



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(51) Int Cl⁷

(11) 320254

B 22 D 11/10

(13) B1

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20033001	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2003.06.30	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2003.06.30	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2004.12.31			
(45)	Meddelt	2005.11.14			

(73)	Innehaver	Norsk Hydro AS, 0240 Oslo, NO
(72)	Oppfinner	Torstein Sæther, Bjørgsgate 9, 6600 Sunndalsøra, NO John Erik Hafås, Åkersøra 30, 6600 Sunndalsøra, NO Bjarne Anders Heggset, Helge Barmansgate 5, 6, NO Geir Olav Ånesbug, Vågatjønnveien 27, 6520 Frei, NO Bjørn Vaagland, Einangveien 11 A, 6600 Sunndalsøra, NO Steinar Benum, Øranveien 47, 6600 Sunndalsøra, NO
(74)	Fullmektig	Norsk Hydro ASA v/Svein Hofseth, 0240 Oslo, NO

(54)	Benevnelse	Metode og utstyr for kontinuerlig eller semikontinuerlig støping av metall
(56)	Anførte publikasjoner	US 3179512 WO 80/00317
(57)	Sammendrag	

Metode og utstyr for kontinuerlig eller semikontinuerlig støping av metall, spesielt direkte kjølt (DC) støping av aluminium, innbefattende en støpeform (1) med minst en kokille (3) med et formrom som er forsynt med et innløp (4) og som står i forbindelse med et metallforråd og et utløp med innretninger (27) for kjøling av metallet slik at det utstøpes gjennom utløpet et legeme i form av en langstrakt streng, pressbolt (25) eller valseblokk. Metallet tilføres i kokillen (3) på en slik måte og med en slik regulering at det metallostatiske trykket i kontaktpunktet (størkningsområdet) mot kokillen under støping er tilnærmet lik null.

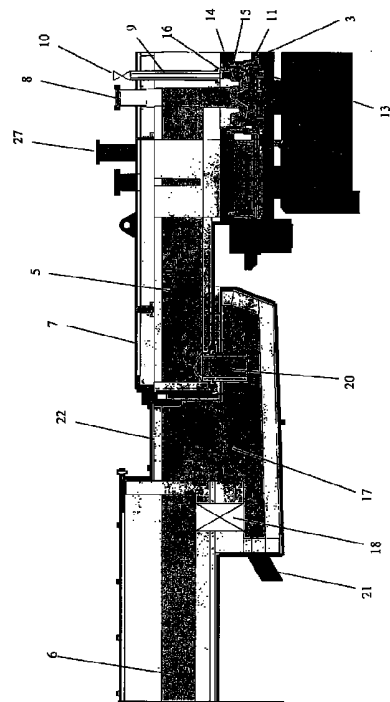


Fig. 2

5

10

15

Foreliggende oppfinnelse vedrører en metode og utstyr for kontinuerlig eller semikontinuerlig støping av metall, spesielt direkte kjølt (DC) støping av aluminium, innbefattende en støpeform med et formrom eller kokille som er forsynt med et innløp som står i forbindelse et metallforråd og et utløp med innretninger for kjøling av metallet slik at det utstøpes gjennom utløpet en gjenstand i form av en langstrakt streng, pressbolt eller valseblokk.

Utstyr av ovennevnte art er alminnelig kjent og benyttes for utstøping av leget eller uleget metall som anvendes i videreførelsen av metallet nedstrøms i produksjonskjeden, for eksempel til omsmelting- og ekstruderingsformål.

En hovedutfordring for denne type kjent støpeutstyr har vært å oppnå en seigringsfri og slett overflate på det støpte produktet. Spesielt har dette vært viktig for produkter hvor overflaten ikke fjernes før videre forming utføres.

Overflateseigringen er antatt å være forårsaket av to hovedfenomen:

1. Invers seigring: Når metallet kommer i kontakt med kokillen vil størkning starte i et tynt sjikt. Denne størkningen vil skje normalt ut fra kokillen inn mot midten av barren. Når metallet går fra flytende til fast fase vil volumet ytterst gå ned og dette må etterfylles med oppleget smelte fra områder lengre inn i barren. Dette gir en seigring som blir kalt invers p.g.a. at seigringen foregår mot størkningsfronten.

Denne typen seigring gir typisk en tynn opplegert sone under overflaten av barren som er typisk 10-20% høyere på legeringselement enn nominelt legeringsinnhold.

2. Utsvettinger: Når det størknede skallet ytterst på barren ikke er i fysisk kontakt med kokilleveggen kan opplegert metall bli presset ut gjennom det størknede (oppsmelting) eller delvis størknede skallet. Denne størkningen gir en tynn høyt opplegert sone utenfor opprinnelig overflate og en tilsvarende utarmet sone under den opprinnelig overflaten.

Invers seigring antas i sin tur å være påvirket av:

- 10 1. Varmeovergang fra barre til kokillevegger.
2. Lengde av kontaktzone mellom kokille og barre.
3. Kornforfining og størkningsmorfologi.
4. Strømninger nær overflaten av barren og deres effekt på det termiske feltet.
5. Legerings spesifikke egenskaper (for eksempel varmeledningsevne og størkningsbane).

15

Videre antas utsvettinger å være påvirket av:

1. Varmeovergang fra barre til kokillevegger.
2. Avstand mellom kontaktzone i kokillen til vanttreffpunkt.
3. Størkningsmorfologi og kornforfining.
- 20 4. Stasjonære og periodiske deformasjoner av ytre skall (svamp-effekten).
5. Trykkforskjell over det størknede/halvstørknede skallet.
6. Strømninger nær overflaten av barren og deres effekt på det termiske feltet.
7. Legerings spesifikke egenskaper (for eksempel varmeledningsevne og størkningsbane).

25 For å redusere seigringen antas at følgende er viktig:

1. Redusert varmeovergang mellom kokille og barre. Dette inkluderer også redusert friksjon mellom kokillevegg og barre.
2. Optimal avstand mellom start kontaktområde og vanttreffpunkt (må justeres i forhold til støpeparametere og varmeovergang mellom kokille og barre)
- 30 3. Redusert metallstatisk trykk over eller i kokille.
4. Reduserte svingninger i metallnivå (gir mindre seigringer og variasjoner i overflatetopografi)..
5. Unngå periodiske svingninger i kontaktflate p. g. a. varierende gasstrykk og volum i gasslommen inne i kokillen. Dette gir de karakteristiske ringene som sees på overflaten
- 35 av pressbolt.

Den eneste kjente metoden som er i daglig bruk og kan resultere i en barre uten overflateseigring er elektromagnetisk støping. Denne metoden krever mye med hensyn på investeringer og styringssystem. Ved elektromagnetisk støping oppheves trykkforskjellene over skallet, dvs. utsvetting forsvinner. Samtidig er det ingen kontakt mellom metall og formvegg, og det dannes derfor heller ikke en invers seigringszone.

Ved bruk av konvensjonell støpeteknologi er det mulig å redusere både utsvettinger og invers seigring ved å redusere effekten av kokillens kontakt med metallet.

Ved bruk av såkalt "hot top" med tilførselsanordninger for gass og olje i størkningsområdet for metallet, og hvor det dannes en gasspute under hot-top'en, reduseres kontaktflaten med kokillen og varmeovergangen til denne, idet avstanden fra vanntreffpunktet til kontaktsonen med kokilleveggen reduseres. Dermed vil en liten invers seigringszone oppnås. Ved denne støpemetoden anvendes imidlertid et relativt høyt metallostatisk trykk slik at det fremdeles eksisterer noe utsvetting. I tillegg gir metoden en pulsering p.g.a. gasstilførselen kombinert med periodisk fratrek fra kokilleveggen som gir et ringformet seigringsforløp og også en ringformet topografi på bolten.

Ved bruk av dyse/pinne eller dyse/flottør kan også trykkforskjellen over det størknede skallet og kontaktflaten mellom kokille og barre reduseres slik at overflateseigringen blir mindre. Dette er imidlertid en metode som er vanskelig å anvende optimalt p.g.a. individuell regulering av former samt sikkerhetsaspektet ved at metallstrømmen kan stoppes plutselig (tette dyser). Ved optimale støpebetingelser for overflateseigring vil da vann penetrere inn i flytende aluminium og gi en eksplosjonsfare. Derfor er de fleste dyse/pinne prosesser kjørt med høyere metallnivå i formen enn det som er optimalt for redusert overflateseigring, dvs. at drivkraften for seigringer blir større.

Med foreliggende oppfinnelse er det kommet frem til en metode for kontinuerlig eller semikontinuerlig støping av metall hvor ovennevnte ulemper med invers seigring og utsvetting er vesentlig redusert eller eliminert. Videre er det kommet frem til en løsning som gir hvor det er mulig å oppnå større sikkerhet under støpeoperasjonen, dvs. en forbedret HMS-løsning. Ytterligere er det kommet frem til en løsning som gjør det mulig å regulere metallnivået i kokillen/e, dvs. metallnivået i forhold til primær- og sekundærkjølingen, slik at det på en enkel måte er mulig å tilpasse støpeoperasjonen til den aktuelle legeringen som skal støpes.

Metoden er karakterisert ved at metallet tilføres kokillen på en slik måte og med en slik regulering at det metallostatisk trykket i kontaktpunktet (størkningsområdet) mot kokillen under støping er tilnærmet lik null, som angitt i vedføyde krav 1.

- 5 Videre er utstyret karakterisert ved at metallet er innrettet å tilføres i kokillen (3) på en slik måte og med en slik regulering at det metallostatisk trykket i kontaktpunktet (størkningsområdet) mot kokillen under støping er tilnærmet lik null, som angitt i vedføyde krav 5.
- 10 De uselvstendige kravene 2 - 4, samt 6 - 10 angir fordelaktige trekk ved oppfinnelsen.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det etterfølgende ved hjelp av eksempler og under henvisning til vedføyde tegninger, hvor:

- 15 Fig. 1 viser i perspektiv, delvis sett fra siden og forfra, et enkelt støpeutstyr i henhold til oppfinnelsen der et deksel som er innrettet til å lukke utstyret ovenfra holdes opptrukket slik at det er mulig å se delvis inn i den termisk isolerte tilførselskanalen for metallet,

- Fig. 2 viser i oppriss utstyret vist i Fig. 1 der flytende metall er tilført utstyret under
20 innledningen av en påbegynt støpeoperasjon,

Fig. 3 viser det samme som i Fig. 2, men under et senere trinn av støpeoperasjonen,

- Fig. 4 viser i oppriss et alternativt støpeutstyr tilpasset støping av aluminium valseblokk,
25

Fig. 5 a) og c) viser bilder av bolt støpt med tradisjonelt "hot-top" støpeutstyr, respektive utstyr ifølge foreliggende oppfinnelse, og Fig. 5 b) og d) viser bilder av slip av metallprøver av bolt vist i bilde a), respektive b).

- 30 Som nevnt viser Fig. 1 i perspektiv eksempel på et enkelt støpeutstyr i henhold til oppfinnelsen for støping av pressbolt. Enkelt i den forstand at det her bare innbefatter tolv kokiller eller støpeformer 3 (se også Fig. 2 og 3) med metallinnløp 4. Denne type utstyr kan innbefatte langt flere kokiller, opp til et par hundre avhengig av bl.a. diameter, og kan ha kapasitet til å støpe ut titalls tonn metall i timen.
- 35 Utstyret innbefatter i grove trekk, foruten kokillene som ikke er vist i Fig. 1, en rammekonstruksjon 2 med et termisk isolert rennesystem 6 for tilførsel av metall fra et metallforråd (holdeovn eller lignende) samt et tilsvarende isolert fordelingskammer

(metallmanifold) 5 for fordeling av metallet til de respektive kokillene. Over fordelingskammeret 5 er utstyret forsynt med et avtagbart lokk eller deksel 7 som er innrettet til å holde fordelingskammeret lukket mot omgivelsene. Rørstusser 8 anordnet i tilknytning til dekselet 7, som bl.a. benyttes til inspeksjon under støping, står i forbindelse med innløpet 4 til den respektive kokille 3 og er lukket under støping, mens luftkanaler 9 (se også Fig. 2 – 3) som munner ut i andre rørstusser med en stengeinnretning 10 over utstyret, står i forbindelse med formrommet 11 i kokillen 3. Ved enden av utstyret finnes det et styre-/kontrollpanel 19 som i og for seg ikke inngår i oppfinnelsen og ikke skal ytterligere beskrives her.

10

Som nærmere vist i Fig. 2 og 3, vedrører det viste støpeutstyret en vertikal, semikontinuerlig løsning der det benyttes en bevegbare understøttelse 13 for hver kokille 3 som holder kokillen lukket nedad ved begynnelsen av hver støp. Selve kokillene er ellers av "hot-top"-typen der det benyttes en termisk isolerende krage eller fremspring 14 direkte ved innløpet til formrommet. Videre benyttes tilførsel av olje og gass gjennom permeabel ring eller ringer 15 i veggen formrommet 11. En luftkanal 9 er, som nevnt, anordnet for hver kokille. Denne er stengt ved hjelp av en stengeinnretning 10 eller plugg 16 ved begynnelsen av hver støp (se senere avsnitt).

15

Videre er det anordnet en tilkoblingsstuss 27 som er innrettet for tilkobling til et vacuumreservoir (undertrykkreservoar eller avsugsystem) slik at det kan påføres et undertrykk i fordelingskammeret 5 under støping (se senere avsnitt).

20

Metallet ankommer gjennom rennen 6 og tilføres et, på et noe lavere nivå, mellomliggende reservoar 17 via en ventilinnretning 18 (ikke nærmere vist). Det mellomliggende reservoaret 17 er åpent oventil (ved 22), men en kanal 20 er innrettet til å lede metallet til fordelingskammeret 5 som befinner seg på et høyere nivå og videre til kokillene. Med denne løsningen hvor det er anordnet et mellomliggende reservoar 17 på et lavere nivå og hvor metallet ledes (suges) fra dette nivået og videre via fordelingskammeret 5 som befinner seg på et høyere nivå enn reservoaret 17 til formrommet, utnyttes hevertprinsippet for frømføring av metallet til kokillen. Herved er der også mulig, ved å regulere nivået i det mellomliggende reservoaret 17, å regulere nivået 26 for metallet i formrommet 11, og dermed også kontaktpunktet (størkningsområdet) mot kokilleveggen. Det vil si at ved å regulere nivået i reservoaret 17 reguleres også nivået 26 i formrommet, samtidig som det metallostatiske trykket mot kontaktpunktet mot formveggen 15 i kokillen (formrommet) er tilnærmet lik 0. Det er dette som er oppfinnelsens kjerne og som det skal redegjøres for nærmere i det etterfølgende.

25

30

35

Når det ellers gjelder utstyret, så er det anordnet en avtappingsstuss 21 i tilknytning til det mellomliggende reservoaret 17. Gjennom denne er det mulig å tappe ut (fjerne) gjenværende metall fra fordelingskammeret 5 og det mellomliggende reservoaret 17.

5 Med henvisning til Fig. 2 og 3, skal utstyrets virkemåte i henhold til oppfinnelsen beskrives nærmere. Fig. 2 viser utgangspunktet for en påbegynnende støpeoperasjon. Metall er tilført fra et forråd (ikke vist) via rennen 6, gjennom den åpne ventilinnretningen 18 til det mellomliggende reservoaret 17, fordelingskammeret 5 og kokillene 3 (bare to stykker er av praktiske grunner vist i disse figurene). Lokket 7 er påmontert og tilkoblingsstussen 27 er forbundet med avsugsystemet slik at all luft er evakuert, og rennen 6, det mellomliggende reservoaret 17, fordelingskammeret 5, inklusive kokillene 3, er fylt til samme nivå (metallet er vist med mørkere gråfarge). Lufferøret 9 som strekker seg fra formrommet 3 er stengt ved hjelp av stengeinnretningen 10 og/eller pluggen 16.

I Fig. 2 vises en situasjon der støpeoperasjonen ennå ikke er kommet i gang og understøttelsen 13 holdes tett mot utløpet av kokillen. Ventilinnretningen 18 er på dette tidspunkt åpen, men vil gradvis lukkes. Etter at det flytende metallet er fylt i det mellomliggende reservoaret 17, kokillene og fordelingskammeret 5 og kommet i balanse starter støpeoperasjonen. Metallnivået i reservoaret 17 vil nå synke, mens metallet i fordelingskammeret 5 vil bli opprettholdt ved det undertrykk (i forhold til omgivelsene) som dannes ved avsuget gjennom tilkoblingsstussen 27. Det dannes nå ved støpingen en pressbolt 25 som vist i Fig 3. Stengeinnretningen 10 og/eller pluggen 16 for lufferøret 9 holdes i lukket posisjon og stenger av avluftingen mot atmosfæren inntil det metallostatiske trykket i formveggen 11 tilsvarer atmosfæretrykket. Da fjernes pluggen 16, og det eksisterer en "balanse" i metallnivået 23 i reservoaret 17 og metallnivået 26 i kokillen, hvorved metallet vil strømme over i kokillen 3 ved tilførsel av metall fra tilførselsrennen 6 til det mellomliggende reservoaret 17.

Fig. 3 viser den ideelle (balanserte) støpesituasjon der nevnte plugg 16 er fjernet og ventilen 10 er åpen, og det er balanse mellom metallnivået 26 i kokillen 3 og metallnivået 23 i det mellomliggende reservoaret 17. I denne situasjonen er det metallostatiske trykket tilnærmet lik null i metallnets kontaktpunkt mot kokillen. Metoden i henhold til oppfinnelsen er representert, som nevnt i det foranstående, nettopp ved dette, nemlig at metallet tilføres i kokillen på en slik måte og med en slik regulering at det metallostatiske trykket i kontaktpunktet mot kokillen under støping er tilnærmet lik null. Dette er oppnådd ved hjelp av utstyret som er vist i figurene og beskrevet i det foranstående.

35

En alternativ utførelse av oppfinnelsen, som bygger på samme prinsipp, er vist i Fig. 4. Oppfinnelsen er her tilpasset støping av valseblokk hvor dimensjonene for produktet

(valseblokken) som skal støpes er vesentlig større sammenlignet med støping av pressbolt beskrevet i det foranstående hvor det støpes ut et større antall barrer samtidig. Utstyret inneholder her de samme hovedkomponentene, tilførselsrennen 6 for tilførsel av flytende metall fra et forråd, holdeovn eller lignende (ikke nærmere vist), en ventilinnretning 18, et mellomliggende metallreservoar 17, samt selve støpeutstyret 30 med valseblokk-kokillen 28 for støping av valseblokk. I stedet for et overbygget metallfordelingskammer eller –manifold som vist i Fig. 1 – 3 i foregående eksempel, benyttes imidlertid en enkel overføringskanal 31 for overføring av metallet. Denne kanalen innbefatter i sin tur en lukket renne 32 med tilkoblingsstuss 33 for tilkobling til et vacuumreservoar eller avsug (ikke nærmere vist), samt et innløpsrør 34 som strekker seg ned i metallsmelten i reservoaret 17 og utløpsrør 35 som strekker seg ned i formrommet i kokillen 28. Ved begynnelsen av hver støp ligger nedløpsrøret, eller rettere sagt enden av dette, i tettende anlegg mot støpeskoen (støpeunderstøttelsen) 29 i kokillen 28. Når rennen 32 så i neste omgang kobles til avsug via koblingen 33, vil metall suges opp gjennom innløpsrøret 34, videre gjennom rennen 32 og til nedløpsrøret 35 slik at det fyller delvis overføringskanalen 31 som vist i Fig. 4. Dermed kan støpeoperasjonen begynne ved at støpeskoen 29 beveges nedad og metallet vil bli overført fra reservoaret 17 til kokillen 28 gjennom overføringskanalen 31 som således fungerer som en hevert. Funksjonen for øvrig når det gjelder støpeoperasjonen er som i eksempelet foran i det mottrykket også i dette tilfelle er atmosfæren siden kokillen 28 og reservoaret 17 er åpent oppad.

Det skal imidlertid bemerkes at oppfinnelsen slik den er definert i kravene ikke er begrenset til de løsninger som er vist og beskrevet i det foranstående. Således vil oppfinnelsen ikke bare kunne benyttes for semikontinuerlig støpeutstyr, men også kunne benyttes for kontinuerlig støpeutstyr, horisontalt og vertikalt samt semikontinuerlig støpeutstyr. Videre er det mulig å oppnå en trykkforskjell tilnærmet lik null i kontaktpunktet mot kokillen på andre måter, for eksempel ved å trykksette en støpetank med et trykk lik det metallostatiske trykket i formrommet (mottrykkløsning).

Løsningen slik den er definert i kravene er ellers ikke begrenset til såkalte "hot-top" kokiller, men kan benyttes på mer tradisjonelt direktekjølt støpeutstyr. Videre kan det i tilknytning til innløpet for kokillen også anordnes utstyr for omrøring av metallet for å redusere ytterligere eventuelle problemer med seigring eller utsvetting. Videre, for å eliminere problemer med eventuell oksiddannelse kan det fortrinnsvis benyttes inertgass, for eksempel argon.

Det er utført flere forsøk hvor det er foretatt støping av pressbolt av forskjellige alumimiumslegeringer med utstyr i henhold til oppfinnelsen, sammenholdt med forsøk på støping av de samme legeringene med eksisterende "hot-top" støpeutsyr. Fig 5 a) respektive b) viser bilde av overflate og mikroslip av en pressbolt av legering AA 6082 støpt med eksisterende "hot-top" utstyr, mens Fig.5 c) respektive d) viser bilde av en pressbolt støpt med utstyr i h.h.t. foreliggende oppfinnelse. Som det kan ses av Fig. 5 c) er overflaten vesentlig finere og slettere for bolt støpt med foreliggende oppfinnelse. Videre kan det klart ses av Fig. 5 d) at mikrostrukturen for en bolt støpt med foreliggende oppfinnelse har færre mørke "porer" mot overflaten som indikerer seigring.

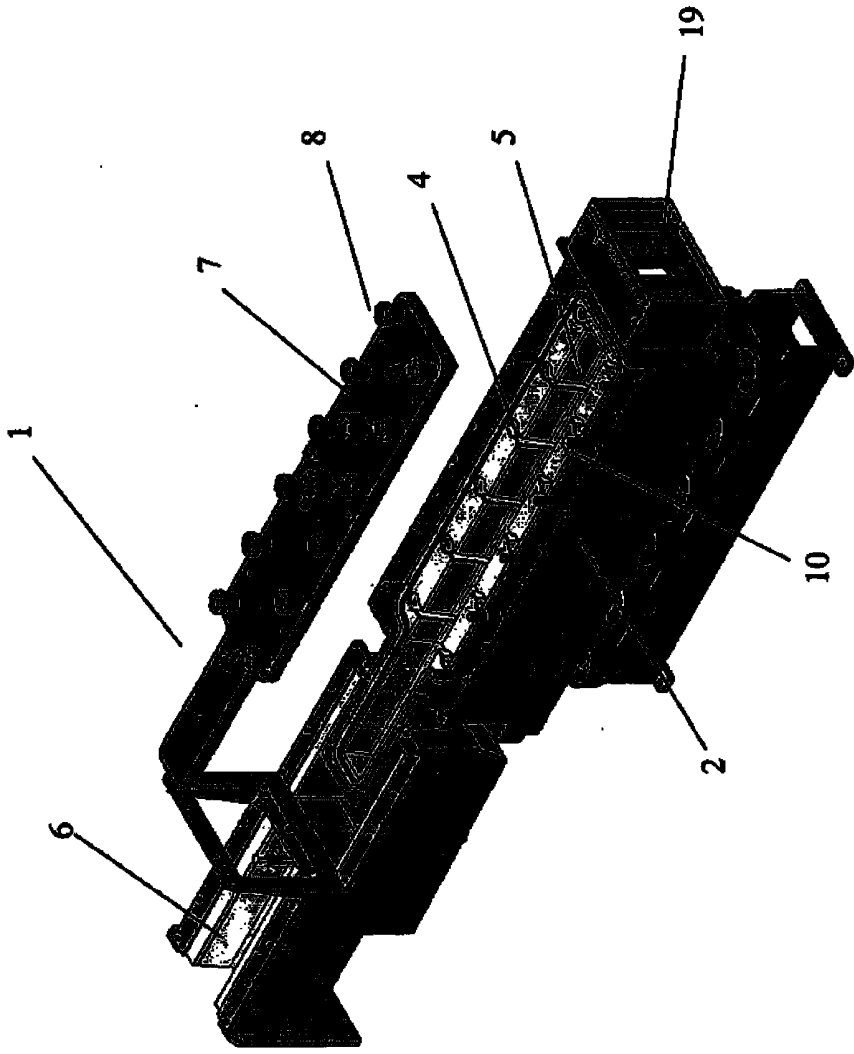
Patentkrav

1. Metode for kontinuerlig eller semikontinuerlig støping av metall, spesielt direkte kjølt (DC) støping av aluminium, innbefattende en støpeform (1) med minst en kokille (3) med et formrom som er forsynt med et innløp (4) som står i forbindelse med et metallforråd og et utløp med innretninger for kjøling av metallet slik at det kan utstøpes gjennom utløpet et legeme i form av en langstrakt streng, pressbolt (25) eller valseblokk,
- 5
- 10 karakterisert ved at metallet tilføres i kokillen (3) gjennom et mot omgivelsene lukket tilførselssystem (5,6,7,17,32,34,35) og med en slik regulering av trykket i systemet at det metallostatiske trykket i kontaktpunktet (størkningsområdet) mot kokillen under støping er hovedsaklig lik null.
- 15
2. Metode ifølge krav 1, karakterisert ved at gasstrykket over metallspeilet (26) i forhold til det metallostatiske trykket i kokillen reguleres ved hjelp av mottrykk.
- 20
3. Metode ifølge kravene 1 og 2, karakterisert ved at metalltilførselssystemet som innbefatter et fordelingskammer (5) eller kanal (31) og som er forbundet med dette, tilføres metall fra et mellomliggende metallreservoar (17) anordnet på et lavere nivå, idet metallet tilføres reservoaret (17) via en ventilinnretning (18) og reguleres slik ved hjelp av denne at det oppnås en hevertvirkning hvorved metallnivået (23) i reservoaret er tilnærmet lik eller noe høyere enn metallnivået (26) i formrommet i kokillen (3), idet mottrykket i kokillen under støpingen tilsvarer atmosfæretrykket.
- 25
- 30
4. Metode ifølge kravene 1 - 3, karakterisert ved at metallet tilføres i en kokille av "hot-top"-typen som er forsynt med permeable veggelement (15) for tilførsel av gass og/eller olje i størkningsområdet for metallet.
- 35

5. Utstyr for kontinuerlig eller semikontinuerlig støping av metall, spesielt direkte kjølt (DC) støping av aluminium, innbefattende en støpeform (1) med minst en kokille (3) med et formrom som er forsynt med et innløp (4) som står i forbindelse med et metallforråd og et utløp med innretninger for kjøling av metallet slik at det er innrettet til å kunne utstøpes, gjennom utløpet, et legeme i form av en langstrakt streng, pressbolt (25), eller våseblokk, karakterisert ved at metallet er innrettet til å tilføres i kokillen (3) via et mot omgivelsene lukket metalltilførselssystem (5,6,7,17,32,34,35) og at utstyret er innrettet med en slik regulering av trykket i systemet at det metallostatisk trykket i kontaktpunktet (størkningsområdet) mot kokillen under støping er hovedsaklig lik null.
6. Utstyr ifølge krav 5, karakterisert ved at gasstrykket over metallspeilet (26) i kokillen i forhold til det metallostatisk trykket i kokillen er innrettet til å reguleres ved hjelp av mottrykk
7. Utstyr ifølge kravene 5 og 6, karakterisert ved at et fordelingskammer eller kanal (5, 31) som er forbundet med og er innrettet til å tilføres metall fra et mellomliggende metallreservoar (17) anordnet på et lavere nivå, idet metallet er innrettet til å tilføres reservoaret (17) via en ventilinnretning (18) og er innrettet til å reguleres slik ved hjelp av denne at det oppnås en hevertvirkning, hvorved metallnivået (23) i reservoaret er tilnærmet lik eller noe høyere enn metallnivået (26) i formrommet i kokillen (3), idet mottrykket i kokillen under støpingen tilsvarer atmosfæretrykket
8. Utstyr ifølge kravene 5 - 7, karakterisert ved at kokillen er av "hot-top"-typen og innbefatter med permeable ringer eller veggelement (15) for tilførsel av gass og/eller olje i størkningsområdet for metallet.
9. Utstyr ifølge krav 5 og 6, karakterisert ved at mottrykkssystemet innbefatter en trykktank eller trykkreservoar hvor trykket er høyere enn det omgivende atmosfæretrykket.

10. Utstyr ifølge kravene 5 og 6,
karakterisert ved at
støpeutstyret innbefatter det lukkede metalltilførselssystemet (5) er slik innrettet at
støpeoperasjonen foregår under vacuum, dvs. et trykk under den omgivende
atmosfæren.

5



Figur 1.

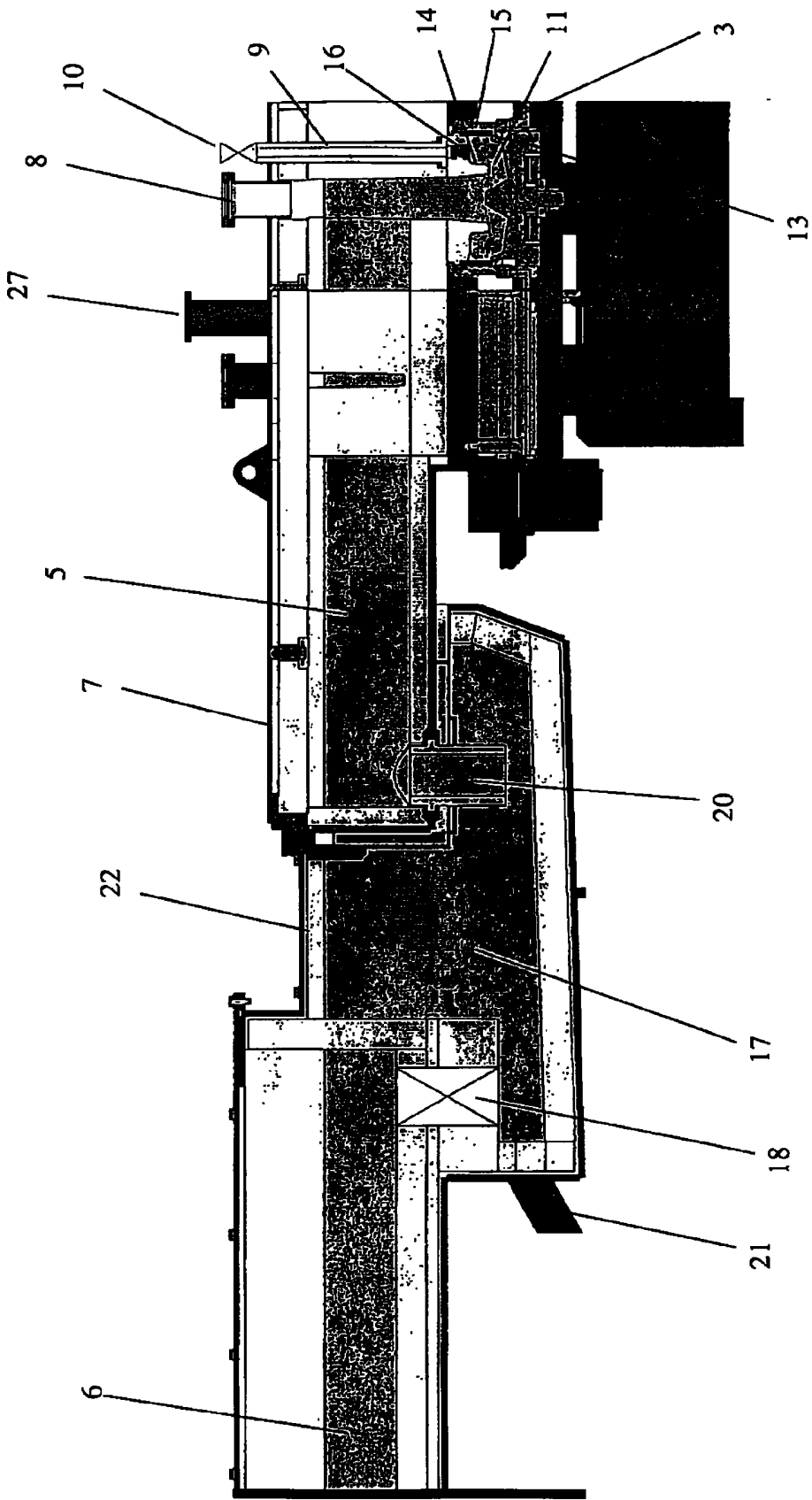


Fig. 2

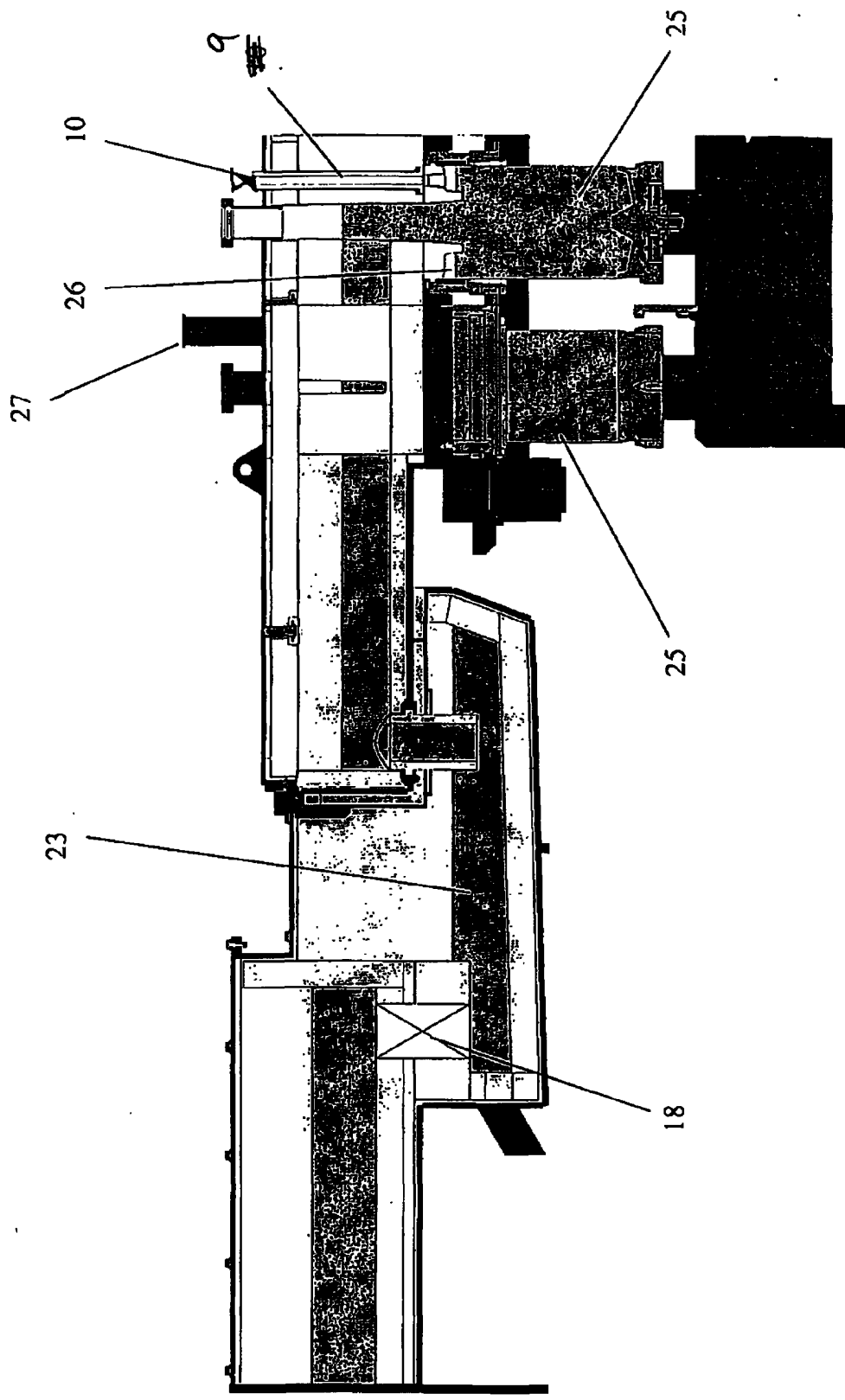


Fig. 3

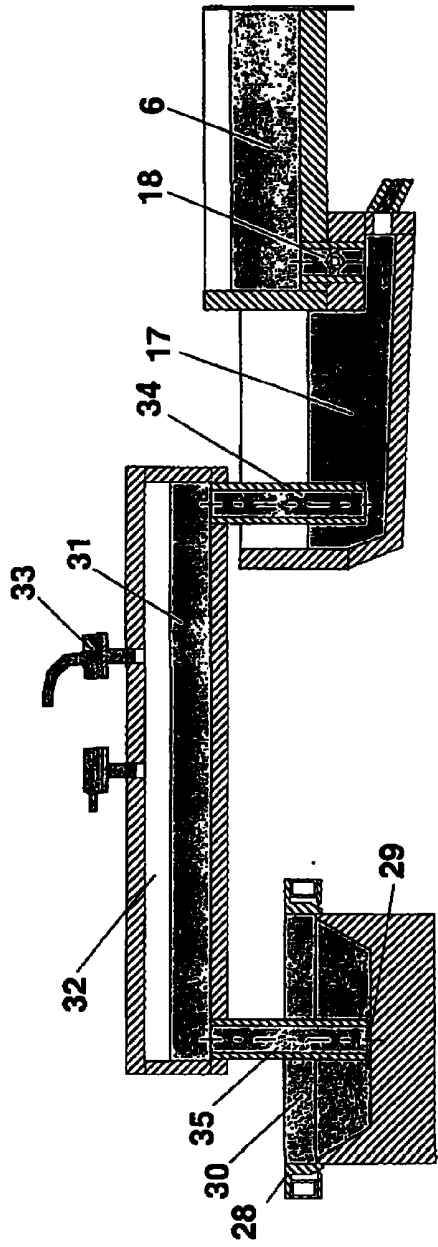


Fig. 4

**Overflate og mikrostruktur i overflaten av pressbolt støpt med
hhv. hot-top/gas-slip og lavtrykk teknologi.**

Fig.5 Legering: AA6082

