NORGE
[NO]

STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

[B] (11) **UTLEGNINGSSKRIFT** Nr. 140971

(51) Int. Cl.[2] B 22 D 11/06

(21) Patentsøknad nr. 750941
(22) Inngitt 19.03.75
(23) Løpedag 19.03.75

(41) Alment tilgjengelig fra 23.09.75
(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 10.09.79

(30) Prioritet begjært 20.03.74, 31.01.75, Sveits, nr. 3889/74, 3891/74, 1193/75

(54) Oppfinnelsens benevnelse

Kokillebånd av stål for en kontinuerlig drevet støpemaskin.

(71)(73) Søker/Patenthaver
SCHWEIZERISCHE ALUMINIUM AG,
CH-3965 Chippis,
Sveits.

(72) Oppfinner
GUNTER THYM, Greifensee,
WOLFHART RIEGER, Buch,
IVAN GYÖNGYÖS, Montana,
Sveits.

(74) Fullmektig
Siv.ing. Henrik Levkowetz,
J.K. Thorsens Patentbureau, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner
BRD (DE) off. skrift nr. 2315036 (31b[2]-11/06)

140971

Foreliggende oppfinnelse angår et kokillebånd av stål for en kontinuerlig drevet stöpemaskin, og som oppviser et sjikt av korn av keramisk material på den båndflate som vender mot den smelte som skal stöpes.

Under en kontinuerlig stöpeprosess, som f.eks. finner sted i den kjente Hazelett-maskin, stöpes flytende metaller som f.eks. aluminium, sink, kobber, stål eller legeringer av disse metaller mellom to endelöse stöpebånd, som ofte er utstyrt med et keramisk sjikt. Disse bånd er som oftest utfört i stål, föres og drives av avböynings og stötteruller samt danner mellom seg en stöpespalte, hvori det flytende metall ledes inn. Störkningen finner da sted mellom båndene.

Avkjöling og störkning av smelten kan styres ved hjelp av det keramiske sjikt som er påfört den båndside som vender mot smelten. Ved denne styring av avkjölingen kan overflatekvaliteten og metallstrukturen for det stöpte bånd påvirkes i vesentlig grad.

Det sjikt som må påföres de endelöse bånd i en sådan stöpemaskin, må oppfylle en rekke betingelser for å være egnet for fremstilling av kvalitativt höyverdige stöpebånd av den art som f.eks. kreves i aluminiumindustrien. Disse betingelser vil her bli angitt for aluminiumstöpning, hvorunder det forstås såvel stöpning av rent aluminium som legeringer på aluminiumbasis.

1. Sjiktet må ha en höy temperaturbestandighet, da det kommer i beröring med det störknende flytende aluminium.

2. Sjiktet må virke termisk isolerende for å oppnå störkning av smelten til et bånd under likeartede og regulerte driftsforhold, uten avvikende lösgjöring av den störknede skorpe fra de endelöse bånd. Utover dette må det unngås at de endelöse bånd blir for sterkt opphetet under direkte kontakt med smelten. Dette ville före til forkastninger i båndene, hvorved kontakten med det störknende metall og dermed varmebortledningen blir avbrutt. Forkastninger i de endelöse bånd vil derfor före til fremstilling av ubrukbare stöpebånd. Den termiske isolering som oppnås ved det påförte sjikt vil hindre denne overhetning av stålbåndene. Varmemotstanden for sjiktet må erfaringsmessig ligge i området fra 10^{-4} til 10^{-3} $m^2 \cdot h \cdot {}^{o}C/kcal$ for å oppnå gode resultater.

3. Sjiktet og smelten eller det störknede metall må ikke hefte ved hverandre, hvilket vil si at sjiktets fuktbarhet av flytende aluminum samt dets klebeheftning til det störknede metall må være ytterst svak. Hvis dette ikke er tilfelle vil det opptre vedheftning av sjiktpartikler til det fremstilte stöpebånd, hvilket under ingen omstendigheter kan tolereres ved fremstilling av kvalitativt höyverdige produkter. Utover dette kan for sterk heftning mellom det metall som skal stöpes, og sjiktet före til avrivning av nevnte sjikt.

4. Sjiktet må være bestandig overfor temperaturvekslinger, da det ved beröring med flytende metall meget raskt bringes til höy temperatur og etter frigjöring av det sjiktpåförte stålbånd fra det störknede stöpebånd ved hjelp av kjölevann meget raskt atter bringes tilbake til lav temperatur.

5. Sjiktet må videre oppvise en viss böyelighet, som tillater at det sjiktpåförte stålbånd kan föres over avböyningsruller.

6. Sjiktet må oppvise en god hefting til det stålbånd som det er påfört. Vanligvis oppskrapes stålbåndenes overflate for å forbedre denne vedheftning.

7. Ingen partikler bör overföres fra sjiktet til stöpebåndet, da dette vil nedsette stöpebåndets kvalitet i vesentlig grad.

8. Sjiktets overflateruhet må være så liten at stöpebåndet oppnår en likeledes glatt overflate, som ved viderebearbeiding ikke förer til forstyrrelser.

9. Sjiktet må kunne påföres i jevn tykkelse, således at varmegjennomgangen vil være den samme på alle steder av båndet. Hvis dette ikke er tilfelle, vil det opptre alvorlige feil i stöpebåndet.

10. Sjiktets levetid må belöpe seg til flere timer, fortrinnsvis mer enn et arbeidsskift, hvilket vil si 8 arbeidstimer.

Det er allerede kjent et antall sjikt som oppfyller flere av de ovenfor angitte fordringer. Ingen kjente sjikt oppfyller imidlertid alle disse nödvendige fordringer samtidig. Visse sådanne sjikt består f.eks. av silisiumharpikser, som er tilsatt forskjellige anorganiske fyllstoffer, som f.eks. keramisk material eller diatomiske jordarter. Alle disse harpikser, som anvendes som bindemiddel, er imidlertid ikke tilstrekkelig temperaturbestandige. Som följe av for höye varmepåkjenninger vil det opptre sprekkdannelser i vedkommende organiske harpiks, hvilket förer til en ödeleggelse av sjiktet og gjör fortsatt drift umulig. Komponentene i en sjiktdannelse kan herunder enten påföres som blanding eller utenpå hverandre i forskjellige sjikt som tilsammen gir et tilfredsstillende varmegjennomgangstall.

På denne bakgrunn er det derfor et formål for oppfinnelsen å fremskaffe et sådant kokillebånd for kontinuerlig drevne stöpemaskiner som oppfyller samtlige ovenfor angitte fordringer for tidligere kjente kokillebånd, samtidig som det oppnås på den ene side lavere avrivning og lengre levetid for kokillebåndet og på den annen side en bedre kvalitet for de fremstilte stöpebånd sammenlignet med tidligere oppnådde produktkvaliteter.

I henhold til oppfinnelsen oppnås dette ved at vedkommende korn i det minste delvis er innsmeltet i båndflaten og innbyrdes forbundet ved sintring og/eller sammensmeltning.

Ved den porösitet som oppstår ved termisk sjiktpåföring oppnås åpenbart en böylighet opp til relativt store sjikttykkelser på opptil 600 µm, hvorved det er mulig å oppnå tilstrekkelig sjikttykkelse for det påkrevede varmegjennomgangstall for et stort antall keramiske materialer.

Keramikksjiktet, som f.eks. består av Al_2O_3, $CaZrO_3$, Al_2O_3. MgO, $ZrSiO_4$ eller $MgZrO_3$ eller Al_2O_3. TiO_2, påföres erfaringsmessig best i form av flere tynne lag av en tykkelse på 80 - 250 µm, fortrinnsvis 100-200 µm, på de endelöse stöpebånd inntil det oppnås önsket tykkelse, således at sjiktet oppviser en varmemotstand i området 10^{-4} til 10^{-3} m^2. h. ^oC/kcal. De vesentligste fordeler ved keramikksjiktene i henhold til oppfinnelsen er ved siden av deres höye temperaturbestandighet deres frihet for avrivning, hvilket muliggjör fremstilling av höyverdige stöpebånd uten innhold av sjiktpartikler, og videre også sterkt forlengede levetider sammenlignet med tidligere kjente sjikt og dermed også bedre beskyttelse av de dyre kokillebånd av stål. Med det foretrukkede keramikksjikt som påföres ved termisk påspröytning, kan det nå oppnås kontinuerlig stöpning dagevis uten avbrudd.

Overflaten av det termisk påspröytede sjikt kan med fordel bearbeides mekanisk, f.eks. ved slipning, for å oppnå likeartet stöpebåndruhet og fuktningsforhold mellom sjiket og det störknende aluminium. Ved denne bearbeidning oppnås for særlige formål en vesentlig forbedret kvalitet av de fremstilte aluminiumbånd, da overflateruheten og dermed störkningsbetingelsene blir forandret.

I blant beskyttes derfor disse sjikt med finfordelte midler mot direkte kontakt med flytende metall, hvorved også levetiden i en viss grad forhöyes, men på den annen side förer til avrivning av det dispergerte mellomsjikt på stöpebåndet.

Det keramiske sjikt i henhold til oppfinnelsen og påfört ved hjelp av en termisk spröytepistol, oppviser en viss porösitet som kan före til fuktighetsopptagelse, da store vannmengder ofte strömmer ned langs sidene av stöpemaskinen. Dette resulterer i en merkbar nedsetning av kokillebåndenes levetid.

For å overvinne denne ulempe kan det på det keramiske sjikt i henhold til oppfinnelsen påföres en forsegling, som består av en organisk harpiks eller i det minste av en finfordelt anorganisk substans eller et kolloidalt glidemiddel. Under henvisning til figurene 1 og 2 på de vedföyde tegninger vil nå en utförelsesform av oppfinnelsen bli nærmere omtalt. Figur 1 viser, sett fra siden, en kontinuerlig stöpemaskin, hvis omlöpende kokillebånd 2 av stål er forsynt med et sjikt i henhold til oppfinnelsen. Figur 2 viser et forstörret utsnitt av det sjiktpåförte stålbånd. Figur 3 viser, sett fra siden, en anordning for påföring av sjikt på bånd, og som består av en spenntrommel 9 drevet av en elektromotor, et plasma-spröyteapparat 10 og utstyr 11 for opprivning av stålbåndets overflate, f.eks. et sandblåseapparat, idet spenntromlen 9 med fastspent stålbånd settes i langsom dreiebevegelse ved hjelp av elektromotoren, f.eks. en omlöpshastighet på 12 - 14 m/min. På den ene side av den roterende trommel befinner seg utstyret 11 for opprivning av stålbåndets overflate, og som særlig arbeider med korund med en kornstörrelse på 200 - 700 µm, fortrinnsvis 200 - 400 µm, ved et stråletrykk på 3 - 6, fortrinnsvis 4 - 5 atmosfærers overtrykk. Umiddelbart etter opprivningen av overflaten påföres denne del av stålbåndet et keramikksjikt ved hjelp av en plasmapistol (se etterfölgende tabell). Det anvendte pulver for keramikk-påföring bör fortrinnsvis ha en kornstörrelse på 10 - 100, særlig 20 - 50 µm. Plasma-apparatet påförer ved en omdreining av spenn-trommelen sjiktet i en stripe på 8 - 20 mm. Ved samtidig bevegelse av plasma-apparatet vinkelrett på tromlens dreieretning, hvilket vil si parallelt med trommelaksen, med en forskyvning på 4 - 12 mm pr. trommelomdreining, påföres hele stålbåndets overflate et likeartet keramikksjikt. Den foretrukkede plasma-gass er argon, som ved et overtrykk på 3 atmosfærer også gjör

tjeneste som transportgass for det pulver som skal påspröytes i en mengde på höyst 5 kg/h. Den foretrukkede spröyteavstand er 100 - 120 mm. Den sjikttykkelse som oppnås ved en forskyvning på 4 mm pr. trommelomdreining belöper seg ved aluminiumoksyd f.eks. til 250 µm. Ved påföring av flere sjikt oppnås tilslutt den önskede sluttykkelse på fortrinnsvis 200 - 500 µm og dermed den önskede varmemotstand. Denne belöper seg ved aluminiumoksyd med en sjikttykkelse på 300 µm til f.eks. omkring $4 \cdot 10^{-4} m^2$. h. °C/kcal. Keramikksjiktet kan etter påföringen utsettes for mekanisk bearbeiding, f.eks. slipning for å oppnå den önskede overflatevirkning. Ved den etterfölgende bearbeiding av overflaten påvirkes blant annet störkningsbetingelsene, da fuktningen av metallflaten med det flytende metall og flatens varmeovergang kan forandres med sjiktets overflateruhet. Det ferdig sjiktpåförte bånd kan derpå oppspennes i stöpemaskinen og anvendes for kontinuerlig produksjon av stöpebånd. Ved forsegling av porene idet keramikksjikt som er vist i fig. 2, ved hjelp av en organisk harpiks, som f.eks. polyfenylsulfid, polybenzimidazol, polyvinylpyrrolidon, polyimider, silisium-harpikser eller i det minste en finfordelt uorganisk forbindelse som grafitt, zirkoniumsilikat, heksagonalt bornitrid, talk, keramisk bundet aluminium eller ved påföring av et tynt beskyttelsessjikt av f.eks. "Fiberfrax OF/50"av karborundum eller ved innmassering av et glidemiddel, som f.eks. grafitt, magnesiumhydroksyd, elektroforetisk påfört silisiumdioksyd, forhindres fuktighetsopptagelse og derved dampdannelse ved beröring med det flytende metall. Samtidig forandres sjiktets fuktning av det störknende metall, således at det oppstår en glatt, ren stöpebåndoverflate.

Sammenhengen mellom sjiktets porer, luftfuktigheten, forseglingsmidlet og befuktningen med hensyn på stöpebåndets overflatekvalitet er enda ikke fullstendig oppklart. Imidlertid er det fastslått ved forsök at de anvendte midler forhindrer seigringsarr og forbedrer stöpebåndets overflate.

Forseglingsmaterialene hefter meget godt i et keramikksjikts porer og förer heller ikke etter delvis forbrenning, hvilket er tilfellet ved harpikser, til kvalitetsnedsettende avrivning på stöpebåndet. Fortrinnsvis bör tykkelsen av forseglingssjiktet, med unntagelse av nevnte sjikt av "Fiberfrax", ikke overstige den midlere ruhetsdybde for keramikksjiktet, idet denne ruhetsdybde belöper seg til 1 til 20 µm. I hvert fall bör ikke forseglingssjiktet utgjöre en sluttet overflate som tildekker hele keramikksjiktets overflate.

Ut fra den etterfölgende tabell kan det utledes en sammenligning mellom påförte sjikt i henhold til oppfinnelsen, nemlig utförelseseksempler 1 - 10, med et konvensjonelt, kjemisk bundet sjikt i henhold til eksempel 11.

Herunder er det foretatt fölgende målinger:

1. Varmemotstand, innbefattet stålblikket, i $\frac{10^{-5} m^2.h.^oC}{kcal}$

2. Mekanisk og termisk bestandighet av sjiktets vedheftning under driftspåkjenninger, hvorved de angitte betegnelser gjelder fölgende verdier:

   M = keramisk material og T = skillesjikt

3. Avrivning GB = forstyrrende avrivning for Al-stöpebåndet (visuelt bestemt)

   TA = målt sammenligningsverdi - vekttap i g - med Taber - abrasor etter ASTM C 501-66 (STANDARD METHOD OF TEST FOR RELATIVE RESISTANCE TO WEAR OF UNGLAZED CERAMIC TILE BY TABER ABRASOR).

Ved hjelp av kokillebåndet i henhold til oppfinnelsen er det nå mulig på fordelaktig måte å holde en stöpemaskin i uavbrutt drift i flere dager, idet ingen utveksling av båndet vil være nödvendig under denne tid. Ved dette spares på den ene side

driftsomkostninger, samtidig som det på den andre side oppnås en likeartet, god kvalitet for de fremstilte stöpte bånd.

Eks. nr.	Material	Korn-störrelse µm / µm	Sjikt-tykkelse µm / µm	Antall lag	Forseglings-sjikt	Varme-motstand 1	Vedheft-ning 2	Avrivning TA 3		Stöpebånd-kvalitet
1	Al_2O_3	22 - 45	400	6	-	40	god	ingen	0,03	til-strekkelig
2	Al_2O_3	22 - 45	200	2	-	33	meget god	ingen	0,06	til-strekkelig
3	Al_2O_3	22 - 45	400	1	-	41	meget god	ingen	0,01	god
4	$CaZrO_3$	22 - 45	450	2	-	62	god	ingen	-	god
5	$CaZrO_3$	22 - 45	200	1	-	40	god	ingen	-	god
6	$ZrSiO_4$	20 - 50	300	2	-	53	god	ingen	-	til-strekkelig
7	$Al_2O_3 \cdot MgO$	20 - 40	550	2	-	41	god	ingen	-	til-strekkelig
8	$Al_2O_3 \cdot TiO_2$	20 - 40	400	2	-	50	meget god	ingen	-	til-strekkelig
9	Al_2O_3	22 - 45	400	1M + 1T	grafitt	41	M m.god. T god	M ingen T ingen	M 0,04 T > 1	meget god meget god
10	Al_2O_3	22 - 45	400	3M + 1T	SiO_2 - Sol	55	M m.god T god	M ingen T ja	0,08	til-strekkelig
11	$ZrSiO_4$ SiO_2	1 - 5	200	1	-	45	utilstrekk-elig	ja	0,90	god

PATENTKRAV

1. Kokillebånd av stål for en kontinuerlig drevet støpemaskin og som oppviser et skikt av korn av keramisk material på den båndflate som vender mot den smelte som skal støpes, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte korn i det minste delvis er innsmeltet i båndflaten og innbyrdes forbundet ved sintring og/eller sammensmelting.

2. Kokillebånd som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at kornene har en kornstørrelse på 10 - 100 /um, fortrinnsvis 20 - 50 /um.

3. Kokillebånd som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at kornene består av Al_2O_3, $CaZrO_3$, $Al_2O_3 \cdot TiO_2$, $Al_2O_3 \cdot MgO$, $MgZrO_3$ eller $ZrSiO_4$.

4. Kokillebånd som angitt i krav 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at skiktet har en tykkelse på 80 - 250 /um, fortrinnsvis 100 - 200 /um.

5. Kokillebånd som angitt i krav 1 - 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at skiktet utgjøres av flere lag av korn av samme keramiske material.

6. Kokillebånd som angitt i krav 1 - 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at skiktet består av flere lag av korn av forskjellige keramiske materialer.

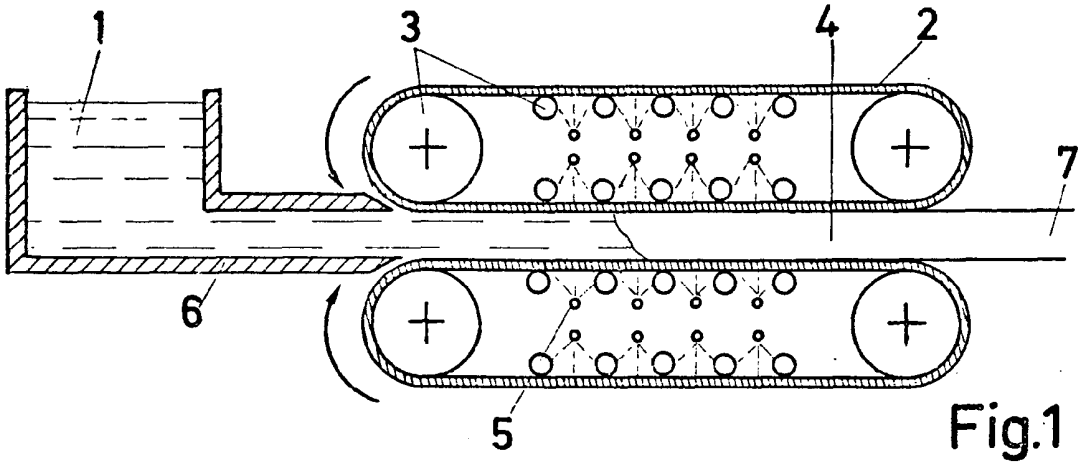


Fig.1

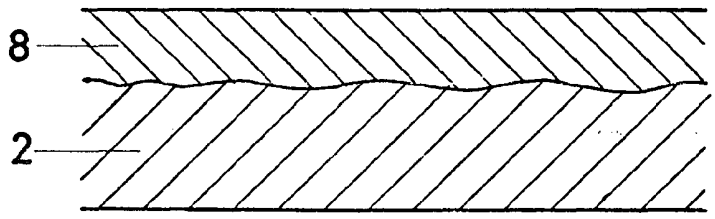


Fig.2

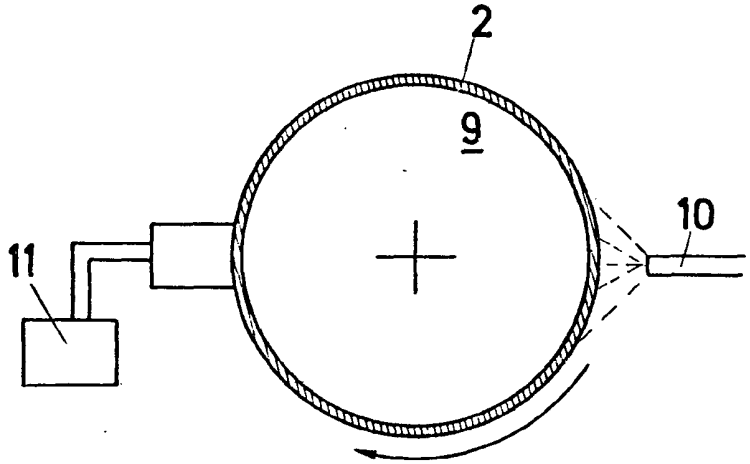


Fig.3