløbskokille, af hvilken den fremkomne streng, som har en flydende kerne, trækkes ud, styres og køles yderligere, hvorhos der ved hjælp af mindst én flerfaset, elektromagnetisk omrører, der i strengen inducerer elektromagnetiske felter, som bevirker forskydningskræfter i den flydende kerne, fremkaldes en turbulent strømning.
- 10 Krystalstrukturen af en ved strengstøbemethoden fremstillet streng er bl.a. afhængig af sammensætningen af materialet og af støbetemperaturen. Ved støbetemperaturer på kun få grader Celsius over smeltetemperaturen er strukturen fortrinsvis globular, 15 ikke-retningsbestemt, og ved støbetemperaturer på mere end 15°C over smeltepunktet er strukturen fortrinsvis kolumnar, retningsbestemt med en stærk, central, positiv sejgring af ledsageelementerne. Af støbetekniske grunde må der i praksis støbes med overtemperaturer på mere end 20°C . Der er derfor gjort 20 mange anstrengelser for også ved strengstøbning med sådanne overtemperaturer at tilvejebringe en støbeblok med overvejende globular, ikke-retningsbestemt struktur med ringe central sejgring.
- 25 Ved strengstøbning af stål er det kendt ved hjælp af magnetisk omrøring af smelten i den flydende kerne at opnå forbedringer af kvaliteten af det udstøbte materiale ved hjælp af en mere eller mindre stærk turbulent strømning. Disse forbedringer opnås 30 ved forskellige fremgangsmåder til frembringelse af forskydningskræfter i smelten.

I stål er der legerings- og ledsageelementer, såsom C, Si, Mn, P, S osv., der ved størkning kan føre til sejgringer, navnlig centrale sejgringer.

Størkningsstrukturen skal påvirkes på en sådan måde, at der opnås en så stor zone som mulig af tæt, ikke-retningsbestemt krystalstruktur.

Ved "tæt krystalstruktur" forstås en støbe-
5 godsstruktur, der ikke har nogen mikrolunker. Ved en størkning med lange, transkrystallinske krystaller danner der sig mellem store dendritter sådanne mikrolunker, når den efterstrømmende smeltes vej til de størknende restsmeltemængder afbrydes.

10 Det har imidlertid vist sig, at størkningsfronten påvirkes således ved den lokale stærke bevægelse af smelten, at der dannes såkaldte "hvide bånd". Disse "hvide bånd" er negative sejgringer, der kan bevirke en forringelse af kvaliteten.

15 "Negative sejgringer" forekommer, når der ved størkning af en smelte indeholdende ledsageelementer fremkommer krystaller, der indeholder en relativt lavere koncentration af disse ledsageelementer.

Ved udstøbningen af barrer eller valseblokke
20 er det kendt til forbedring af overflade- såvel som den indvendige kvalitet at sætte den flydende kerne i roterende bevægelse om strengens længdeakse ved hjælp af en elektromagnetisk indretning. Rotationen fremkaldes her ved hjælp af et ufuldkomment drejefelt
25 (tre magnetpoler). Ganske vist opnås der herved en mere finkornet struktur, men fremkomsten af et stort "hvidt bånd" kan ikke forhindres.

Der kendes endvidere et apparat, hvor der omkring kokillerøret er anbragt en elektromagnetisk ind-
30 retning med tre polpar, som sætter den flydende kerne i roterende bevægelse om strengens længdeakse. Denne af et fuldkomment drejefelt fremkaldte rotation har imidlertid utilstrækkelig turbulens i strømmingen. Blandingen af det flydende stål er derfor ufuldkommen,
35 eftersom der ved den regelmæssige magnetiske påvirkning

af smelten ikke fremkommer nogen kraft på tværs af strengen. Denne relativt ringe turbulens er, hvad angår kvaliteten af det støbte produkt med hensyn til overfladen, fordelingen af legerings- og ledsageelementerne, men også hvad angår den indre struktur, ikke tilstrækkelig.

Ifølge en kendt fremgangsmåde fremkaldes der ved hjælp af et elektromagnetisk vandrefelt forskydningskræfter i strengens længdeaksens retning, hvorved de om strengen forløbende magneter er anbragt mellem rulleparrene ind til det område, hvor metallet ikke længere er flydende. Den strømning, der fremkaldes langs det flydende metal, tilvejebringer det ønskede område af ikke kolumnar struktur og hindrer fremkomsten af væsentlige sejgringer, navnlig centrale sejgringer og hvide bånd. En sådan anbringelse kræver imidlertid på grund af det store antal magneter meget stor plads, hindrer tilstrækkelig afkøling af strengen og er alt for kompliceret.

Ved en anden kendt fremgangsmåde til støbning af valseblokke er det forsøgt at eliminere disse hvide bånd, idet der ved hjælp af elektromagnetiske vandrefelter, der fremkaldes ved hjælp af to på langsiderne over for hinanden værende magneter, fremkaldes forskydningskræfter i det flydende stål. Disse forskydningskræfter skal virke på tværs af strengens længdeakse på en sådan måde, at der fremkaldes bløde strømningsskud mod den størknede væg, så at den omstyrede strømning holdes inden for et begrænset område. Dette begrænsede virkeområde giver en utilstrækkelige zone af tæt, ikke-retningsbestemt krystalstruktur. Endvidere har det vist sig, at de hvide bånd kun på mangelfuld måde elimineres ved denne fremgangsmåde, så at der på grund af disse ulemper ikke opnås et optimalt

produkt, hvilket indvirker negativt på kvaliteten af det valsede produkt.

Ved forsøg med forskydningskræfter, der påvirkes af fasernes symmetri med på tværs af strengens
5 længderetning retliniet forløbende forskydningsretning fremkaldt af en ved langsiden af en støbeblok anbragt omrører, viste slibbillederne hvide bånd og en bred zone af dendriter, hvilket gav utilstrækkelig kvalitet af det støbte stål.

10 Med opfindelsen tilsigtes der tilvejebragt en fremgangsmåde, ved hjælp af hvilken der opnås en optimal strengkvalitet. Navnlig skal der være en tilstrækkelig zone af tæt, ikke retningsbestemt krystalstruktur. Det udstøbte materiale skal ikke have hvide
15 bånd (negative sejgringer) og have få positive sejgringer, navnlig hvad angår centrale sejgringer.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved, at der ved tilvejebringelse af en forudbestemt asymmetri i faserne fremkaldes pulserende forskydningskræfter,
20 der indvirker forskelligt over smeltens tværsnit.

Det har vist sig, at der ved hjælp af disse forskydningskræfter fremkaldes en sådan turbulent strømning, at der trods høj overtemperatur praktisk talt ikke optræder hvide bånd i slibbilledet, ligesom der opnås den ønskede zone af tæt, ikke-retningsbestemt krystalstruktur uden væsentlig centralsejgring.
25

I afhængighed af de givne støbeparametre fremkaldes der ifølge en fordelagtig udførelsesform for
30 opfindelsen af de forskelligt virkende forskydningskræfter i felterne en retliniet forløbende forskydningsretning i smelten på tværs eller på langs af strengens længdeakse. Ved større strengtværsnit med på tværs af strengens bevægelsesretning forløbende
35 forskydningsvirkning formindskes derfor pladsbehovet

til opnåelse af en i strengens bevægelsesretning tilstrækkelig lang omrøringseffekt.

Til barrer og valseblokke fremkaldes der ifølge en anden fordelagtig anvendelse af de forskelligt virkende forskydningskræfter i felterne en bueformet om strengens længdeakse forløbende forskydningsretning i smelten. Ved anvendelsen af denne fremgangsmåde i koken kan der foruden en bedre indvendig struktur opnås en forbedring af strengens overflade.

10 Ifølge endnu en udførelsesform for opfindelsen kan fremkaldelsen af de forskellige forskydningskræfter opnås på enkel måde ved, at vindingerne i en fasespole i forhold til vindingerne af mindst en anden fasespole påføres forskellige strømstyrker.

15 Forskellen i strømstyrker ligger fortrinsvis i et område mellem ca. 10% og 25%. De forskelligt virkende forskydningskræfter kan imidlertid også fremkaldes ved hjælp af en forskellig geometrisk udformning af faserne.

20 Det har vist sig, at den turbulente strømning bliver mere effektiv, når den ene fase svagere forskydningskraft ifølge en yderligere udførelsesform for opfindelsen virker før den i forskydningsretningen efterfølgende fase stærkere forskydningskraft.

25 Ved begyndelsen af udstøbningen forløber der en vis tid, før den flydende kerne kan sættes i omrøring. Ifølge endnu en udførelsesform for opfindelsen bliver asymmetrien i faserne i startperioden indstillet fra nær nul til en bestemt maksimalværdi for hurtigst muligt at opnå den tilstræbte turbulente strømning. Herved opnås, at også det forreste strengafsnit har den ønskede metallurgiske kvalitet.

30 Ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen opnås der på grund af fysiske love foruden den kraft, der

virker i omrøringsretningen, en mellem nul og et maksimum pulserende tværkraft. Denne overlejlrede kraft bevirker en yderligere forstærkning af turbulenten på fordelagtig måde, når den på grund af asymmetrien i faserne resulterende kraft vinkelret på omrøreroverfladen ifølge en udførelsesform for opfindelsen bliver virksom bort fra den mod strengen vendende omrørerflade ved indstilling af felternes forskydningsretning. Herved opnås der en yderligere kvalitetsforbedring, navnlig ved ensidig anbringelse af omrøreren.

Opfindelsen forklares nærmere i det følgende under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser en omrører med retliniet forløben-
de forskydningsretning ved gennemførelsen af fremgangs-
måden ifølge opfindelsen i et bueanlæg,

fig. 2 et slibbillede af et halvt tværsnit af en støbeblok, hvis flydende kerne er blevet omrørt med et på tværs af strengen værende vandrefelt,

fig. 3 fordelingen af svovl langs linien III-III i fig. 2,

fig. 4 et slibbillede af et halvt tværsnit i en støbeblok, hvis flydende kerne er blevet omrørt ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen,

fig. 5 fordelingen af svovl langs linien V-V i fig. 4, og

fig. 6 et snit gennem en barre- eller valseblokkokille med en omrører, der fremkalder en bueformet forløbende forskydningsretning.

I fig. 1 er vist en kølet, buet og oscillerende kokille 1 til støbning af en støbeblok, der forsynes med flydende stål fra en ikke vist støbebeholder gennem et i kokillen 1 ført støberør. Den i kokillen 1 opstående streng 2 med en flydende kerne 3 føres og støttes i en efter kokillen 1

værende buet strengbane 4 med en radius på 10 m ved hjælp af ruller 5. Mellem rullerne 5 er der sprøjtedyser 6 til yderligere afkøling af strengen 2. Fra et drivende retteapparat 7 bliver 5 strengen trukket ud og rettet.

I en afstand på ca. 5 m under enden af kokillen er der et omrøringsapparat i form af en vandrefeltmagnet 10 af kendt konstruktion, der er anbragt på indersiden af strengbanen 4. Mellem magneten 10 og indersiden af strengen 2 er der ruller 5' af antimagnetisk materiale, f.eks. rustfrit stål. Magnetten 10 er opbygget tofaset. Også trefasede magneter kan anvendes. De af omrøreren fremkaldte forskydningskræfter indvirker på tværs af 15 strengens længdeakse.

De med det beskrevne anlæg udstøbte støbeblokke havde et format på 1550 mm x 270 mm. Fremføringshastigheden androg stort set 0,55 m/min. Begge faser fødes med en spænding på 200 V, en frekvens 20 på 2 Hz og ca. 1000 A, dvs. symmetrisk. Fig. 2 viser slibbilledet af et med en overtemperatur på 29°C støbt stål med 0,15% C, 0,025% S og sædvanlige yderligere ledsageelementer, idet der er anvendt en konventionel omrøringsmetode. Slibbilledet viser 25 en relativt tynd randzone 20 med fortrinsvis globular struktur. Til denne zone 20 slutter der sig en zone 21 med kolumnar struktur og med mod midten rettede dendriter. Zonen 21 efterfølges af en zone 22, der har en ikke-retningsbestemt krystalstruktur, 30 er lysere og udgør et "hvidt bånd". Dette bånd kan bestå af ét stykke, som angivet med henvisningstallet 22, men kan også være delt i flere bånd 23, 24 og 25. Efter zonen 22 følger en zone 26 med tæt, ikke-retningsbestemt krystalstruktur, der 35 går over i midtersejgringen 27.

I fig. 3 er resultatet af den kvantitative analyse af svovlindholdet langs linien III-III i fig. 2 vist. På ordinaten er svovlindholdet anført i procent og på abscissen er støbeblokkens tykkelse anført. Af dette skema fremgår det, at svovlindholdet i det hvide bånd (zonen 23, 24 og 25) er væsentligt formindsket.

Fig. 4 viser et slibbillede af det halve tværsnit af en støbeblok, der er omrørt i henhold til fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Størrelsen af støbeblokkens tværsnit, stålqualiteten, fremføringshastigheden, retningen af forskydningskræfterne og sekvensen var de samme som i fig. 2. Overtemperaturen var 43°C . Styrken af induktionsstrømmen var for den ene fase 830 A og for den anden fase 1000 A. Den ene fase blev forsynet med ca. 20% større strøm end den anden fase, dvs. faserne af de elektromagnetiske felter var asymmetriske. I slibbilledet er der igen en zone 31 med overvejende globular struktur. Dertil slutter der sig en zone 32 med mod midten af støbeblokken rettet dendritter. En svagt udformet zone 33 med en krystalstruktur, der ikke er retningsbestemt, slutter sig til zonen 32. I midten af støbeblokken er der en zone 34 med ligeledes ikke-retningsbestemt krystalstruktur, der er meget fin og tæt.

Fig. 5 viser resultatet af den kvantitative analyse af svovlindholdet langs linien V-V i fig. 4. Af analysen fremgår det, at der ved omrøring af den flydende kerne ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen med den derved fremkaldte turbulente strømning opnås en relativt ensartet fordeling af svovlet. Såvel den positive midtersejgning som også den negative sejgning i zonen 32 optræder stort set ikke mere, og der er kun uvæsentlige hvide bånd.

På grund af den beskrevne asymmetri opstår der forskydningskræfter med forskellig forskydnings-

5 virkning på smelten, dvs. at der på grund af den hyppige, frekvensafhængige veksling mellem stærkere og svagere forskydningskræfter sker en væsentlig forøgelse af turbulensen i strømmingen i den flydende kerne. Ved hjælp af den tidsmæssige rækkefølge af den svagere forskydningskraft foran den stærkere forskydningskraft, dvs. at fasen med 830 A bliver virksom før fasen med 1000 A, forøges turbulensen i vandrefeltets virkningsretning på grund af den periodisk pulserende forskydningskraft.

10 Ved hjælp af slibbilleder har det vist sig, at der ved praktisk støberi ved begyndelsen af udstøbningen forløber væsentlig længere tid til opnåelse af en kvalitetsmæssig fejlfri støbestruktur, når omrøreren i stedet for at drives tilnærmelsesvis symmetrisk alle-
15 rede i startperioden drives asymmetrisk. For at opnå den ønskede turbulens i smelten, først og fremmest i strengens kernes lukkede strømningskredsløb, dannes såkaldte strømningsshvirvler, hvori der således på grund af forskellen i forskydningskræfterne for de to faser inter-
20 greres yderligere turbulens ved asymmetrisk driftsmåde. Dette gennemføres i praksis således, at der ved støbningsbegyndelse begyndes med en omrøring med kun ringe forskel i strømtilførslen til begge faser, f.eks. fødes fase nr. 1 med 1000 A og fase nr. 2 med tilnærmelsesvis 1000 A, indtil der fremkommer en tilstrækkelig
25 strømning i den flydende del af strengen. Efter tilvejebringelsen af den nødvendige strømning, dvs. efter opnåelsen af en turbulent omløbsbevægelse i den flydende kerne, omkobles der til den ovenfor beskrevne asymmetriske strømtilførsel. På denne måde kan den kvalitetsmæssig ringere, første del af støbeblokken forkortes væsentligt.

35 Det har endvidere vist sig, at bevægelsesretningen af vandrefeltet har en væsentlig indflydelse på støbekvaliteten. Med en retliniet forløbende

forskydningsretning, f.eks. ved omrøring på tværs af strengen, kan denne f.eks. forløbe på den ene støbebloks bredside fra venstre til højre eller omvendt. Omrøreren kan være anbragt på den ene eller den anden
5 bredside. Med asymmetrien opstår der en resulterende, naturbestemt, vinkelret på hovedbevægelseskomponenterne og ligeledes vinkelret på strengens udtrækningsretning virkende tværkraft. I det foretrukne tilfælde skal den på grund af fasernes asymmetri
10 opstående kraft, der forløber vinkelret på omrørerens overflade, virke bort fra den mod strengen vendende side af omrøreren ved indstilling af felternes forskydningsretning. Ved visse støbeparametre kan virkningsretningen drejes 180° , dvs. den kan være rettet
15 bort fra strengens midte mod strengens yderside.

Ved samvirkning mellem to, over for hinanden liggende omrørere, f.eks. ved tykke støbeblokke, kan disse fortrinsvis kobles således, at deres vandrefelter løber modsat hinanden, så at såvel tværkraften
20 fra det ene som fra det andet vandrefelt er rettet mod strengens midte.

Den ved den beskrevne fremgangsmåde fremkaldte tætte, ikke-retningsbestemte krystalstruktur såvel som de uvæsentlige hvide bånd giver ved
25 udvalsning af støbeblokken væsentligt bedre egenskaber for det valsede produkt. Endvidere kræver apparatet til fremkaldelse af den optimale turbulente strømning ringe plads.

I de anførte eksempler fremkaldes der forskellige forskydningskræfter ved påføring af forskellige strømstyrker på vindingerne. Disse forskellige forskydningskræfter kan imidlertid også fremkaldes ved forskellig geometrisk udformning af faserne, f.eks. vindingstallene. Vandrefeltmagne-
35 terne kan også anbringes således, at de forskellige

forskydningskræfter virker i retning af strengens
 længdeakse eller på skrå i forhold til denne. I
 stedet for at have ét vandrefelt, der indvirker fra
 den ene strengside, kan der være et yderligere vandre-
 5 felt på den anden side af strengen. Ved strenge med
 lange, flydende kerner kan der virke mere end ét
 vandrefelt i strengens længderetning. Den turbulente
 strømning kan også være virksom i kokillen, idet
 strømmingen fortrinsvis holdes således, at den ikke
 10 indvirker på badets spejl, for ikke at fremkalde ne-
 gativ virkning på overfladekvaliteten af strengen.
 Den beskrevne asymmetri kan også opnås ved samvirk-
 ning mellem flere omrøringssegmenter i samme omrører
 med forskellig strømpåføring eller geometrisk ud-
 15 formning af faserne.

I forbindelse med fig. 6 beskrives anvendelsen
 af fremgangsmåden ifølge opfindelsen for en valseblok-
 kokille, hvor en bueformet forløbende forskydningsret-
 ning fremkalder en drejningsbevægelse af smelten om
 20 strengens længdeakse. Med 51 er angivet et snit i
 en kokille. Denne består af et kokillerør 52 af
 kobber og en kokillekappe 53. Omkring røret 52
 er der en kølekappe 54. Gennem rummet mellem kokil-
 len 52 og kølekappen 54 strømmer der kølevand.
 25 Indvendig i kokillen 52 er der en delvis størknet
 streng 60 med en flydende kerne 61. Denne streng
 60 trækkes ved hjælp af kendte midler ud af kokillen
 og afkøles yderligere.

På hver side af kølekappen 54 er der mag-
 30 netpoler 70, 71, 72 og 73, der hver har en vinding
 74, 75, 76 og 77. Disse magnetpoler køles med køle-
 vand i rummet mellem kølekappen 54 og kokillekappen
 53. Vindingerne 74, 75, 76 og 77 kobles således, at
 der opstår et vandrefelt. Disse magnetpoler danner
 35 en omrører, der inducerer et elektromagnetisk felt

i strengen. Alt efter støbeparametrene kan den ene fase fødes med en 10-25% større strøm end den anden, efterfølgende fase. Til en valseblok på 100 x 100 mm fødes vindingerne 74 og 76 med en frekvens på 50Hz
5 og en spænding på 50 V med 400 A, og vindingerne 75 og 77 fødes med 320 A. Vandrefeltet fremkalder forskelligt virkende forskydningskræfter i det flydende stål, der på grund af den beskrevne anbringelse af magnetpolerne bevirker en drejebevægelse i smel-
10 ten. Såfremt der ønskes en dybere indtrængning af omrøringsvirkningen eller en mindre omrøringshastighed, kan frekvensen formindskes tilsvarende, specielt i tilfælde af store godstykker i kokillerøret.

15 Koblingen kan også vælges således, at den magnetiske flux forløber mellem polparrene 70 og 72 eller 71 og 73, og at drejebevægelsen tilvejebringes på denne måde ved hjælp af det magnetiske felt. I så fald fødes polparrene 70 og 72 eksempelvis med 400 A, og
20 polparrene 71 og 73 med 320 A.

Til større barre- og valseblokstørrelser kan antallet af poler forøges. I stedet for den asymmetriske tilførsel af strøm til vindingerne kan de forskelligt virkende forskydningskræfter fremkaldes
25 ved forskellig geometrisk udformning af faserne, f.eks. ved hjælp af forskelligt vindingstal eller ved forskellig udformning af poljernene, f.eks. ved form og størrelse af jernets tværsnit og/eller polaksernes retning osv.

30 Den asymmetriske forsyning med strøm eller den forskellige geometriske udformning kan også kombineres. I det sidstnævnte eksempel er der beskrevet omrøring med bueformet forløbende forskydningsretning i kokillen. Denne omrøring kan imidlertid også
35 finde anvendelse i den sekundære kølezone. I stedet for den bueformet forløbende forskydningsretning kan

der i kokillen også anvendes en retliniet, i strengens længderetning forløbende forskydningsretning.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan finde anvendelse til alle typer af strengstøbeanlæg med gennemløbskokiller, også til anlæg til støbning af forprofiler til dragere og af ikke-jernmetaller. Til strenge med lange, flydende kerner kan flere omrørere virke sammen.

P A T E N T K R A V

10 1. Fremgangsmåde til elektromagnetisk omrøring ved strengstøbning af metal, ved hvilken smelten støbes i en gennemløbskokille, af hvilken den fremkomne streng, som har en flydende kerne, trækkes ud, styres og køles yderligere, hvorhos der ved hjælp af mindst én flerfas
15 set, elektromagnetisk omrører, der i strengen inducerer elektromagnetiske felter, som bevirker forskydningskræfter i den flydende kerne, fremkaldes en turbulent strømning, k e n d e t e g n e t ved, at der ved tilvejebringelse af en forudbestemt asymmetri i faser-
20 ne fremkaldes pulserende forskydningskræfter, der indvirker forskelligt over smeltens tværsnit.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at der af de forskelligt virkende forskydningskræfter i felterne fremkaldes en ret-
25 liniet forløbende forskydningsretning i smelten på tværs eller på langs af strengens længdeakse.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at der af de forskelligt virkende forskydningskræfter i felterne fremkaldes en bue-
30 formet om strengens længdeakse forløbende forskydningsretning i smelten.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at vindingerne i én fase-spole i forhold til vindingerne i mindst én anden fase-

spole påføres forskellige strømstyrker.

5. Fremgangsmåde ifølge krav 4, k e n d e -
t e g n e t ved, at vindingerne i den ene fase i for-
hold til vindingerne i den anden fase påføres en strøm,
5 der er 10-25% højere.

6. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene
1-3, k e n d e t e g n e t ved, at de forskelligt
virkende forskydningskræfter fremkaldes ved forskellig
geometrisk udformning af fasespolerne, som f.eks. for-
10 skellige vindingstal.

7. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene
1-6, k e n d e t e g n e t ved, at den ene fases
svagere forskydningskraft virker før den i forskydnings-
retningen efterfølgende fases stærkere forskydnings-
15 kraft.

8. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene
1-7, k e n d e t e g n e t ved, at asymmetrien i
faserne i startperioden indstilles fra nær nul til
en bestemt maksimalværdi.

20 9. Fremgangsmåde ifølge krav 2 eller 6, k e n -
d e t e g n e t ved, at den på grund af asymmetrien i
faserne resulterende kraft vinkelret på omrørerover-
fladen bliver virksom bort fra den mod strengen ven-
dende omrørerflade ved indstilling af felternes forskyd-
25 ningsretning.

Fremdragne publikationer:

E.Hermann: Handbuch des Stranggiessens, side 426, 427,
Aluminium Verlag 1958, Düsseldorf.

Fig.1

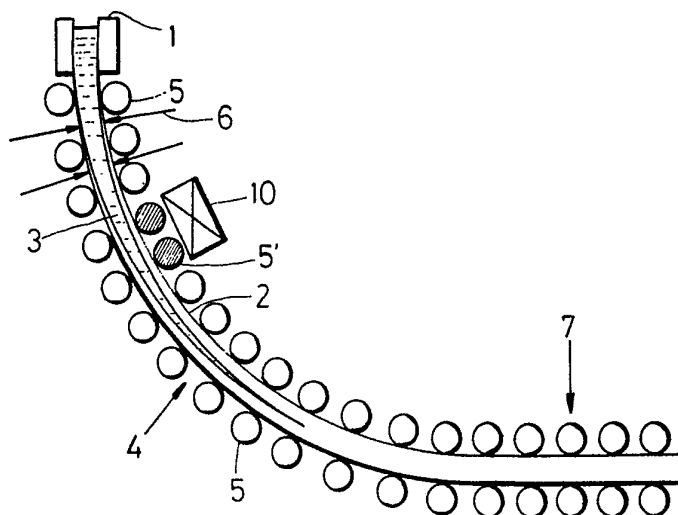


Fig.4

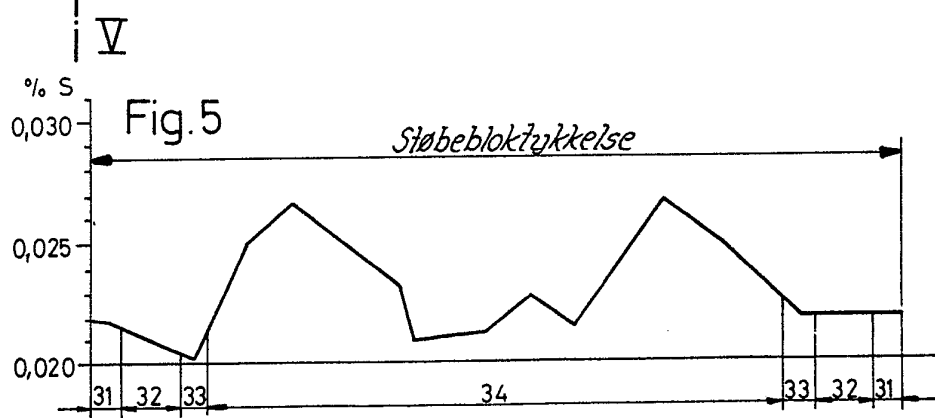


Fig.2



Fig.3

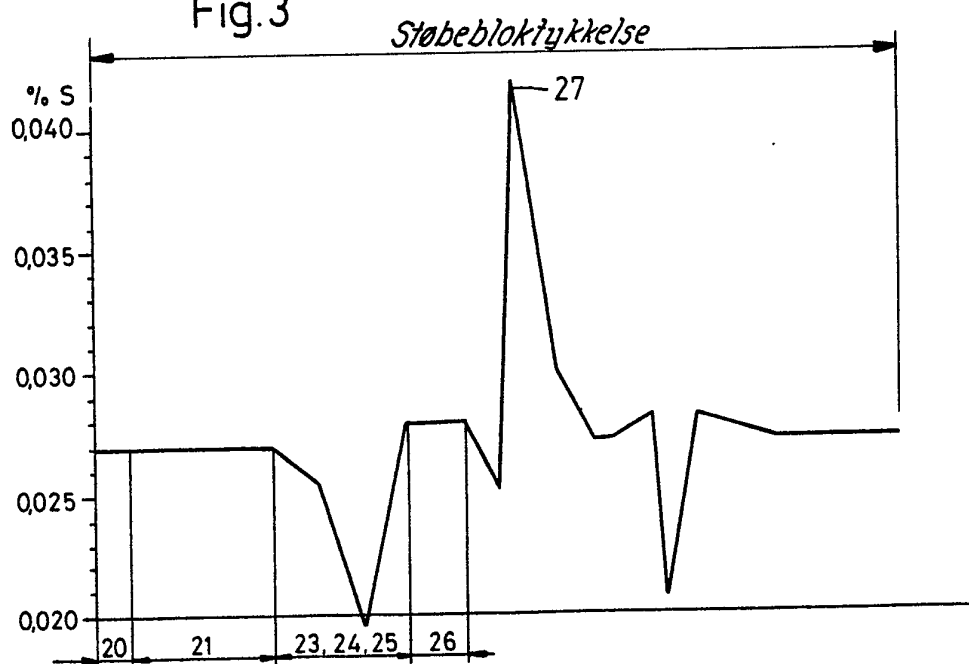


Fig. 6

