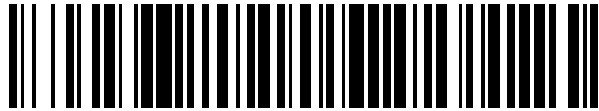


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 255**

51 Int. Cl.:

**B22C 1/18** (2006.01)

**B22C 15/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2014 PCT/EP2014/072361**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2015 WO15055838**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2014 E 14786500 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 2916976**

54 Título: **Procedimiento para producir machos perdidos o piezas de molde para la producción de piezas fundidas.**

30 Prioridad:

**19.10.2013 DE 102013017390**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**02.08.2017**

73 Titular/es:

**PEAK DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)**

**Dresdnerstrasse 58**

**01683 Nossen / D., DE**

72 Inventor/es:

**POLZIN, HARTMUT;**

**KOYERS, THEO;**

**STREHLE, MATTHIAS y**

**GLEISSNER, FRANK**

74 Agente/Representante:

**ARPE FERNÁNDEZ, Manuel**

ES 2 628 255 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).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para producir machos perdidos o piezas de molde para la producción de piezas fundidas

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a la producción de machos perdidos o piezas de molde para moldes de fundición para la producción de elementos fundidos (producción de piezas fundidas). En la industria de la fundición, los machos perdidos se necesitan para realizar espacios huecos en el interior de piezas fundidas y pueden presentar una estructura extremadamente compleja, por ejemplo machos para culatas de automóviles.
- 10 **[0002]** Los machos perdidos se fabrican a partir de una materia prima de moldeo granulosa y seca, una arena, frecuentemente arena cuarzosa, pero también arenas de cromita, de circón, de olivino, feldespáticas, de mullita u otras arenas, y un sistema aglomerante de endurecimiento químico. Estos componentes se mezclan, en caso dado bajo adición de otros aditivos, y, aplicando presión (aire comprimido), se introducen en el útil de conformación primaria (caja de machos o caja de moldeo). La solidificación subsiguiente de la mezcla de material de moldeo aún suelta puede realizarse por distintos medios, por ejemplo haciendo pasar a través de la misma un gas de endurecimiento, por ejemplo dióxido de carbono, o la solidificación térmica mediante un útil de conformación primaria calentado, es decir metálico.
- 15 **[0003]** Se conocen aglutinantes basados en vidrio soluble, que en la mayoría de los casos se componen, como sistemas de múltiples componentes, del componente de vidrio soluble y un componente aditivo generalmente en polvo. Mezcladas con materias primas de moldeo y conformadas en machos o piezas de moldeo de machos, tales piezas moldeadas pueden solidificarse mediante una solidificación física (deshidratación, extracción de agua, desecación) o mediante una solidificación química (endurecimiento químico).
- 20 **[0004]** Se conoce el procedimiento INOTEC, que utiliza una mezcla aglutinante a base de silicato de sodio como aglutinante, mejorándose en este aglutinante distintas propiedades del material de moldeo mediante la adición de aditivos, los así llamados promotores INOTEC. El endurecimiento se realiza aquí mediante una deshidratación del material de moldeo de machos que se desarrolla en fases sucesivas, por medio de temperaturas del útil entre 150 y 250° C, así como un barrido subsiguiente con aire caliente en el mismo intervalo de temperaturas. Dependiendo de la calidad de la arena se utilizan contenidos de aglutinante entre un 1,8 y un 2,5% y contenidos de promotor entre un 0,1% y un 1,0%. El promotor mejora entre otras cosas la fluidez y la resistencia del material de moldeo de machos y del macho uniendo entre sí distintas partículas del aglutinante y formando una red tridimensional.
- 25 **[0005]** Los campos de aplicación principales del procedimiento INOTEC y de los aglutinantes INOTEC son las aleaciones de metales ligeros y de metales no féreos, por ejemplo para la producción de culatas, pero también de fundición para griferías.
- 30 **[0006]** Se conoce también un sistema aglomerante CORDIS, en el que el aglutinante presenta una matriz compuesta de una combinación de grupos de fosfato, de borato y de silicato. El sistema aglomerante CORDIS es un sistema inorgánico de dos componentes, que se compone del aglutinante CORDIS y del aditivo Anorgit. Para la aplicación de este sistema aglomerante es necesaria una caja de machos calentada (130 a 180 °C), así como una inyección de aire caliente (100 a 200 °C). Los contenidos de aglutinante empleados pueden estar entre un 1,5 y un 3,0%, dependiendo del tipo de aglutinante. Con ello se logran resistencias a la flexión de 350 a 550 N/cm<sup>2</sup>.
- 35 **[0007]** El sistema aglomerante CORDIS se utiliza también para producir machos aglutinados inorgánicamente en útiles de producción de machos atemperados. El sistema aglomerante CORDIS se compone de agua como disolvente y de una matriz de aglutinante inorgánica. Esta matriz de aglutinante se compone, en función del caso de aplicación, de una combinación de grupos de fosfato, de silicato y de borato modificados. Además, añadiendo sustancias inorgánicas directamente a los aglutinantes o como aditivo en la producción del macho, pueden controlarse propiedades de manera selectiva. Entre éstas se incluyen por ejemplo la fluidez, la reactividad de la mezcla de material de moldeo, la humectación del macho por parte de la masa fundida o la duración en almacén.
- 40 **[0008]** En estos aglutinantes resulta problemático que, debido a su hidrofilia, la capacidad de conservación de machos aglutinados sea limitada. Por ejemplo, con un almacenamiento de 24 horas las resistencias disminuyen en aproximadamente 1/3 de la resistencia inicial. Se prefieren los sistemas aglutinantes CORDIS para la fundición de aluminio en coquilla por gravedad.
- 45 **[0009]** Otra alternativa para la producción sin emisiones de machos inorgánicos es el, así llamado, procedimiento AWB (caja caliente inorgánica). El procedimiento AWB también trabaja con cajas de machos calentadas (160 a 200° C). Al disparar el macho se aplica una presión negativa a la caja de machos, que sirve para extraer el vapor de agua producido. El endurecimiento es de naturaleza puramente física, lo que influye positivamente en la regeneración del material de moldeo tras el vaciado. Una vez que el macho que se halla en la caja de machos tiene cierta resistencia de procesamiento, se endurece por completo en un microondas a baja potencia.
- 50 **[0010]** El procedimiento AWB se basa en el endurecimiento térmico de materiales de moldeo aglutinados con vidrio soluble en un útil atemperado con una subsiguiente desecación por microondas. Como aglutinante se utiliza un vidrio soluble modificado, que mediante una dilución con sosa cáustica adquiere una baja viscosidad. La fluidez de las mezclas de material de moldeo así producidas y, por lo tanto, su aptitud para el disparo permite una buena producción del macho o la pieza de molde. En el procedimiento AWB, la solidificación del material de moldeo se realiza exclusivamente mediante deshidratación, es decir desecación a temperaturas del útil entre 160 y 200° C, pudiendo aplicarse adicionalmente una presión negativa. La desecación final se asegura entonces mediante hornos de microondas a baja potencia. Las adiciones de aglutinante están entre un 1,5 y un 2,5%. Se prescinde de aditivos.
- 55 **[0011]** Por el documento DE 103 21 106 A1 se conoce un material de moldeo para piezas moldeadas de moldes de fundición para la colada de masas de metales ligeros fundidas, utilizándose como materia prima de moldeo una arena sin contenido en cuarzo (olivino) y un aglutinante inorgánico a base de vidrio soluble.
- 60
- 65

**[0012]** Se conocen también sistemas de vidrio soluble en polvo, en los que se utiliza como aglutinante vidrio soluble desecado por pulverización. Sin embargo, una desventaja es que estos aglutinantes en polvo se componen de partículas microfinas que, en los talleres de fundición, cargan el aire en el lugar de trabajo.

**[0013]** En el estado actual de la técnica se conocen sistemas aglutinantes de dos componentes. El documento DE 20 2008 017 975 U1, da a conocer un sistema de dos componentes compuesto de un primer vidrio soluble líquido y de un segundo componente sólido que contiene un óxido metálico en forma de partículas. De manera adicional se añade preferiblemente al componente líquido una sustancia tensioactiva. El óxido metálico presenta aquí un tamaño de partícula entre menos de 100  $\mu\text{m}$  y más de 10  $\mu\text{m}$ . Este aglutinante tiene la desventaja de que es necesario añadir una sustancia tensioactiva. Además, el aglutinante se pone a disposición como un sistema de dos componentes y debe mezclarse primero antes de su uso, lo que resulta costoso.

**[0014]** El documento DE 2434431 A1, da a conocer un sistema aglomerante basado en vidrio soluble, conteniendo las mezclas de material de moldeo así producidas una serie de componentes adicionales, además de la materia prima de moldeo y el aglutinante. El aglutinante tiene una relación de ácido silícico y óxido alcalino entre 3,5:1 y 10:1 y se añade a la materia prima de moldeo en proporciones entre un 3 y un 15% en peso. Los aditivos empleados en este sistema de múltiples componentes son arcilla o tierra arcillosa, materiales con contenido en carbono (por ejemplo pez u hollín), así como adhesivos de resina filmógenos (por ejemplo dispersiones de acetato de polivinilo o copolímeros de acetato de vinilo-etileno).

**[0015]** El documento DE 10 2012 020 510 A1, da a conocer una mezcla de material de moldeo compuesta de una materia prima de moldeo refractaria, un aglutinante inorgánico a base de vidrio soluble, así como  $\text{SiO}_2$  amorfo en partículas. Además, este sistema que funciona con un aglutinante de dos componentes contiene adicionalmente aditivos orgánicos, así como distintos agentes tensioactivos. El  $\text{SiO}_2$  amorfo partículas se añade aquí en forma de polvo. La mezcla de material de moldeo utilizada contiene un endurecedor (por ejemplo un compuesto de éster o de fosfato) y es adecuada para la aplicación en el campo de la fundición de aluminio. El endurecimiento de la mezcla de material de moldeo se realiza por medio de útiles calientes, que preferiblemente se calientan a una temperatura de 120 a 250 °C.

**[0016]** El documento DE 10 2007 027 577 A1, da a conocer una mezcla de material de moldeo que, además del aglutinante a base de silicato alcalino, contiene entre un 0,1 y un 10% de sosa cáustica, así como un suplemento de entre un 0,1 y un 3% en peso de una suspensión con un contenido de sólidos entre el 30 y 70% de  $\text{SiO}_2$  esférico amorfo. Para desecar las mezclas de material de moldeo así producidas, este procedimiento aplica energía de microondas.

**[0017]** El documento CN 1721103 A, da a conocer un aglutinante inorgánico para producir piezas moldeadas con un comportamiento mejorado de descomposición tras el vaciado de las piezas fundidas. Para ello, el aglutinante contiene polvo de dextrosa, polvo de carbonato de calcio, un agente de suspensión y otros aditivos.

**[0018]** El documento DE 10 2007 023 883 A1, da a conocer un dispositivo de alimentación de gas de disparo para alimentar a una disparadora de machos un gas humectado con una determinada humedad, pudiendo variarse también la temperatura de este gas. Para atemperar el gas humectado puede emplearse un radiador de microondas.

**[0019]** El documento EP 2 163 328 A1, da a conocer un procedimiento en el que la materia prima de moldeo se reviste con un aglutinante de vidrio soluble en un intervalo entre un 0,25 y un 0,9%, en relación con el peso total del material de moldeo, y el aglutinante contiene adicionalmente al menos un aditivo de los grupos: agentes adherentes, mejoradores de flujo, agentes para mejorar la superficie, desecantes o agentes separadores. Además, la mezcla de material de moldeo contiene al menos un agente endurecedor que, por ejemplo, se endurece a través del contacto con vapor de agua. El endurecimiento de las piezas moldeadas producidas se realiza en un útil de conformación primaria calentado, que preferiblemente se calienta a temperaturas entre 60 y 120 °C.

**[0020]** En el documento EP 1 095 719 A2, se describe un sistema aglomerante para arenas de moldeo para la producción de machos. El sistema aglomerante a base de vidrio soluble se compone de una solución acuosa de silicato alcalino y una base higroscópica, como por ejemplo hidróxido de sodio, que se añade en una relación de 1:4 a 1:6. El vidrio soluble presenta un módulo  $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$  de 2,5 a 3,5 y un contenido de sólidos del 20 al 40%. Para obtener una mezcla de moldeo susceptible de corrimiento que pueda cargarse también en moldes para machos complicados, así como para controlar las propiedades higroscópicas, el sistema aglomerante contiene además una sustancia tensioactiva, como aceite de silicona, que presenta un punto de ebullición  $\geq 250$  °C. El sistema aglomerante se mezcla con una sustancia refractaria adecuada, como arena cuarzosa, y puede entonces inyectarse con una disparadora de machos en una caja de machos. El endurecimiento de la mezcla de material de moldeo se realiza extrayendo el agua aún contenida. La desecación o el endurecimiento del molde de fundición puede realizarse también bajo acción de microondas.

**[0021]** El documento WO 2006/024540 A2, describe que, mediante la utilización de un aglutinante que contiene un vidrio soluble alcalino y un óxido metálico en forma de partículas seleccionado del grupo consistente en dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de circonio, es posible mejorar ostensiblemente la resistencia de moldes de fundición tanto inmediatamente después de la conformación y el endurecimiento como durante un almacenamiento bajo una humedad del aire elevada. El tamaño de partículas de estos óxidos metálicos es preferiblemente menor de 300  $\mu\text{m}$ , en particular preferiblemente menor de 100  $\mu\text{m}$ . Para producir la mezcla de material de moldeo se procede por lo general colocando en primer lugar la materia prima de moldeo refractaria y añadiendo a continuación el aglutinante bajo agitación. El vidrio soluble y el óxido metálico en forma de partículas en sí pueden añadirse en cualquier orden. Sin embargo, resulta ventajoso añadir el componente líquido en primer lugar. Resulta desventajoso que también en este sistema de material de moldeo sea necesario trabajar con útiles de moldeo calentados.

- 5 **[0022]** El documento WO 2008/046651 A1 da a conocer una mezcla de material de moldeo con contenido en carbohidrato para producir moldes de fundición para el procesamiento de metal, un procedimiento para producir moldes de fundición, moldes de fundición obtenidos con el procedimiento, así como su utilización. Para producir moldes de fundición se utilizan una materia prima de moldeo refractaria y un aglutinante basado en vidrio soluble. Al aglutinante se le añade una proporción de un óxido metálico en forma de partículas. Los oligosacáridos o polisacáridos utilizados para la mezcla de material de moldeo tienen por objeto aumentar la resistencia del molde de fundición y su facilidad de desmoldeo. La mezcla de material de moldeo puede inyectarse en el útil de moldeo mediante una disparadora de machos por medio de aire comprimido. El endurecimiento de los moldes de fundición puede acelerarse insuflando en el útil de moldeo aire calentado.
- 10 **[0023]** El problema de los procedimientos actuales para la producción de machos perdidos de alta calidad y geoméricamente exigentes consiste en que bien se emplean aglutinantes, catalizadores y gases de endurecimiento (mezcla de amina-aire o dióxido de azufre) perjudiciales para la salud y el medio ambiente, bien se emplean cajas para machos metálicas, por regla general fabricadas en acero, que resultan caras y que han de calentarse con un gran consumo de energía.
- 15 **[0024]** La presente invención tiene el objetivo de desarrollar un procedimiento para producir machos perdidos o piezas de molde para moldes de fundición, que, con un sistema aglomerante respetuoso con el medio ambiente y con el lugar de trabajo, utilizando útiles de conformación primaria de madera, plástico, metal o combinaciones de éstos y sin un calentamiento activo, permita la producción de machos perdidos o piezas de molde con formas complicadas utilizando sistemas aglutinantes inorgánicos.
- 20 **[0025]** Según la invención, el objetivo se logra mediante un procedimiento para producir machos perdidos o piezas de molde para moldes de fundición para la producción de piezas fundidas con las características según la reivindicación 1. Las reivindicaciones subordinadas 2 a 14 contienen otras configuraciones del procedimiento según la invención.
- 25 **[0026]** Se mezcla una materia prima de moldeo con un aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble y, con una disparadora de machos, se conforma en una caja de machos un macho perdido o una pieza moldeada para moldes de fundición. El procedimiento está caracterizado por que el aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble contiene una solución de silicato alcalino o de vidrio soluble con un módulo de 1,5 a 3,5 y aditivos naturales y/o sintéticos en una proporción de un 0,1 a un 25% en peso, medida con respecto a la proporción total del aglutinante, con un tamaño de grano de menos de 5 µm, siendo los aditivos naturales y/o sintéticos al menos silicato de aluminio, silicato de magnesio y silicato de sodio y aluminio, en cada caso en una proporción de un 1 a un 5% en peso medida con respecto a la proporción total del aglutinante, por que el macho perdido o la pieza moldeada se conforma en una caja de machos no calentada y por que el macho perdido así conformado o la pieza moldeada así conformada se endurece con aire caliente.
- 30 **[0027]** Para ello, en el caso de las arenas habituales como materia prima de moldeo, se emplea como aglutinante una solución de silicato alcalino o de vidrio soluble modificada, conteniendo el aglutinante según la invención aditivos a base de minerales naturales o sintéticos con un tamaño de grano de menos de 5 µm y endureciéndose con aire caliente, que puede estar enriquecido con CO<sub>2</sub>, el macho perdido producido con la disparadora de machos.
- 35 **[0028]** Según la invención, el concepto de "machos perdidos" designa piezas moldeadas que se emplean en la producción de piezas fundidas para, por ejemplo, actuar de distanciadores para contornos complejos, en la mayoría de los casos espacios huecos, en la pieza de fundición. Éstos han de ser por una parte suficientemente firmes y estables para conservar la forma durante el proceso de fundición y por otra parte deberían poder retirarse fácilmente de la pieza fundida acabada tras el proceso de fundición y el enfriamiento de la pieza fundida. Por este motivo, los machos perdidos están compuestos de una materia prima de moldeo y un aglutinante, que proporciona estabilidad suficiente para poder satisfacer las exigencias mencionadas.
- 40 **[0029]** Según la invención, el concepto de "piezas de molde" designa piezas de un molde de fundición que corresponden por ejemplo en su forma exterior a la pieza fundida posterior.
- 45 **[0030]** La solución de vidrio soluble no es un compuesto químico uniforme, sino una designación colectiva para masas fundidas de silicatos alcalinos solidificadas en forma vítrea de composición variable en solución. El técnico en la materia conoce las soluciones acuosas de silicatos alcalinos como soluciones de vidrio soluble. Las soluciones de vidrio soluble tienen la composición general  $x\text{SiO}_2 * y\text{M}_2\text{O} * z\text{H}_2\text{O}$ , siendo M un metal alcalino, preferiblemente seleccionado entre sodio, potasio y litio. La relación entre dióxido de silicio y óxido alcalino se denomina aquí módulo. El módulo designa la relación molar de los dos componentes.
- 50 **[0031]** El aglutinante sirve según la invención para que la mezcla de materias primas de moldeo se mantenga unida en la forma deseada y que se produzca un macho perdido o una pieza moldeada tras el endurecimiento del aglutinante. Al mismo tiempo, el macho perdido o la pieza moldeada ha de tener estabilidad de forma al menos hasta que la pieza fundida que se desea producir se haya solidificado y enfriado en tal medida que ya no experimente deformaciones. El aglutinante puede presentarse en este contexto como un sistema de un solo componente o de múltiples componentes, es decir que puede mezclarse poco antes de su uso o presentarse como una formulación lista para el uso.
- 55 **[0032]** Se emplea un aglutinante a base de silicatos de sodio, de potasio y de litio, así como hidróxido de sodio, de potasio o de litio, o combinaciones de éstos.
- 60 **[0033]** Los aditivos naturales y/o sintéticos de grano fino están contenidos en el aglutinante en proporciones de un 0,1 a un 25% en peso, preferiblemente en proporciones de un 0,5 a un 15% en peso. La proporción del aglutinante en la mezcla de material de moldeo para la producción de machos es de menos de un 5% en peso y está preferiblemente entre un 0,5 y un 3,5% en peso y con especial preferencia entre un 1,0 y un 2,0% en peso.
- 65

- [0034]** Los aditivos naturales y/o sintéticos presentan preferiblemente un tamaño de grano menor de 5 µm, con lo que se impide ventajosamente que los aditivos presentes en el aglutinante se depositen. De este modo, el aglutinante es inalterable al almacenamiento durante varios meses, pero como mínimo durante 2 meses.
- [0035]** Una disparadora de machos se trata de un aparato para producir machos perdidos. El técnico en la materia conoce ya disparadoras de machos corrientes. La disparadora de machos sirve para inyectar en una caja de machos la materia prima de moldeo mezclada con el aglutinante. Se denominan cajas de machos a los moldes que dan al macho perdido su forma posterior. Para ello, una materia prima de moldeo, mezclada con aglutinante, se inyecta mediante la disparadora de machos en una caja de machos con sobrepresión y se endurece en la caja de machos. Resulta ventajoso que la caja de machos misma según la invención no se caliente, por lo que el material de la caja de machos puede seleccionarse entre plástico, madera y metal o aleaciones metálicas, como por ejemplo aluminio. La caja de machos presenta temperatura ambiente, al menos durante la primera utilización. De este modo se ahorra ventajosamente energía, ya que no es necesario calentar en primer lugar una caja de machos completa y mantenerla constantemente caliente durante su uso. En una configuración especial de la invención, la caja de machos se compone de un material que puede calentarse, preferentemente de acero. La caja de machos se calienta ventajosamente cuando se endurece el molde perdido mediante aire caliente y contribuye así a un endurecimiento rápido de los machos perdidos subsiguientes en esta caja de machos. En el sentido de la invención, el término "aire" designa la mezcla de gases presente en la atmósfera terrestre en la naturaleza, cuya composición varía ligeramente y es conocida por el técnico en la materia, pero que como componentes principales contiene al menos nitrógeno, oxígeno, argón y proporciones menores de, por ejemplo, otros gases nobles y dióxido de carbono.
- [0036]** Preferiblemente, el silicato de aluminio es silicato de aluminio natural, el silicato de magnesio es un silicato de magnesio natural y el silicato de sodio y aluminio es un silicato de sodio y aluminio sintético. El técnico en la materia conoce las distintas fuentes y tipos de aditivos naturales y sintéticos.
- [0037]** El aglutinante se mezcla con la materia prima de moldeo preferiblemente en proporciones menores de un 5% en peso, medidas con respecto a la cantidad de materia prima de moldeo.
- [0038]** Como materia prima de moldeo se selecciona preferiblemente al menos una arena entre arena cuarzosa, arena de circón, arena de cromita, arena de olivino, arena feldespática, arena de mullita, arena de chamota, arena de bauxita o arena de rutilo. El técnico en la materia conoce otras arenas adecuadas como materia prima para la producción de machos perdidos o piezas de molde. Según la invención, el término "arena" designa todas las sustancias minerales con un diámetro de grano dentro de un intervalo de tamaños de 0,02 a 2 mm.
- [0039]** El aglutinante contiene preferiblemente al menos otro aditivo natural y/o sintético más, seleccionado entre silicato de circonio, óxido de aluminio, hidróxido de aluminio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, óxido de titanio, hidróxido de titanio, aluminato de sodio, aluminato de potasio, aluminato de litio, germanato de sodio, germanato de potasio, germanato de litio, silicato de aluminio, silicato de magnesio, silicato de aluminio y magnesio, silicato de magnesio y hierro, óxido de hierro, hidróxido de hierro y dióxido de silicio en una proporción de, respectivamente, un 0 a un 3% en peso, medida con respecto a la proporción total del aglutinante.
- [0040]** Los materiales naturales o sintéticos añadidos al sistema aglomerante pueden contener óxido de aluminio, hidróxido de aluminio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, óxido de titanio, hidróxido de titanio, aluminato de sodio, aluminato de potasio, aluminato de litio, germanato de sodio, germanato de potasio, germanato de litio, silicato de aluminio, silicato de magnesio, silicato de aluminio y magnesio, silicato de magnesio y hierro, óxido de hierro, hidróxido de hierro o dióxido de silicio. Resultan especialmente adecuados los siguientes materiales: hidróxido de magnesio, aluminato de litio, silicato de aluminio, silicato de magnesio, silicato de aluminio y magnesio y/o dióxido de silicio.
- [0041]** Como aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble se utiliza preferiblemente un aglutinante de un solo componente.
- [0042]** En el sentido de la invención, el concepto "aglutinante de un solo componente" designa un sistema de un solo componente. Los sistemas de un solo componente se distinguen por que todos los componentes necesarios para el fraguado o endurecimiento posterior del aglutinante (sistema de un componente) están contenidos ya en el aglutinante de un solo componente. Esto resulta ventajoso porque, de este modo, ya no es necesario mezclar antes de su utilización.
- [0043]** Para el endurecimiento con aire caliente se utiliza preferiblemente un generador de aire caliente integrado mecánicamente o de forma resistente a la presión en la disparadora de machos o junto a la misma.
- [0044]** Los generadores de aire caliente son aparatos que pueden calentar el aire y otros gases o mezclas de gases hasta una temperatura deseada, aspirándolos y conduciéndolos a través del aparato calentado. El técnico en la materia conoce diferentes generadores de aire caliente.
- [0045]** Mediante la integración del generador de aire caliente en la disparadora de machos o junto a la misma o muy cerca de la misma se minimizan ventajosamente pérdidas de calor.
- [0046]** La mezcla de material de moldeo, mezclada con el aglutinante, puede endurecerse ventajosamente mediante una puesta en contacto con aire caliente para formar un macho perdido o una pieza moldeada.
- [0047]** El generador de aire caliente está preferiblemente conectado a la disparadora de machos mediante una conexión mecánica permanente.
- [0048]** La conexión del generador de aire caliente y la disparadora de machos puede realizarse por ejemplo mediante un conducto fijo o un tubo flexible. El técnico en la materia conoce procedimientos para conectar ambos aparatos.
- [0049]** Preferiblemente, el mando del generador de aire caliente se integra en el mando de la disparadora de machos.

- [0050]** El aire caliente se emplea preferiblemente con una temperatura de hasta 500° C, con especial preferencia de 150 a 300° C y con muy especial preferencia de 150 a 200° C
- [0051]** En una configuración especial del procedimiento según la invención, el aire caliente se utiliza con un contenido de dióxido de carbono dentro de un intervalo de un 5 a un 99% en volumen, con especial preferencia dentro de un intervalo de un 30 a un 96% en volumen y con muy especial preferencia de un 65 a un 96% en volumen, en relación con la proporción total del aire.
- [0052]** Mediante el contenido de dióxido de carbono puede aumentarse el grado de endurecimiento.
- [0053]** En una configuración especial de la invención se utiliza dióxido de carbono puro para endurecer el aglutinante.
- [0054]** Preferiblemente se emplea aire caliente con un caudal de hasta 40.000 l/min, con especial preferencia con un caudal entre 20.000 l/min y 35.000 l/min, para el endurecimiento del aglutinante.
- [0055]** El aire caliente se emplea preferiblemente con una presión de hasta 10 bares, preferiblemente con una presión de 2 a 5 bares y con muy especial preferencia con una presión de 2 a 4 bares.
- [0056]** Preferiblemente, el endurecimiento con el aire caliente se realiza durante un tiempo entre 15 y 200 s, con especial preferencia durante un tiempo entre 30 y 90 s y con muy especial preferencia durante un tiempo entre 30 y 60 s.
- [0057]** El macho perdido puede endurecerse ventajosamente en poco tiempo y con un consumo de energía comparativamente bajo. El calentamiento de toda la caja de machos conocido según el estado actual de la técnica requiere un consumo de energía considerablemente mayor.
- [0058]** Preferiblemente se realiza una aspiración dirigida del aire caliente mediante una presión negativa de hasta 1 bar.
- [0059]** Tras el endurecimiento, el macho perdido sólido o la pieza moldeada se retira de la caja de machos y se emplea para la producción de piezas fundidas.
- [0060]** Para el endurecimiento se integra un generador de aire caliente mecánicamente o de forma resistente a la presión en una disparadora de machos o junto a la misma o muy cerca de la misma, con el fin de minimizar las pérdidas de calor. La integración del generador de aire caliente se realiza preferiblemente mediante una conexión mecánica permanente con la disparadora de machos. El mando del generador de aire caliente se integra en el mando de la disparadora de machos.
- [0061]** Para el endurecimiento se emplea aire caliente con una temperatura de hasta 500° C y una sobrepresión de hasta 10 bares. El aire caliente puede también aspirarse con una presión negativa de hasta 1 bar. El mando y regulación del caudal se realiza dentro de un intervalo de hasta 40.000 l/min.
- [0062]** El procedimiento según la invención permite producir machos perdidos o piezas de molde para moldes de fundición con un sistema aglomerante respetuoso con el medio ambiente y con el lugar de trabajo. En una configuración ventajosa de la invención, el sistema aglomerante se trata de un sistema de un solo componente, lo que permite una aplicación simplificada. Adicionalmente, el aglutinante puede emplearse en pequeñas cantidades, preferiblemente basta una proporción de un 2% en peso de aglutinante, medida con respecto a la masa de la materia prima de moldeo. Mediante el empleo de cajas de machos no calentadas, por una parte se pone a disposición un procedimiento que ahorra energía y gastos y por otra parte pueden utilizarse también cajas de machos de materiales sensibles al calor. Los machos perdidos o las piezas moldeadas producidos o producidas de acuerdo con el procedimiento según la invención presentan ventajosamente, además de una resistencia primaria alta, también una resistencia secundaria baja tras el vaciado. Según la invención, el concepto de "resistencia primaria" designa la resistencia de los machos perdidos o las piezas moldeadas tras la producción. La resistencia primaria es preferiblemente alta, de manera que los machos perdidos o las piezas moldeadas sean muy duraderos o duraderas e inalterables al almacenamiento y no se descompongan durante su empleo. En el sentido de la invención, el concepto de "resistencia secundaria" designa la resistencia tras la producción de una pieza fundida por medio de un macho perdido o una pieza moldeada. La resistencia secundaria es preferiblemente baja, de manera que el macho perdido o la pieza moldeada pueda desprenderse rápida y fácilmente del molde de fundición.
- [0063]** La invención incluye también un aglutinante alcalino o de vidrio soluble destinado a aglutinar una materia prima de moldeo para machos perdidos o piezas de molde para moldes de fundición para la producción de piezas fundidas con contenido en una solución de silicato alcalino o de vidrio soluble con un módulo de 1,5 a 3,5 y aditivos naturales y/o sintéticos en una proporción de un 0,1 a un 25% en peso, medida con respecto a la proporción total del aglutinante, con un tamaño de grano de menos de 5 µm, siendo los aditivos naturales y/o sintéticos al menos silicato de aluminio, silicato de magnesio y silicato de sodio y aluminio, en cada caso en un 1 a un 5% en peso medido con respecto a la proporción total del aglutinante.
- [0064]** Los aglutinantes según la invención presentan ventajosamente una mayor fluidez y una menor absorción de agua que los aglutinantes conocidos. De este modo pueden producirse ventajosamente machos perdidos o piezas de molde con una resistencia mayor que con los aglutinantes usuales.
- [0065]** El aglutinante contiene preferiblemente al menos un aditivo natural y/o sintético más, seleccionado entre silicato de circonio, óxido de aluminio, hidróxido de aluminio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, óxido de titanio, hidróxido de titanio, aluminato de sodio, aluminato de potasio, aluminato de litio, germanato de sodio, germanato de potasio, germanato de litio, silicato de aluminio, silicato de magnesio, silicato de aluminio y magnesio, silicato de magnesio y hierro, óxido de hierro, hidróxido de hierro y dióxido de silicio en una proporción de, respectivamente, un 0 a un 3% en peso, medida con respecto a la proporción total del aglutinante.
- [0066]** El aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble es preferiblemente un aglutinante de un solo componente.

**[0067]** En un aglutinante de un solo componente, todos los componentes del aglutinante se presentan ventajosamente en una formulación y no han de mezclarse entre sí antes de la aplicación del aglutinante, lo que facilita la aplicación del aglutinante.

**[0068]** La invención incluye también la utilización del aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble para producir machos perdidos o piezas de molde para moldes de función para la producción de piezas fundidas.

**[0069]** Por medio de los ejemplos de realización mencionados se pretende explicar la invención más detalladamente, sin limitarla a éstos.

Ejemplo 1 - Producción de machos perdidos con aglutinantes conocidos

**[0070]** Se mezcla arena cuarzosa como materia prima de moldeo por una parte con un aglutinante conocido "aglutinante antiguo 1" y por otra parte con un aglutinante conocido "aglutinante antiguo 2". En este contexto, se producen mezclas de material de moldeo con una proporción de materia prima de moldeo de un 98% en peso y de un 98,5% en peso. La proporción de aglutinante en la mezcla de material de moldeo fue correspondientemente de un 2% en peso y de un 1,5% en peso. El dato del porcentaje en peso se refiere aquí a la proporción total de la mezcla de materia prima de moldeo y aglutinante. Para la mezcla se utilizó una mezcladora por cargas. El "aglutinante antiguo 1" es un aglutinante de silicato alcalino ya conocido, con un módulo de 2,3, que contiene solamente aditivos orgánicos en pequeñas proporciones (1,5% de oxoanión, 0,5% de poliol y 2% de hidróxido de sodio). El "aglutinante antiguo 2" es un aglutinante de silicato alcalino ya conocido, con un módulo de 2,3, que contiene aditivos orgánicos en pequeñas proporciones (1,5% de oxoanión, 0,5% de poliol y 2% de hidróxido de sodio) y un 0,5% de mejoradores de flujo.

**[0071]** La mezcla de material de moldeo acabada se traslada entonces al depósito de almacenamiento de una disparadora de machos (DISA Core EP 20). A continuación se llena la caja de machos no calentada con la mezcla de material de moldeo mediante una breve (2 s) aplicación de aire comprimido (2,5 bares).

**[0072]** Ahora se separa la caja de machos de la cabeza de soplado de la máquina y se acopla un generador de aire caliente (tipo DISA, potencia 8 kW). A continuación se hace pasar aire caliente por el macho perdido conformado, de acuerdo con los valores de temperatura, presión y tiempo indicados en las tablas.

**[0073]** Una vez concluida la inyección de aire caliente, se separa la caja de machos de la fuente de calor y se saca de la disparadora de machos. Después de abrir la caja de machos se puede retirar el macho y continuar procesándolo.

Ejemplo 2 - Producción de machos perdidos con aglutinantes de silicato alcalino o de vidrio soluble de un solo componente según la invención

**[0074]** Para producir los machos perdidos se utiliza arena cuarzosa como materia prima de moldeo. La arena cuarzosa se mezcla con una mezcladora por cargas en una proporción de un 98% en peso con un 2,0% en peso de aglutinante y, en un segundo ensayo, un 98,5% de arena cuarzosa y un 1,5% de aglutinante. Como aglutinantes de un solo componente se emplean soluciones de vidrio soluble (módulo 2,0 a 3,5) con los aditivos siguientes:

Aglutinante nuevo 1

**[0075]**

Solución de vidrio soluble módulo 2,3

Proporción total de aditivos 3,6% en peso

Proporción de aditivos 3% en peso de silicato de aluminio, 1% en peso de silicato de sodio y aluminio, < 1% en peso de silicato de circonio, medidas con respecto a la proporción total de aditivos.

Aglutinante nuevo 2

**[0076]**

Solución de vidrio soluble módulo 2,3

Proporción total de aditivos 3,9% en peso

Proporción de aditivos 3% en peso de silicato de aluminio, 1% en peso de silicato de sodio y aluminio, 2% en peso de silicato de magnesio, < 1% en peso de silicato de circonio, medidas con respecto a la proporción total de aditivos.

Aglutinante nuevo 3

**[0077]**

Solución de vidrio soluble módulo 2,5

Proporción total de aditivos 5,2% en peso

Proporción de aditivos 3% en peso de silicato de aluminio, 1% en peso de silicato de sodio y aluminio, 2% en peso de silicato de magnesio, < 1% en peso de silicato de circonio, medidas con respecto a la proporción total de aditivos.

**[0078]** La producción de los machos perdidos y la inyección de aire correspondiente se realizan según el procedimiento descrito en el ejemplo 1.

**[0079]** Los machos perdidos obtenidos según los ejemplos 1 y 2 se examinaron en cuanto a su resistencia a la flexión, resistencia a la presión y resistencia a la presión residual. Se determinaron los siguientes valores de propiedades:

5 La resistencia a la presión se determinó por medio de cuerpos cilíndricos de ensayo (preferiblemente 50 mm de diámetro y 50 mm de altura). Para ello, el cuerpo de ensayo se coloca con su superficie frontal entre dos discos de presión fijos y uno móvil y se somete a carga. La fuerza que se indica al romperse el cuerpo de ensayo y que está en relación con la sección transversal de éste se indica como resistencia a la presión en N/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la presión se determina de acuerdo con la hoja informativa de la VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute) "Prüfung von Tongebundenen Formstoffen - Bestimmung der Festigkeiten", edición 2, P38, abril de 1988.

10 **[0080]** La resistencia a la presión residual se determina análogamente a la resistencia a la presión.

**[0081]** La resistencia a la flexión se determina de acuerdo con la norma DIN 52404 y las prescripciones para la determinación de la resistencia a la flexión de la hoja informativa de la VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute) "Bindemittelprüfung - Prüfung von kalthärtenden, kunstharzgebundenen feuchten Formstoffen mit Aerosol- und/oder Gashärtung", P73, agosto de 1972.

15 **[0082]** Las tablas 1 y 2 documentan los valores de resistencia a la flexión y de resistencia a la presión para los ejemplos 1 y 2. La resistencia a la flexión y la resistencia a la presión se determinaron con el aparato universal para ensayos de resistencia Multiserv LRu-2e.

**[0083]** La tabla 3 documenta los valores de resistencia a la presión residual para los ejemplos 1 y 2 tras una fundición simulada a 400 °C y a 800 °C.

20 **[0084]** Las tablas 4 a 9 documentan los valores de ensayo alcanzados utilizando el aglutinante nuevo 1 con un contenido de aglutinante de un 1,5% en peso y un 2,0% en peso, con diferentes temperaturas y tiempos de inyección de aire.

25 **[0085]** Condiciones de ensayo de las tablas 4 a 9: presión de disparo 2,5 bares, tiempo de disparo 2,0 s, comprobación resistencia a la flexión en el pasador de flexión, los tiempos de la tabla indican el momento de ensayo después de retirar el cuerpo de muestra de la caja de machos; para resistencia a la presión residual 20 minutos de recocido de las muestras a la temperatura del ensayo, comprobación 1 hora tras el final del tratamiento de recocido, todos los valores de medición son medias de 3 mediciones individuales.

**[0086]** Para todos los ejemplos representados se utilizó arena cuarzosa Haltern H 32.



## ES 2 628 255 T3

Tabla 1: Valores de medición resistencia a la flexión

Presión de disparo 2,5 bares, tiempo de disparo 2 s, temperatura aire 150° C, presión 2 bares, 3 minutos de tiempo de endurecimiento, medias de 5 mediciones individuales			
Tipo de aglutinante - contenido de aglutinante en la mezcla base de moldeo [% en peso]	inmediatamente en N/cm <sup>2</sup>	tras 1 h en N/cm <sup>2</sup>	tras 24 h en N/cm <sup>2</sup>
Aglutinante antiguo 1 - 1,5% en peso	95	140	147,5
Aglutinante antiguo 2 - 1,5% en peso	113	134	155
Aglutinante nuevo 1 - 1,5% en peso	173	240	246,6
Aglutinante nuevo 2 - 1,5% en peso	156	206,2	212
Aglutinante nuevo 3 - 1,5% en peso	151	184,2	190
Aglutinante antiguo 1 - 2% en peso	179	230	137,5
Aglutinante antiguo 2 - 2% en peso	218	245	257,5
Aglutinante nuevo 1 - 2% en peso	269	334,2	345,8
Aglutinante nuevo 2 - 2% en peso	240	275	285
Aglutinante nuevo 3 - 2% en peso	214	247,5	274,2

Tabla 2: Valores de medición resistencia a la presión

Presión de disparo 2 bares, tiempo de disparo 1,5 s, temperatura aire 150° C, presión 1,5 bares, 2 minutos de tiempo de endurecimiento, medias de 3 mediciones individuales		
Tipo de aglutinante - contenido de aglutinante en la mezcla base de moldeo [% en peso]	tras 1 h en N/cm <sup>2</sup>	tras 24 h en N/cm <sup>2</sup>
Aglutinante antiguo 1 - 1,5% en peso	76,1	144,0
Aglutinante antiguo 2 - 1,5% en peso	237,7	284,9
Aglutinante nuevo 1 - 1,5% en peso	273,0	328,2
Aglutinante nuevo 2 - 1,5% en peso	253,0	353,8
Aglutinante nuevo 3 - 1,5% en peso	164,2	188,1
Aglutinante antiguo 1 - 2% en peso	223,2	276,6
Aglutinante antiguo 2 - 2% en peso	263,1	337,2
Aglutinante nuevo 1 - 2% en peso	270,6	402,0
Aglutinante nuevo 2 - 2% en peso	279,4	355,7
Aglutinante nuevo 3 - 2% en peso	261,4	369,8

Tabla 3: Valores de medición resistencia a la presión residual

Presión de disparo 2 bares, tiempo de disparo 1,5 s, temperatura aire 150° C, presión 1,5 bares, 2 minutos de tiempo de endurecimiento, medias de 3 mediciones individuales, carga a temperatura de ensayo 20 min, comprobación tras enfriamiento		
Tipo de aglutinante - contenido de aglutinante en la mezcla base de moldeo [% en peso]	tras 400°C en N/cm <sup>2</sup>	tras 800° C en N/cm <sup>2</sup>
Aglutinante antiguo 1 - 1,5% en peso	8,3	10,2
Aglutinante antiguo 2 - 1,5% en peso	17,6	59,8
Aglutinante nuevo 1 - 1,5% en peso	15,5	48,1
Aglutinante nuevo 2 - 1,5% en peso	11,9	65,8
Aglutinante nuevo 3 - 1,5% en peso	8,4	18,7
Aglutinante antiguo 1 - 2% en peso	15,9	29,0
Aglutinante antiguo 2 - 2% en peso	25,7	135,8
Aglutinante nuevo 1 - 2% en peso	15,1	56,7
Aglutinante nuevo 2 - 2% en peso	10,1	17,0
Aglutinante nuevo 3 - 2% en peso	10,4	54,2

Tabla 4: Aglutinante nuevo 1 - contenido de aglutinante 1,5% en peso - temperatura de inyección de aire: 170° C

Tiempo inyección de aire [min]	Resistencia a la flexión [N/cm <sup>2</sup> ]				Resistencia a la presión residual [N/cm <sup>2</sup> ] tras 20 min	
	inmediatamente	tras 1 h	tras 24 h	tras 48 h	400°C	800°C
3	233	233	182	182	28	0
2	212	217	232	193	28	8
1	162	210	200	208	0	0

5 Tabla 5: Aglutinante nuevo 1 - contenido de aglutinante 1,5% en peso - temperatura de inyección de aire: 160° C

Tiempo inyección de aire [min]	Resistencia a la flexión [N/cm <sup>2</sup> ]				Resistencia a la presión residual [N/cm <sup>2</sup> ] tras 20 min	
	inmediatamente	tras 1 h	tras 24 h	tras 48 h	400° C	800° C
3	200	200	200	190	30	0
2	120	107	163	137	0	0
1	150	123	140	157	7	0

Tabla 6: Aglutinante nuevo 1 - contenido de aglutinante 1,5% en peso - temperatura de inyección de aire: 150° C

Tiempo inyección de aire [min]	Resistencia a la flexión [N/cm <sup>2</sup> ]				Resistencia a la presión residual [N/cm <sup>2</sup> ] tras 20 min	
	inmediatamente	tras 1 h	tras 24 h	tras 48 h	400° C	800° C
3	215	202	193	157	23	13
2	212	197	190	187	23	12
1	193	198	170	155	27	7

Tabla 7: Aglutinante nuevo 1 - contenido de aglutinante 2,0% en peso - temperatura de inyección de aire: 170° C

Tiempo inyección de aire [min]	Resistencia a la flexión [N/cm <sup>2</sup> ]				Resistencia a la presión residual [N/cm <sup>2</sup> ] tras 20 min	
	inmediatamente	tras 1 h	tras 24 h	tras 48 h	400° C	800° C
3	280	270	255	255	7	0
2	267	300	243	235	28	7
1	157	253	273	240	30	13

Tabla 8: Aglutinante nuevo 1 - contenido de aglutinante 2,0% en peso - temperatura de inyección de aire: 160° C

Tiempo inyección de aire [min]	Resistencia a la flexión [N/cm <sup>2</sup> ]				Resistencia a la presión residual [N/cm <sup>2</sup> ] tras 20 min	
	inmediatamente	tras 1 h	tras 24 h	tras 48 h	400° C	800° C
3	253	313	252	267	0	0
2	207	207	263	232	23	20
1	170	260	254	197	28	7

Tabla 9: Aglutinante nuevo 1 - contenido de aglutinante 2,0% en peso - temperatura de inyección de aire: 150° C

Tiempo inyección de aire [min]	Resistencia a la flexión [N/cm <sup>2</sup> ]				Resistencia a la presión residual [N/cm <sup>2</sup> ] tras 20 min	
	inmediatamente	tras 1 h	tras 24 h	tras 48 h	400° C	800° C
3	277	317	237	253	22	0
2	260	237	252	240	23	17
1	137	270	205	240	20	7

- 5 **[0087]** Los ensayos muestran que el aglutinante de un solo componente según la invención puede utilizarse en la mezcla de material de moldeo en proporciones menores que las habituales en los sistemas aglutinantes conocidos hasta ahora según el estado actual de la técnica.
- [0088]** A pesar de las menores proporciones de aglutinante de un solo componente, de un 1,5 a un 2% en peso medidas con respecto a la cantidad de materia prima de moldeo empleada, se obtienen machos perdidos con
- 10 **[0089]** propiedades de resistencia como mínimo igual de buenas. Para ilustrarlo se produjeron machos perdidos o cuerpos moldeados con aglutinantes ya conocidos (“aglutinante antiguo 1” y “aglutinante antiguo 2”) con proporciones de aglutinante igual de bajas.
- [0090]** La tabla 1 muestra las resistencias a la flexión de los machos perdidos. Se ve claramente que los machos perdidos producidos con el aglutinante de un solo componente según la invención presentan inmediatamente, al
- 15 igual que después de 1 h y después de 24 h, resistencias a la flexión considerablemente mayores que las de los machos perdidos producidos con los aglutinantes usuales. Esta tendencia puede verse también en las resistencias a la presión.
- [0091]** Los valores de ensayo de las tablas 4 a 9 documentan que, con proporciones de aglutinante de un 1,5 y un 2,0% en peso, con temperaturas de inyección de aire de 150-170 °C y con tiempos de inyección de aire de 1 a 3
- 20 minutos, se alcanzan tanto valores muy altos para la resistencia a la flexión como valores muy bajos para la resistencia a la presión residual. Este comportamiento detectado en los cuerpos de muestra se aproxima mucho a la exigencia práctica de, en lo posible, resistencias primarias altas y resistencias secundarias muy bajas (en un caso ideal 0).

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir machos perdidos o piezas de molde para la producción de piezas fundidas, en el que se mezcla una materia prima de moldeo con un aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble y, con una disparadora de machos, se conforma en una caja de machos un macho perdido o una pieza moldeada para la producción de piezas fundidas, caracterizado por que el aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble contiene una solución de silicato alcalino o de vidrio soluble con un módulo de 1,5 a 3,5 y aditivos naturales y/o sintéticos en una proporción de un 0,1 a un 25% en peso, medida con respecto a la proporción total del aglutinante, con un tamaño de grano menor de 5  $\mu\text{m}$ , siendo los aditivos naturales y/o sintéticos al menos silicato de aluminio, silicato de magnesio y silicato de sodio y aluminio, respectivamente en una proporción de 1 a un 5% en peso medida con respecto a la proporción total del aglutinante, por que el macho perdido o la otra pieza moldeada se conforma en una caja de machos no calentada y por que el macho perdido así conformado o la pieza moldeada así conformada se endurece con aire caliente enriquecido con dióxido de carbono.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el aglutinante se mezcla con la materia prima de moldeo en proporciones de menos de un 5% en peso, medidas con respecto a la cantidad de la materia prima de moldeo.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que como materia prima de moldeo se emplea al menos una arena seleccionada entre arena cuarzosa, arena de circón, arena de cromita, arena de olivino, arena feldespática, arena de mullita, arena de chamota, arena de bauxita o arena de rutilo.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el aglutinante contiene al menos otro aditivo natural y/o sintético más, seleccionado entre silicato de circonio, óxido de aluminio, hidróxido de aluminio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, óxido de titanio, hidróxido de titanio, aluminato de sodio, aluminato de potasio, aluminato de litio, germanato de sodio, germanato de potasio, germanato de litio, silicato de aluminio, silicato de magnesio, silicato de aluminio y magnesio, silicato de magnesio y hierro, óxido de hierro, hidróxido de hierro y dióxido de silicio en una proporción de, en cada caso, un 0 a un 3% en peso, medida con respecto a la proporción total del aglutinante.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble se utiliza como un aglutinante de un solo componente.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que para el endurecimiento con aire caliente se utiliza un generador de aire caliente que está integrado mecánicamente o de forma resistente a la presión en la disparadora de machos o junto a la misma.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el generador de aire caliente está conectado a la disparadora de machos mediante una conexión mecánica permanente.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que el mando del generador de aire caliente se integra en el mando de la disparadora de machos.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el aire caliente se emplea con una temperatura de hasta 500 °C.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el aire caliente se utiliza con un contenido de dióxido de carbono de un 5 a un 99% en volumen, en relación con la proporción total del aire.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que el aire caliente se emplea con un caudal de hasta 40.000 l/min.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que el aire caliente se emplea con una presión de hasta 10 bares.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que con el aire caliente se realiza el endurecimiento durante un tiempo de 15 a 200 s.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que se realiza una aspiración dirigida del aire caliente mediante una presión negativa de hasta 1 bar.
15. Aglutinante alcalino o de vidrio soluble para aglutinar una materia prima de moldeo para machos perdidos o piezas de molde para la producción de piezas fundidas, que contiene una solución de silicato alcalino o de vidrio soluble con un módulo de 1,5 a 3,5 y aditivos naturales y/o sintéticos en una proporción de un 0,1 a un 25% en masa, medida con respecto a la proporción total del aglutinante, con un tamaño de grano de menos de 5  $\mu\text{m}$ , siendo

los aditivos naturales y/o sintéticos al menos silicato de aluminio, silicato de magnesio y silicato de sodio y aluminio, respectivamente en una proporción de 1 a un 5% en peso medida con respecto a la proporción total del aglutinante.

5 16. Aglutinante según la reivindicación 15, caracterizado por que el aglutinante contiene al menos otro aditivo natural  
10 y/o sintético más, seleccionado entre silicato de circonio, óxido de aluminio, hidróxido de aluminio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, óxido de titanio, hidróxido de titanio, aluminato de sodio, aluminato de potasio, aluminato de litio, germanato de sodio, germanato de potasio, germanato de litio, silicato de aluminio, silicato de magnesio, silicato de aluminio y magnesio, silicato de magnesio y hierro, óxido de hierro, hidróxido de hierro y dióxido de silicio en una proporción de, en cada caso, un 0 a un 3% en peso, medida con respecto a la proporción total del aglutinante.

17. Aglutinante según la reivindicación 15 o 16, caracterizado por que el aglutinante de silicato alcalino o de vidrio soluble es un aglutinante de un solo componente.

15 18. Utilización del aglutinante según la reivindicación 15 a 17 para producir machos perdidos o piezas de molde para moldes de función para la producción de piezas fundidas.

#### REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

#### Documentos de patente citado en la descripción

- DE 10321106 A1 [0011]
- DE 202008017975 U1 [0013]
- DE 2434431 A1 [0014]
- DE 102012020510 A1 [0015]
- DE 102007027577 A1 [0016]
- CN 1721103 A [0017]
- DE 102007023883 A1 [0018]
- EP 2163328 A1 [0019]
- EP 1095719 A2 [0020]
- WO 2006024540 A2 [0021]
- WO 2008046651 A1 [0022]

#### 10 Bibliografía no de patentes citada en la descripción

- Prüfung von Tongebundenen Formstoffen – Bestimmung der Festigkeiten. VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute)-Merkblatt. April 1988, 38 [0079]
- Bindemittelprüfung - Prüfung von kalthärtenden, kunstharzgebundenen feuchten Formstoffen mit Aerosol-und/oder Gashärtung. VDG (Verein Deutscher Giessereifachleute)-Merkblatt. August 1972, 73 [0081]