NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO (11) **172968** (13) B

(51) Int Cl[5] B 22 D 27/13, 27/09, 21/04, B 22 C 9/04

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr 892666
(22) Inng. dag 27.06.89
(24) Løpedag 27.06.89
(41) Alm. tilgj. 10.09.90
(44) Utlegningsdato 28.06.93

(86) Int. inng. dag og søknadsnummer
(85) Videreføringsdag
(30) Prioritet 07.03.89, FR, 8903706

(71) Patentsøker Aluminium Pechiney, 23, rue Balzac, F-75008 Paris, FR
(72) Oppfinner Michel Garat, Voiron, FR
(74) Fullmektig Jan Helgerud, Bryns Patentkontor AS, Oslo

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte for trykkstøping av metallgjenstander**

(56) Anførte publikasjoner FR B2 2644087.

(57) Sammendrag

En fremgangsmåte for trykkstøping av metallgjenstander omfatter på formen å legge et økende isostatisk gasstrykk etter at formen er fylt, idet trykket økes slik at trykket hurtig og temporært på grunn av trykktapet gjennom sanden gir et overskuddstrykk av smeltet metall i forhold til sanden i grenseflateområdet hvorved dette overskuddstrykk når en verdi mellom to grenser og så synker etter hvert som trykket øker, hvoretter man holder trykket konstant inntil gjenstandene helt er størknet.

Denne fremgangsmåte finner spesiell anvendelse ved støping av aluminiumslegeringer, og man oppnår gjenstander med overflater som er frie for blåsehull eller karboninklusjoner i tillegg til at man oppnår forbedret densitet.

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for trykkstøping under trykk av metallgjenstander, spesielt av aluminium og legeringer derav.

Det er kjent for fagmannen, for eksempel fra US-PS 3 157 924, at modeller av organisk skummateriale som polystyren som nedsenkes i en form tildannet av tørrsand og ikke inneholder bindemiddel kan benyttes for støping av metaller. Industrielt blir disse modeller generelt dekket med en film av ildfast materiale som er ment å forbedre støpens kvalitet. Ved en slik prosess blir metallet som skal støpes og som på forhånd er smeltet, bragt i kontakt med modellene ved hjelp av en mattemunning og kanaler som traverserer sanden og som gradvis trer istedet for modellen ved brenning av denne og overføring av den i det vesentlige til damp som slipper ut mellom sandkornene.

Sammenlignet med konvensjonell støping i en ikke-permanent form unngår denne metode preliminær fremstilling ved kompaktering og agglomerering av pulverformige ildfaste stoffer, av stive former forbundet på heller komplisert måte med kjerner og tillater enkel gjenvinning av støpen og lett resirkulering av støpematerialene. Den er derfor enklere og mere økonomisk enn den konvensjonelle metode. Videre gir den konstruktørene av støpegjenstandene større frihet hva angår formen av støpte gjenstander. Dette er hvorfor metodene har funnet økende attraktivitet ut fra et industrielt synspunkt. Imidlertid er den belemret med noen mangler, to av hvilke oppstår fra konvensjonelle metallurgiske mekanismer, det vil si:

- den relativt langsomme størkning som krever dannelse av gasshuller på grunn av hydrogen oppløst i den flytende aluminiumlegering;
- den relative svakhet for de termiske gradienter som fremmer mikrokrymping.

Med henblikk på å overvinne slike mangler har foreliggende oppfinnere i FR-publ. 2 606 688 foreslått en oppfinnelse som består i til formen, efter at den er fylt og før den størknede fraksjon av metall overskrider 40 vekt-%, å legge på et isostatisk gasstrykk med en maksimalverdi mellom 0,5 og 1,5 MPa.

Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å forbedre den kjente teknikk med en fremgangsmåte med de konvensjonelle trinn for trykkstøping av metallgjenstander omfattende:

- å benytte en modell av gjenstanden som skal støpes, tildannet av et skum av organisk materiale dekket med en film av ildfast materiale;
- nedsenking av mønsteret i en form tildannet av tørr sand uten bindemiddel;
- fylling av formen med metall i smeltet tilstand for å brenne av mønsteret;
- fjerning av damp- og væskerester fra modellen;
- størkning av det smeltede metall for å oppnå gjenstanden; og
- på formen, før den størknede andel av metallet overskrider 40 vekt-%, å legge på et isostatisk trykk med en verdi innen et maksimalt område på mellom 0,5 og 1,5 MPa,

og oppfinnelsens fremgangsmåte karakteriseres ved at trykket økes med en hastighet mellom 0,003 og 3,0 MPa/sek. slik at det, som en funksjon av kornstørrelsen i sanden og nedsenkningsdybden for modellen, hurtig og temporært på grunn av trykktap gjennom sanden dannes et overskytende trykk av smeltet metall i forhold til sanden i disse komponenters grenseflate idet dette overskytende trykk når en høyeste verdi og så synker efter hvert som trykket øker, idet man derefter holder trykket konstant inntil størkningen er ferdig.

Foreliggende oppfinnere har således forbedret oppfinnelsen ifølge '688 idet at når formen er totalt fylt, det vil si når metallet helt og holdent har erstattet modellen og meste-

parten av dampen er evakuert, blir det lagt et gasstrykk på formen. Denne operasjon kan gjennomføres ved å bringe formen i et kammer som kunne motstå trykk og som var forbundet med en gasskilde under trykk.

Dette kan gjennomføres umiddelbart efter fylleprosessen mens metallet fremdeles er helt flytende, men den kan også skje senere forutsatt at den størknede fraksjon av metall i formen ikke overskrider 40%, ut over hvilken verdi trykket ville ha neglisjerbar virkning. Verdien for trykket som legges på har fortrinnsvis et maksimalt område på mellom 0,5 og 1,5 MPa. En verdi på mindre enn 0,5 MPa vil være utilstrekkelig effektiv og en verdi over 1,5 MPa vil føre til høye driftsomkostninger.

Det er så funnet at densiteten for gjenstandene ble øket betydelig ved å eliminere eller i det minste å redusere hullene forårsaket av gass og mikrokrymping, og de mekaniske egenskaper ble derfor forbedret. Imidlertid ga dette opphav til en ny mangel kjent som "metallpenetrering". Når således et trykk opprettes på en form for trykkstøping uten andre forholdsregler blir trykket utøvet på den ene side direkte på metallmatemunningen der den overføres så og si øyeblikkelig til hele massen av smeltet metall, og, på den annen side på overflaten av sanden der den overføres med gradvis økende intensitet på grunn av virkningen av trykktapet gjennom sandkornene. Trykket er derfor ute av balanse, noe som gir et overskytende trykk ΔP på metallet i forhold til sanden i området for disses grenseflate, det vil si på det punkt der modellen var i kontakt med sanden. Denne mangel på balanse er midlertidig og opptrer akkurat efter at trykket legges på men blir så gjenabsorbert.

Hvis dette overskudd er for stort bringer det metallet til å trenge inn mellom kornene av sand og derved forårsake deformering på overflaten av gjenstanden. Dette utgjør det såkalte "metallpenetrerings" fenomen. For å overvinne dette

var det nødvendig å prøve å redusere dette overskytende trykk så langt mulig og dette ble oppnådd i den ovenfor nevnte søknad ved å legge på et trykk som progressivt øket i tid fra verdiene 0 til den maksimale ønskede verdi hvorefter trykket ble holdt inntil metallet var fullstendig størknet. Således forelå det den lov at jo lavere trykket var når det først var pålagt, jo lettere var balansen. En tilstrekkelig lav hastighet for økningen av trykket var således definert for å oppnå et redusert overskytende trykk. Bortsett fra dette fenomen med metallpenetrering og manglene som resulterte fra de konvensjonelle metallurgiske mekanismer som er nevnt ovenfor, for hvilke det var dårlige løsninger å finne, har søkeren imidlertid merket seg to andre mangler som oppsto fra mekanismer som er absolutt spesifikke for trykkstøping, nemlig:

- dannelsen av blåsehull på grunn av gassdannede rester av skum;

- dannelse av karboninklusjoner forbundet med oksyder og oppstått på grunn av kontakt mellom flytende aluminium-legering og karbonholdige rester av skum.

Således førte senere forskning opp til i dag til følgende konklusjoner.

Som påpekt ovenfor involverer den industrielle praksis for denne type støping å dekke mønsteret med en film av ildfast materiale generelt tildannet fra partikler fra keramer, agglomerert med et bindemiddel. Denne filmen virker som følger: i det øyeblikk det smeltede metall støpes blir skummet som vanligvis dannes fra polystyren, eliminert i både gassformig og flytende form. Det ildfaste sjikt er ansvarlig for å regulere elimineringen for gassdelene på grunn av dennes permeabilitet og for absorbering av den flytende del. Generelt sagt bør permeabiliteten tilpasses gjenstanden for å sikre at en pute av gass holdes mellom det smeltede metall og

skummet og absorbsjonsevnen bør være maksimal for å eliminere flytende rester. Når således formen totalt er fylt er det ildfaste sjikt mettet med rester, overskuddet over metningen er forsvunnet inn i sanden. Metallet ved en temperatur av 600 til 800°C i kontakt med dette mettede sjikt av organisk materiale er derfor i formen og dette kan forårsake gassdannelse av væsken som så danner et trykk slik at gass trenger inn i metallet og gir blåsehull der, noe som i sin tur kan forårsake karboninklusjoner fra ufullstendig forbrenning av skumrestene.

For å unngå denne mangel må derfor tilstrekkelig overskytende trykk dannes i det smeltede metall i forhold til rommet i sanden bak filmen for derved å forårsake evakuering av gass- og væskerester mot sanden og således forhindre at disse trer inn i metallet. Imidlertid går dette igjen mot den løsning som er funnet for å unngå metallpenetrering og som involverte i størst mulig grad å redusere hastigheten med hvilken trykket ble øket for å redusere dette overskuddstrykk til et minimum.

Det er nu funnet at det var vesentlig for å unngå metallpenetrering og penetrering av restene inn i metallet, å ligge innen et område for det overskytende trykk og således er forbedringen i følge oppfinnelsen som medfører bruk av en hastighetsøkning i trykket som er slik at, som en funksjon av kornstørrelsen i sanden og nedsenkningsdybden av mønsteret, det hurtig og temporært dannes, på grunn av trykkfall gjennom sanden, et overskytende trykk av smeltet metall i forhold til sanden i området for grenseflaten derimellom i det dette overskuddstrykk inntar en verdi som ligger mellom to grenser og så synker efter hvert som trykket øker og så holder trykket konstant inntil det er oppnådd total størkning.

Denne hastighet har fortrinnsvis en verdi på mellom 0,003 og 0,3 MPa/sek. og, jo tykkere gjenstanden er, jo lavere er

verdien idet verdier utenfor området forårsaker at den ene eller den andre av de to mangler overveier.

Denne hastighet må selvfølgelig ta med i betraktning trykktapet gjennom formen, det vil si kornstørrelsen i sanden og også nedsenkningsdybden av modellen i sanden. Dette er hvorfor den er valgt som en funksjon av disse parametre og for å oppnå overskuddstrykkverdier på mellom 0,001 og 0,03 MPa, fortrinnsvis mellom 0,002 og 0,01 MPa. Dette overskuddstrykk er kun nødvendig for en kritisk periode som umiddelbart følger fyllingen av gjenstanden og når filmen fremdeles er mettet med ufullstendig fordampede produkter. Dette overskuddstrykk oppnås fortrinnsvis i løpet av 2 sekunder efter at trykket legges på, på hvilket tidspunkt fenomenet med metallpenetrering er størst.

Oppfinnelsen kan illustreres ved de følgende anvendelseseksempler som angår støping av en eksosmanifold og et sylinderhode for en forbrenningsmotor under betingelser som tar i betraktning kornstørrelsen til sanden og nedsenkningsdybden av modellen til å ligge innenfor de krevede områder for overskuddstrykket. Disse betingelser og de benyttede form parametre er vist i tabell 1.

Gjenstander som støpes på denne måte har meget få blåsehull og ingen skorpedannelse av karbon, noe som viser effektiviteten av forbedringen ifølge oppfinnelsen.

TABELL 1

Nr.	1	2	3
Pålegging av trykk	Fra slutten av fyllingen	Fra slutten av fyllingen	Efter 35% størkning
Type gjenstand	Eksosmanifold	Sylinderhode	Sylinderhode
Kornstørrelse for sanden i AFS*	48	48	100
Størkningsvarighet i sekunder	60	240	240
Gjenstandens tykkelse i mm	4	8	8
Varighet for trykkstigningen mellom 0 og 0,8 MPa i sek.	12	46	80
Trykkøkningshastighet i MPa/sek.	0,066	0,017	0,01
Maksimum ΔP i MPa	0,0097	0,0046	0,0030
Nedsenkningsdybde av mønsteret i mm	250	450	450
Tid for oppnåelse av maksimalt overskuddstrykk i sek.	0,9	0,6	0,4

* AFS: Internasjonalt anerkjent "American granulometry standard".

P a t e n t k r a v.

1.
Fremgangsmåte for trykkstøping av metallgjenstander omfattende:

- å benytte en modell av gjenstanden som skal støpes, tildannet av et skum av organisk materiale dekket med en film av ildfast materiale;
- nedsenking av mønsteret i en form tildannet av tørr sand uten bindemiddel;
- fylling av formen med metall i smeltet tilstand for å brenne av mønsteret;
- fjerning av damp- og væskerester fra modellen;
- størkning av det smeltede metall for å oppnå gjenstanden; og
- på formen, før den størknede andel av metallet overskrider 40 vekt-%, å legge på et isostatisk trykk med en verdi innen et maksimalt område på mellom 0,5 og 1,5 MPa,

k a r a k t e r i s e r t v e d at trykket økes med en hastighet mellom 0,003 og 3,0 MPa/sek. slik at det, som en funksjon av kornstørrelsen i sanden og nedsenkningsdybden for modellen, hurtig og temporært på grunn av trykktap gjennom sanden dannes et overskytende trykk av smeltet metall i forhold til sanden i disse komponenters grenseflate idet dette overskytende trykk når en høyeste verdi og så synker efter hvert som trykket øker, idet man derefter holder trykket konstant inntil størkningen er ferdig.

2.
Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hastighetsøkningen for trykket er mellom 0,003 og 0,3 MPa/sek. og at hastigheten er om så lavere jo tykkere gjenstanden er.

3.
Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at overskuddstrykket har en verdi mellom 0,001 og 0,03 MPa.

4.
Fremgangsmåte ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at overskuddstrykket har en verdi mellom 0,002 og 0,01 MPa.

5.
Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det maksimale overskuddstrykk nås i løpet av mindre enn 2 sekunder.