



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 733**

51 Int. Cl.:
B22C 1/18 (2006.01)
B22C 9/02 (2006.01)
B22D 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07004766 .7**
96 Fecha de presentación : **08.03.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1832357**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.09.2007**

54 Título: **Molde o pieza moldeada en bruto, mezcla de materiales de moldeo para fundería y procedimiento para su fabricación.**

30 Prioridad: **10.03.2006 DE 10 2006 011 530**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.07.2010

73 Titular/es: **Minelco GmbH**
Friedrichstrasse 47
45128 Essen, DE

72 Inventor/es: **Weith, Martin**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 342 733 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 342 733 T3

DESCRIPCIÓN

Molde o pieza moldeada en bruto, mezcla de materiales de moldeo para fundería y procedimiento para su fabricación.

La invención se refiere a un molde o piezas moldeadas en bruto para fines de fundición conforme a la cláusula precharacterizante de la reivindicación 1, a una mezcla de materiales de moldeo para fundición conforme a la cláusula precharacterizante de la reivindicación 4, así como a un procedimiento para la fabricación de un molde o de una pieza moldeada en bruto conforme a la cláusula precharacterizante de la reivindicación 7.

Mezclas de materiales de moldeo para fundición se conocen de múltiples formas. Básicamente, se ha de diferenciar entre arenas de moldeo ligadas a arcilla, mezclas de arenas con aglutinantes inorgánicos u orgánicos, así como arenas de moldeo, exentas de aglutinante, con unión física. Los requisitos exigidos a las mezclas de materiales de moldeo para fundición son muy diversos y comprenden propiedades tales como fluencia de la mezcla de materiales de moldeo, comportamiento en la solidificación, resistencia final alcanzable, separabilidad o capacidad de desmoldeo.

En el documento WO 2006/024540 se describe una mezcla de materiales de moldeo para la fabricación de moldes de fundición para la elaboración de metales, en el cual se utiliza una materia prima de moldeo capaz de fluir y refractaria, así como un aglutinante basado en vidrio soluble. Al aglutinante se le puede añadir un óxido de metal en forma de partículas, seleccionado de un grupo consistente en dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio u óxido de zinc, de manera particularmente preferida dióxido de silicio sintético, amorfo. Materias primas de moldeo de forma esférica y/o aditivos orgánicos se utilizan para mejorar la calidad de la superficie de la pieza fundida. La resistencia mecánica de la pieza moldeada en bruto en un entorno húmedo debe mejorarse mediante una unión intensa de la superficie del óxido de metal en forma de partículas con una fase de vidrio soluble, fuertemente alcalina, en el aglutinante. Dado que el aglutinante presenta una fluencia empeorada, mediante la adición de lubricantes en forma de plaquitas debe conseguirse que también puedan ser fabricados moldes complejos.

El tamaño de las partículas del óxido de metal asciende, en la mezcla de materiales de moldeo conocida, a menos de 200 micrómetros, encontrándose la proporción en óxido de metal, referida a la cantidad de aglutinante, preferiblemente entre 4 y 40%. En el caso de utilizar arena silícea como materia prima de moldeo, en la mezcla de materiales de moldeo conocida está contenido menos de 5% de aglutinante.

Misión de la presente invención

La invención tiene por misión ofrecer una mezcla de materiales de moldeo que presente una fluencia mejorada, habiéndose mejorado el comportamiento en la solidificación y la capacidad de desmoldeo del molde o de la pieza moldeada en bruto. Las piezas fundidas fabricadas con la pieza moldeada en bruto o la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención deben posibilitar una calidad mejorada de la superficie de la pieza fundida.

Además, la mezcla de materiales de moldeo debe presentar buenas propiedades de desintegración tras el uso reglamentario y la arena de moldeo consumida debe poder ser elaborada fácilmente bajo una escasa emisión.

Este problema se resuelve mediante un molde o una pieza moldeada en bruto conforme a la reivindicación 1, una mezcla de materiales de moldeo para fundición conforme a la reivindicación 4 o un procedimiento para la fabricación de un molde o pieza moldeada en bruto conforme a la reivindicación 7.

Sorprendentemente, se encontró que óxido de aluminio es adecuado como aditivo a una mezcla de materiales de moldeo para fundición cuando recubre, tras la mezcladura a fondo y el secado, como una capa cubriente a las partículas de arena o de cuarzo del material de moldeo. Para ello, el óxido de aluminio se ha de emplear en una cantidad determinada, referida al aglutinante, y en un tamaño de grano determinado, referido al diámetro medio de los granos de arena o de cuarzo.

Durante la elaboración fue sorprendente que el óxido de aluminio mejorara esencialmente la fluencia y el comportamiento en la solidificación de la mezcla de materiales de moldeo. Esto se explica con mayor detalle con ayuda de ensayos comparativos que siguen a continuación. Además, era sorprendente que la pieza moldeada en bruto/macho o bien el molde tras su uso reglamentario, presentara propiedades de desintegración particularmente buenas. Por ejemplo, se observó que el macho puesto en contacto con el agua se desintegraba inmediatamente y podía ser tratado ulteriormente por completo en forma de una suspensión homogénea.

Particular atención se otorga, en el caso de una mezcla de materiales de moldeo, a los moldes o piezas moldeadas en bruto para fines de fundición, fabricados después del vaciado en instalaciones de fundición. Se observó que con el aditivo de acuerdo con la invención se podía mejorar, de manera muy esencial, la calidad de las piezas fundidas, en particular sus superficies. En virtud de exámenes detallados, los autores de la invención parten del hecho de que la mejora de las superficies viene provocada, por una parte, por un mejor comportamiento en el vaciado y, por otra parte, por una mejor capacidad de desmoldeo debido a escasas adherencias de arena de moldeo, etc. sobre la superficie fundida.

ES 2 342 733 T3

Como consecuencia de ello, los autores de la invención han examinado de forma intencionada las relaciones durante la fundición en la zona de contacto entre la arena de moldeo y la superficie del metal. Resultó que, en el caso de los procesos descritos, la capacidad de humectación de la superficie de la pieza moldeada en bruto con el metal líquido juega, por una parte, un papel, pero por otra parte se podía observar un efecto antagonista en el desmoldeo o en el tratamiento renovado de la arena de moldeo. Así, para una reproducción fiel al molde son importantes ciertamente buenas relaciones de humectación, por otra parte esto conduce, bajo determinadas circunstancias, en el desmoldeo a problemas, ya que con la retirada de la pieza fundida también son arrastradas partes del molde o de la pieza moldeada en bruto en forma de finas partículas de arena. En particular, en el caso de un mal comportamiento en la humectación de la arena de moldeo se manifestaron, ya en el estado de mezcla con el aglutinante parcialmente líquido, efectos desventajosos que conducían a una mala aptitud de reutilización de la mezcla de materiales de moldeo consumida (segregación, heterogeneidades, etc.).

Por lo tanto, era sorprendente que con la adición de óxido de aluminio, bajo las problemáticas condiciones limitantes mencionadas, se pudiera alcanzar tanto la fluencia, el comportamiento en la solidificación y la capacidad de desmoldeo de la pieza moldeada en bruto junto con una mejora esencial de la superficie de la pieza fundida. Esto sucedió ante el fondo de una interdependencia física, química y termodinámica plural de los materiales y etapas de procedimiento participantes.

En lo que sigue se explica la invención con más detalle con ayuda de varios ejemplos de realización.

En la producción de la mezcla de materiales de moldeo se añadió primero directamente a una mezcla de materiales de moldeo, en calidad de óxido, un óxido de aluminio con una pureza del 99,9% y se distribuyó homogéneamente. Se demostró que distribuciones homogéneas en arenas de moldeo habituales con tamaños de grano medios entre 75 y 250 micrómetros sólo se podían obtener, sin embargo, mediante procesos de mezcladura a fondo repetidos y de larga duración. Sobre todo, con el fin de poder aprovechar de manera eficaz los sistemas establecidos, que están orientados a la utilización de aglutinantes líquidos en forma de resinas, alcoholes, aceites o suspensiones inorgánicas, se añadió el óxido primeramente al aglutinante, se dispersó homogéneamente y luego se añadió al material de moldeo a través de métodos establecidos. Se encontró que óxidos de aluminio con un tamaño de grano de 1 a 200 micrómetros, en el caso de una demanda de tiempo igualmente baja, pueden ser dispersados y, a continuación, incorporados en un aglutinante líquido, alcanzándose una homogeneidad invariablemente buena. En este caso, dispersiones de Al_2O_3 -aglutinante no mostraron, a pesar de la densidad relativamente elevada (aprox. 4 g/cm^3) de las partículas de Al_2O_3 , a lo largo de varios días, tendencia alguna a la segregación. En el caso de utilizar partículas de Al_2O_3 con un tamaño de partícula superior a $200 \mu\text{m}$, se obtuvieron dispersiones inestables. En el caso de partículas de Al_2O_3 con un tamaño medio de grano menor que $1 \mu\text{m}$, la viscosidad de la dispersión aumentó claramente, lo cual dificultó una subsiguiente distribución de la dispersión en la arena de moldeo e hizo necesarios tiempos de agitación mayores. La concentración de Al_2O_3 se encontraba entre 10% y 85% (porcentaje en peso; al igual que todos los posteriores datos de concentraciones).

En el caso de utilizar arena silíceo en calidad de arena de moldeo se pudieron preparar siempre mezclas homogéneas con aglutinantes líquidos en un intervalo del tamaño medio de granos de 0,05 a 5 mm. En el caso de tamaños de los granos por encima de 5 mm, el aglutinante líquido podía fluir fácilmente a través de los intersticios de los granos e hizo posible movimientos de ajuste en la arena silíceo, lo cual condujo a heterogeneidades en la mezcla. En el caso de tamaños de grano por debajo de 0,05 mm, hubo de aumentarse claramente tanto la cantidad de aglutinante como la fuerza de agitación y el tiempo de agitación durante la mezcladura, con el fin de superar una fuerza de cohesión creciente a saltos entre los granos de arena y obtener una mezcla homogénea.

Con mezclas de materiales de moldeo con arena silíceo en calidad de arena de moldeo, con un intervalo del tamaño medio de los granos de 0,05 mm a 5 mm y una dispersión líquida de aglutinante con partículas de Al_2O_3 con un tamaño medio de las partículas de 1 a $200 \mu\text{m}$ pudo alcanzarse una homogeneidad invariable, muy buena. La muy buena homogeneidad se distinguió por una distribución completa de la dispersión de aglutinante sobre los granos de cuarzo, estando cubiertos los granos de cuarzo por la dispersión de aglutinante y separados entre sí por las partículas de Al_2O_3 , mientras que intersticios de los granos unidos, libres, garantizaban la permeabilidad al gas necesaria para el secado.

55 *Fluencia*

La fluencia se refiere al comportamiento de fluidez de la mezcla de materiales de moldeo mientras que ésta es introducida en el molde. Dicho comportamiento se ve afectado por la cohesión de los componentes de la mezcla de materiales de moldeo entre sí y la adhesión del material de moldeo a la pared del molde. Particularmente en la zona de las mezclas secas de materiales de moldeo en las que la relación de arena de moldeo a aglutinante y aditivos se puede encontrar en el intervalo de 3 a 1-2, surten claramente efecto las propiedades de los aditivos.

Con el fin de determinar la influencia del aditivo óxido de aluminio, se homogeneizaron diferentes mezclas a base de arena de moldeo y óxido de aluminio en un mezclador con agitador.

El tamaño medio de los granos de la arena de moldeo ascendía a 0,32 mm; el tamaño de las partículas de óxido de aluminio era de 1,5-2,5 micrómetros; esto mismo en los ensayos subsiguientes. A continuación, la mezcla se compactó en un molde cilíndrico, extendido verticalmente. El molde en posición vertical se estiró verticalmente hacia arriba con

ES 2 342 733 T3

fuerza constante, mientras que una matriz estacionaria fijó en el lugar a la mezcla compactada, de modo que el molde fue estirado hacia arriba de la mezcla. En este caso, se determinó el tiempo t_1 que se necesitaba para la retirada completa del cilindro. Además, se determinó el tiempo t_2 , en el que la mezcla, debido a su propio peso, rompía el molde cilíndrico y se desintegraba formando un cono. Finalmente, se determinó el ángulo de inclinación α de los flancos del cono resultante.

TABLA 1

Ensayos para determinar la fluencia

I) en cada caso 1,5 kg de arena de moldeo seca				
Con 0% de óxido	Con 1% de óxido	Con 5% de óxido	Con 10% de óxido	Con 40% de óxido
$t_1 = 4 \text{ s}$	$t_1 = 3,9 \text{ s}$	$t_1 = 4,1 \text{ s}$	$t_1 = 4 \text{ s}$	$t_1 = 3,9 \text{ s}$
$t_2 = 3,5 \text{ s}$	$t_2 = 3,5 \text{ s}$	$t_2 = 3,4 \text{ s}$	$t_2 = 3,3 \text{ s}$	$t_2 = 3,1 \text{ s}$
$\alpha = 115$	$\alpha = 118$	$\alpha = 117$	$\alpha = 121$	$\alpha = 141$

Los ensayos con arena de moldeo seca mostraron una rotura del molde durante la retirada del cilindro. A continuación, el cilindro se disparó hacia arriba, sin resistencia alguna, y desencadenó la toma de tiempo t_1 . El óxido de aluminio determina, en el caso de un elevado contenido en la mezcla total, una rotura más temprana de la pieza moldeada en bruto y un ángulo más plano de los flancos del cono.

TABLA 2

Ensayos para determinar la fluencia

II) en cada caso 1,3 kg de arena de moldeo húmeda				
Con 0% de óxido	Con 1% de óxido	Con 5% de óxido	Con 10% de óxido	Con 40% de óxido
$t_1 = 7 \text{ s}$	$t_1 = 6,9 \text{ s}$	$t_1 = 7 \text{ s}$	$t_1 = 6,8 \text{ s}$	$t_1 = 6,7 \text{ s}$
$t_2 = 6,1 \text{ s}$	$t_2 = 6,2 \text{ s}$	$t_2 = 6 \text{ s}$	$t_2 = 5,8 \text{ s}$	$t_2 = 5,6 \text{ s}$
$\alpha = 91$	$\alpha = 94$	$\alpha = 96$	$\alpha = 95$	$\alpha = 101$

Condicionado por la humedad, la cohesión entre las partículas de la mezcla de materiales de moldeo es mayor y sólo después se produce una rotura de la pieza moldeada en bruto. La influencia de la mayor proporción en óxido de aluminio resulta en menor cuantía. La fluencia de la arena es buena en todas las mezclas.

TABLA 3

Ensayos para determinar la fluencia

III) en cada caso 1,4 kg de arena de moldeo húmeda + aglutinante de vidrio soluble (10%)				
Con 0% de óxido	Con 1% de óxido	Con 5% de óxido	Con 10% de óxido	Con 40% de óxido
$t_1 = 8,1 \text{ s}$	$t_1 = 8 \text{ s}$	$t_1 = 7,9 \text{ s}$	$t_1 = 7,6 \text{ s}$	$t_1 = 7,2 \text{ s}$
$t_2 = 7 \text{ s}$	$t_2 = 7 \text{ s}$	$t_2 = 6,9 \text{ s}$	$t_2 = 6,5 \text{ s}$	$t_2 = 6,3 \text{ s}$
$\alpha = 93$	$\alpha = 97$	$\alpha = 96$	$\alpha = 98$	$\alpha = 107$

ES 2 342 733 T3

El aglutinante de vidrio soluble, agregado adicionalmente, refuerza las fuerzas de cohesión entre las partículas de la mezcla de materiales de moldeo. La rotura de la pieza moldeada en bruto se produjo en cada caso a una altura equiparable en el molde dejado al descubierto. Esto significa que el valor de t_1 y t_2 , claramente menor, en el caso de un contenido en óxido de aluminio de 40%, puede explicarse por una mayor velocidad de retirada y una adherencia reducida en la pared del molde.

El aumento de la velocidad de retirada con contenido creciente en óxido de aluminio y los ángulos más planos de los flancos del cono apuntan a una interacción reducida con la pared del molde y a una mejor fluencia. Esto se investigó con mayor detalle en los ensayos de consolidación y separabilidad.

Comportamiento en la consolidación y separabilidad

El comportamiento en la consolidación describe la capacidad de una mezcla de materiales de moldeo de rellenar un molde y, con ello, de disponer sus partículas de la forma más apretada posible. La separabilidad o capacidad de desmoldeo se refiere a las interacciones entre la mezcla de materiales de moldeo y el molde. Si, con ello, aparecen fuerzas de adhesión demasiado intensas, entonces pueden adherirse al molde durante el desmoldeo partes de la pieza moldeada en bruto y pueden desprenderse de la pieza moldeada en bruto.

Para la verificación de lo anterior, una mezcla de arena de moldeo y aglutinante, con una proporción de aglutinante de 2,5% y una proporción variada de óxido de aluminio de 10% o de 40%, así como de 80% en el aglutinante (porcentaje en peso referido al aglutinante) se disparó en un molde a través de una máquina de disparo de machos, se pre-secó hasta obtener una resistencia en verde suficiente y se retiró. Después del examen de las piezas en verde en bruto en cuanto a defectos, estas piezas se secaron con microondas por completo para formar piezas moldeadas en bruto listas para el uso y, a continuación, se inspeccionaron.

En el caso del molde se trata de un cuerpo de ensayo de forma rectangular, una de cuyas caras es lisa y cuya otra cara presenta perfiles y despuntas con una finura creciente. En cada caso se fabricaron 10 moldes. La densidad relativa se calculó después del secado completo, teniendo en cuenta la distinta densidad del óxido de aluminio y de la arena.

TABLA 4

Ensayos para determinar el comportamiento en la solidificación y la separabilidad de en cada caso 10 piezas moldeadas en bruto antes y después de un secado final

	0% de óxido en el aglutinante	10% de óxido en el aglutinante	40% de óxido en el aglutinante	80% de óxido en el aglutinante
Perfiles de 1 mm	Sí: las 10	Si: las 10	Si: las 10	Sí: las 10
Perfiles de 0,5 mm	En parte: 6	Si: las 10	En parte: 9	En parte: 9
Perfiles de 0,1 mm	En parte: 2	En parte: 3	En parte: 3	En parte: 4
Perfiles de micrómetros	No	No	No	No
Densidad en estado seco	Estándar	Igual	Igual	Igual
Otros defectos (seco)	Si: 2 en el perfil de 0,1 mm	No	No	No

Las mezclas con aditivo de óxido de aluminio muestran un comportamiento en la consolidación invariablemente bueno. Todos los cuerpos de ensayo presentan la misma densidad de empaquetamiento.

ES 2 342 733 T3

La fidelidad del perfil de las piezas moldeadas en bruto de la mezcla de materiales de moldeo con aditivo de óxido de aluminio es claramente superior, en el intervalo de las perfilados con un tamaño submilimétrico, a la mezcla sin aditivo. Esto demuestra las mejores propiedades de fluencia de una mezcla de materiales de moldeo con aditivo de óxido de aluminio, ya apuntadas en los ensayos para determinar la fluencia.

5

La mezcla sin aditivo muestra la aparición de defectos en el perfilado preciso durante el secado, mientras que este no es el caso en las mezclas de acuerdo con la invención. En el comportamiento en secado, la mezcla de acuerdo con la invención muestra una mejor estabilidad de la mezcla de materiales de moldeo frente a influencias térmicas.

10

Para examinar la estabilidad mejorada frente a influencias térmicas, se prepararon mezclas de materiales de moldeo de acuerdo con la invención sobre una base de arena silícea conforme a la Tabla 3 y se secaron bajo diferentes condiciones y se examinaron en cuanto a su fidelidad de perfil. Pudo confirmarse la estabilidad mejorada frente a influencias térmicas. Los autores de la invención parten del hecho de que los espacios libres en la mezcla de materiales de moldeo, condicionado por las partículas de Al_2O_3 , que distancian entre sí a los granos de arena silícea, permiten durante el secado el paso sin impedimentos del disolvente en la fase gaseosa. Una pieza moldeada en bruto, secada en un armario estufa a $60^\circ C$ en el espacio de 48 horas, presentaba sin embargo un peso final demasiado elevado y mostraba en el examen microscópico puentes de aglutinante amorfos, revestidos de forma continua con una capa vítrea, y se había sedimentado claramente durante el secado. Una pieza moldeada en bruto secada de forma explosiva, solicitada a una temperatura propia de $80^\circ C$, directamente después del disparo, con una potencia de microondas de 5000 vatios mostraba en el examen microscópico una fase de vidrio soluble, consolidada a modo de espuma, en torno a las partículas de Al_2O_3 y se había extendido más allá del molde hueco. A partir de las observaciones en el caso de un secado extremadamente lento y de un secado explosivo, los autores de la invención reconocieron que el secado a una velocidad media discurre con éxito a través de lugares de evaporación rudos. En particular en superficies de rotura y/o cantos de rotura recientemente creados, el secado tiene lugar, evidentemente, de preferencia sobre las partículas de Al_2O_3 , en donde el gas resultante es conducido a través de intersticios entre las partículas a intersticios libres de los granos y es extraído de la pieza moldeada en bruto a través de los intersticios libres de los granos. Por ello, este proceso se dirige, de acuerdo con la invención, de manera que las partículas de Al_2O_3 son mantenidas en forma de una capa porosa, cubriente de la superficie de forma cerrada y empaquetada a través del aglutinante sobre el grano individual de arena silícea. En la zona de la cuña entre granos se configuran puentes de aglutinante porosos que unen entre sí a los granos de arena silícea.

25
30

Investigaciones de las piezas moldeadas en bruto secadas, listas para el uso y de acuerdo con la invención, de las mezclas conforme a la Tabla 4 con ayuda de un microscopio óptico demostraron que los granos de arena individuales estaban recubiertos por completo con una capa cubriente de partículas de óxido de aluminio y se distinguían en su morfología del grano por montañas o valles de aproximadamente la mitad del tamaño de grano de las partículas de óxido de aluminio. En el caso de concentraciones particularmente elevadas de óxido en el aglutinante se podían observar capas más gruesas de partículas de óxido.

35

Una serie de ensayos con un contenido variado en óxido en el aglutinante dio como resultado que, en el caso de contenidos en óxido a partir de 10% se podía observar un recubrimiento con partículas de óxido, mientras que en el caso de contenidos de 80% a 90%, debido a la concentración creciente en la mezcla total, aparecían cada vez más granos de arena de diferente grosor, recubiertos con partículas. De preferencia, se trabajó con contenidos de 40% a 60%, de manera particularmente preferida con 50% en óxido.

40

Como consecuencia, los ensayos demostraron que la adición de óxido de aluminio a una arena de moldeo está ligada a una mejora sorprendente de sus propiedades de fluidez y a una estabilidad incrementada de la mezcla de materiales de moldeo frente a influencias térmicas.

45

50 *Uso como mezcla de materiales de moldeo para fundería*

Las piezas moldeadas en bruto obtenidas se sometieron entonces a ensayo, en forma de machos perfilados con precisión, en un proceso de fundición con aluminio líquido. Se utilizó aluminio, ya que en este caso existían las mayores dudas respecto a la utilidad. Aluminio y óxido de aluminio se utilizan ya desde hace tiempo como materiales compuestos en combinación. Por lo tanto, es de esperar que puedan configurarse puentes de adherencia portantes entre las partículas de óxido y el metal líquido que pueden conducir a una superficie de la pieza fundida impurificada con partículas de óxido.

55

Las piezas fundidas acabadas mostraban después del desmoldeo, sin embargo, una superficie claramente más lisa en comparación con las piezas fundidas convencionales. El número de los granos adheridos por término medio por centímetro cuadrado disminuía de 47 a 49 hasta 0,4 a 0,5. Adicionalmente, la fuerza de adherencia de los granos individuales en la superficie del metal era extremadamente baja, de manera que la limpieza podía efectuarse con ayuda de aire comprimido o ultrasonidos en lugar de con el usual chorro de arena. Esto abre la posibilidad de llevar a cabo la limpieza definitiva de las piezas fundidas con métodos tales como, p. ej., baños de ultrasonidos o, también, solici-tación con aire comprimido, que son claramente más económicos y rápidos en comparación con los chorros de arena convencionales. Además de ello, las perfilaciones precisas se conformaron con exactitud de la manera preestablecida en la pieza moldeada en bruto.

65

ES 2 342 733 T3

El efecto antes mencionado se puede aprovechar, en particular, en la fabricación mecánica de machos en unión con piezas fundidas complicadas. Así, por ejemplo, ya se pueden fabricar canales de aceite y agua con despallas en la pieza fundida de motores de combustión de automóviles con una superficie particularmente lisa. Ya no se requiere un tratamiento posterior, p. ej. mediante chorros, de las piezas fundidas.

5 En la retirada de los machos de las piezas fundidas se manifestó un efecto adicional: Mientras que las piezas fundidas, fabricadas de manera habitual, debían de ser sometidas a vibraciones y giradas durante aproximadamente 40 segundos en un descargador de oscilaciones regulado en frecuencia con el fin de determinar una retirada completa de los machos, en el caso de piezas fundidas con adición de óxido la retirada de los machos había concluido por completo ya al cabo de 10 segundos. Un examen microscópico de la arena desprovista de los machos mostró puentes de aglutinante microporosos en la zona de las cuñas entre granos, los cuales pudieron ser disueltos o rotos con mayor facilidad en el caso de vibraciones de menor frecuencia. La retirada de los machos acelerada 4 veces se pudo comprobar de forma repetida en cada uno de los cuerpos de ensayo.

15 Un examen de la capacidad mejorada de la retirada de los machos, variando la composición del aglutinante y el tamaño de las partículas de Al_2O_3 dio primeramente como resultado que la capacidad mejorada de la retirada de los machos siempre se manifestaba en común con los puentes de aglutinante previamente descritos. Si se sobrepasaba por arriba o por abajo la relación de acuerdo con la invención del tamaño medio de los granos de la arena de moldeo al tamaño medio de los granos de las partículas de Al_2O_3 , entonces empeoraba la capacidad de retirada de los machos y los puentes de aglutinante permitían reconocer una estructura abierta claramente más compacta o claramente más porosa. Los autores de la invención parten del hecho de que en la pieza moldeada en bruto de acuerdo con la invención los puentes de aglutinante entre los granos de cuarzo, caracterizados por una estructura a base de partículas de Al_2O_3 , aglutinante en calidad de fase inductora de adherencia y poros a lo largo de los intersticios de las partículas de Al_2O_3 , representan puntos de rotura nominal óptimos que proporcionan en la vibración, después de la fundición, la capacidad mejorada de la retirada de los machos.

Mediante la adición de agua se pudo reducir adicionalmente el tiempo de retirada de los machos en el caso de aglutinantes sobre la base de vidrio soluble. Esto se puede explicar mediante un debilitamiento adicional de la fase inductora de adherencia de los puentes de aglutinante mediante la disolución con agua. Al reducir el tamaño de las partículas de Al_2O_3 a por debajo de $100 \mu m$ mediante molienda de las partículas de Al_2O_3 más toscas, se comprobó que el tiempo de retirada de los machos era menor en un 20% en comparación con productos industriales de la misma granulometría. El tiempo mejorado de retirada de los machos en el caso de partículas de Al_2O_3 recientemente molidas lo atribuyen los autores de la invención a una fuerza de adherencia disminuida del aglutinante sobre las superficies de rotura recientes de las partículas y a una mejor estructura desprendible de las partículas desmenuzadas irregularmente.

En el caso de un tamaño máximo de las partículas de Al_2O_3 de $2,5 \mu m$ se comprobó, en el caso de una retirada de los machos acuosa en aglutinantes sobre una base de vidrio soluble, una disminución brusca del tiempo de retirada de los machos. El macho puesto en contacto con agua se desintegraba inmediatamente y podía ser elaborado ulteriormente en forma de una suspensión homogénea. El examen microscópico de la estructura de los puentes de aglutinante mostró que los puentes de aglutinante presentaban, entre las partículas de Al_2O_3 , poros de $0,1 \mu m$ hasta como máximo $2,5 \mu m$. Los autores de la invención suponen que estos microporos presentan una capilaridad tan intensa que el agua añadida es absorbida y distribuida de forma fuertemente acelerada en los puentes de aglutinante, con lo cual el aglutinante es ampliamente disuelto y la estabilidad del puente de aglutinante es reducida de forma brusca.

Finalmente, se sometió a ensayo, como se ha descrito anteriormente, la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención utilizando óxidos de aluminio de menor pureza y con tamaños de granos ajustados, iguales. En este caso, se demostró que en el caso de una pureza del tipo AL90,0 y menor aparecían crecientes adherencias de arena de moldeo. Por lo tanto, esto se considera el límite inferior para el contenido de pureza del óxido de aluminio.

En lo que sigue, los óxidos que fueron ajustados en su morfología mediante molienda, rotura, desmenuzamiento, reventado, molienda por rebotamiento, molienda por vibraciones, etc. durante la fabricación, se denominan óxidos molidos. Se demostró que también con óxidos de aluminio molidos con un grado de pureza de 90% se pueden alcanzar las ventajas de acuerdo con la invención.

Con el fin de justificar los diferentes límites en los intervalos de parámetros del óxido de aluminio molido definido al comienzo, se examinaron diferentes óxidos molidos. En el caso de tamaños de los granos < 1 micrómetro se manifestaba una formación de grumos en la mezcladura con arena del macho elaborada de nuevo. En el caso de tamaños de los granos superiores a 200 micrómetros, se comprobó que no tenía lugar, de manera fiable, una cubrición completa del grano a revestir con óxido de aluminio.

Además, se comprobó que los óxidos de aluminio finamente molidos, en particular en los intervalos límite de 100-200 micrómetros, deben ser aportados al aglutinante y utilizados inmediatamente después de la molienda ya que, de lo contrario, existe el riesgo, en el caso de almacenamiento prolongado, de la disolución o de la formación de aluminato. La formación de aluminato se produce mediante la transición directa del aluminio desde la superficie oxidada a la solución en forma de un complejo cargado negativamente. El aluminio es mantenido en el complejo en solución, se distribuye por difusión y tiende, en el caso de un tiempo de espera prolongado de la solución, a la aglomeración local y a la floculación. Esto tiene lugar, en particular, a temperaturas elevadas como las que pueden aparecer por doquier

ES 2 342 733 T3

en instalaciones de fundición. La aglomeración y la floculación determinan propiedades de fluencia del aglutinante modificadas de forma heterogénea, e imposibilita el uso de la mezcla de aglutinantes.

5 En resumen, la mezcla de materiales de moldeo para fundición de acuerdo con la invención se compone de arena de moldeo, aglutinante, aditivos y óxido de aluminio en calidad de aditivo exento de emulsión y, con ello, exento de emisión. Determina una fluencia mejorada y una estabilidad frente a influencias térmicas de la mezcla de materiales de moldeo, un número considerablemente reducido de granos adherentes en la pieza fundida acabada, una fuerza de adherencia reducida de los granos adherentes en la pieza fundida, así como un tiempo de retirada de los machos claramente acortado.

10 El procedimiento, de acuerdo con la invención, para la producción de una mezcla de materiales de moldeo para fundición prevé que el óxido de aluminio, con una pureza de > 90% y un tamaño de grano de 1-200 micrómetros, se aporte directamente al aglutinante y se elabore. La proporción puede encontrarse en este caso entre 10 y 85%, referida a la cantidad de aglutinante.

15 En el caso de utilizar la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención se forman entre los granos de arena puentes de aglutinante microporosos, que posibilitan una retirada de los machos más rápida y sencilla y una subsiguiente limpieza de la pieza fundida.

ES 2 342 733 T3

REIVINDICACIONES

1. Molde o pieza moldeada en bruto para fines de fundición, que se compone de arena de moldeo, aglutinante y aditivos, utilizándose como arena de moldeo arena silíceo y en el aglutinante óxido de aluminio, **caracterizado** porque la arena silíceo se utiliza en un intervalo de tamaños de granos de 0,05 a 5 mm y como aditivo se utiliza óxido de aluminio con un tamaño de grano de 1 a 200 micrómetros, en donde el óxido de aluminio presenta superficies de rotura o cantos de rotura recientes, y el aglutinante provisto de óxido de aluminio está dispuesto sobre la superficie de la arena silíceo en forma de una capa cubriente, en donde partículas de Al_2O_3 son mantenidas en forma de una capa porosa, cubriente de la superficie de forma cerrada y empaquetada a través del aglutinante sobre el grano individual de arena silíceo, y una fase de vidrio soluble contenida en el aglutinante está contraída a modo de cuña en las superficies de contacto de los granos de cuarzo y presenta una estructura microporosa en las fases límites en forma de puentes de aglutinante porosos, en donde el aglutinante y la arena silíceo están unidos entre sí, a través de las superficies de rotura o cantos de rotura de las partículas de óxido de aluminio en la estructura de las piezas moldeadas en bruto, configurando los puentes de aglutinante microporosos.
2. Molde o pieza moldeada en bruto según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se utiliza un óxido de aluminio roto y/o molido, cuyo tamaño de granos se encuentra en el intervalo de 1 a 100 μm .
3. Molde o pieza moldeada en bruto según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el tamaño de los poros de la estructura microporosa se encuentra en el intervalo de 0,1 a 2,5 μm .
4. Mezcla de materiales de moldeo para fundición para la fabricación de un molde o pieza moldeada en bruto según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque los aditivos se componen de un óxido de aluminio recientemente roto o molido, exento de emulsión, en una cantidad > 10%, referida a la porción de aglutinante, porque el óxido de aluminio con un tamaño de grano entre 1 y 200 micrómetros está contenido en el aglutinante en una cantidad de 10-65%, porque en la mezcla de materiales de moldeo está contenido un aglutinante sobre la base de vidrio soluble, con un contenido en aglutinante de 1-10% y porque como arena de moldeo se utiliza arena silíceo en un intervalo de tamaños de grano de 0,05 a 5 mm.
5. Mezcla de materiales de moldeo para fundición según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque en el caso del aditivo óxido de aluminio se trata de un óxido de alfa-aluminio.
6. Mezcla de materiales de moldeo para fundición según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque el óxido de aluminio es un óxido de aluminio puro con un grado de pureza mayor que 90%.
7. Procedimiento para la fabricación de un molde o de una pieza moldeada en bruto, utilizando un material de moldeo para fundición que se compone de arena de moldeo, aglutinante y aditivos, **caracterizado** porque como arena de moldeo se utiliza arena silíceo en un intervalo de tamaños de grano de 0,05 a 5 mm, porque como aditivo se aporta al aglutinante óxido de aluminio recién molido con un tamaño de grano de 1-200 micrómetros, en una cantidad de 10-85% en peso del aglutinante y se mezcla homogéneamente con el aglutinante, porque la mezcla de aglutinante y óxido se combina con la arena de moldeo y se dispara bajo presión en una caja de moldeo y se consolida, manteniéndose la relación de mezclado de aglutinante/óxido a arena de moldeo en una relación de 1-10 a 90, y realizándose el secado del aglutinante líquido de manera que entre los granos de cuarzo individuales se generan puentes de aglutinante microporosos.
8. Procedimiento según la reivindicación precedente, **caracterizado** porque el óxido de aluminio, con un tamaño de grano de partida > 200 μm , se muele o se parte a un tamaño de grano < 100 μm , y el producto de la molienda, manteniendo las superficies de rotura y cantos de rotura generados, se mezcla primeramente con el aglutinante a pH > 10 y después, en el espacio de 1 a 10 segundos, se mezcla con la arena de moldeo.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la aportación por mezclado del óxido de aluminio molido tiene lugar a un aglutinante líquido, siendo la proporción de la mezcla de aglutinante/óxido en la mezcla total de 1,5-4 por ciento en peso.
10. Procedimiento para la fabricación de una pieza fundida utilizando un molde o pieza moldeada en bruto según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque para la retirada del macho de la pieza fundida se aplica una oscilación de baja frecuencia durante como máximo 10 segundos.
11. Procedimiento según la reivindicación precedente, **caracterizado** porque las piezas fundidas acabadas se liberan a continuación de granos de arena adheridos mediante una sollicitación con ultrasonidos.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 10, **caracterizado** porque el molde o la pieza moldeada en bruto se desintegra en sus componentes mediante la adición de agua.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado** porque la desintegración hasta el tamaño de grano primario tiene lugar en un entorno húmedo, siendo el tiempo de tratamiento desde el comienzo de la adición de la humedad hasta la desintegración completa inferior a 1 segundo.