



322060

P- 30.956

A- 4993

21 ENE 1933

322060

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT, entidad alemana, establecida en Reuterweg 14, Frankfurt (Main), - República Federal Alemana, por:  
"UN PROCEDIMIENTO PARA LA INOCULACION DE HIERRO FUNDIDO - PARA FINES DE MOLDEO"

Es conocido provocar una mejora de la estructura - de la fundición por medio de inoculación de hierro fundido para fines de moldeo. Agentes de inoculación conocidos son por ejemplo: grafito, aleaciones del silicio con los meta-  
5 les alcalinotérreos, aleaciones del silicio con magnesio, hierro, zirconio, níquel o manganeso, pudiéndose utilizar estos agentes de inoculación solos o en mezcla.

En relación a la forma de la incorporación del agen-  
te de inoculación en el hierro fundido para fines de moldeo  
10 es conocido inocular el hierro fundido en el caldero de fun



dición por ejemplo por mezcla con agitación del agente de inoculación de grano fino. La inoculación tiene lugar lo más inmediatamente antes posible de la colada - por causa de que el efecto de inoculación disminuye con el tiempo, aunque no se puede evitar que el efecto de inoculación sea más limitado al final de la colada que al comienzo de la colada, con tiempos largos de colada. Para una inoculación lo más eficaz posible es conocido además llevar a cabo las denominadas inoculaciones dobles.

5

10 En este caso el hierro fundido es inoculado tanto antes del comienzo de la colada en el caldero de colada, como nuevamente inmediatamente antes de la colada de fundición propiamente dicha, preferiblemente al transvasarla a los cazos o calderos manuales pequeños frecuentemente utilizados. Es también conocido colar en el molde un hierro fundido inoculado fuera del molde a través de un filtro configurado en forma de embudo y que contiene sustancias inoculadoras de composiciones apropiadas. Otras propuestas conocidas prevén también una inoculación del hierro fundido por rociado directo continuo o discontinuo del agente de inoculación en el chorro de fundición durante la colada, así como también la preparación de moldes de colada espolvoreados con agentes de inoculación.

15

20

Estos métodos de inoculación conocidos no satisfacen en la práctica industrial en todos los casos, ya sea porque la acción de inoculación disminuye demasiado rápidamente, ya sea porque los agentes de inoculación que se encuentran en el chorro de fundición o sueltos en el molde resulten arrastrados u ocluidos fácilmente por la corriente de hierro fundido y a causa de una distribución

25

30

322060



y disolución no uniformes no lleguen a la acción deseada. Las consecuencias de ésto son influjos insuficientes o diversos en la estructura de fundición o inclusiones - en la fundición.

5                    Por ello el presente invento tiene como finalidad orillar estas acciones desventajosas de los tratamientos de inoculación de hierro fundido para fines de moldeo y desarrollar un procedimiento de inoculación muy activo en el que el agente de inoculación se disuelve uniformemente y rápidamente en el hierro fundido a saber inmediatamente antes de la solidificación del hierro fundido ya que solo entonces se produce la mayor actividad prosible de la cantidad de agentes de inoculación admitida por - el hierro fundido. El invento parte quí de la consideración de que la acción de inoculación del agente de inoculación remite muy rápidamente con el tiempo, a saber: 15 la acción de inoculación disminuye inmediatamente después de la disolución del agente de inoculación en el hierro - fundido de manera muy rápida y después más despacio, lo - 20 que corresponde aproximadamente al transcurso de una función exponencial.

                  Se ha encontrado ahora que un procedimiento para la inoculación mejorada de hierro para moldeo consiste - en que el hierro fundido para fines de moldeo es llevado 25 en contacto, en el molde al atravesar el sistema de maza rota o de bebedero del molde o también de la lingotera, con el agente de inoculación moldeado en el sistema.

                  En este caso se ha mostrado que la corriente metálica disuelve de manera más favorable limitadas cantidades del agente de inoculación y las admite inmediata- 30



mente sin que simultáneamente las partículas de granos resulten arrastradas en extensión digna de mención.

Convenientemente se utiliza el agente de inoculación en forma de un cuerpo moldeado. Dicho cuerpo  
5 moldeado puede ser incorporado en el sistema de mazarota o de bebedero en forma de placa en "salientes de macho" presentes para ésto. Sin embargo, puede estar configurado también como una pieza tubular a la que atraviesa la masa fundida en el sistema de mazarota o de bebedero. En una forma de realización especialmente conveniente del procedimiento según el invento, el cuerpo de  
10 agentes de inoculación está configurado como un denominado macho perforado. Los machos perforados se utilizan frecuentemente de manera conocida para la regulación de la velocidad de colada y de la turbulencia de la corriente de las masas fundidas.  
15

Dicho cuerpo moldeado del procedimiento según el invento puede constar enteramente del agente de inoculación, preparándose dicho cuerpo moldeado por colada  
20 del agente de inoculación o por prensado del agente de inoculación triturado -eventualmente utilizando un aglutinante-. En este caso el tamaño de grano del agente de inoculación se rige según la clase y tamaño del cuerpo moldeado., lo que se puede determinar fácilmente en sencillos ensayos. Sin embargo el cuerpo moldeado puede estar constituido solo parcialmente por el agente de inoculación, consistiendo la parte restante en material neutro, por ejemplo arena de moldeo. Convenientemente en un  
25 tal cuerpo moldeado se prensa entonces el agente de inoculación intensamente en el lado del cuerpo moldeado -  
30

322060

21



vuelto hacia el hierro fundido que penetra.

Para el procedimiento según el invento son apropiados los agentes de inoculación y aleaciones de por sí conocidas para la inoculación de hierro para moldeo. Dichas aleaciones son esencialmente aleaciones del silicio con los metales alcalinotérreos, con magnesio, con zirconio, con hierro, con níquel y/o con manganeso. Estas aleaciones son utilizadas solas o en mezcla. Según el procedimiento del invento se utiliza con especial ventaja una aleación o una mezcla de aleaciones, que está compuesta por 6-16% de Mg, preferiblemente 9-12% de Mg; 8-20% de Fe, preferiblemente 10-15% de Fe; 0,2-10% de Ca, preferiblemente 3-6% de Ca, el resto Si, y eventualmente pero no necesariamente también cobre y/o níquel y/o estaño.

La utilización de dicho agente de inoculación que contiene magnesio según el procedimiento de acuerdo con el invento conduce a una solubilidad y actividad especialmente buenas en el hierro fundido, de manera que el método de inoculación se puede llevar a cabo incluso con hierro enfriado, que ya no admite sin más un tratamiento de inoculación según los procedimientos conocidos, lo cual sirve especialmente también para la utilización de agentes de inoculación ricos en calcio.

El procedimiento según el invento muestra ventajas esenciales especialmente al colar el hierro fundido para fines de moldeo que sirve para la fabricación de hierro colado con grafito laminar o esferoidal. A causa del proceso de inoculación que se verifica solo inmediatamente antes de la colada y también dentro del molde, se alcanza una alta actividad del agente de inoculación. Ya que el -



322060

agente de inoculación está moldeado en forma sólida en el cuerpo moldeado o en el molde, se admite y disuelve con una buena distribución solo una parte siempre pequeña e igual por el hierro fundido que penetra por unidad de tiempo. Con ello se incorporan en el hierro fundido, con una cantidad de agente de inoculación esencialmente disminuída, un alto número de gérmenes de cristalización y se hace posible de llevar a solidificación piezas de colada a base de hierro colado con grafito laminar o esferoidal, prácticamente enteramente exentas de cementita, mientras que las piezas fabricadas según los procedimientos conocidos contienen todavía cementita en la estructura de fundición.

Especialmente ventajosa es la inoculación según el procedimiento de acuerdo con el invento en los casos en que se desea una alta actividad de inoculación, pero no debe tener lugar una variación de la composición química del hierro fundido.

Si se trata de manera usual un hierro fundido previsto para hierro colado con grafito laminar, con agente de inoculación en una cantidad de 0,1 a 0,5% de la cantidad de hierro fundido, y un hierro fundido previsto para hierro colado con grafito esferoidal, con agente de inoculación en una cantidad de 0,4 a 1% de la cantidad de hierro fundido, no se necesita disolver en el hierro fundido según el procedimiento de acuerdo con el invento en ambos casos más de 0,1% y preferiblemente más de 0,01% de agente de inoculación para lograr efectos de inoculación comparables, para el mismo análisis final de la pieza de fundición.

322060

21



5 Sin embargo un proceso de inoculación según el procedimiento de acuerdo con el invento se puede ejecutar también en conexión con una previa inoculación de un hierro fundido, complementándose el efecto de inoculación de la primera inoculación en el caldero y el efecto de inoculación del proceso de inoculación según el procedimiento de acuerdo con el invento.

El invento se explica aún más con ayuda de los siguientes ejemplos:

10

Ejemplo 1:

15 a) Fabricación de un macho perforado a base de agentes de inoculación sin aditivos neutros. Se mezcla ferrosilicio molido con un tamaño de grano de 0 a 6 mm con aglutinantes usuales de vidrio soluble en la proporción en peso de 9:1 y se moldea la masa para obtener machos perforados en cajas de machos apropiadas. El endurecimiento de la pieza fundida se verifica por tratamiento con CO<sub>2</sub>. Convenientemente se verifica la solidificación o consolidación por simple almacenamiento, reaccionando y fraguando el ferrosilicio con el vidrio soluble con nueva formación de silicato. Para lograr superficies brillantes o pulidas la pieza fundida es pulimentada.

20 b) Fabricación de un macho perforado a base de agentes de inoculación con utilización de arena o de materiales cerámicos. La caja de machos apropiada para una fabricación de machos perforados es cubierta con agentes de inoculación granulados tales como ferrosilicio y calcio-silicio, que son apisonados con arena de moldeo, arena y aceite, arena y CO<sub>2</sub> o materiales cerámicos. La consoli-

25

30



ción puede tener lugar según la clase de la arena o del material cerámico por ejemplo por tratamiento con  $\text{CO}_2$ , almacenamiento o por calcinación.

5 Ejemplo 2: Inoculación de hierro fundido para la prepara-  
ción de hierro colado con grafito laminar. Un hierro fun-  
dido para fines de moldeo preparado a partir de chatarra  
de acero carburada, con la siguiente composición: C 3,02;  
Mn 0,57; P 0,71; S 0,044; Si 2,11 y el resto Fe, fue co-  
10 lado sin un tratamiento previo de inoculación en cada ca-  
so a través de diversos machos perforados que se encontra-  
ban en el sistema de mazarota del molde para obtener pro-  
betas de diversos espesores de pared. Los machos perfora-  
dos contenían: a) nada de agente de inoculación; b) tro-  
15 zos que se encontraban en la superficie de aleaciones de  
Ca-Si, Fe-Si y Zr-Si.

Se examinaron micrografías o secciones pulidas -  
de probetas con 15 mm de espesor de pared. El hierro fun-  
dido para fines de moldeo mostró el siguiente análisis -  
20 final: C 3,02; Mn 0,59; P 0,70; S 0,044; Si 2,18 y el res-  
to Fe.

De las tablas que siguen ahora se desprende que  
el hierro colado inoculado según el procedimiento de -  
acuerdo con el invento tenía una estructura fundamental -  
25 puramente perlítica y completamente exenta de cementita,  
aunque el análisis no se modificó prácticamente por la -  
inoculación.

322060

21



| <u>Inoculación</u>                             | <u>Tipo de macho perforado</u>   | <u>Configuración del grafito</u>   | <u>Ejemplo</u>   |
|--|--|--|--|
| 5<br>a) ninguna inoculación                    | Macho perforado de arena   | Según la serie de normas (hoja de características de VDG P 441) poco grafito A y mucho grafito B | Estructura fundamental perlítica con 10 a 20% de cementita |
| 10<br>b) inoculación según el presente invento | Macho perforado con trozos de aleaciones Ca-Si/ Fe-Si/Zr-Si en la superficie | Según la serie de normas preferiblemente grafito A   | Estructura fundamental de perlita y ninguna cementita.     |

Ejemplo 3: Inoculación de hierro fundido para la preparación de fundición de hierro con grafito esferoidal. Un hierro fundido para fines de moldeo con la composición: C 3,7; Mn 0,3; P 0,04; S 0,02; Si 1,8 y el resto Fe, fue tratado de manera conocida con 1% de una prealeación con 15% de Mg y 85% de Ni: Después de este tratamiento el hierro fundido contenía aproximadamente 0,05% de magnesio, lo que según es conocido es enteramente suficiente para la formación de grafito esferoidal, y 0,85% de níquel.

Este hierro fundido fue parcialmente no inoculado y parcialmente colado por mezcla con agitación de 0,7% de ferrosilicio para obtener probetas de las mismas dimensiones, teniendo lugar la colada en ambos casos a través de un macho



perforado que se encontraba en el embudo de mazarota de los moldes. Se utilizaron: a) Machos perforados a base de arena sin adición de agentes de inoculación; b) Machos perforados a base de arena con un ferrosilicio granulado que se encontraba en la superficie del macho perforado con -

5 90% de Si y un tamaño de grano de 3 a 7 mm.

Se examinaron micrografías de muestras con 15 mm de espesor de pared. A partir de la siguiente tabla se - pueden observar los resultados ventajosos del procedimiento de inoculación propuesto con relación a la eliminación

10 de la cementita en la estructura de la fundición.

|    |                             |   |  |
|----|-----------------------------|---|--|
| 15 | Hierro fundido              | Tipo de macho perforado   | Estructura fundamental (que contiene 90% de grafito libre en forma de esferolitos) |
| 20 | Hierro fundido no inoculado | Macho perforado de arena  | 50% de perlita; 40% de cementita y 10 de ferrita                                   |
| 25 | Hierro fundido inoculado    | Macho perforado de arena  | 80-90% de perlita; 5-10% de cementita; 5-10% de ferrita                            |
| 30 | "                           | " Macho perforado de arena y Fe-Si: 90 (en trozos en la superficie) | 80-90% de perlita; 0-5% de cementita y 10-20% de ferrita                           |
|    | "                           | " Macho perforado de arena y Fe Si: 90 (en trozos en la superficie) | 60-70% de perlita y 20-30% de ferrita.   |

322060<sup>21</sup>



5 La presente solicitud que corresponde a la presentada en República Federal Alemana, con fecha 22 de Enero de 1.965, bajo el núm. M 63.879 VIa/31c, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención, propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10 1.- Un procedimiento para la inoculación de hierro fundido para fines de moldeo caracterizado porque el hierro fundido para fines de moldeo es puesto en contacto en el molde al atravesar el sistema de mazarota o de bebedero del molde o lingotera, con el agente de inoculación moldeado en el sistema.

15 2.- Un procedimiento según la reivindicación 1 - caracterizado porque se utiliza un agente de inoculación configurado como un cuerpo moldeado.

20 3.- Un procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2 caracterizado porque se utiliza un cuerpo moldeado constituido total o parcialmente por agente de inoculación.

25 4.- Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3 caracterizado porque se utiliza un cuerpo moldeado configurado como macho perforado.

322060

21



5.- Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 4 caracterizado porque como agente de inoculación se utilizan aleaciones de por sí conocidas tales como silicuros de los metales alcalinotérreos, del magnesio, del zirconio, del hierro, del manganeso, del níquel o de sus mezclas de aleación.

6.- Un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 5 caracterizado porque como agente de inoculación se utiliza una aleación o una mezcla de aleaciones que está compuesta por: 6-16% de Mg, preferiblemente 9-12% de Mg; 8-20% de Fe, preferiblemente 10-15% de Fe y 0,2-10% de Ca, preferiblemente 3-5% de Ca, el resto Si, y eventualmente pero no necesariamente cobre y/o níquel y/o estaño.

7.- Un procedimiento para la inoculación de hierro fundido para fines de moldeo.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

La presente Memoria consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 21 ENE 1953

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder

BDG/