



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 135017

(51) Int. Cl.² B 22 D 1/00, C 21 C 1/10

(21) Patentsøknad nr. 3152/73

(22) Inngitt 07.08.73

(23) Løpedag 07.08.73

(41) Alment tilgjengelig fra 03.05.74

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 18.10.76

(30) Prioritet begjært 01.11.72, USA, nr. 302762

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte til fremstilling av støpestykker av kulegrafittjern.

(71)(73) Søker/Patenthaver WILLIAM HENRY MOORE,
Winker Lane, Westport, CT,
USA.

(72) Oppfinner Søkeren.

(74) Fullmektig Siv.ing. Rolf Dietrichson,
Onsagers Patentkontor, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner BRD off. skrift nr. 1936153 (31b²-1/00)

Den foreliggende oppfinnelse angår støpestykker av kulegrafittjern og nærmere bestemt en forbedret fremgangsmåte til fremstilling av kulegrafittjern med høy formbarhet uten etterbehandling og med overlegne mekaniske egenskaper. Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen omfatter å smelte et støpejernsbad med lavt svovelinnhold og tilnærmet eutektisk sammensetning og en kileverdi på høyst $8/32''$ og å støpe jernet i en form med minst ett reservoir- og skummerløp, idet reservoiret inneholder $1/4 - 1\ 1/4$ vektprosent, regnet på vekten av støpejernnet, av en magnesiumlegering.

Hensikten med oppfinnelsen er å skaffe en fremgangsmåte til å innlemme nodulariseringslegeringer i et metall uten anvendelse av pyroteknikk, samtidig som man unngår virkningene av den struktureforringelse som er vanlig ved konvensjonelt fremstilt kulegrafittjern, og støpestykket etter støpingen vil være fritt for karbider og ha et høyt grafittkulettall og en høy formbarhet i støpt tilstand uten etterbehandling. Videre skal graden av nodularisering kunne reguleres effektivt for å tilpasses det støpetverrsnitt som skal fremstilles, under unngåelse av forekomsten av blandede og mindreverdige grafittstrukturer i støpestykket.

Ifølge oppfinnelsen blir metallet i badet før støpingen forkondisjonert ved tilsetning av en blanding som inneholder en forbindelse av et sjeldent jordmetall og en jordalkalimetallforbindelse i tilstrekkelig mengde til å øke kileverdien med

50-150%, hvorved minst 0,01% magnesium, regnet på vekten av støpejernet, vil foreligge i jernet etter passering gjennom magnesiumlegeringen.

Andre trekk og fordeler ved oppfinnelsen vil fremgå av den etterfølgende fremstilling under henvisning til tegningene.

Fig. 1 er et aksonometrisk riss som viser løpsystemet for tre støpte prøvestaver A, B og C. 1, 2 og 3 er de tre prøvestaver, 4, 5 og 6 er innløp til disse staver fra et renneløp 7 som er forbundet med et terskelløp 8 som i et reservoar har en legering 9, og som står i forbindelse med et nedløp 10. Prøvestavene ble støpt i henhold til fremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 2A, 2B og 2C er et sett av mikrofotografier av den oppnådde struktur i stavene A, B og C på fig. 1 som er støpt uten anvendelse av trinn 2 ifølge den foreliggende oppfinnelse. 2A er den struktur som fås i staven A på et sted lengst borte fra innløpet 4. Stavene B og C hadde lignende strukturer på de samme steder lengst borte fra innløpene 5 og 6. 2B er den struktur som ble oppnådd i midten av stav A i det område hvor strekkstaven ble maskinert. 2C er den struktur som ble oppnådd i stav B i midten hvor strekkstaven ble maskinert. Dette er hovedsakelig den samme struktur som ble funnet i midten av stav C.

Fig. 3A og 3B er et sett av mikrofotografier fra staver ifølge fig. 1 fremstilt under anvendelse av trinn 2 ved fremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse. 3A utgjør strukturen i midten av stav A, mens 2B er strukturen i midten av stav C. Strukturen i midten av stav B var hovedsakelig den samme som vist på fig. 3A og 3B.

Den vanlige fremgangsmåte til fremstilling av kulegrafittjern er å tilsette et hvilket som helst av en rekke vel kjente nodulariseringsmidler eller en kombinasjon av slike, spesielt cerium-, magnesium- og kalsiumlegeringer, til smeltet metall i tilstrekkelig mengde til å redusere svovelinholdet til en lav verdi og levne gjenværende nodulariseringselementer i smelten for å fremme dannelsen av grafitt eller karbon i kuleform.

De fleste av de fremgangsmåter som anvendes i industriell målestokk idag, omfatter en viss form for avsvovling av det smeltede metall før nodulariseringen for å redusere kostnadene, forbedre ensartetheten og skaffe et kulegrafittjern som er renere og har mindre krymping og tilbøyelighet til feil som f.eks. karbonflotasjon og dross.

Uheldigvis inneholder kulegrafittjern flyktige nodulariseringsmidler som f.eks. magnesium, som gradvis fordamper fra metallet og derved reduserer nodulariseringsgraden. Dessuten er også grafittiseringsvirkningen av tilsatte silisiumlegeringer som innlemmes ved de fleste fremgangsmåter til fremstilling av kulegrafittjern, tilbøyelig til å avta med tiden, så der fås et produkt som inneholder frie karbider som er skjøre og vanskelige å bearbeide.

Av denne grunn er det nødvendig å tilsette overskudd av nodulariseringsmidler som f.eks. magnesium for å kompensere tapet, og det er også nødvendig å støpe kulegrafittjernet i løpet av et relativt kort tidsrom for å hindre forringelse av grafittiseringsgraden eller nodulariseringsgraden. Overskudd av nodulariseringsmiddel fremmer forskjellige støpefeil som f.eks. dross og høy krymping ved størkning. Det øker også kostnadene av kulegrafittjernet.

Tilsetningen av nodulariseringslegeringer, spesielt slike som inneholder magnesium, er ledsaget av en voldsom pyroteknisk virkning som er skadelig fra et økologisk standpunkt, og som på grunn av sin voldsomhet er vanskelig å beherske kvantitativt.

Forskjellige fremgangsmåter har vært foreslått for å overvinne disse grunnleggende innvendinger mot for tiden vanlige fremgangsmåter til fremstilling av kulegrafittjern, og noen av disse fremgangsmåter er i visse henseende vellykkede i en begrenset utstrekning.

En av de fremgangsmåter som nå anvendes, er å innlemme den grafittiserende silisiumlegering og den nodulariserende legering eller begge legeringer direkte i løpsystemet til formen. På denne måte unngås der bruk av pyroteknikk, samtidig som strukturforringelser unngås fordi tilsetningene utføres i det siste mulige øyeblikk, d.v.s. under selve støpingen.

Imidlertid har tilsetning av nodulariseringslegering, spesielt slike som inneholder magnesium, i formen uheldigvis flere ulemper med hensyn til å gi overensstemmende resultater. Dette begrenser i alvorlig grad en utstrakt bruk av denne fremgangsmåte.

Fremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse foreslår også en tilsetning av i det minste en del av nodulariseringslegeringen direkte i løpsystemet for formen, men utgjør en integrert prosess som omfatter en rekke forholdsregler og trinn som vil føre til et ensartet sluttprodukt under unngåelse av de vanskeligheter som for tiden er forbundet med nodularisering i formen. Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen vil best kunne beskrives og belyses ved hjelp av

135017

4

visse forsøk som har vært utført for å vise og sette fingeren på de vanskeligheter som er forbundet med fremgangsmåter som nå anvendes, av fagfolk.

I et spesielt forsøk ble tre prøvestaver støpt i en eneste form og forbundet med et løpsystem som vist på fig. 1. Magnesiumferrosilisium med den av fagfolk foretrukne størrelse som fås ved sikting på en sikt med maskestørrelse 3-6 mm (1/4-1/8" mesh), og i en mengde på 3/4 vektprosent av det støpte metall ble anbragt i en egnet lomme eller et reservoar forsynt med en terskelskummerkjerne for å hindre at produktene av reaksjonen kommer inn i støpestavene, hvorefter et kulegrafitt-basisjern med et svovelinnhold på under 0,01% ble støpt i formen. De stivnede prøvestaver ble deretter maskinert og undersøkt med hensyn på fysiske egenskaper og struktur. Stavene er betegnet med bokstavene A, B og C i overensstemmelse med den stilling de inntok i formen.

Tabell 1 viser de resultater som ble oppnådd, og fig. 2A, 2B og 2C viser strukturene av disse prøvestaver.

Tabell 1

	<u>Stav A</u>	<u>Stav B</u>	<u>Stav C</u>
Strekkestyrke, N/cm ²	42190	34645	30480
Forlengelse, %	29,9	7,8	6,2
Silisiuminnhold, %	2,42	2,03	1,74
Magnesiuminnhold, %	0,048	0,046	0,040

Stav A var tilfredsstillende i enhver henseende. Stav C var utilfredsstillende, skjønt en del av den hadde en egnet kjemisk sammensetning, og stav B var utilfredsstillende, skjønt strukturen i ett tverrsnitt var nøyaktig like god som i stav A.

Det fremgår av dette forsøk at et støpestykke fremstilt ved nodularisering i formen kan være fullstendig uegnet i visse tverrsnitt, og at en homogen kulestruktur ikke alltid er resultatet. Det følger også at dette problem med uensartethet kan foreligge både når et komplisert støpestykke fremstilles ved denne fremgangsmåte, og når flere støpestykker er tilknyttet det samme løpsystem, noe som er vanlig praksis i ethvert industristøperi.

I et annet forsøk ble det samme løpsystem som i det første forsøk anvendt, men i dette tilfelle ble metallet ført inn i en prøvestøpeose og ikke i formhulrommet. Dette ble gjort for å tillate at

der til forskjellige tidspunkter under utstøpningscyklusen kunne oppsamles og utstøpes stikkprøver. Den samlede utstøpning av samme vekt som ved det første forsøk tok 10 sekunder. Stikkprøver ble samlet og analysert og ga de resultater som er vist i tabell 2.

Tabell 2

<u>Tid</u>	<u>Silicium %</u>	<u>Magnesium %</u>
0 sekunder	1,96	0
3 "	5,68	0,08
6 "	2,36	0,023
9 "	1,97	0

Dette forsøk viser klart at absorpsjonen av magnesiumlegeringen i det metall som strømmes gjennom løpsystemet, ikke er jevn, og at meget store forskjeller kan foreligge i forskjellige tverrsnitt av det samme støpestykke eller i forskjellige støpestykker fra det samme løpsystem.

En rekke andre forsøk av lignende art ble utført hvor mengden av legeringen, utstøpingshastigheten og dimensjonene av legeringskammeret ble variert i et forsøk på å oppnå lik behandling av alt det metall som strømmet gjennom systemet. Skjønt der ble oppnådd en viss forbedring, ble det funnet at det var praktisk talt umulig å oppnå ensartet behandlet metall gjennom løpsystemet over det tidsrom som det tar å støpe et støpeestykke. Dette betyr at vanlige fremgangsmåter til nodularisering i formen lider av den ulempe at behandlingen blir uensartet, noe som alvorlig kan påvirke kvaliteten av de fremstilte støpestykker.

Den foreliggende oppfinnelse er basert på den oppdagelse at magnesium ikke kan tilsettes på en fullstendig ensartet måte i løpsystemet for en form, og at de dårlige virkninger av uensartet magnesiuminnhold kan oppheves ved omhyggelig forbehandling av det smeltede metall i støpeøsen før støpingen i en form som inneholder magnesiumlegering. Dette kan gjøres på en måte som unngår bruk av pyroteknikk og gradvis nedbrytning under den normale anvendelige utstøpningslevetid av metallet i formen og på en måte som sikrer ensartet gode resultater i støpestykket.

Fremgangsmåten til fremstilling av støpestykker av kulegrafittjern ifølge den foreliggende oppfinnelse omfatter tre grunntrinn:

1. Smelting av chargen og avsvovling av metallet.
2. Tilsetning av et bestemt nodulariseringsmiddel med lav pyroteknisk verdi og høy motstand mot podningssvekning til metallet i støpeøsen.
3. Utstøping av støpestykket i en form med et løpsystem som inneholder en magnesium/silisium-legering.

Hvert av disse trinn er en nødvendig del av oppfinnelsen, men hvert trinn alene er uten mening. Det er bare når hvert av trinnene utføres riktig og kombineres i prosessen at det forbedrede produkt som er resultatet av fremgangsmåten, oppnås.

Det første trinn ved fremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse omfatter å smelte et basisjern (uforedlet jern) med vanlig kjemisk sammensetning for kulegrafittjern og med lavt svovelinnhold. Dette vil si et karboninnhold i området fra 3,30 til 4,00%, et silisiuminnhold fra 1,0 til 3,0%, et manganinnhold fra 0,20 til 1,00%, et fosforinnhold på 0,02 - 0,10% og et svovelinnhold på 0,005 - 0,06%. En kjemisk sammensetning utenfor disse grenser kan også anvendes for spesielle formål. Legeringsbestanddeler som gir spesielle virkninger, f.eks. nikkel, molybden eller kobber, kan også anvendes. Hva som er viktig, er at jernet med hensyn til karbon og silisium bør være av tilnærmet eutektisk sammensetning med en karbon-ekvivalent omtrent i området 4,0 - 4,6%. Dette er ansett som vanlig praksis for kulegrafittjern. Der foretrekkes en kileverdi (chill or wedge value) på mindre enn 8/32" (6,4 mm) målt ved en standard kileprøve. Smeltingen kan utføres i en hvilken som helst ovn, dvs. en elektroovn, kupolovn eller flammeovn, som kan ha sur eller basisk fôring alt etter hva som foretrekkes. Svovelinnholdet er fortrinnsvis lavt av hensyn til økonomien og renheten av metallet, men det svovelinnhold som kan tillates til å begynne med, avhenger av om der er påtenkt avsvovling ved hjelp av ytre midler som f.eks. natriumkarbonat eller kalsiumkarbid.

Skjønt trinn 2 som omfatter tilsetning av et nodulariseringsmiddel, vil redusere svovelinnholdet til en verdi godt under 0,02%, er det vanlig først å redusere svovelinnholdet på mindre kostbare måter. Der foretrekkes et svovelinnhold på mindre enn 0,025% og endog mindre enn 0,015% før trinn 2 ifølge fremgangsmåten utføres.

Den fremgangsmåte som foretrekkes for reduksjon av svovelinnholdet til denne verdi, er bruk av kalsiumkarbid som et avsvovlingsmiddel og en porøs propp som et middel til omrøring av metallet. Denne prosess er vel kjent for fagfolk.

Det annet trinn ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er det trinn det først og fremst kommer an på, idet det er funnet at når dette trinn utføres på en vellykket måte, vil det forkondisjonere metallet slik at eventuell ineffektiv nodularisering i formens løp-system sannsynligvis ikke vil forekomme. Metallet er i virkeligheten kondisjonert i støpeøsen, slik at nodulariseringsprosessen i formen er mindre kritisk og sluttproduktet er et støpestykke av mere ensartet kulegrafittjern.

Det annet trinn ifølge oppfinnelsen består i å tilsette et middel som inneholder sjeldne jordmetaller, hovedsakelig cerium, og jordalkalimetaller, hovedsakelig kalsium, til metallet i støpeøsen for på denne måte å endre kileverdien av metallet til en verdi som står i forhold til den opprinnelige kileverdi av badet. Det som tilsiktes, er å øke denne kileverdi med en bestemt størrelse.

Der er to grunner til dette. Den første er at kalsium og cerium ikke vil øke kileverdien før de først effektivt har nøytralisert svovelinnholdet. Når svovelinnholdet er nøytralisert, begynner kalsium og cerium å danne metastabile karbider i smelten, hvorved kileverdien økes. Da kileverdien raskt og enkelt kan måles, fås der et meget effektivt verktøy til å beherske forkondisjoneringen av metallet for den etterfølgende nodularisering i formen. Dette er et viktig trekk ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen.

Det er funnet at den mest egnede fremgangsmåte til innføring av kalsium og cerium i smelten er å anvende en blanding av kalsiumsilisid og ceriumfluorid eller en blanding av kalsiumkarbid og ceriumfluorid. I noen tilfelle kan der også tilsettes en liten mengde magnesium i dette trinn, men dette er ikke noen viktig del av fremgangsmåten slik det er tilfelle med cerium, som gir en meget bestemt økning i kileverdien når det foreligger i tilstrekkelig mengde.

Som allerede nevnt skal den opprinnelige kileverdi av badet målt ved en standard kileprøve, f.eks. på en kile med en bakside på $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) og en kilevinkel på 28° , fortrinnsvis ikke være høyere enn 8/32". Dette er fordi høyere kileverdier kan føre til dannelse av stabile karbider istedenfor metastabile karbider når trinn 2 utføres ved tilsetning av cerium og kalsium. Stabile karbider ville ha uheldig virkning på strukturen i de ferdige støpestykker. Den eneste måte til å sikre seg at metastabile karbider foreligger,

er å begynne med et metall med en høy grafittiseringsverdi, dvs. en lav kileverdi, og deretter bevirke økning av denne kileverdi som følge av tilsetning av cerium og kalsium. Det foretrekkes en kileverdi i basismetallet på $1/32''$ til $4/32''$, skjønt en verdi på så meget som $8/32''$ fremdeles ville være akseptabel.

Kalsium og cerium tilsettes badet i trinn 2 inntil kileverdien øker med minst 50%, men fortrinnsvis ikke mer enn 150%. Uttrykt i virkelige kileverdier betyr dette at verdien økes fra et sted i området $1/32''$ - $8/32''$ til en verdi som ligger mellom $1,5/32''$ og $20/32''$. Hva som er viktig, er at kileverdien økes til en høyere verdi enn den som forelå før kalsium og cerium ble tilsatt.

Hvis den opprinnelige kileverdi var $2/32''$, vil den økte verdi således være $3/32''$ - $5/32''$. I virkeligheten forsøkes det å øke kileverdien med ca. 100% for å unngå at feil ved målingen av kileverdien skal gi et galt bilde av trinn 2 ifølge oppfinnelsen. Vanligvis tilstrebes det således å tilsette tilstrekkelig kalsium og cerium til å fordoble kileverdien i forhold til verdien før tilsetningen. Et bad med en opprinnelig kileverdi på $4/32''$ vil således ideelt sett bli endret slik at kileverdien blir $8/32''$ eller mer ved en vellykket gjennomføring av trinn 2 ifølge oppfinnelsen.

En typisk blanding som anvendes for trinn 2 i fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen, kan bestå av 80% kalsiumsilisid og 20% fluorid av et sjeldent jordmetall (ceriumfluorid). En mengde som vil gi den ønskede økning av kileverdien, vil være på $1/8\%$ - $1\frac{1}{8}\%$ og mer og vanligvis ca. $3/4\%$ avhengig av badets svovelinhold. Andre kombinasjoner av kalsium og cerium er også virksomme, og sammensetningen kan bero på lokale preferanser og økonomiske hensyn. Det viktige trekk ved trinn 2 ifølge oppfinnelsen er å føre inn tilstrekkelig kalsium og cerium i smelten til å gi en målbar økning av metalllets kileverdi. Når dette er gjort, er metallet passende forkondisjonert for slutt-trinnet eller trinn 3, som består av en fullstendig nodularisering i formens løpsystem. Et annet sjeldent jordmetall som kan anvendes, er neodym, og et annet jordalkalimetall er barium.

Trinn 3 i fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen består av å støpe metallet fra trinn 2 i en form som inneholder en magnesium/silisium-legering i et løpsystem av egnet utførelse. Metallet

strømmer over legeringen og oppløser den på veien til den del av formen som utgjør selve støpestykket. Den oppløste legering fører til fremstilling av en fullstendig kulegrafittstruktur, karakterisert ved et stort antall små, perfekt formede kuler i en hovedsakelig ferrittisk grunnmasse i fullstendig fravær av harde, sprø karbider. Det er allerede oppdaget at oppløsning av denne magnesiumlegering kan være variabel over hele utstøpningen av støpestykket, men den foreliggende oppfinnelse er basert på den kjennsgjerning at forkondisjoneringen av metallet i trinn 1 og spesielt trinn 2 i fremgangsmåten reduserer den relative betydning av denne uensartede legeringsoppløsning i en slik grad at der fås meget ensartede støpestykker når det gjelder mekaniske egenskaper og struktur. Uten slik forkondisjonering ville trinn 3 lett kunne føre til et støpestykke som var så uensartet at det ville være fullstendig uakseptabelt.

I trinn 3 foretrekkes det å anvende et terskelskummerløp som er vel kjent for fagfolk, skjønt andre skummerinnretninger også kan anvendes. Dette terskelløp består av et metallreservoir og en skummerkjerne som hindrer alle urenheter og reaksjonsprodukter i å komme inn i støpehulrommet. Den relative størrelse av reservoiret i forhold til det volum som inntas av magnesium/silisium-legeringen, er viktig. Det foretrekkes å dimensjonere reservoiret slik at den anvendte legering vil fylle minst 25%, men høyst 50% av reservoirets volum. Dette sikrer de beste forhold for ensartet oppløsning av legeringen under utstøpningstiden for støpestykket. Hastigheten av metallstrømmen reguleres av strupevirkningen under skummerkjernen og er i overensstemmelse med vanlig akseptert støpepraksis, hvor utstøpningstiden i sekunder er ca. $1\frac{1}{2}$ - 2 ganger kvadratroten av antall kg av det støpte metall. Den anvendte legering kan være en hvilken som helst legering som inneholder magnesium og silisium, og bestå av partikler med en foretrukket størrelse på $1/4$ - $1/8$ mesh, idet denne størrelse vil gi en rimelig ensartet oppløsning. Magnesium/silisium-legeringen kan erstattes av en magnesium/nikkel-legering.

Den tilsatte mengde legering avhenger først og fremst av varigheten av utstøpningstiden for formen, men vil vanligvis være slik at det samlede innlemmede magnesium i det ferdige støpestykke er minst 0,01%, regnet på vekten av metallet, og vanligvis høyst 0,10%. Dette betyr at større mengder er tilgjengelig til å begynne med, og det foretrekkes at den til å begynne med tilgjengelige magnesiummengde ligger på 0,04 - 0,20%, regnet på vekten av metallet. Den samlede

mengde av silisium eller nikkel som er tilgjengelig til å begynne med, bør være 0,10 - 1,0%. Det er funnet at disse mengder av magnesium og silisium vil gi de beste resultater under de fleste forhold, skjønt de ikke er altfor kritiske.

Der kan anvendes mer enn ett reservoirterskelløp i løpsystemet når metallet utstøpes relativt langsomt, og når støpestykket er komplekst og har innløp på forskjellige steder. Valget av det nøyaktige løpsystem står i første rekke i forbindelse med støpestykkets geometri slik det er vel kjent av fagfolk. Ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kan en flerhet av terskelløp være tilbøyelig til å gi en jevnere oppløsning av legeringen, noe som alltid er ønskelig, men som er blitt mindre kritisk som følge av forkondisjoneringen av metallet i trinn 2 av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen. Uten slik forkondisjonering ville hastigheten og jevnheten av oppløsningen bli så kritiske at der kunne fås dårlige støpestykker. I det avgjørende trinn 2 i fremgangsmåten er den kritiske karakter av trinn 3 blitt redusert til et nivå som gjør det mulig å fremstille industrielt akseptable støpestykker.

Som et eksempel på utførelsen av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen ble der støpt en serie prøvestaver i likhet med dem som er beskrevet på fig. 1. Formen besto av tre prøvestaver som på fig. 1. Metallet ble smeltet og ved prøvning funnet å ha følgende sammensetning:

Totalt karbon	3,80%
Silisium	1,92%
Mangan	0,35%
Fosfor	0,03%
Svovel	0,03%

Dette metall ble avsvovlet under anvendelse av 1% kalsiumkarbid under omrøring ved hjelp av en porøs propp og nitrogengass. Svovelinholdet ble redusert til 0,01%, og kileverdien av badet ble målt og funnet å være $3/32''$ i en kile med en bakside på $\frac{1}{2}''$ (12,7 mm) og en vinkel på 28° .

Badet ble deretter behandlet med en tilsetning av $5/8\%$ av en blanding inneholdende 80% kalsiumsilisid og 20% fluorider av sjeldne jordmetaller. Svovelinholdet ble ytterligere redusert til 0,005%, og kileverdien ble økt til $7/32''$. Dette forkondisjonerte metall ble støpt i en form med et terskelløpreservoir som inneholdt $\frac{1}{2}$ vektprosent av en $1/8''$ mesh (3 mm) legering med 10% magnesium og 40% silisium. De resulterende prøvestav-støpestykker ble betegnet A, B og C på

samme måte som i det forsøk som er beskrevet foran under henvisning til fig. 1. Prøvestavene ble deretter testet og ga de resultater som er angitt i tabell 3.

Tabell 3

Stav	Strekkestyrke N/cm ²	Forlengelse %	Silisium %	Magnesium %
A	52 845	21,50	2,52	0,032
B	53 694	21,90	2,44	0,023
C	52 661	22,60	2,36	0,019

Der var tegn på uensartet oppløsning av magnesium og silisium som vist ved det lavere silisium- og magnesiuminnhold i stav C sammenlignet med stav A. Strekkstyrken og forlengelsen av stavene var imidlertid alle meget høye og uten videre akseptable i industriell målestokk. I det forsøk som er beskrevet tidligere under henvisning til fig. 1 og utført ved vanlige fremgangsmåter som er kjent for fagfolk, var resultatene ikke akseptable. Ved fremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse, hvor metallet ble forkondisjonert i et trinn 2, var den uensartethet som oppsto som følge av nodulariseringen i formen, uten betydning, idet der ble oppnådd ensartede og industrielt akseptable mekaniske egenskaper. Strukturene i stavene A, B og C besto av små velformede grafittkuler i en fullstendig ferrittisk grunnmasse. Disse strukturer er vist på fig. 3A og 3B.

Ved anvendelse av alle trinn i fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er det mulig å unngå svekking eller forringelse av kulegrafittstrukturen i støpestykkene. Det er også mulig å unngå den pyroteknikk som er forbundet med tilsetning av magnesium til metallet i en støpeøse, samtidig som det er mulig å produsere støpestykker med ensartet industrielt akseptable egenskaper. Forkondisjoneringen av metallet i trinn 2 av fremgangsmåten ved tilsetning av kalsium og cerium for å gi en økt kileverdi er en avgjørende innledning til magnesiumtilsetningen i formens løpsystem. Med denne forkondisjonering er det mulig å overvinne de skadelige virkninger som lett kan oppstå ved nodularisering i formen med magnesiumlegering uten slik forbehandling.

Der er fremstilt mange støpestykker ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen, og resultatene er funnet å være usedvanlig ensartede. Skjønt strukturene vanligvis er tilbøyelige til å være av ferrittisk natur, har det også vært mulig å fremstille fullstendig perlittiske

strukturer ved innlemmelse av elementer som tinn eller kobber i basismetallet. Stort sett foretrekkes det å anvende fremgangsmåten i de tilfelle hvor der ønskes store bruddforlengelser i støpestykkene etter støpingen uten etterbehandling.

En foretrukket utførelsesform for oppfinnelsen er beskrevet relativt detaljert, men det vil forstås at modifikasjoner og endringer som er åpenbare for fagfolk, må anses å ligge innenfor området for oppfinnelsen.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte til fremstilling av støpestykker av kulegrafittjern, omfattende å smelte et støpejernsbad med lavt svovelinnhold og tilnærmet eutektisk sammensetning og en kileverdi på høyst 8/32" og å støpe jernet i en form med minst ett reservoir- og skummerløp, idet reservoiret inneholder 1/4 - 1 1/4 vektprosent, regnet på vekten av støpejernnet, av en magnesiumlegering, k a r a k t e r i s e r t v e d at metallet i badet før støpingen forkondisjoneres ved tilsetning av en blanding som inneholder en forbindelse av et sjeldent jordmetall og en jordalkalimetallforbindelse i tilstrekkelig mengde til å øke kileverdien med 50-150%, hvorved minst 0,01% magnesium, regnet på vekten av støpejernnet, vil foreligge i jernet etter passering gjennom magnesiumlegeringen.

2. Fremgangsmåte som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at der ved forkondisjoneringsen anvendes en blanding som inneholder ceriumfluorid og kalsiumsilisid.

135017

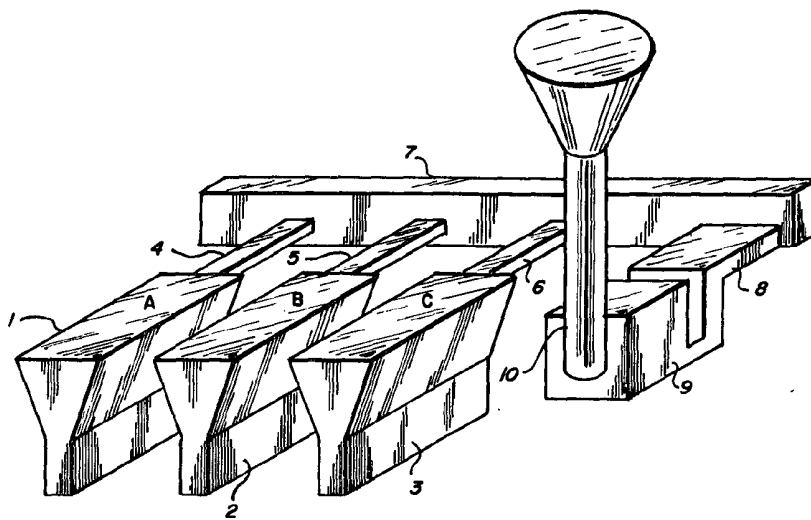


FIG. 1

135017

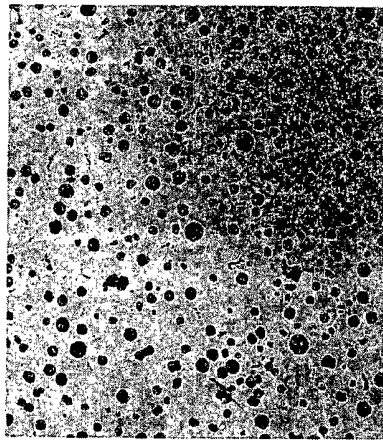


FIG. 2A

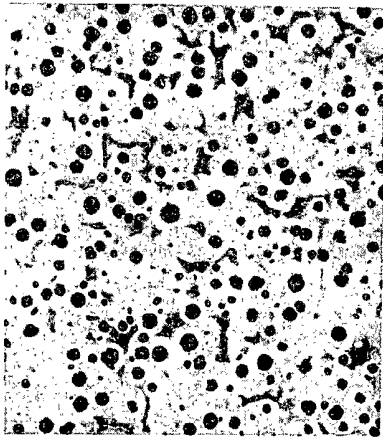


FIG. 2B

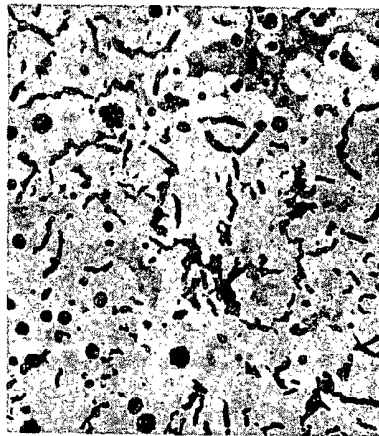


FIG. 2C

135017

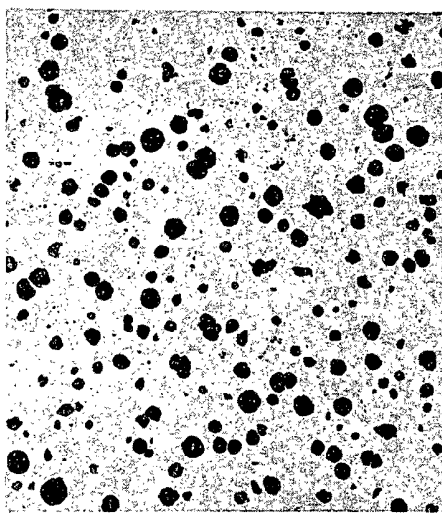


FIG. 3A

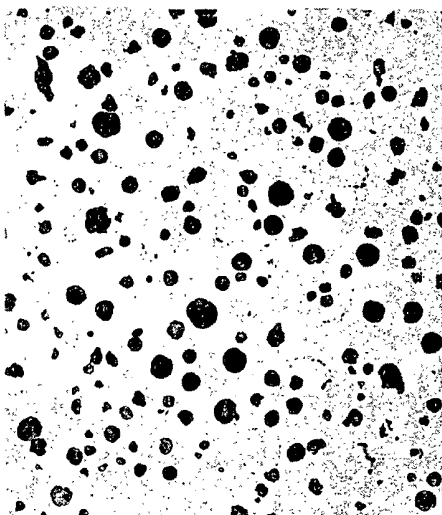


FIG. 3B