

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 309**

51 Int. Cl.:

B22C 1/04 (2006.01)
B22C 1/16 (2006.01)
B22C 9/12 (2006.01)
B22C 1/26 (2006.01)
B22C 1/18 (2006.01)
B22C 1/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2008** **PCT/EP2008/009177**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2009** **WO09056320**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2008** **E 08843523 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016** **EP 2209572**

54 Título: **Mezcla de material de moldeo con fluidez mejorada**

30 Prioridad:

30.10.2007 DE 102007051850

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
06.06.2017

73 Titular/es:

ASK CHEMICALS GMBH (100.0%)
Reisholzstrasse 16-18
40721 Hilden, DE

72 Inventor/es:

MÜLLER, JENS;
KOCH, DIETHER;
FROHN, MARCUS y
KÖRSCHGEN, JÖRG

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 615 309 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

Mezcla de material de moldeo con fluidez mejorada

- 5 La invención se refiere a una mezcla de material de moldeo para la producción de moldes de colada para el procesamiento de metales, los cuales comprenden al menos un material base de moldeo refractario, un aglutinante a base de vidrio soluble, así como una proporción de un óxido metálico en forma de partículas, que se selecciona del grupo del dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de zinc. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la producción de moldes de colada para el procesamiento de metales utilizando la mezcla de moldeo así como un molde de colada obtenido con el procedimiento.

10 Los moldes de colada para la producción de cuerpos metálicos se producen esencialmente en dos formas de realización. Un primer grupo lo forman los llamados núcleos o moldes. De estos se conforma el molde de colada, que en esencial representa el molde negativo de la pieza que se va a producir. Un segundo grupo lo forman los cuerpos huecos, llamados mazarotas, que actúan como depósito de compensación. Estos reciben metal líquido, para lo cual mediante medidas correspondientes se procura que el metal permanezca en la fase líquida durante más tiempo que el metal que se encuentra en el molde de colada que forma el molde negativo. Si el metal solidifica en el molde negativo, entonces el metal líquido del depósito de compensación puede fluir para compensar la contracción de volumen que se presenta cuando el metal solidifica.

15 Los moldes de colada constan de un material refractario, por ejemplo, arena de cuarzo, cuyos granos se unen con un aglutinante adecuado al desmoldar el molde de colada para garantizar una rigidez mecánica suficiente del molde de colada. Para la producción de moldes de colada, se utiliza así un material de moldeo base refractario, el cual fue tratado con un aglutinante adecuado. El material base de moldeo refractario se encuentra preferentemente en una forma granulada, de tal forma que se puede introducir en un molde hueco adecuado y compactarse allí. Mediante el aglutinante se produce una cohesión sólida entre las partículas del material base de moldeo, de tal forma que el molde de colada obtiene la estabilidad mecánica necesaria.

20 Los moldes de colada deben cumplir diferentes requisitos. En el propio proceso de colada deben presentar al principio una suficiente estabilidad y resistencia térmica para recibir al metal líquido en el molde hueco formado por uno o más moldes (parciales) de colada. Después del inicio del proceso de solidificación, se garantiza la estabilidad mecánica del molde de colada mediante una capa metálica solidificada, que se forma a lo largo de las paredes del molde hueco. El material del molde de colada debe descomponerse bajo la influencia del calor emitido por el metal, de tal forma que pierde su rigidez mecánica, así, se anula la cohesión entre las partículas individuales del material refractario. Esto se obtiene cuando el aglutinante, por ejemplo, se descompone bajo el efecto del calor. Después de enfriar, se sacude la pieza colada solidificada, con lo cual en el caso ideal el material de los moldes de colada se vuelve a desintegrar para dar lugar a una arena fina, que puede expulsarse de los espacios huecos del molde de metal.

30 Para la producción de moldes de colada pueden utilizarse tanto aglutinantes orgánicos como inorgánicos, cuyo endurecimiento puede realizarse respectivamente mediante un procedimiento frío o caliente. A este respecto, como procedimientos fríos se denominan procedimientos que se realizan esencialmente a la temperatura ambiente sin calentar el molde de colada. A este respecto, el endurecimiento se realiza en la mayoría de los casos mediante una reacción química que, por ejemplo, se produce cuando se conduce un gas como catalizador a través del molde que se va a endurecer. En el caso del procedimiento caliente, se calienta la mezcla de material de moldeo después de la conformación a una temperatura suficientemente elevada para, por ejemplo, eliminar el disolvente contenido en el aglutinante o para iniciar una reacción química mediante la cual el aglutinante se endurece, por ejemplo, mediante reticulación.

35 Actualmente para la producción de moldes de colada se utilizan una pluralidad de tales aglutinantes orgánicos, en los cuales la reacción de endurecimiento se acelera mediante un catalizador gaseoso o mediante la reacción con un endurecedor gaseoso. Estos procedimientos se designan como procedimientos "cold-box".

40 Un ejemplo para la producción de moldes de colada utilizando aglutinantes orgánicos es el llamado procedimiento Cold Box de Ashland. A este respecto, se trata de un sistema de dos componentes. El primer componente consiste en la solución de un polioliol, en la mayoría de los casos una resina fenólica. El segundo componente es la solución de un poliisocianato. Así, de acuerdo con el documento US 3.409.579 A, se hacen reaccionar los dos componentes del aglutinante de poliuretano, y después del moldeo se conduce una amina terciaria gaseosa a través de la mezcla de material base y aglutinante. En el caso de la reacción de endurecimiento de aglutinantes de poliuretano, se trata de una poliadición, es decir, una reacción sin disociación de subproductos como, por ejemplo, agua. A las otras ventajas de este procedimiento Cold-Box pertenecen buena productividad, precisión en las dimensiones de los moldes de colada así como buenas propiedades técnicas, como la rigidez de los moldes de colada, el tiempo de preparación de la mezcla de material base y aglutinante, etc.

65 Al procedimiento orgánico de endurecimiento en caliente pertenece el procedimiento Hot-Box a base de resinas fenólicas o de furano, el procedimiento Warm-Box a base de resinas de furano y el procedimiento de Croning a base

de resinas de fenol-novolaca. En el caso del procedimiento Hot-box así como del Warm-box, se procesan las resinas líquidas con un endurecedor efectivo solo a temperatura elevada para formar una mezcla de materiales de moldeo. En el caso de los procedimientos de Croning, se recubren los materiales base de moldeo, como cuarzo, arenas de mineral de cromo, arenas de circonio, etc., a una temperatura de aproximadamente 100 a 160 °C con una resina de fenol-novolaca líquida a esta temperatura. Como compañero de reacción para el endurecimiento posterior se agrega hexametilentetramina. En el caso de las tecnologías de endurecimiento calientes antes mencionadas, el moldeo y el endurecimiento tiene lugar en herramientas que pueden calentarse, que se calientan a una temperatura de hasta 300 °C.

Independientemente del mecanismo de endurecimiento, es común a todos los sistemas orgánicos que se descompongan térmicamente al introducir el metal líquido en el molde de colada y, a este respecto, pueden liberar materiales dañinos como, por ejemplo, benceno, tolueno, xilenos, fenol, formaldehído y productos de craqueo superiores parcialmente no identificados. Ciertamente, mediante distintas medidas ha sido posible minimizar estas emisiones, sin embargo no pueden evitarse completamente mediante aglutinantes orgánicos. También en el caso de sistemas híbridos orgánicos-inorgánicos que como, por ejemplo, en el caso de los aglutinantes utilizados para el procedimiento Resol-CO₂, contienen una fracción de compuestos orgánicos, se presentan tales emisiones indeseables al fundir los metales.

Para evitar la emisión de productos de descomposición durante los procesos de colada, deben utilizarse aglutinantes que se basan en materiales inorgánicos o que como máximo contienen una fracción muy pequeña de compuestos orgánicos. Tales sistemas aglutinantes ya se conocen desde hace tiempo.

Un primer grupo de aglutinantes inorgánicos se basan en el uso de vidrio soluble. En estos aglutinantes, el vidrio soluble forma el componente esencial del aglutinante. El vidrio soluble se mezcla con un material base de moldeo, por ejemplo, arena, para formar una mezcla de materiales de moldeo y a la mezcla de materiales de moldeo se le da forma de un cuerpo moldeado. Después del moldeo de la mezcla de materiales de moldeo, se endurece el vidrio soluble para dar al cuerpo moldeado la estabilidad mecánica deseada. Para esto se han desarrollado esencialmente tres procedimientos.

De acuerdo con el primer procedimiento, se extrae el agua del vidrio soluble, para lo cual se calienta el cuerpo moldeado producido con la mezcla de materiales de moldeo. Con esto se eleva la viscosidad del vidrio soluble y en la superficie de los granos de arena se forma una película dura forma modo de vidrio, la cual produce un enlace estable entre los granos de arena. Este procedimiento también se denomina como procedimiento de "endurecimiento en caliente".

De acuerdo con un segundo procedimiento, después del moldeo se conduce dióxido de carbono a través del cuerpo moldeado. A través del dióxido de carbono se precipitan los iones de sodio contenidos en el vidrio soluble como carbonato de sodio, lo que produce una solidificación inmediata del cuerpo moldeado. Durante un endurecimiento posterior puede realizarse una reticulación adicional del dióxido de silicio fuertemente hidratado. Este procedimiento también se denomina como procedimiento "endurecido con gas".

Finalmente, de acuerdo con un tercer procedimiento, al vidrio soluble se le agrega un éster como endurecedor. Los ésteres adecuados son, por ejemplo, acetatos de alcoholes polivalentes, carbonatos, como carbonato de propileno o de butileno, o lactonas, como butirolactona. En el ambiente alcalino del vidrio soluble se hidrolizan los ésteres, con lo cual se libera el ácido correspondiente y se produce una gelificación del vidrio soluble. Esta variante también se denomina como procedimiento de "auto-endurecimiento".

Así, se han desarrollado sistemas de aglutinantes, los cuales se pueden endurecer mediante la conducción de gases. Un sistema de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento GB 782 205, en el cual se utiliza un vidrio soluble alcalino como aglutinante, que puede endurecerse mediante la conducción de CO₂. En el documento DE 199 25 167 se describe una masa de mazarota exotérmica que contiene silicato alcalino como aglutinante.

En el documento DE 10 2004 057 669 B3 se describe el uso de vidrio soluble como aglutinante para la producción de moldes y núcleos para la colada metálica. Al vidrio soluble se le agregan una o varias sales metálicas poco solubles, debiendo ser estas sales metálicas tan insolubles que no reaccionen a temperatura ambiente en un grado considerable con el vidrio soluble. Las sales metálicas poco solubles pueden presentar originalmente una baja solubilidad. Pero también es posible proveer estas sales metálicas con un recubrimiento para obtener la insolubilidad deseada. En los ejemplos se utilizan fluoruro de calcio, una mezcla de fluoruro de aluminio e hidróxido de aluminio, así como una mezcla de hidróxido de magnesio e hidróxido de aluminio como sales metálicas poco solubles. Para mejorar la fluidez de una mezcla de materiales de moldeo producida por arena y la composición aglutinante, pueden agregarse además agentes tensioactivos o reticulantes.

Además, se han desarrollado sistemas de agentes aglutinantes que se auto-endurecen a temperatura ambiente. Un sistema tal basado en ácido fosfórico y óxidos metálicos está descrito, por ejemplo, en el documento US 5.582.232.

- En el documento WO 97/049646 se describe una composición aglutinante la cual es adecuada para la producción de mezclas de materiales de moldeo para producir moldes de colada y núcleos. Esta composición de aglutinante contiene un silicato, un fosfato y un catalizador, seleccionado del grupo que consiste en carbonatos alifáticos, carbonatos de alquileo cíclicos, ésteres de ácidos carboxílicos alifáticos, ésteres de ácidos carboxílicos cíclicos, ésteres de fosfato y mezclas de los mismos. Como fosfato se utiliza un polifosfato con una unidad iónica de la fórmula $((PO_3)_nO)$ en la cual n corresponde a la longitud de cadena media y se encuentra entre 3 y 45. La proporción de silicato:fosfato puede seleccionarse entre 97,5:2,5 y 40:60, en relación a los sólidos. Además, a la composición se le puede agregar un tensioactivo.
- En el documento US 6.139.619 se describe otro sistema de aglutinantes a base de una combinación de vidrio soluble y un vidrio de fosfato inorgánico amorfo soluble en agua. La proporción molar SiO_2 a M_2O del vidrio soluble asciende a entre 0,6 y 2,0, en donde M se selecciona del grupo de sodio, potasio, litio y amonio. De acuerdo con una forma de realización, el sistema aglutinante también puede contener una sustancia tensioactiva.
- Finalmente, se conocen también sistemas aglutinantes inorgánicos, que endurecen a temperaturas superiores, por ejemplo, en una herramienta caliente. Tales sistemas aglutinantes que endurecen con calor se conocen, por ejemplo, por el documento US 5.474.606, en el cual se describe un sistema aglutinante consistente en vidrio soluble alcalino y silicato de aluminio.
- Sin embargo los aglutinantes inorgánicos presentan todavía desventajas en comparación con los agentes aglutinantes orgánicos. Por ejemplo, los moldes de colada producidos con vidrio soluble como aglutinante poseen una resistencia relativamente reducida. Esto conduce en especial a problemas durante la extracción del molde de colada de la herramienta, ya que el molde de colada puede romperse. En este momento es especialmente importante una buena rigidez para la producción de partes de moldeo complicadas y de paredes delgadas y para su manejo seguro. La razón de las resistencias reducidas consiste en primer lugar en que los moldes de colada aún contienen agua residual de los aglutinantes. Los tiempos de permanencia prolongados en la herramienta caliente cerrada solo ayudan de manera limitada, ya que el vapor de agua no puede escapar de manera suficiente. Para alcanzar un secado lo más completo posible de los moldes de colada, en el documento WO 989/06522 se propone mantener la mezcla de material de moldeo después del desmoldado en un recipiente para núcleos templado durante un tiempo suficiente hasta que se forme una cáscara periférica dimensionalmente estable y resistente. Después de abrir el recipiente para núcleos, se extrae el molde y a continuación se seca completamente bajo el efecto de microondas. El secado adicional es sin embargo complicado, alarga el tiempo de producción de los moldes de colada y contribuye considerablemente a encarecer el proceso de producción, también debido a los costos de energía.
- Para garantizar la fluidez de una mezcla de materiales de moldeo refractaria a base de un aglutinante de vidrio soluble, se requieren cantidades relativamente altas de vidrio soluble. Esto conduce sin embargo a una reducción de la resistencia al fuego del molde de colada así como una mala desintegración después del proceso de colada. Con esto solo puede recuperarse una fracción reducida de la arena de moldeo utilizada para su reutilización en la producción de moldes de colada.
- En el documento DE 29 09 107 A se describe un procedimiento para la producción de moldes de colada de un material granulado y/o que contiene fibras con silicato de sodio o de potasio como aglutinante, agregándose a la mezcla una sustancia tensioactiva, preferentemente un tensioactivo, aceite de silicona o una emulsión de silicona.
- En el documento WO 95/15229 se describe una composición de aglutinante para aglutinar, por ejemplo, arena. Una tal composición de aglutinante puede utilizarse en la producción de núcleos y moldes. La composición de aglutinante comprende una mezcla de una solución acuosa de un silicato de metal alcalino, así, vidrio soluble, así como un compuesto tensioactivo soluble en agua. Al utilizar la composición de aglutinante se obtiene una mejora de la fluidez de la mezcla de moldeo.
- En el documento EP 1 095 719 A2 se describe un sistema de aglutinante a base de vidrio soluble. El sistema de aglutinante contiene vidrio soluble y una base higroscópica así como, además, una solución de emulsión con del 8 al 10 % de aceite de silicona, en relación a la cantidad de aglutinante, presentando el aceite de silicona un punto de ebullición ≤ 250 °C. La emulsión de silicona se utiliza para controlar las propiedades higroscópicas así como para mejorar la fluidez de la mezcla de moldeo.
- En el documento US 5.711.792 se describe una composición de aglutinante para producir moldes de colada, la cual comprende un aglutinante inorgánico que consta de una solución acuosa, que contiene cadenas de polifosfato y/o iones de borato, así como un compuesto tensioactivo soluble en agua. Mediante la adición del compuesto tensioactivo soluble en agua se aumenta la fluidez de la mezcla de moldeo.
- Otro punto débil de los aglutinantes inorgánicos conocidos hasta ahora es la reducida estabilidad de los moldes de colada así producidos frente a la elevada humedad del aire. Con esto no puede asegurarse un almacenamiento de los cuerpos de moldeo durante un periodo de tiempo prolongado, como en el caso de los aglutinantes orgánicos.

Los moldes de colada producidos con vidrio soluble como aglutinante frecuentemente muestran después de la colada metálica una mala desintegración. En especial cuando el vidrio soluble fue endurecido mediante el tratamiento con dióxido de carbono, el aglutinante puede vitrificarse bajo la influencia del metal caliente, de tal forma que el molde de colada se endurece mucho y se dificulta excesivamente la separación de la pieza colada. Por lo tanto, se ha intentado agregar a la mezcla de moldeo componentes orgánicos que se queman bajo la influencia del metal caliente y mediante la formación de poros facilitan una desintegración del molde de colada después de la colada.

En el documento DE 2 059 538 se describen mezclas de arena para el núcleo y el molde, las cuales contienen silicato de sodio como aglutinante. Para obtener una mejor desintegración del molde de colada después de la colada del metal, a la mezcla se le agrega jarabe de glucosa. La mezcla de arena de moldeo conformada como molde de colada se enlaza mediante la conducción de gas de dióxido de carbono. La mezcla de arena de moldeo contiene del 1 al 3 % en peso de jarabe de glucosa, del 2 al 7 % en peso de un silicato alcalino y una cantidad suficiente de una arena para núcleos o moldes. En los ejemplos se determinó que los moldes y los núcleos que contenían jarabe de glucosa presentan propiedades de desintegración mucho mejores que los moldes y los núcleos que contienen sacarosa o dextrosa pura.

En el documento WO 2006/024540 A2 se describe una mezcla de moldeo para producir moldes de colada para el procesamiento de metales, que comprende al menos un material base de moldeo refractario, así como un aglutinante a base de vidrio soluble. Al aglutinante se le agrega una parte de un óxido metálico en forma de partículas, que se selecciona del grupo de dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de zinc. Especialmente como óxido metálico en forma de partículas se prefiere utilizar ácido silícico precipitado o ácido silícico pirógeno. Mediante el óxido metálico en forma de partículas, en especial dióxido de silicio, se obtiene una desintegración muy sencilla del molde de colada después de la colada metálica, de tal forma que se requiere un esfuerzo reducido para retirar el molde de colada.

Mediante la adición del óxido metálico en forma de partículas a la mezcla de materiales de moldeo, sin embargo, se empeoran claramente las propiedades de fluidez de la mezcla de moldeo, de tal forma que durante la producción del molde de colada se presentan dificultades para obtener un grado de llenado uniforme del modelo y con esto una densidad uniforme del molde de colada. En el peor de los casos, también dentro del molde de colada pueden formarse zonas en las cuales la mezcla de moldeo no se compacta en absoluto. Estos puntos fallidos se transfieren a la pieza colada, de tal forma que esta se vuelve inutilizable. Como otro problema, una compactación no uniforme de la mezcla de material origina una elevada fragilidad del molde. Esto dificulta la automatización del proceso de colada, ya que los moldes de colada son difíciles de transportar sin sufrir daños. Por eso, se le agrega a la mezcla de moldeo refractaria preferentemente una fracción de un lubricante en forma de plaquitas, como grafito, mica o talco, que deben reducir la fricción entre los granos de arena individuales, de tal forma que también pueden producirse moldes de colada más complejos sin grandes dificultades.

Al aumentar la complejidad de las geometrías del grano, se imponen sin embargo mayores requisitos a la fluidez de la mezcla de moldeo. Estos problemas se resolvían hasta ahora con el uso de aglutinantes orgánicos, así de acuerdo con la exitosa introducción de aglutinantes inorgánicos en la producción en serie de fundiciones se expresó también el deseo de disponer de aglutinantes inorgánicos o mezclas de moldeo refractarias adecuados para moldes de colada muy complejos. A este respecto, debe garantizarse que los núcleos con tales geometrías complejas también pueden producirse industrialmente en serie. Así, deben poder mantenerse ciclos de procesamiento cortos durante la producción del núcleo, en donde el núcleo en todas las fases de su producción debe presentar una resistencia suficientemente elevada, de tal forma que, por ejemplo, también sea posible una producción automática sin que sufran daños las zonas de paredes delgadas del núcleo. A este respecto, la resistencia de los núcleos en todos los pasos del proceso de producción también debe asegurarse para las propiedades variables de la arena de moldeo utilizada. Para la producción de núcleos no es necesario que se utilice arena nueva. Más bien, la arena de moldeo después de la colada se vuelve a procesar y el producto regenerado se utiliza entonces otra vez para la producción de moldes y núcleos. En el caso de la regeneración de la arena de moldeo, se vuelve a retirar la fracción principal del agente aglutinante restante en la superficie de los granos de arena. Esto puede realizarse, por ejemplo, de forma mecánica, al moverse la arena, de tal forma que los granos de arena se frotan entre sí. A continuación, se elimina el polvo a la arena y esta se vuelve a utilizar. Sin embargo, en la mayoría de los casos no es posible retirar completamente la capa de aglutinante. Mediante el efecto mecánico también puede dañarse el grano de arena, de tal forma que se crea un compromiso entre la necesidad de retirar lo más completamente posible el agente aglutinante y no dañar los requisitos del grano de arena. Por eso, en la mayoría de los casos no es posible, con la regeneración de la arena de moldeo utilizada, volver a recuperar las propiedades de una arena nueva. En la mayoría de los casos, el regenerado presenta una superficie más rugosa en comparación con la arena nueva. Esto influye sobre la producción o incluso sobre las propiedades de flujo de una mezcla de moldeo producida con el regenerado.

Por eso, la invención se basó en el objetivo de proporcionar una mezcla de material de moldeo para la producción de moldes de colada para el procesamiento de metales, que comprende al menos un material de moldeo refractario así como un sistema de agentes aglutinantes a base de vidrio soluble, en el cual la mezcla de material de moldeo contiene una fracción de un óxido metálico en forma de partículas, que se selecciona del grupo del dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de zinc, que permiten la producción de moldes de colada con geometrías

muy complejas y, por ejemplo, también pueden comprender secciones de paredes delgadas.

Este objetivo se consigue con una mezcla de material de moldeo con las características de la reivindicación 1. Otros perfeccionamientos ventajosos de la mezcla de material de moldeo de acuerdo con la invención son objeto de las reivindicaciones independientes.

Mediante la adición de al menos una sustancia tensioactiva puede mejorarse considerablemente la fluidez de la mezcla de moldeo. En el caso de la producción de moldes de colada, se obtiene una densidad claramente mayor, es decir, el empaque de las partículas del material base de moldeo refractario se empaqueta de manera claramente más densa. Con esto se eleva la estabilidad del molde de colada y también en secciones geométricas muy complicadas del molde de colada pueden reducirse claramente las fallas que producen un empeoramiento del cuadro de colada. Como otra ventaja, al utilizar la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención para producir moldes de colada, se reduce esencialmente el esfuerzo mecánico de las herramientas de moldeo. Se minimiza el efecto abrasivo de la arena sobre la herramienta, de tal forma que se reduce el coste de mantenimiento. La fluidez aumentada de la mezcla de moldeo permite además una reducción de las presiones de inyección en las máquinas inyectoras de los núcleos sin que para esto se tenga que contar con una peor compactación de núcleo.

Sorprendentemente, mediante la adición del material activo en la superficie, también pudo obtenerse un aumento de la resistencia al calor del núcleo. Después de la producción de un núcleo, este puede extraerse por ello rápidamente de la herramienta de moldeo, de tal forma que son posibles ciclos de producción cortos. Esto también es posible para núcleos que comprenden secciones de pared delgada, que también son sensibles contra una carga mecánica.

La mezcla de material de moldeo de acuerdo con la invención se endurece después del moldeo preferentemente mediante la extracción del agua y por la iniciación de una policondensación. El material tensioactivo sorprendentemente no ejerce ningún efecto negativo sobre la resistencia al calor de un cuerpo moldeado que fue producido con la mezcla de material de moldeo, aunque en realidad había esperado que el material tensioactivo perturbara la formación de la estructura en la película vítrea y con esto condujera a una reducción de la resistencia al calor.

La mezcla de material de moldeo de acuerdo con la invención para producir moldes de colada para el procesamiento de metales comprende al menos:

- un material base de moldeo refractario;
- un aglutinante a base de vidrio soluble;
- una fracción de un óxido metálico en forma de partículas que se selecciona del grupo del dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de zinc;

de acuerdo con la invención, a la mezcla de materiales de moldeo se le agrega una fracción de al menos un material tensioactivo.

Como material base de moldeo refractario pueden utilizarse materiales habituales para la producción de moldes de colada. Por ejemplo, son adecuadas arenas de cuarzo o de circonio. Además, también son adecuados materiales base de moldeo refractarios en forma de fibras como, por ejemplo, fibras de chamota. Otros materiales base de moldeo refractarios adecuados son, por ejemplo, olivina, arena de mineral de cromo, vermiculita.

Además, como materiales base de moldeo refractarios también pueden usarse materiales artificiales como, por ejemplo, esferas huecas de silicato de aluminio (denominadas microesferas), perlas de vidrio, granulado de vidrio o materiales base de moldeo cerámicos en forma de esferas conocidos bajo el nombre de "Cerabeads®" o "Carboaccucast®". Estos materiales base de moldeo cerámicos en forma de esferas contienen como minerales, por ejemplo, mulita, corindón, β -cristobalita en diferentes proporciones. Contienen como fracción esencial óxido de aluminio y dióxido de silicio. Las composiciones típicas contienen, por ejemplo, Al_2O_3 y SiO_2 en aproximadamente las mismas proporciones. Además, pueden estar contenidos otros componentes en fracciones del <10 %, como TiO_2 , Fe_2O_3 . El diámetro de los materiales base de moldeo de forma esférica asciende preferentemente a menos de 1000 μm , en especial menos de 600 μm . Son también adecuados los materiales base de moldeo refractarios producidos sintéticamente como, por ejemplo, mulita ($x \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot y \text{ SiO}_2$, siendo $x = 2$ a 3, $y = 1$ a 2; fórmula ideal: Al_2SiO_5). Estos materiales base de moldeo sintéticos no proceden de un origen natural y pueden ser sometidos también a procedimientos de moldeo especiales como, por ejemplo, durante la producción de esferas huecas de silicato de aluminio, perlas de vidrio o materiales base de moldeo cerámicos en forma esférica.

De acuerdo con una forma de realización, como materiales base de moldeo sintéticos refractarios se utilizan materiales de vidrio. Estos se utilizan en especial ya sea como esferas de vidrio o como granulado de vidrio. Como vidrio pueden utilizarse vidrios comunes, prefiriéndose los vidrios que muestran un elevado punto de fusión. Son adecuadas, por ejemplo, perlas de vidrio y/o granulado de vidrio que se produce de vidrio roto. Igualmente adecuados son los vidrios de borato. La composición de este tipo de vidrios se indica de manera ejemplificativa en la

siguiente tabla.

Tabla: Composición de vidrios

Componente	Vidrio roto	Vidrio de borato
SiO ₂	50 - 80 %	50 - 80 %
Al ₂ O ₃	0 - 15 %	0 - 15 %
Fe ₂ O ₃	< 2 %	< 2 %
M ^{II} O	0 - 25 %	0 - 25 %
M ₂ O	5 - 25 %	1 - 10 %
B ₂ O ₃		< 15 %
Otros	< 10 %	< 10 %
M ^{II} : metal alcalino térreo, por ejemplo, Mg, Ca, Ba M ^I : metal alcalino, por ejemplo, Na, K		

- 5 Sin embargo, además de los vidrios presentados en la tabla, también pueden utilizarse otros vidrios cuyo contenido de los compuestos antes mencionados se encuentre fuera de los rangos mencionados. Igualmente, pueden utilizarse también vidrios especiales, que además de los óxidos mencionados también pueden contener otros elementos o sus óxidos.
- 10 El diámetro de las esferas de vidrio asciende preferentemente de 1 a 1000 µm, preferentemente 5 a 500 µm y de manera especialmente preferente de 10 a 400 µm.

En las pruebas de colada con aluminio se encontró que al utilizar materiales base de moldeo sintéticos, sobre todo perlas de vidrio, granulado de vidrio o microesferas, después de colar permanece adherida menos arena de moldeo en la superficie metálica que con el uso de arena de cuarzo pura. El uso de materiales base de moldeo sintéticos hace posible la obtención de superficies de colada más planas, en las cuales no se requiere un complicado tratamiento posterior mediante radiación o por lo menos en una medida considerablemente menor.

- 20 No es necesario formar todo el material base de moldeo de materiales base de moldeo sintéticos. La fracción preferente de materiales base de moldeo sintéticos se encuentra al menos aproximadamente en el 3 % en peso, especialmente preferente al menos en el 5 % en peso, de manera especialmente preferente en al menos el 10 % en peso, preferentemente al menos aproximadamente en el 15 % en peso, de manera especialmente preferente al menos aproximadamente en el 20 % en peso, en relación a la cantidad total del material de moldeo refractario. El material base de moldeo refractario presenta preferentemente un estado vertible, de tal forma que la mezcla de moldeo de acuerdo con la invención puede procesarse en máquinas de inyección de núcleos comunes.

- 30 Como otro componente, la mezcla de material de moldeo de acuerdo con la invención presenta un aglutinante a base de vidrio soluble. Como vidrio soluble pueden utilizarse a este respecto vidrios solubles comunes como los que ya se utilizan como aglutinantes en mezclas de material de moldeo. Estos vidrios solubles contienen silicatos de sodio o de potasio disueltos y pueden producirse mediante la disolución de silicatos vítreos de potasio y de sodio en agua. El vidrio soluble presenta preferentemente un módulo de SiO₂/M₂O en el rango de 1,6 a 4,0, en especial de 2,0 a 3,5, siendo M sodio y/o potasio. Los vidrios solubles presentan preferentemente una fracción de sólidos en el rango del 30 al 60 % en peso. La fracción de sólidos se refiere a la cantidad contenida en el vidrio soluble de SiO₂ y M₂O. El aglutinante a base de vidrio soluble puede contener, además de vidrio soluble, otros componentes que funcionan como aglutinante. Preferentemente, sin embargo, se utiliza vidrio soluble puro como aglutinante. El contenido de sólidos del vidrio soluble preferentemente está formado por más del 80 % en peso, más preferentemente al menos el 90 % en peso, especialmente preferente al menos el 95 % en peso y de acuerdo con otra forma de realización al menos el 98 % en peso, como silicatos alcalinos. Siempre y cuando el aglutinante contenga fosfatos, entonces asciende su proporción, calculado como P₂O₅ y en relación al contenido de sólidos del vidrio soluble, preferentemente menos del 10 % en peso, más preferentemente menos del 5 % en peso y de acuerdo con otra forma de realización menos del 2 % en peso. De acuerdo con una forma de realización, el aglutinante no contiene fosfato.

- 45 Además, la mezcla de material de moldeo contiene una fracción de un óxido metálico en forma de partículas, que se selecciona del grupo de dióxido de silicio, óxido de aluminio, dióxido de titanio y óxido de zinc. El tamaño de partícula primario promedio del óxido metálico en forma de partículas puede ser preferentemente entre 0,10 µm y 1 µm. Debido a la aglomeración de las partículas primarias, sin embargo, el tamaño de partícula del óxido de metal asciende preferentemente a menos de 300 µm, preferentemente menos de 200 µm, de manera especialmente preferente menos de 100 µm. De acuerdo con una forma de realización, el tamaño de partícula asciende a más de 5 µm, de acuerdo con otra forma de realización, a más de 10 µm, de acuerdo con otra forma de realización, a más de 15 µm. El tamaño de partícula promedio se encuentra preferentemente en el rango de 5 a 90 µm, de manera especialmente preferente de 10 a 80 µm y más especialmente en el rango de 15 a 50 µm. El tamaño de partícula

puede determinarse, por ejemplo, mediante análisis de tamiz. En especial se prefiere que el residuo del tamiz con un tamaño de malla de 63 μm ascienda a menos del 10 % en peso, preferentemente a menos del 8 % en peso.

Especialmente se prefiere utilizar dióxido de silicio como óxido metálico en forma de partículas, prefiriéndose especialmente en este caso dióxido de silicio amorfo producido sintéticamente.

El dióxido de silicio en forma de partículas no debe equipararse al material base de moldeo refractario. Si, por ejemplo, se utiliza arena de cuarzo como material base de moldeo refractario, entonces la arena de cuarzo no puede funcionar simultáneamente como dióxido de silicio en forma de partículas. La arena de cuarzo muestra en un patrón de difracción de rayos X un reflejo muy nítido, mientras que el dióxido de silicio amorfo presenta un reducido grado de cristalización y por lo tanto en el patrón de difracción de rayos X muestra un reflejo claramente más ancho.

Como dióxido de silicio en forma de partículas se utiliza preferentemente ácido silícico precipitado o ácido silícico pirógeno. Estos ácidos silícicos pueden utilizarse tanto individualmente como en mezcla. El ácido silícico precipitado se obtiene mediante la reacción con una solución de silicato alcalino acuoso con ácidos minerales. El precipitado subsecuentemente se separa, seca y muele. Por ácidos silícicos pirógenos se entienden ácidos silícicos que se obtienen a elevadas temperaturas mediante la coagulación de la fase gaseosa. La producción de ácidos silícicos pirógenos puede realizarse, por ejemplo, mediante hidrólisis pirógena de tetracloruro de silicio o en un horno de arco eléctrico mediante la reducción de arena de cuarzo con coque o antracita para dar lugar a gas de monóxido de silicio con la subsecuente oxidación para formar dióxido de silicio. Los ácidos silícicos pirógenos producidos de acuerdo con el procedimiento de horno de arco eléctrico aún pueden contener carbono. Los ácidos silícicos precipitados y ácidos silícicos pirógenos son igual de adecuados para la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención. Estos ácidos silícicos se denominan además "dióxido de silicio amorfo sintético".

El ácido silícico pirógeno se caracteriza por una superficie específica muy alta. Preferentemente, el dióxido de silicio en forma de partículas presenta una superficie específica de más de 10 m^2/g , de acuerdo con otra forma de realización, de más de 15 m^2/g . De acuerdo con una forma de realización, el dióxido de silicio en forma de partículas presenta una superficie específica menor a 40 m^2/g , de acuerdo con otra forma de realización, menor a 30 m^2/g . La superficie específica puede determinarse mediante la adsorción de nitrógeno de acuerdo con la norma DIN 66131.

De acuerdo con una forma de realización, el dióxido de silicio en forma de partículas amorfas sin compactar presenta una densidad aparente mayor de 100 m^3/kg , de acuerdo con otra forma de realización, mayor de 150 m^3/kg . De acuerdo con una forma de realización, el dióxido de silicio en forma de partículas amorfo sin compactar presenta una densidad aparente de menos de 500 m^3/g , de acuerdo con otra forma de realización, presenta una densidad aparente menor de 400 m^3/g .

Los inventores suponen que el vidrio soluble fuertemente alcalino puede reaccionar con los grupos silanol dispuestos en la superficie del dióxido de silicio amorfo producido sintéticamente y que al evaporarse el agua se forma un enlace intenso entre el dióxido de silicio y el vidrio soluble que en ese momento es sólido.

Como componente adicional esencial, la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención contiene una sustancia tensioactiva. Por sustancia tensioactiva se entiende una sustancia que sobre una superficie acuosa puede formar una capa monomolecular, así, por ejemplo, está capacitada para formar una membrana. Además, mediante una sustancia tensioactiva se reduce la tensión superficial del agua. Las sustancias tensioactivas adecuadas son, por ejemplo, aceites de silicona.

Especialmente, se prefiere que la sustancia tensioactiva sea un surfactante. Los surfactantes comprenden una parte hidrófila y una parte hidrófoba, cuyas propiedades están compensadas de tal forma que los surfactantes en una fase acuosa, por ejemplo, forman micelas o pueden acumularse en la superficie límite.

Se pueden utilizar todas las clases de surfactantes en la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención. Además de los surfactantes aniónicos, también son adecuados los surfactantes no iónicos, los surfactantes catiónicos así como surfactantes anfotéricos. Tensioactivos no iónicos a modo de ejemplo son, por ejemplo, alcoholes de cadena larga etoxilados o propoxilados, aminas o ácidos, como etoxilado de alcoholes grasos, etoxilados de fenol de alquilo, etoxilado de aminas grasas, etoxilados de alcohol graso, etoxilados de ácidos grasos, los correspondientes propoxilatos o también los surfactantes de azúcar como, por ejemplo, poliglucosidos a base de alcoholes grasos. Los alcoholes grasos comprenden preferentemente de 8 a 20 átomos de carbono. Surfactantes catiónicos adecuados son compuestos de alquilamonio y compuestos de imidazolinio.

Preferentemente, se utilizan surfactantes aniónicos para las mezclas de material de moldeo de acuerdo con la invención. El surfactante aniónico comprende como grupo hidrófilo polar preferentemente un grupo sulfato, sulfonato, fosfato o carboxilato, prefiriéndose especialmente los grupos sulfato o fosfato. Si se utilizan surfactantes aniónicos que contengan grupos sulfato, entonces se utilizan preferentemente los monoésteres del ácido sulfúrico. Si se utilizan grupos fosfato como grupos polares del surfactante aniónico, entonces son especialmente preferentes los mono- y diésteres del ácido ortofosfórico.

Los surfactantes utilizados en la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención tienen en común que la sección hidrófoba no polar está formada preferentemente por grupos alquilo, arilo y/o aralquilo, que preferentemente comprenden más de 6 átomos de carbono, de manera especialmente preferente de 8 a 20 átomos de carbono. La sección hidrófoba puede presentar tanto cadenas lineales como también estructuras ramificadas. Igualmente, pueden utilizarse mezclas de diferentes surfactantes.

Los surfactantes aniónicos especialmente preferentes se seleccionan del grupo del sulfato de oleilo, sulfato de estearilo, sulfato de palmitilo, sulfato de miristilo, sulfato de laurilo, sulfato de decilo, sulfato de octilo, sulfato de 2-etilhexilo, sulfato de 2-etildecilo, sulfato de palmiloileilo, sulfato de linoilo, sulfonato de laurilo, sulfonato de 2-etildecilo, sulfonato de palmitilo, sulfonato de estearilo, sulfonato de 2-etilestearilo, sulfonato de linolilo, fosfato de hexilo, fosfato de 2-etilhexilo, fosfato de caprilo, fosfato de laurilo, fosfato de miristilo, fosfato de palmitilo, fosfato de palmitleilo, fosfato de oleilo, fosfato de estearilo, fosfato de poli-(1,2-etandiil)-fenolhidroxi, fosfato de poli-(1,2-etandiil)-estearilo, así como fosfato de poli-(1,2-etandiil)-oleilo.

En la mezcla de material de moldeo de acuerdo con la invención está contenida una sustancia tensioactiva pura en relación al peso del material base de moldeo refractario preferentemente en un porcentaje del 0,001 al 1 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,01 al 0,5 % en peso. Frecuentemente, se ofrecen estas sustancias tensioactivas comercialmente como soluciones del 20 al 80 %. En este caso, se prefieren en especial las soluciones acuosas de las sustancias tensioactivas.

En principio, la sustancia tensioactiva puede utilizarse tanto en forma disuelta, por ejemplo, en el aglutinante, como componente separado o a través de un componente sólido, que funciona como material portador, por ejemplo, en un aditivo que se agrega a la mezcla de material de moldeo. Especialmente, se prefiere que la sustancia tensioactiva esté disuelta en el aglutinante.

De acuerdo con una forma de realización preferente, el material base de moldeo refractario se forma mensualmente menos parcialmente de un material base de moldeo refractario regenerado. Por un material de moldeo refractario regenerado se entiende un material de moldeo refractario que ya había sido usado al menos una vez para la producción de moldes de colada y después se volvió a procesar para otra vez devolverse al proceso de producción de moldes de colada.

La capacidad de flujo mejorada observada en la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención es especialmente importante cuando la mezcla de materiales de moldeo contiene, en vez de un material base de moldeo refractario puro, por ejemplo, una arena de cuarzo pura, fracciones de un material base de moldeo refractario regenerado, por ejemplo, una arena de cuarzo regenerada. Los materiales de moldeo refractario regenerados, independientemente del tipo de regeneración, contienen todavía residuos del aglutinante, que pueden disolverse directamente de la superficie del grano. Estos residuos confieren al regenerado un "carácter obtuso" y reducen la fluidez de la mezcla de material de moldeo. Debido a esto, en la práctica los moldes complicados frecuentemente solo pueden producirse con arena nueva. La mezcla de material de moldeo de acuerdo con la invención presenta sin embargo una buena fluidez, aun cuando la mezcla de material de moldeo comprende fracciones de material base de moldeo refractario regenerado, tal que es posible la producción de núcleos con geometría muy complicada. Sorprendentemente, se encontró que los moldes que se producen con material de moldeo refractario regenerado igualmente presentan una muy elevada solidez, en especial resistencia al calor. Esta resistencia es claramente mayor que en los moldes que se producen de una mezcla de material de moldeo que además del vidrio soluble como aglutinante también contiene un dióxido de silicio amorfo en partículas finas, sin embargo ningún tensioactivo, en especial ningún surfactante.

Para la regeneración pueden utilizarse todos los materiales base de moldeo refractarios, por ejemplo, los materiales base de moldeo refractarios mencionados antes. También el aglutinante con el cual está contaminado el material base de moldeo refractario antes de la regeneración no está sujeto a ninguna limitación. En el caso anterior del uso del material de moldeo refractario pueden utilizarse tanto aglutinantes orgánicos como también inorgánicos. Pueden utilizarse para la regeneración tanto mezclas de diferentes materiales base de moldeo refractarios utilizados como también clases puras de materiales base de moldeo refractarios utilizadas. Preferentemente, se utilizan materiales base de moldeo refractarios regenerados que se producen de solo una clase de material de moldeo refractario utilizado, conteniendo el material base de moldeo refractario utilizado restos de un aglutinante preferentemente inorgánico, de manera especialmente preferente un aglutinante a base de vidrio soluble, en especial un aglutinante que fundamentalmente está conformado de vidrio soluble.

Para la regeneración del material base de moldeo refractario pueden utilizarse cualquier procedimiento. Así, puede regenerarse el material base de moldeo refractario utilizado, por ejemplo, de manera mecánica, eliminándose por frotamiento los residuos de aglutinante o los productos de descomposición que permanecen después de la colada sobre el material base de moldeo refractario. Para esto, por ejemplo, puede moverse fuertemente la arena, de tal forma que mediante la colisión con los granulos vecinos se disuelven los residuos de material aglutinante que de adhieren a estos. Los residuos de material aglutinante pueden separarse entonces del material base de moldeo refractario regenerado mediante tamizado y desempolvado. Eventualmente, puede pretratarse el material base de moldeo refractario utilizado también térmicamente para debilitar al hacerla porosa la película de aglutinante sobre los

gránulos del material de moldeo refractario, de tal forma que puede ser desprendido fácilmente. En especial cuando el material base de moldeo refractario utilizado todavía contiene residuos de vidrio soluble como aglutinante, puede realizarse el procesamiento de tal forma que el material base de moldeo refractario utilizado se lava con agua.

- 5 Los materiales base de moldeo refractarios utilizados también pueden ser regenerados térmicamente. Una tal regeneración es habitual, por ejemplo, en el caso de materiales base de moldeo refractarios utilizados que están contaminados con residuos de aglutinantes orgánicos. En el caso de entrada de aire se queman esos residuos de radicales orgánicos. Eventualmente, puede realizarse una prelimpieza mecánica, de tal forma que se retire ya una parte de los residuos de aglutinante.

10 Especialmente, se prefiere utilizar un material base de moldeo refractario regenerador que se ha obtenido de un material base de moldeo refractario utilizado contaminado con vidrio soluble, en el cual el material de moldeo refractario utilizado se ha regenerado térmicamente. En un tal procedimiento de regeneración, se prepara un material base de moldeo refractario, el cual está compactado con un aglutinante a base de vidrio soluble. La arena de fundición utilizada se somete entonces a un tratamiento térmico, en donde el material base de moldeo refractario utilizado se calienta a una temperatura de al menos 200 °C.

Un procedimiento de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento WO2008/101668 A1.

- 20 La fracción del material base de moldeo refractario regenerado en el material base de moldeo refractario contenido en la mezcla de materiales de moldeo puede seleccionarse aleatoriamente. El material base de moldeo refractario puede consistir completamente de material base de moldeo refractario generado. Pero también es posible que el material base de moldeo refractario contenga solamente pequeñas fracciones de material base de moldeo refractario regenerado. Por ejemplo, la fracción de material base de moldeo refractario regenerado puede encontrarse entre el 10 y el 90 % en peso, de acuerdo con otra forma de realización, entre el 20 y el 80 % en peso, en relación al material base de moldeo refractario contenido en la mezcla de materiales de moldeo. Pero también son posibles fracciones mayores o menores.

30 De acuerdo con una forma de realización, a la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención se le agrega al menos un carbohidrato. Mediante la adición de carbohidratos a la mezcla de materiales de moldeo pueden producirse moldes de colada a base de aglutinantes inorgánicos que presentan una elevada solidez tanto inmediatamente después de la producción como también después de un almacenamiento prolongado. Además, después de la colada de metal, se obtiene una pieza colada con una calidad superficial muy elevada, de tal forma que después de retirar el molde de colada solo se requiere un ligero procesamiento posterior de la superficie de la pieza de colada. Como carbohidratos pueden usarse tanto mono o disacáridos como también oligo- o polisacáridos de elevado peso molecular. Los carbohidratos pueden utilizarse tanto como compuestos individuales como mezclas de diferentes carbohidratos. En la pureza de los carbohidratos utilizados no se imponen requisitos exagerados. Es suficiente cuando los carbohidratos, en relación al peso seco, presentan una pureza mayor al 80 % en peso, de manera especialmente preferente mayor al 90 % en peso, de manera especialmente preferente mayor al 95 % en peso, respectivamente en relación al peso seco. Las unidades de monosacáridos de los carbohidratos pueden estar enlazados de cualquier manera. Los carbohidratos presentan preferentemente una estructura lineal, por ejemplo, un enlace 1,4- α - o β -glucósidos. Sin embargo, los carbohidratos pueden presentar total o completamente enlaces 1,6 como, por ejemplo, amilopectina, que presenta hasta el 6 % de enlaces α -1,6.

- 45 La cantidad del carbohidrato puede seleccionarse relativamente reducida para observar ya un efecto claro en la solidez de los moldes de colada antes de la colada o una mejora clara en la calidad de la superficie. Preferentemente, se selecciona una fracción del carbohidrato, en relación al material base de moldeo refractario, en el intervalo del 0,01 al 10 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,02 al 5 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,05 al 2,5 % en peso, y de manera especialmente más preferente en el intervalo del 0,1 al 0,5 % en peso. Ya fracciones reducidas de carbohidratos en el intervalo de aproximadamente el 0,1 % en peso conducen a efectos claros.

55 De acuerdo con otra forma de realización, el carbohidrato puede estar contenido en forma no derivada en la mezcla de material de moldeo. Este tipo de carbohidratos pueden obtenerse ventajosamente de fuentes naturales, como plantas, por ejemplo, cereales o patatas. El peso molecular de este tipo de carbohidratos obtenidos de fuentes naturales puede reducirse, por ejemplo, mediante hidrólisis química o enzimática para, por ejemplo, mejorar la solubilidad en agua. Además de carbohidratos no derivados que solo están conformados de carbono, oxígeno e hidrógeno, sin embargo, también pueden utilizarse carbohidratos derivados, en los cuales, por ejemplo, una parte o todos los grupos hidroxilo están eterificados, por ejemplo, con grupos alquilo. Los carbohidratos derivados adecuados son, por ejemplo, etilcelulosa o carboximetilcelulosa.

En sí, pueden utilizarse carbohidratos de bajo peso molecular, como mono- o disacáridos. Ejemplos son glucosa o sacarosa. Pero los efectos ventajosos se observan en especial con el uso de oligo- o polisacáridos. Por eso, de manera especialmente preferente se utiliza un oligo- o polisacárido como carbohidrato.

65

Aquí se prefiere que el oligo- o polisacárido presente una masa molar en el intervalo de 1000 a 100 000 g/mol, preferentemente 2000 a 30 000 g/mol. En especial cuando el carbohidrato presenta una masa en el intervalo de 5000 a 20 000 g/mol, se observa un aumento claro de la solidez del molde de colada, de tal forma que el molde de colada durante la producción puede desmoldarse y transportarse fácilmente. También en el caso de almacenamiento prolongado, el molde de colada muestra una muy buena solidez, de tal forma que también puede ser posible un almacenamiento necesario de los moldes de colada para una producción en serie de piezas coladas, también durante varios días con la acción de la humedad del aire. También es muy buena la resistencia bajo el efecto del agua como, por ejemplo, el que es inevitable al aplicar un apresto sobre el molde de colada.

Preferentemente, el polisacárido está conformado por unidades de glucosa, estando enlazadas estas de forma especialmente preferente de manera α - o β -1,4-glucosídica. Sin embargo, también es posible obtener compuestos de carbohidratos que además de glucosa contienen otros monosacáridos como, por ejemplo, galactosa o fructosa, como aditivo de acuerdo con la invención. Ejemplos de carbohidratos adecuados son lactosa (disacárido con enlace α - o β -1,4- de galactosa o glucosa) y sacarosa (disacárido de α -glucosa y β -fructosa).

Especialmente se selecciona el carbohidrato del grupo de celulosa, almidones y dextrinas así como derivados de estos carbohidratos. Los derivados adecuados son, por ejemplo, derivados eterificados total o parcialmente con grupos alquilo. Sin embargo, pueden realizarse otras derivaciones, por ejemplo, esterificaciones con ácidos inorgánicos u orgánicos.

Otra optimización de la estabilidad de los moldes de colada así como de la superficie de la pieza colada puede obtenerse cuando se utilizan carbohidratos especiales y en especial se prefieren almidones, dextrinas (producto hidrolizado de los almidones) y sus derivados como aditivos para la mezcla de materiales de moldeo. Como almidones pueden utilizarse en especial los almidones naturales como, por ejemplo, almidones de patata, maíz, arroz, guisante, plátano, castaña de Indias o trigo. Pero también es posible utilizar almidones modificados como, por ejemplo, almidones pregelatinizados, almidones semicocidos, almidones oxidados, almidones de citrato, almidones de acetato, éter de almidones, éster de almidones o incluso fosfatos de almidón. En sí, no existe una limitación en la selección de los almidones. Los almidones pueden presentar, por ejemplo, una viscosidad baja, media o alta, pueden ser catiónicos o aniónicos, solubles en agua fría o en agua caliente. La dextrina se selecciona preferentemente del grupo de la dextrina de patata, dextrina de maíz, dextrina amarilla, dextrina blanca, dextrina de bórax, ciclodextrina y maltodextrina.

En especial durante la producción de moldes de colada con secciones con paredes muy delgadas, la mezcla de materiales de moldeo comprende preferentemente adicionalmente un compuesto que contiene fósforo. A este respecto, pueden utilizarse compuestos de fósforo tanto orgánicos como inorgánicos. Para no provocar reacciones secundarias indeseadas durante la colada metálica, se prefiere además que el fósforo esté presente en un compuesto que contenga fósforo preferentemente en la etapa de oxidación V. Mediante la adición de compuestos que contienen fósforo puede seguir aumentándose la estabilidad del molde de colada. Esto tiene un significado especialmente importante cuando, durante la colada metálica, el metal líquido cae sobre una superficie inclinada y allí, debido a la elevada presión estática del metal, ejerce un elevado efecto de erosión o puede conducir a una deformación en especial de las secciones de paredes delgadas del molde de colada.

A este respecto, el compuesto que contiene fósforo se encuentra preferentemente en forma de un fosfato o un óxido de fósforo. A este respecto, el fosfato puede estar presente como fosfato de metal alcalino o alcalinotérreo, prefiriéndose especialmente las sales de sodio. En sí, también pueden utilizarse fosfatos de amonio o los fosfatos de otros iones metálicos. Los fosfatos de metal alcalino o alcalinotérreo mencionados como preferentes, sin embargo, pueden obtenerse fácilmente y están disponibles en las cantidades deseadas a bajo precio.

Si el compuesto que contiene fósforo se agrega a la mezcla de material de moldeo en forma de un óxido de fósforo, el óxido de fósforo se encuentra preferentemente en forma de pentaóxido de fósforo. Sin embargo, también pueden utilizarse trióxido y tetraóxido de fósforo.

De acuerdo con otra forma de realización, la mezcla de materiales de moldeo puede estar añadida al compuesto que contiene fósforo en forma de sales de ácidos fluorofosfóricos. Especialmente se prefieren aquí las sales del ácido monofluorofosfórico. En especial se prefiere la sal de sodio.

De acuerdo con una forma de realización preferente, la mezcla de materiales de moldeo está conformada como compuesto que contiene fósforo de fosfatos orgánicos. Aquí se prefieren los fosfatos de alquilo o de arilo. A este respecto, los grupos alquilo comprenden preferentemente de 1 a 10 átomos de carbono y pueden ser de cadena recta o ramificada. Los grupos arilo comprenden preferentemente de 6 a 18 átomos de carbono, pudiendo estar sustituidos los grupos arilo también por grupos alquilo. Especialmente preferentes son los compuestos de fosfato que se derivan de carbohidratos monoméricos o poliméricos como, por ejemplo, glucosa, celulosa o almidones. El uso de un componente orgánico que contiene fósforo como aditivo es ventajoso desde dos puntos de vista. Por una parte, puede obtenerse la estabilidad térmica necesaria del molde de colada mediante la fracción de fósforo y, por otra parte, mediante la fracción orgánica se influye positivamente sobre la calidad superficial de la pieza colada correspondiente.

Como fosfatos pueden utilizarse tanto ortofosfatos como también polifosfatos, pirofosfatos o metafosfatos. Los fosfatos pueden prepararse, por ejemplo, mediante neutralización de los correspondientes ácidos con una base correspondiente, por ejemplo, una base de metal alcalino o una base de metal alcalinotérreo, como NaOH, en donde no necesariamente todas las cargas negativas del ión de fosfato deben estar saturadas con iones metálicos. Pueden utilizarse tanto los fosfatos metálicos como también los hidrogenofosfatos metálicos, así como los dihidrogenofosfatos metálicos, como, por ejemplo, Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 y NaH_2PO_4 . Igualmente, pueden utilizarse fosfatos anhidros como también hidratos de los fosfatos. Los fosfatos pueden agregarse a la mezcla de materiales de moldeo tanto en forma cristalina como en forma amorfa.

Por polifosfatos se entienden en especial fosfatos lineales que comprenden más de un átomo de fósforo, en donde los átomos de fósforo están unidos a través de puentes de oxígeno. Los polifosfatos se obtienen mediante condensación de iones de ortofosfato con disociación de agua, de manera que se obtiene una cadena de tetraedros de PO_4 que están unidos respectivamente a través de esquinas. Los polifosfatos presentan la fórmula general $(\text{O}(\text{PO}_3)_n)^{(n+2)-}$, en donde n corresponde a la longitud de cadena. Un polifosfato puede comprender hasta varios cientos de tetraedros de PO_4 . Se prefieren sin embargo los polifosfatos con longitudes de cadena más cortas. Preferentemente, n presenta valores de 2 a 100, en especial se prefiere 5 a 50. Pueden utilizarse también polifosfatos condensados superiores, esto es, polifosfatos en los cuales los tetraedros de PO_4 están unidos entre sí a través de más de dos esquinas y, por lo tanto, muestran una polimerización en dos o tres dimensiones.

Por metafosfatos se entienden estructuras cíclicas que están formadas por tetraedros de PO_4 que están enlazados a través de esquinas. Los metafosfatos presentan la fórmula general $(\text{PO}_3)_n^{n-}$, en donde n asciende al menos a 3. Preferentemente, n presenta valores de 3 a 10.

Pueden utilizarse tanto fosfatos individuales como también mezclas de diferentes fosfatos y/u óxidos de fósforo.

La fracción preferida del compuesto que contiene fósforo, en relación al material base de moldeo refractario, asciende entre el 0,05 y el 1,0 % en peso. En el caso de una fracción menor al 0,05 % en peso, no hay una influencia clara sobre la estabilidad dimensional del molde de colada. Si la fracción de fosfato sobrepasa el 1,0 % en peso, se reduce fuertemente la solidez en caliente del molde de colada. Preferentemente, se selecciona la fracción del compuesto que contiene fósforo entre el 0,10 y el 0,5 % en peso. El compuesto que contiene fósforo contiene preferentemente entre el 0,5 y el 90 % en peso de fósforo, calculado como P_2O_5 . Si se utilizan compuestos de fósforo inorgánicos, estos contienen preferentemente del 40 al 90 % en peso, en especial se prefiere del 50 al 80 % en peso de fósforo, calculado como P_2O_5 . Si se utilizan compuestos de fósforo orgánicos, estos contienen preferentemente del 0,5 al 30 % en peso, en especial preferentemente del 1 al 20 % en peso de fósforo, calculado como P_2O_5 .

El compuesto que contiene fósforo puede agregarse en forma sólida o disuelta a la mezcla de materiales de moldeo. Se prefiere agregar el compuesto que contiene fosforo de la mezcla de materiales de moldeo como material sólido. Si el compuesto que contiene fósforo se agrega en forma disuelta, se prefiere agregar agua como disolvente.

La mezcla de material de moldeo de acuerdo con la invención representa una mezcla intensa de al menos los componentes mencionados. A este respecto, las partículas del material base de moldeo refractario están recubiertas preferentemente con una capa del aglutinante. Mediante la evaporación del agua presente en el aglutinante (aproximadamente el 40-70 % en peso en relación al peso del aglutinante) puede obtenerse una cohesión sólida entre las partículas del material base de moldeo refractario.

El aglutinante, esto es, el vidrio soluble así como el óxido metálico en forma de partículas, en especial el dióxido de silicio amorfo sintético, y la sustancia tensioactiva, está contenida en la mezcla de materiales de moldeo en una fracción menor al 20 %, en especial se prefiere menos del 15 % en peso. La fracción del aglutinante se refiere a la fracción de sólidos del aglutinante. Si se utilizan materiales base de moldeo macizos como, por ejemplo, arena de cuarzo, el aglutinante está contenido preferentemente en una fracción menor al 10 % en peso, preferentemente menor al 8 % en peso, en especial menor al 5 % en peso. Si se utilizan materiales base de moldeo refractarios que presentan una densidad reducida como, por ejemplo, las microesferas antes mencionadas, se eleva correspondientemente la fracción del aglutinante. Para obtener una cohesión de los gránulos del material base de moldeo refractario, la fracción del aglutinante de acuerdo con una forma de realización se selecciona mayor al 1 % en peso, de acuerdo con otra forma de realización, mayor al 1,5 % en peso.

La proporción de vidrio soluble respecto a óxido metálico en forma de partículas, en especial dióxido de silicio amorfo sintético, puede variarse dentro de amplios intervalos. Esto ofrece la ventaja de mejorar la solidez inicial del molde de colada, esto es, la solidez inmediatamente después de la extracción de la herramienta caliente, y la estabilidad frente a la humedad, sin influir fundamentalmente sobre la solidez final, esto es, después de enfriar el molde de colada, frente a un aglutinante de vidrio soluble sin dióxido de silicio amorfo. Esto es interesante sobre todo para coladas de metales ligeros. Por un lado, se desean solideces iniciales elevadas para transportar sin problemas el molde de colada después de la producción o poderlo combinar con otros moldes de colada. Por el otro lado, la solidez final después del endurecimiento no debe ser demasiado elevada para evitar dificultades durante la desintegración del aglutinante después de la colada, esto es, el material base de moldeo refractario debería poderse

retirarse sin problemas de los espacios huecos del molde de colada después de la colada.

El óxido metálico en forma de partículas, en especial el dióxido de silicio amorfo sintético, está contenido en el aglutinante, en relación al peso total del aglutinante, preferentemente en una fracción del 2 al 80 % en peso, preferentemente entre el 3 y el 60 % en peso, en especial se prefiere entre el 4 y el 50 % en peso.

En una forma de realización de la invención, el material base de moldeo contenido en la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención puede contener al menos una fracción de microesferas huecas. El diámetro de las microesferas huecas se encuentra normalmente en el intervalo de 5 a 500 μm , preferentemente en el intervalo de 10 a 350 μm y el grosor de la cascara se encuentra habitualmente en el intervalo del 5 al 15 % del diámetro de las microesferas. Estas microesferas presentan un peso específico muy reducido, de forma que los moldes de colada producidos utilizando microesferas huecas presentan un peso reducido. Es especialmente ventajoso el efecto aislante de las microesferas huecas. Por lo tanto, las microesferas huecas se utilizan en especial para la producción de moldes de colada cuando estos deben presentar un elevado efecto aislante. Tales moldes de colada son, por ejemplo, los alimentadores ya descritos en la introducción, los cuales funcionan como depósitos de compensación y contienen metal líquido, en donde el metal debería permanecer en estado líquido hasta que el metal introducido en el molde hueco haya solidificado. Otro campo de aplicación de los moldes de colada que contienen microesferas huecas son, por ejemplo, secciones de un molde de colada que corresponden en especial a secciones de paredes delgadas del molde de colada terminado. Mediante el efecto aislante de las microesferas huecas se asegura que el metal no solidifique prematuramente en las secciones de paredes delgadas y, con esto, bloquee las trayectorias dentro del molde de colada.

Si se utilizan microesferas huecas, el aglutinante, gracias a la reducida densidad de estas microesferas huecas, se utiliza preferentemente en una fracción en el intervalo de preferentemente menos del 20 % en peso, en especial en el intervalo del 10 al 18 % en peso. Los valores se refieren a una fracción sólida del aglutinante.

Las microesferas huecas constan preferentemente de un silicato de aluminio. Estas microesferas huecas de silicato de aluminio presentan preferentemente un contenido de óxido de aluminio mayor al 20 % en peso, pero pueden presentar un contenido mayor al 40 % en peso. Tales microesferas huecas son producidas, por ejemplo, por la empresa Omega Minerals Germany GmbH, Norderstedt, con las denominaciones OmegaSpheres® SG con un contenido de óxido de aluminio de aproximadamente el 28-33 %, de Omega-Spheres® WSG con un contenido de óxido de aluminio de aproximadamente el 35-39 % y E-Spheres® con un contenido de óxido de aluminio de aproximadamente el 43 %. Productos correspondientes pueden obtenerse en la empresa PQ Corporation (EE. UU.) con la denominación "Extendospheres®".

De acuerdo con otra forma de realización, se utilizan microesferas huecas como material base de moldeo refractario que están hechas de vidrio.

De acuerdo con otra forma de realización especialmente preferente, las microesferas huecas constan de un vidrio de borosilicato. A este respecto, el vidrio de borosilicato presenta una fracción de boro, calculada como B_2O_3 , mayor al 3 %. La fracción de microesferas huecas se selecciona preferentemente menor al 20 % en peso, en relación a la mezcla de materiales de moldeo. Al usar microesferas huecas de vidrio de borosilicato, se selecciona preferentemente una menor fracción. Esta asciende preferentemente a menos del 5 % en peso, preferentemente a menos del 3 % en peso, y especialmente se prefiere que se encuentre en el intervalo del 0,01 al 2 % en peso.

Como ya ha explicado, en una forma de realización preferente, la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención presenta al menos una fracción de granulado de vidrio y/o perlas de vidrio como material base de moldeo refractario.

También es posible formar la mezcla de materiales de moldeo como mezcla de materiales de moldeo exotérmica que, por ejemplo, es adecuada para la producción de alimentadores exotérmicos. Para esto, la mezcla de materiales de moldeo contiene un metal oxidable y un agente de oxidación adecuado. En relación a la masa total de la mezcla de materiales de moldeo, los metales oxidables forman preferentemente una fracción del 15 al 35 % en peso. El agente de oxidación se agrega preferentemente en una fracción del 20 al 30 % en peso, en relación a la mezcla de materiales de moldeo. Los metales oxidables adecuados son, por ejemplo, aluminio o magnesio. Los agentes de oxidación adecuados son, por ejemplo, óxido de hierro o nitrato de potasio.

De acuerdo con otra forma de realización, la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención, además de la sustancia tensioactiva, también puede contener una fracción de lubricantes, por ejemplo, lubricantes en forma de plaquitas, en especial grafito, MoS_2 , talco y/o pirofilita. La cantidad de lubricante agregado, por ejemplo, grafito, asciende preferentemente al 0,05 % en peso al 1 % en peso, en relación al material base de moldeo.

Además de los componentes mencionados, la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención puede contener otros ingredientes. Por ejemplo, pueden agregarse agentes desmoldantes internos, los cuales facilitan la extracción de los moldes de colada de la herramienta de moldeo. Los desmoldantes internos adecuados son, por ejemplo, estearato de calcio, éster de ácido graso, ceras, resinas naturales o resinas de alquido especiales.

Además, también pueden agregarse silanos a la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención.

Así, en una forma de realización, la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención contiene un aditivo orgánico, que presenta un punto de fusión en el intervalo de 40 a 180 °C, preferentemente de 50 a 175 °C, así, es sólido a temperatura ambiente. A este respecto, por aditivos orgánicos se entienden compuestos cuya estructura molecular está conformada mayoritariamente de átomos de carbono, así, por ejemplo, polímeros orgánicos. Mediante la adición de aditivos orgánicos pueden mejorarse aún más las propiedades superficiales de la pieza colada. El mecanismo de acción de los aditivos orgánicos no es claro. Sin querer quedar asociados a esta teoría, los inventores suponen que al menos una parte de los aditivos orgánicos se quema durante el proceso de colada y, a este respecto, se forma un cojín de gas fino entre el metal líquido y la pared del material base de moldeo refractario que forma el molde de colada y así se evita una reacción entre el metal líquido y el material base de moldeo. Además, los inventores suponen que una parte de los aditivos orgánicos, bajo la atmósfera reductora que impera durante la colada, forma una capa fina del llamado carbono brillante, que igualmente evita una reacción entre el metal y el material base de moldeo. Como otro efecto ventajoso, mediante la adición de los aditivos orgánicos puede alcanzarse un aumento de la solidez del molde de colada después del endurecimiento.

Los aditivos orgánicos se agregan preferentemente en una cantidad del 0,01 al 1,5 %, en especial preferentemente del 0,05 al 1,3 % en peso, especialmente se prefiere del 0,1 al 1,0 % en peso, respectivamente en relación al material de moldeo.

Se encontró que se puede obtener una mejora de la superficie de la pieza colada con aditivos orgánicos muy diferentes. Los aditivos orgánicos adecuados son, por ejemplo, resinas de fenol-formaldehído como, por ejemplo, novolacas, resinas epoxi como, por ejemplo, resina epoxi de bisfenol A, resina epoxi de bisfenol F o novolacas epoxidadas, polioles como, por ejemplo, polietilenglicoles o polipropilenglicoles, poliolefinas como, por ejemplo, polietileno o polipropileno, copolímeros de olefinas, como etileno o propileno, y otros comonomeros, como acetato de vinilo, poliamidas como, por ejemplo, poliamida-6, poliamida-12 o poliamida-6,6, resinas naturales como, por ejemplo, resinas de bálsamo, ácidos grasos como, por ejemplo, ácido esteárico, éster de ácido graso como, por ejemplo, palmitato de cetilo, amidas de ácido graso como, por ejemplo, bisesteraramida de etilenodiamina, así como jabones metálicos como, por ejemplo, estearatos u oleatos de metales mono a trivalentes. Los aditivos orgánicos también pueden estar contenidos como sustancias puras y como mezclas de diferentes compuestos orgánicos.

De acuerdo con otra forma de realización, la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención contiene una fracción de al menos un silano. Los silanos adecuados son, por ejemplo, aminosilanos, epoxisilanos, mercaptosilanos, hidroxisilanos, metacrisilanos, ureidosilanos y polisiloxanos. Ejemplos de silanos adecuados son γ -aminopropiltrimetoxisilano, γ -hidroxipropiltrimetoxisilano, 3-ureidopropiltriethoxisilano, γ -mercaptopropiltrimetoxisilano, γ -glicidoxipropil-trimetoxisilano, β -(3,4-epoxiciclohexil)trimetoxisilano, 3-metacriloxipropiltrimetoxisilano y N- β (aminoetil)- γ -amino-propiltrimetoxisilano.

Con relación al óxido metálico en forma de partículas, normalmente se utiliza aproximadamente el 5-50 % de silano, preferentemente aproximadamente el 7-45 %, en especial se prefiere aproximadamente el 10-40 %.

A pesar de la elevada solidez que puede alcanzarse con los aglutinantes de acuerdo con la invención, los moldes de colada producidos con la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención, en especial los núcleos y los moldes, después de la colada, muestran sorprendentemente una buena desintegración, en especial en el caso de colada de aluminio. Sin embargo, el uso del cuerpo moldeado producido con la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención no está limitado a la colada de metales ligeros. Los moldes de colada son adecuados en general para la colada de metales. Tales metales son, por ejemplo, metales no ferrosos, como latón o bronce, así como metales ferrosos.

La invención se refiere además a un procedimiento para producir moldes de colada para el procesamiento de metales utilizándose la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención. El procedimiento de acuerdo con la invención comprende las etapas:

- producir la mezcla de materiales de moldeo antes descrita;
- moldear la mezcla de materiales de moldeo;
- endurecer la mezcla de materiales de moldeo moldeada al calentar la mezcla de materiales de moldeo, obteniéndose el molde de colada endurecido.

En la producción de la mezcla de moldeo de acuerdo con la invención en general se procede de tal forma que primero se coloca el material base de moldeo refractario y entonces bajo agitación se agrega el aglutinante.

Como ya se ha indicado al explicar la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención, el material base de moldeo refractario puede formarse al menos parcialmente por un material base de moldeo refractario usado y regenerado.

Especialmente, se prefiere utilizar un material base de moldeo refractario regenerado que se haya producido de un material base de moldeo refractario usado, el cual contenga adheridos residuos de aglutinante de vidrio soluble. Además, se utiliza preferentemente un material base de moldeo refractario regenerado que se haya producido a partir de un material base de moldeo refractario usado, el cual contenga adheridos residuos de aglutinante de vidrio soluble y que se haya regenerado térmicamente, en donde para la regeneración se utiliza preferentemente un procedimiento como el que se describe en el documento WO 2008/101668 A1. Para esto, se regenera térmicamente un material base de moldeo refractario usado, el cual tiene un aglutinante a base de vidrio soluble, al cual se le ha agregado un óxido metálico en forma de partículas, en especial un dióxido de silicio amorfo, por ejemplo, ácido silícico pirógeno.

Con el procedimiento de acuerdo con la invención también es posible introducir en el circuito el material base de moldeo refractario durante la producción de moldes de colada y la subsecuente colada, sustituyéndose únicamente partes del material base de moldeo refractario que se retiran, por ejemplo, mediante tamizado durante la regeneración, por nuevo material base de moldeo refractario.

Al material base de moldeo refractario puede agregarse el vidrio soluble así como el óxido metálico en forma de partículas, en especial el dióxido de silicio sintético amorfo, y la sustancia tensioactiva en cualquier secuencia. La sustancia tensioactiva puede agregarse tal cual o como solución o emulsión, utilizándose preferentemente agua como disolvente. Se prefieren las emulsiones o soluciones acuosas de la sustancia tensioactiva. Durante la producción de la mezcla de materiales de moldeo, se prefiere proceder de tal forma que no se presente ningún desarrollo excesivo de espuma. Esto puede obtenerse, por un lado, mediante la selección de la sustancia tensioactiva. Por otro lado, también es posible la adición de antiespumantes, siempre y cuando sea necesario.

Los aditivos adicionales antes descritos pueden agregarse en cualquier forma deseada a la mezcla de materiales de moldeo. Pueden agregarse individualmente o también como mezcla. Pueden agregarse en forma de un sólido, pero también en forma de soluciones, pastas o dispersiones. Si la adición se realiza en forma de solución, pasta o dispersión, se prefiere el agua como disolvente. Igualmente, es posible aprovechar el vidrio soluble utilizado como aglutinante como medio de solución o de dispersión.

De acuerdo con una forma de realización preferente, el aglutinante se prepara como un sistema de dos componentes, conteniendo un primer componente fluido el vidrio soluble y el segundo componente sólido el óxido metálico en forma de partículas. El componente sólido puede contener además, por ejemplo, el fosfato así como eventualmente un carbohidrato. La sustancia tensioactiva se agrega preferentemente al componente líquido.

Durante la producción de la mezcla de materiales de moldeo, se introduce el material base de moldeo refractario en un mezclador y entonces preferentemente se agregan el o los componente(s) sólido(s) del aglutinante y se mezcla con el material base de moldeo refractario. La duración de mezclado se selecciona de tal forma se realiza un mezclado interno del material base de moldeo refractario y el componente de aglutinante sólido. La duración del mezclado depende de la cantidad de la mezcla de materiales de moldeo que se van a producir así como del aparato de mezclado utilizado. Preferentemente, la duración de mezclado se selecciona entre 1 y 5 minutos. Moviendo adicionalmente la mezcla, se agrega entonces el componente líquido del aglutinante y luego la mezcla se mezcla hasta que sobre los gránulos del material base de moldeo refractario se ha formado una capa uniforme del aglutinante. Aquí también se selecciona la duración de mezclado dependiendo de la cantidad de la mezcla de materiales de moldeo que se van a producir así como del aparato mezclador utilizado. Preferentemente, la duración para el proceso de mezclado se selecciona entre 1 y 5 minutos. Por un componente líquido se entiende tanto una mezcla de diferentes componentes líquidos como también la totalidad de todos los componentes individuales líquidos, en donde los últimos también se pueden agregar individualmente. Igualmente, por un componente sólido se entiende tanto la mezcla de algunos o todos los componentes sólidos antes descritos como también la totalidad de todos los componentes individuales sólidos, pudiendo agregarse los últimos conjuntamente o también secuencialmente a la mezcla de materiales de moldeo.

De acuerdo con otra forma de realización, también puede agregarse primero el componente líquido del aglutinante al material base de moldeo refractario y solo después se agrega el componente sólido a la mezcla. De acuerdo con otra forma de realización, primero se agrega al material base de moldeo refractario del 0,05 al 0,3 % de agua, en relación al peso del material base, y solo después se agregan los componentes sólidos y líquidos del aglutinante. En esta forma de realización, puede obtenerse un efecto sorprendentemente positivo sobre el tiempo de preparación de la mezcla de materiales de moldeo. Los inventores suponen que el efecto deshidratante de los componentes sólidos del aglutinante de esa manera se reduce de esta manera y con esto se alarga el proceso de endurecimiento.

La mezcla de materiales de moldeo recibe subsecuentemente la forma deseada. A este respecto, se utilizan procedimientos habituales para el moldeo. Por ejemplo, la mezcla de materiales de puede inyectarse en la herramienta de moldeo con una máquina inyectora de núcleos con ayuda de aire a presión. La mezcla de materiales de moldeo se endurece subsecuentemente mediante la aplicación de calor para evaporar el agua contenida en el aglutinante. El calentamiento puede realizarse, por ejemplo, en la herramienta de moldeo. Es posible endurecer completamente el molde de colada en la herramienta de moldeo. Pero también es posible endurecer el molde de colada solo en su zona extrema, de tal forma que presente una solidez suficiente para poder ser extraído de la

herramienta de moldeo. El molde de colada puede entonces endurecerse completamente al extraerle agua adicional. Esto puede realizarse, por ejemplo, en un horno. La extracción de agua también puede realizarse, por ejemplo, al evaporarse el agua a presión reducida.

- 5 El endurecimiento de los moldes de colada puede acelerarse al soplar aire caliente en la herramienta de moldeo. En el caso de esta forma de realización del procedimiento, se obtiene una eliminación rápida del agua contenida en el aglutinante, con lo cual el molde de colada se solidifica en periodos de tiempo adecuados para una aplicación industrial. La temperatura del aire introducido asciende preferentemente de 100 °C a 180 °C, en especial se prefiere de 120 °C a 150 °C. La velocidad de flujo del aire caliente se ajusta preferentemente de tal forma que se obtiene un
- 10 endurecimiento del molde de colada en periodos de tiempo adecuados para una aplicación industrial. Los periodos de tiempo dependen del tamaño del molde de colada producido. Se aspira a un endurecimiento en el periodo de tiempo de menos de 5 minutos, preferentemente menos de 2 minutos. Sin embargo, en el caso de moldes de colada muy grandes, también pueden ser necesarios periodos de tiempo más largos.

- 15 La eliminación del agua de la mezcla de materiales de moldeo también puede realizarse de tal forma que el calentamiento de la mezcla de materiales de moldeo se realiza mediante la radiación de microondas. No obstante, la radiación de las microondas se realiza preferentemente después de que el molde de colada se ha retirado de la herramienta de moldeo. Sin embargo, para esto el molde de colada debe presentar una suficiente solidez. Como ya se ha explicado, esto puede obtenerse por que al menos una capa exterior del molde de colada se endurece ya en
- 20 la herramienta de moldeo.

- La mezcla de materiales de moldeo, como ya se ha descrito, también puede contener otros aditivos orgánicos. La adición de estos aditivos orgánicos adicionales puede realizarse en sí en cualquier momento de la producción de la mezcla de materiales de moldeo. A este respecto, la adición del aditivo orgánico puede realizarse en sustancia o
- 25 también en forma de una solución.

- Los aditivos orgánicos solubles en agua pueden utilizarse en forma de una solución acuosa. Siempre y cuando los aditivos orgánicos se disuelvan en el aglutinante y permanezcan estables allí durante varios meses, también pueden disolverse en el aglutinante y así conjuntamente agregarse con este al material base de moldeo. Los aditivos
- 30 insolubles en agua pueden utilizarse en forma de una dispersión o de una pasta. Las dispersiones o pastas contienen preferentemente agua como medio dispersante. En sí, las soluciones o pastas de los aditivos orgánicos también pueden producirse en disolventes orgánicos. Sin embargo, si para la adición de aditivos orgánicos se utiliza un solvente, entonces preferentemente se utiliza agua.

- 35 Preferentemente, la adición de los aditivos orgánicos se realiza como polvo o como fibra corta, seleccionándose el tamaño de partícula medio o la longitud de fibra preferentemente de tal forma que no sobrepase el tamaño de las partículas del material base de moldeo refractario. Especialmente, se prefiere que los aditivos orgánicos se puedan tamizar a través de un tamiz con el ancho de malla de aproximadamente 0,3 mm. Para reducir el número de componentes agregados al material base de moldeo refractario, el óxido metálico en forma de partículas y el o los
- 40 aditivos orgánicos no se agregan por separado preferentemente a la arena de moldeo, sino que se mezclan previamente.

- Si la mezcla de materiales de moldeo contiene silanos o siloxanos, entonces su adición se realiza habitualmente en la forma en que primeramente se introducen en el aglutinante. Sin embargo, los silanos o siloxanos pueden
- 45 agregarse al material base de moldeo también como componentes separados. No obstante, resulta especialmente preferente silanizar el óxido metálico en forma de partículas, esto es, mezclar el óxido metálico con el silano o siloxano, de tal forma que su superficie está provista de una ligera capa de silano o de siloxano. Si se utiliza el óxido metálico en forma de partículas así pretratado, entonces se presentan mayores solidez en comparación con el óxido metálico sin tratar así como una mejor resistencia contra la elevada humedad del aire. Si, como se describe, a
- 50 la mezcla de materiales de moldeo o al óxido metálico en forma de partículas se le agrega un aditivo orgánico, es ventajoso hacer esto antes de la silanización.

- El procedimiento de acuerdo con la invención es adecuado para la producción de todos los moldes de colada habituales para la colada metálica, así, por ejemplo, de núcleos y moldes. A este respecto, de manera
- 55 especialmente ventajosa, también pueden producirse moldes de colada que presentan secciones de paredes muy delgadas o bifurcaciones complejas. En especial con la adición de material base de moldeo refractario aislante o con la adición de materiales exotérmicos a la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención, el procedimiento de acuerdo con la invención es adecuado para la producción de alimentadores.

- 60 Los moldes de colada producidos a partir de la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención o con el procedimiento de acuerdo con la invención presentan una elevada solidez inmediatamente después de la producción, sin que la solidez de los moldes de colada sea tan elevada después del endurecimiento que se presenten dificultades después de la producción de la pieza de colada al eliminar el molde de colada. Además, estos moldes de colada presentan una elevada estabilidad con una humedad del aire mayor, esto es, los moldes de
- 65 colada sorprendentemente también pueden almacenarse sin problemas durante periodos de tiempo prolongados. Como ventaja especial, el molde de colada presenta una estabilidad muy elevada en el caso de cargas mecánicas,

de tal forma que también pueden realizarse secciones de pared delgadas del molde de colada o secciones con geometrías muy complejas sin que estas se deformen mediante la presión metalostática durante el proceso de colada. Otro objeto de la invención es por lo tanto un molde de colada que se ha obtenido según el procedimiento de acuerdo con la invención antes descrito.

5 El molde de colada de acuerdo con la invención es adecuado en general para la colada metálica, en especial la colada de metales ligeros. Resultados especialmente ventajosos se obtienen con la colada de aluminio. A este respecto, de acuerdo con una forma de realización preferente, el material base de moldeo refractario se conduce en el circuito al volver a procesarse un molde de colada producido con la mezcla de materiales de moldeo de acuerdo con la invención después de la colada, obteniéndose un material base de moldeo refractario regenerado que posteriormente puede volver a utilizarse para la producción de una mezcla de materiales de moldeo, a partir de la cual pueden volver a producirse moldes de colada.

15 A este respecto, de manera especialmente preferente, la regeneración del material base de moldeo refractario usado se realiza según un procedimiento térmico.

A este respecto, de acuerdo con una forma de realización, se pone a disposición un material base de moldeo refractario usado que tiene un aglutinante a base de vidrio soluble, al cual está agregado un óxido metálico en forma de partículas, en especial dióxido de silicio amorfo. El material base de moldeo refractario utilizado se somete a un tratamiento térmico, calentándose el material base de moldeo refractario usado a una temperatura de al menos 200 °C.

A este respecto, todo el volumen del material base de moldeo refractario usado debería alcanzar esta temperatura. La duración durante la cual el material base de moldeo refractario usado se somete a un tratamiento térmico depende, por ejemplo, de la cantidad del material base de moldeo refractario utilizado o también de la cantidad del aglutinante que contiene vidrio soluble, que se adhiere al material base de moldeo refractario usado. La duración del tratamiento depende también de si el molde de colada utilizado para la colada antes realizada ya se ha desintegrado en forma de arena o si todavía comprende fragmentos o aglomeradas más grandes. La continuación de la regeneración térmica puede determinarse, por ejemplo, mediante toma de muestras. Las muestras tomadas deberían desintegrarse en arena suelta al aplicar una ligera fuerza mecánica como, por ejemplo, al sacudir el molde de colada. La cohesión entre los gránulos del material base de moldeo refractario debería debilitarse hasta que el material base de moldeo refractario pueda tamizarse sin problemas para separar agregados o impurezas más grandes. La duración del tratamiento térmico puede seleccionarse, por ejemplo, entre 5 minutos y 8 horas. Sin embargo, también son posibles tiempos de tratamiento más cortos o más largos. El avance de la regeneración térmica puede seguirse, por ejemplo, cuando en las muestras de la arena de fundición tratada térmicamente se determina el consumo de ácido. Las arenas de fundición, como arena de cromito, pueden presentar por sí solas propiedades básicas, de tal forma que la arena de fundición influye sobre el consumo de ácido. Sin embargo, puede utilizarse el consumo de ácido relativo como parámetro para el avance de la regeneración. Para ello, primero se determina el consumo de ácido del material base de moldeo refractario usado previsto para la reelaboración. Para observar la regeneración, se determina el consumo de ácido del material base de moldeo refractario y se relaciona con el consumo de ácido del material base de moldeo refractario usado. Mediante el tratamiento térmico realizado durante el procedimiento de acuerdo con la invención, se reduce el consumo de ácido para el material base de moldeo refractario regenerado preferentemente en al menos el 10 %. Preferentemente, se continúa con el tratamiento térmico hasta que el consumo de ácido, en comparación con el consumo de ácido del material base de moldeo refractario usado, se haya reducido aproximadamente al menos al 20 %, en especial al menos al 40 %, de manera especialmente preferente al menos al 60 % y en especial preferentemente al menos al 80 %. El consumo de ácido se indica en ml de ácido usado por 50 g del material base de moldeo refractario, realizándose la determinación con ácido clorhídrico 0,1 N análogamente a la hoja informativa VDG P 28 (mayo de 1979). El procedimiento para determinar el consumo de ácido en los ejemplos se realiza de manera más precisa. Los detalles más precisos del procedimiento para regenerar los materiales base de moldeo refractarios usados se revelan en el documento WO 2008/101668 A1.

La invención se describe a continuación mediante ejemplos así como haciendo referencia a las Figuras adjuntas. A este respecto, muestra:

55 Fig. 1: una representación del núcleo del canal de entrada utilizado para probar las propiedades de las mezclas de materiales de moldeo.

Procedimiento de medición utilizado:

60 Número AFS: El número AFS se determinó correspondientemente a la hoja informativa VDG P 27 (Verein Deutscher Gießereifachleute, Asociación alemana de profesionales de fundición, Düsseldorf, octubre de 1999).

65 Tamaño de grano medio: El tamaño de grano medio se determinó correspondientemente a la hoja informativa VDG P 27 (Verein Deutscher Gießereifachleute, Düsseldorf, octubre de 1999).

Consumo de ácido: El consumo de ácido se determinó análogamente a la hoja informativa VDG P 28 (Verein Deutscher Gießerefachleute, Düsseldorf, mayo de 1999).

Reactivos y aparatos:

- 5
 Ácido clorhídrico 0,1 N
 Sosa cáustica 0,1 N
 Naranja de metilo 0 1 %
 Botellas de plástico (polietileno) de 250 ml
 10 Pipetas graduadas

Realización de la determinación:

- 15 Si la arena de fundición contiene todavía aglomerados grandes de arena de fundición unida, estos agregados se trituran, por ejemplo, con la ayuda de un martillo y la arena de fundición se tamiza con un ancho de malla de 1 mm.

- En las botellas de plástico se introducen con una pipeta 50 ml de agua destilada y 50 ml de ácido clorhídrico 0,1 N. A continuación, utilizando un embudo se introducen 50,0 g de la arena de fundición que va a investigarse en la botella y esta se cierra. Se agita vigorosamente, los primeros 5 minutos durante 5 segundos, después cada 30 minutos durante 5 segundos. Después de agitar, se permite que la arena se asiente durante algunos segundos y se enjuague durante una agitación corta de la arena que se adhiere a las paredes de la botella. Durante las pausas, la botella permanece a temperatura ambiente. Después de 3 horas, se filtra a través de un filtro medio (Weißband, diámetro 12,5 cm). El embudo y el vaso de precipitados utilizado para la recolección deben estar secos. Los primeros mililitros del filtrado se desechan. Se agregan 50 ml del filtrado con una pipeta en un matraz de graduación de 300 ml y se combina con 3 gotas de naranja de metilo como indicador. A continuación se titula con sosa cáustica 0,1 N de rojo a amarillo.
- 20
 25

Cálculo:

- 30
$$(25,0 \text{ ml de ácido clorhídrico } 0,1 \text{ N} - \text{ml utilizados de sosa cáustica } 0,1 \text{ N}) \times 2 = \text{ml de consumo de ácido} / 50 \text{ g de arena de fundición}$$

Determinación de la densidad aparente

- 35 Se pesa un cilindro de medición de 1000 ml graduado con marcas divisoras. Entonces la muestra que va a investigarse se introduce en el cilindro de medición a través de un embudo para polvos, de tal forma que por encima de la boca del cilindro de medición se forma un apilamiento cónico. El apilamiento cónico se elimina con la ayuda de una regla que se hace pasar por encima de la abertura del cilindro de medición y el cilindro de medición lleno se vuelve a pesar. La diferencia corresponde a la densidad aparente.
- 40

Ejemplo 1

Influencia de las sustancias tensioactivas sobre la solidez y densidad de los moldes de colada.

- 45 1. Producción y prueba de la mezcla de materiales de moldeo

Para la prueba de la mezcla de materiales de moldeo se produjeron núcleos de canales de entrada representados en la Figura 1.

- 50 La composición de la mezcla de materiales de moldeo se indica en la Tabla 1. Para la producción de los núcleos de canales de entrada se procedió de la siguiente manera:

- Los componentes mostrados en la Tabla 1 se mezclaron en un mezclador. Para esto, primero se introdujo la arena de cuarzo y bajo agitación se agregó el vidrio soluble y eventualmente la sustancia tensioactiva. Como vidrio soluble se utilizó vidrio soluble de sodio que presentaba fracciones de potasio. El módulo $\text{SiO}_2:\text{M}_2\text{O}$ del vidrio soluble ascendió a aproximadamente 2,2, indicando M la suma de sodio y potasio. Después de que la mezcla se hubo agitado durante algunos minutos, se agregó eventualmente el dióxido de silicio amorfo bajo agitación adicional. La mezcla se agitó subsecuentemente durante algunos minutos.
- 55
 60

Las mezclas de materiales de moldeo se transfirieron a la torva de almacenamiento de una máquina inyectora de núcleos de 6,5 l de la empresa Röperwerk – Gießereimaschinen GmbH, Viersen, Alemania, cuya herramienta de moldeo se había calentado a 180 °C.

- 65 Las mezclas de materiales de moldeo se introdujeron mediante aire a presión 200 KPa (2 bar) en la herramienta de moldeo y permanecieron durante otros 50 segundos en la herramienta de moldeo.

Para acelerar el endurecimiento de las mezclas, durante los últimos 20 segundos se condujo aire caliente a través de la herramienta de moldeo (3 bares, 150 ° C en la entrada a la herramienta).

La herramienta de moldeo se abrió y se extrajo el canal de entrada.

5

Para determinar las resistencias a la flexión, se colocaron los cuerpos de prueba en un aparato de prueba de solidez de Georg-Fischer, provisto con un dispositivo de flexión en 3 puntos (empresa DISA Industrie AG, Schaffhausen, Suiza) y se midió la fuerza que llevó a la ruptura de la barra de prueba.

10 Las resistencias a la flexión se midieron según el siguiente esquema:

- 10 segundos después de la extracción (resistencia caliente)
- 1 hora después de la extracción (resistencia fría)
- 3 horas de almacenamiento de los núcleos fríos en la cámara climática a 30 °C y una humedad relativa del 75 %.

15

Tabla 1

Composición de las mezclas de moldeo					
	<u>Arena de cuarzo H32</u>	<u>Vidrio soluble alcalino</u>	<u>Dióxido de silicio amorfo</u>	<u>Sustancia tensioactiva</u>	
1.1	100 GT	2,0 ^{a)}			<u>Comparación, no de acuerdo con la invención</u>
1.2	100 GT	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}		<u>Comparación, no de acuerdo con la invención</u>
1.3	100 GT	2,0 ^{a)}		0,05 ^{c)}	<u>Comparación, no de acuerdo con la invención</u>
1.4	100 GT	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}	0,05 ^{c)}	<u>De acuerdo con la invención</u>
1.5	100 GT	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}	0,05 ^{c)}	<u>De acuerdo con la invención</u>
1.6	100 GT	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}	0,05 ^{c)}	<u>De acuerdo con la invención</u>
1.7	100 GT	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}	0,05 ^{c)}	<u>De acuerdo con la invención</u>
1.8	100 GT	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}	0,05 ^{c)}	<u>De acuerdo con la invención</u>
1.9	100 GT	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}	0,05 ^{c)}	<u>De acuerdo con la invención</u>
1.10	100 GT regenerado ⁱ⁾	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}		<u>Comparación, no de acuerdo con la invención</u>
1.11	100 GT regenerado ⁱ⁾	2,0 ^{a)}	0,5 ^{b)}	0,05 ^{c)}	<u>De acuerdo con la invención</u>

^{a)} Vidrio soluble alcalino con módulo SiO₂:M₂O de aproximadamente 2,2.; en relación al vidrio soluble total ^{b)} Elkem Microsilica® 971 (ácido silícico pirógeno, producción en horno de arco eléctrico); densidad aparente 300-450 kg/m³ (datos del fabricante)

^{c)} Melpers® 0030 (éter de policarboxilato en agua, empresa BASF)

^{d)} Melpers® VO 4547/240 L (poliacrilato modificado en agua, empresa BASF)

^{e)} Texapon® EHS (2-etilhexilsulfato en agua, empresa Cognis)

^{f)} Glukopon® 225 DK (poliglucosido en agua, empresa Cognis)

^{g)} Texapon® 842 (octilsulfato de sodio en agua, empresa Lakeland)

^{h)} Castament® FS 60 (éterdecarboxilato modificado, sólido, empresa BASF).

ⁱ⁾ Arena usada procesada térmicamente de la mezcla 1.6 (90 minutos, 650 °C)

Los resultados de las pruebas de resistencia se resumen en la Tabla 2.

20

Tabla 2

Resistencia a la flexión					
	Resistencia en caliente [N/cm ²]	Resistencia en frío [N/cm ²]	Después del almacenamiento en la cámara climática [N/cm ²]	Peso del núcleo [g]*	
1.1	80	400	10	1255	Comparación, no de acuerdo con la invención
1.2	170	410	150	1256	Comparación, no de acuerdo con la invención
1.3	80	420	10	1310	Comparación, no de acuerdo con la invención
1.4	180	460	210	1317	De acuerdo con la invención
1.5	170	450	180	1315	De acuerdo con la invención
1.6	180	440	200	1310	De acuerdo con la invención
1.7	160	430	150	1319	De acuerdo con la invención
1.8	170	440	200	1321	De acuerdo con la invención

1.9	150	400	210	1280	De acuerdo con la invención
1.10	140	350	110	1201	Comparación, no de acuerdo con la invención
1.11	160	410	160	1299	De acuerdo con la invención

Resultados

- 5 Las mezclas de materiales de moldeo que contienen ya sea dióxido de silicio amorfo o una sustancia tensioactiva (mezcla 1.1), presentan una resistencia en caliente que es insuficiente para un proceso de producción de núcleos automatizados. Los núcleos que se producen con esta mezcla de materiales de moldeo muestran a bajas presiones de inyección aflojamientos en las juntas que pueden dar como resultado la expulsión del núcleo (baja estabilidad mecánica, transferencia de fallas al molde). Mediante el aumento de la presión de inyección hasta 5 bar puede contrarrestarse este patrón de error.
- 10 Al agregar el dióxido de silicio amorfo a la mezcla de materiales de moldeo (mezcla 1.2), se muestra un claro aumento de la resistencia en caliente. El peso del núcleo, que indica la compactación y la fluidez, es comparable con la mezcla 1.1. También la compactación en la superficie del núcleo es comparable con la mezcla 1.1 y muestra a 2 bar aflojamiento de las juntas.
- 15 Al utilizar sustancias tensioactivas sin la adición de dióxido de silicio amorfo (mezcla 1.3), se puede elevar el peso del núcleo, sin embargo no muestra un efecto positivo sobre la resistencia en caliente. La compactación del núcleo se mejora, de tal forma que en comparación con las mezclas 1.1 y 1.2 pueden determinarse ligeros aflojamientos en las juntas.
- 20 Solo por la combinación de ambos componentes de materiales de moldeo, esto es, por medio de la adición tanto de dióxido de silicio amorfo como también de sustancias tensioactivas (mezclas 1.4 a 1.9) pueden observarse simultáneamente aumentos de la resistencia en caliente y del peso del núcleo. También las resistencias en frío y la estabilidad húmeda de las mezclas 1.4 a 1.9 presentan mayores valores que los cuerpos moldeados de las mezclas
- 25 1.1 a 1.3. La compactación de los núcleos se mejora mediante una mayor fluidez de la mezcla de materiales de moldeo, de tal forma que de esto se obtiene un aumento de la estabilidad mecánica. Los aflojamientos de las juntas, como los que se observan en las mezclas 1.1 y 1.2, son mínimos.
- 30 La comparación de las mezclas 1.10 y 1.11 muestra que en especial al usar arenas regeneradas (en este caso, un regenerado térmico), la adición de sustancias tensioactivas resulta especialmente ventajosa. Aquí se muestra un aumento más claro de la solidez y el peso del núcleo que el que se observa, por ejemplo, al utilizar arena de cuarzo nueva.

REIVINDICACIONES

1. Mezcla de materiales de moldeo para producir moldes de colada para el procesamiento de metal, que comprende al menos:

- un material base de moldeo refractario;
- un aglutinante a base de vidrio soluble;
- una fracción de un óxido metálico en forma de partículas que se selecciona del grupo de dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio y óxido de zinc;

caracterizada por que a la mezcla de materiales de moldeo se le agrega una fracción de al menos un surfactante.

2. Mezcla de materiales de moldeo según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el surfactante está disuelto en el aglutinante.

3. Mezcla de materiales de moldeo según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada por que** el surfactante es un surfactante aniónico.

4. Mezcla de materiales de moldeo según las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** el surfactante porta un grupo sulfato, sulfonato o fosfato.

5. Mezcla de materiales de moldeo según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizada por que** el tensioactivo se selecciona del grupo formado por sulfato de oleilo, sulfato de estearilo, sulfato de palmitilo, sulfato de miristilo, sulfato de laurilo, sulfato de decilo, sulfato de octilo, sulfato de 2-etilhexilo, sulfato de 2-etiloctilo, sulfato de 2-etildecano, sulfato de palmilo, sulfato de linoilo, sulfonato de laurilo, sulfonato de 2-etildecano, sulfonato de palmitilo, sulfonato de estearilo, sulfonato de 2-etilestearilo, sulfonato de linolilo, fosfato de hexilo, fosfato de 2-etilhexilo, fosfato de caprilo, fosfato de laurilo, fosfato de miristilo, fosfato de palmitilo, fosfato de palmito, fosfato de oleilo, fosfato de estearilo, hidroxifosfato de poli-(1,2-etandiol-1)-fenol, fosfato de poli-(1,2-etandiol)-estearilo, así como fosfato de poli-(1,2-etandiol)-oleilo.

6. Mezcla de materiales de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el surfactante está contenido en la mezcla de materiales de moldeo en una proporción del 0,001 al 1 % en peso con respecto al peso del material base de moldeo refractario.

7. Mezcla de materiales de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el material base de moldeo refractario está formado al menos parcialmente por un material base de moldeo refractario regenerado.

8. Mezcla de materiales de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** además por una o varias de las siguientes características:

- a) a la mezcla de materiales de moldeo se le agrega al menos un carbohidrato;
- b) a la mezcla de materiales de moldeo se le agrega un compuesto que contiene fósforo;
- c) el óxido metálico en forma de partículas se selecciona del grupo de ácido silícico precipitado y ácido silícico pirógeno;
- d) el vidrio soluble presenta un módulo de $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ en el intervalo de 1,6 a 4,0, especialmente de 2,0 a 3,5, significando M iones de sodio y/o iones de potasio;
- e) el aglutinante inorgánico está contenido en la mezcla de materiales de moldeo en un porcentaje menor al 20 % en peso;
- f) el óxido metálico en forma de partículas está contenido en un porcentaje del 2 al 80 % en peso con respecto al aglutinante;
- g) el material base de moldeo refractario contiene al menos un porcentaje de microesferas huecas;
- h) el material base de moldeo contiene al menos un porcentaje de granulado de vidrio, perlas de vidrio y/o cuerpos de moldeo cerámicos en forma de esferas;
- i) a la mezcla de materiales de moldeo se le agrega un metal oxidable y un agente de oxidación;
- j) la mezcla de materiales de moldeo contiene un porcentaje al menos de un aditivo orgánico sólido a temperatura ambiente.

9. Mezcla de materiales de moldeo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la mezcla de materiales de moldeo contiene al menos un silano o un siloxano.

10. Procedimiento para producir moldes de colada para el procesamiento de metales, con al menos las siguientes etapas:

- preparar una mezcla de materiales de moldeo según una de las reivindicaciones 1 a 9;
- moldear la mezcla de materiales de moldeo;
- endurecer la mezcla de materiales de moldeo moldeada al calentarse la mezcla de materiales de moldeo moldeada, obteniéndose el molde de colada endurecido.

5 11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por que** la mezcla de materiales de moldeo se calienta a una temperatura en el intervalo de 100 a 300 °C.

10 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado por que** para el endurecimiento se insufla aire caliente en la mezcla de materiales de moldeo moldeada.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** el calentamiento de la mezcla de materiales de moldeo moldeada se realiza mediante la acción de microondas.

15 14. Molde de colada, obtenido a partir de la mezcla de materiales de moldeo según una de las reivindicaciones 1 a 9 y/o según un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 13.

20 15. Uso de un molde de colada según la reivindicación 14 para la colada de metal, especialmente colada de metal ligero.

