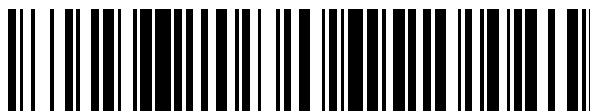


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 560**

51 Int. Cl.:

B22C 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2008** **E 08758374 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016** **EP 2142322**

54 Título: **Masas de revestimiento para moldes de fundición y núcleos para evitar defectos de gas de reacción**

30 Prioridad:

02.05.2007 DE 102007020586

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.04.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

STÖTZEL, REINHARD;
EISING, KLEMENS y
SMARZUCH, KARL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 567 560 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

Masas de revestimiento para moldes de fundición y núcleos para evitar defectos de gas de reacción

- 5 La invención se refiere a un revestimiento, a un procedimiento para la fabricación de un molde de fundición, a un molde de fundición, tal como puede obtenerse con el procedimiento, así como al uso del molde de fundición para la fundición de metal.

- 10 La mayor parte de los productos de la industria del hierro y del acero así como la industria metalúrgica no ferrosa recorren procesos de fundición para la primera conformación. A este respecto se transforman los materiales fundidos, metales de hierro o metales no ferrosos, en objetos geoméricamente determinados con determinadas propiedades de pieza de trabajo. Para la conformación de piezas de fundición deben fabricarse en primer lugar en parte moldes de fundición muy complicados para el alojamiento de la masa fundida. Los moldes de fundición se subdividen en moldes perdidos que se destruyen tras cada fundición, así como moldes permanentes con los que puede fabricarse respectivamente un gran número de piezas de fundición.

- 15 Los moldes perdidos están constituidos en la mayoría de los casos por un material a moldear mineral, refractario en forma de grano que se mezcla con frecuencia aún con distintos aditivos adicionales, por ejemplo para la obtención de buenas superficies de fundición. Como material a moldear refractario en forma de grano se usa en la mayoría de los casos arena de cuarzo lavada, clasificada. Para determinadas aplicaciones, en las que deben cumplirse requerimientos especiales se usa también arena de cromita, de zirconio y de olivina. Además se usan aún materiales a moldear a base de chamota así como a base de magnesita, silimanita o corindón. Los aglutinantes con los que se solidifican los materiales a moldear pueden ser de naturaleza inorgánica u orgánica. Los moldes perdidos más pequeños se fabrican predominantemente a partir de materiales a moldear que se solidifican mediante bentonita como aglutinante, mientras que para moldes más grandes se usan en la mayoría de los casos polímeros orgánicos como aglutinante. La fabricación de los moldes de fundición discurre en la mayoría de los casos de manera que el material a moldear se mezcle en primer lugar con el aglutinante, de modo que los granos del material a moldear se hayan revestido con una película delgada del aglutinante. Esta mezcla de material a moldear se introduce entonces en un correspondiente molde y eventualmente se compacta para conseguir una estabilidad suficiente del molde de fundición. A continuación se cura el molde de fundición, por ejemplo calentándose éste o añadiéndose un catalizador que provoca una reacción de curado. Si el molde de fundición ha conseguido al menos una cierta resistencia inicial, éste puede sacarse también del molde y transferirse para el curado completo por ejemplo a un horno, para calentarse allí durante un tiempo predeterminado hasta una determinada temperatura.

- 20 Los moldes permanentes se usan para la fabricación de una pluralidad de piezas de fundición. Éstos deben soportar de manera intacta, por tanto, el proceso de fundición y las cargas asociadas a ello. Como material para moldes permanentes han dado buen resultado, dependiendo del campo de aplicación, especialmente hierro fundido así como aceros no aleados y aleados, sin embargo también cobre, aluminio, grafito, metales sinterizados y materiales cerámicos. A los procedimientos de molde permanente pertenecen el procedimiento de fundición de coquilla, de fundición a presión, de fundición centrífuga y de colada continua.

- 25 Los moldes de fundición están expuestos durante el proceso de fundición a cargas térmicas y mecánicas muy altas. En la superficie de contacto entre el metal líquido y el molde de fundición pueden producirse por tanto defectos, por ejemplo agrietándose el molde de fundición o introduciéndose metal líquido en la estructura del molde de fundición. En la mayoría de los casos se dotan por tanto aquellas superficies del molde de fundición que están en contacto con el metal líquido de un revestimiento protector, que se designa también como revestimiento. Un revestimiento de este tipo está constituido en la mayoría de los casos por un material refractario inorgánico y un aglutinante que están disueltos o suspendidos en un líquido soporte adecuado, por ejemplo agua o alcohol.

- 30 Mediante estos revestimientos puede modificarse la superficie del molde de fundición y adaptarse a las propiedades del metal que va a procesarse. Así puede mejorarse mediante el revestimiento el aspecto de la pieza de fundición, generándose una superficie lisa, dado que mediante el revestimiento se compensan irregularidades que se originan debido al tamaño de los granos del material a moldear. Además puede influir metalúrgicamente el revestimiento en la pieza de fundición, transfiriéndose aditivos a la pieza de fundición, por ejemplo a través del revestimiento de manera selectiva en la superficie de la pieza de fundición, que mejoran las propiedades de superficie de la pieza de fundición. Además, los revestimientos forman una capa que aísla químicamente el molde de fundición durante la fundición del metal líquido. Debido a ello debe impedirse una adherencia entre la pieza de fundición y el molde de fundición, de modo que pueda separarse la pieza de fundición sin dificultades del molde de fundición. Además debe garantizar el revestimiento una separación térmica del molde de fundición y la pieza de fundición. Esto es importante en particular en moldes permanentes. Si no se cumple esta función, por ejemplo un molde de metal en el transcurso de los procesos de fundición consecutivos experimenta cargas térmicas tan altas que se destruye éste antes de tiempo. El revestimiento puede usarse sin embargo también para controlar de manera dirigida la transmisión de calor entre el metal líquido y el molde de fundición, para provocar por ejemplo mediante la velocidad de enfriamiento la formación de una determinada estructura metálica.

65

Los revestimientos usados habitualmente contienen como sustancias básicas por ejemplo arcillas, cuarzo, tierra de diatomeas, cristobalita, tridimita, silicato de aluminio, silicato de zirconio, mica, chamota o también grafito. Estas sustancias básicas cubren la superficie del molde de fundición y cierran los poros frente a la introducción del metal líquido en el molde de fundición. Debido a su gran capacidad aislante se usan con frecuencia revestimientos que

5 contienen dióxido de silicio o tierra de diatomeas como sustancias básicas, dado que estos revestimientos pueden fabricarse con bajo gasto de costes y están disponibles en grandes cantidades.

Los procedimientos importantes para la fabricación de piezas metálicas, por ejemplo a partir de hierro fundido, son el procedimiento de fundición a gran escala y el procedimiento de fundición centrífuga.

10 En el procedimiento de fundición a gran escala, con el que se fabrican piezas de fundición más grandes, se usan en la mayoría de los casos moldes perdidos. Debido al tamaño de las piezas de fundición que van a fabricarse actúan presiones metalostáticas muy altas sobre el molde de fundición. Mediante los tiempos de enfriamiento largos se expone el molde de fundición también durante espacios de tiempo muy largos a una alta carga de temperatura. En este procedimiento adquiere el revestimiento una función de protección marcada para evitar una introducción del

15 metal en el material del molde de fundición (penetración), un agrietamiento del molde de fundición (formación de nervios de hoja) o una reacción entre el metal y el material del molde de fundición (penetración de metal).

En la fundición centrífuga se introduce el metal líquido en una coquilla en forma de tubo o de anillo que gira alrededor de su eje, en la que el metal se moldea con acción de la fuerza centrífuga para dar por ejemplo cojinetes, anillos y tubos. A este respecto es necesario sin falta que la pieza de fundición esté completamente solidificada antes de la extracción del molde de fundición. Existe por tanto un tiempo de contacto bastante largo entre el molde de fundición y la pieza de fundición, durante el cual no debe influirse negativamente el molde de fundición mediante la pieza de fundición que se enfría. Los moldes de fundición están realizados en este caso como moldes

20 permanentes, es decir no deben modificarse las propiedades y la forma del molde de fundición tampoco tras la carga mediante el proceso de fundición. En la fundición centrífuga se reviste el molde de fundición por tanto con un revestimiento aislante que se aplica en una capa individual o en forma de varias capas.

En el documento DE-B-1 433 973 se describe un revestimiento de coquilla en forma de una suspensión acuosa, con el que por un lado deben evitarse durante la fundición daños en la coquilla y que por otro lado deba facilitar el moldeo de las piezas de fundición. El revestimiento está compuesto esencialmente de ácido silícico vítreo como material refractario así como sol de ácido silícico coloidal como aglutinante.

30 En el documento DE-AS-1 303 358 se describe un revestimiento refractario que se aplica sobre las paredes, la parte inferior o la placa de base de una coquilla. El revestimiento comprende un material refractario en forma de partícula que contiene óxido de cromo así como un aglutinante inorgánico, que están dispersados en un medio líquido. El material refractario en forma de partícula está compuesto de cromita y óxido de zirconio, óxido de magnesio, óxido de titanio o magnesia calcinada.

En el documento DE 42 03 904 C1 se describe un revestimiento para fines técnicos de fundición que contiene del 5 % al 40 % en peso de fibras. Del 10 % al 90 % de las fibras están compuestas de un material orgánico y el resto de material inorgánico refractario. Las fibras inorgánicas presentan una longitud promedio de 50 a 400 µm así como un diámetro de 1 a 25 µm y las fibras orgánicas presentan una longitud promedio de 50 a 5.000 µm y un diámetro de 2 a 70 µm.

40 En el documento DE 42 03 904 C1 se describe un revestimiento para fines técnicos de fundición que contiene del 5 % al 40 % en peso de fibras. Del 10 % al 90 % de las fibras están compuestas de un material orgánico y el resto de material inorgánico refractario. Las fibras inorgánicas presentan una longitud promedio de 50 a 400 µm así como un diámetro de 1 a 25 µm y las fibras orgánicas presentan una longitud promedio de 50 a 5.000 µm y un diámetro de 2 a 70 µm.

Los revestimientos que contienen un líquido soporte, un material refractario en forma de polvo y un portador de carbono lustroso se conocen en sí. Los documentos DD 213369 A1, GB 1532864 A y el documento JP 57-047548 A proponen como portador de carbono lustroso grafito, carbón u hollín. Los portadores de carbono particulados de este tipo no son polímeros. El documento US 4001468 A menciona polímeros como aditivos en revestimientos. Los revestimientos prevén sin embargo disolventes que pueden disolver o disolver parcialmente los polímeros dados a conocer en el documento US 4001468 A, para formar sobre los núcleos películas continuas y planas resistentes al agua. El objetivo del documento US 4001468 A es facilitar un revestimiento que revista las masas moldeables curadas sensibles a la humedad con una película protectora impermeable al agua y que sea compatible con los aglutinantes sensibles a la humedad de las masas moldeables. Puede partirse por tanto de que los revestimientos del documento US 4001468 A no deben presentar agua o disolventes "higroscópicos" tales como alcoholes como líquidos soportes.

50 Los revestimientos que contienen un líquido soporte, un material refractario en forma de polvo y un portador de carbono lustroso se conocen en sí. Los documentos DD 213369 A1, GB 1532864 A y el documento JP 57-047548 A proponen como portador de carbono lustroso grafito, carbón u hollín. Los portadores de carbono particulados de este tipo no son polímeros. El documento US 4001468 A menciona polímeros como aditivos en revestimientos. Los revestimientos prevén sin embargo disolventes que pueden disolver o disolver parcialmente los polímeros dados a conocer en el documento US 4001468 A, para formar sobre los núcleos películas continuas y planas resistentes al agua. El objetivo del documento US 4001468 A es facilitar un revestimiento que revista las masas moldeables curadas sensibles a la humedad con una película protectora impermeable al agua y que sea compatible con los aglutinantes sensibles a la humedad de las masas moldeables. Puede partirse por tanto de que los revestimientos del documento US 4001468 A no deben presentar agua o disolventes "higroscópicos" tales como alcoholes como líquidos soportes.

Finalmente se conocen revestimientos del tipo mencionado anteriormente por el documento WO 2006/063696 A1.

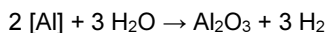
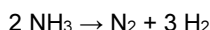
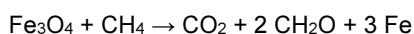
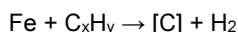
60 Durante la fundición pueden formarse en el lado exterior de la pieza de fundición o de manera compacta por debajo de su superficie pequeñas concavidades o burbujas de gas en forma de embudo, que empeoran la calidad de la superficie de la pieza de fundición y hacen necesario un mecanizado posterior de la superficie de la pieza de fundición. En particular en secciones en el interior de la pieza de fundición, por ejemplo canales de alimentación de aceite en un bloque motor, es difícil o incluso se descarta un mecanizado posterior de este tipo. Tales secciones en el interior de la pieza de fundición se representan con los denominados núcleos.

65 Durante la fundición pueden formarse en el lado exterior de la pieza de fundición o de manera compacta por debajo de su superficie pequeñas concavidades o burbujas de gas en forma de embudo, que empeoran la calidad de la superficie de la pieza de fundición y hacen necesario un mecanizado posterior de la superficie de la pieza de fundición. En particular en secciones en el interior de la pieza de fundición, por ejemplo canales de alimentación de aceite en un bloque motor, es difícil o incluso se descarta un mecanizado posterior de este tipo. Tales secciones en el interior de la pieza de fundición se representan con los denominados núcleos.

Estos defectos de fundición pueden atribuirse a distintas causas.

Dependiendo de la composición de la masa fundida se forman en los calderos de fundición escorias silicáticas con un contenido de SiO₂ casi constante en el intervalo de aproximadamente el 40 %. Además, las escorias contienen esencialmente proporciones de MnO que oscilan en el intervalo del 15 % al 40 %, así como Fe₃O₄ en proporciones en el intervalo del 5 % al 25 % en peso. Estas escorias de óxido de hierro-silicato se forman muy rápidamente y se encuentran, de manera asociada con azufre, muy frecuentemente en forma de una escoria espumosa. Las escorias tienen una acción a modo de adhesivo y unen por ejemplo granos de arena sueltos que se han desprendido del material a moldear del molde de fundición. Dado que las escorias pueden formarse ya a bajas temperaturas, pueden formarse éstas no sólo durante la obtención del metal en el caldero sino también sólo en un momento posterior, por ejemplo durante el vertido del metal líquido o durante la introducción del metal líquido en un molde de fundición. Esencialmente, el Fe₃O₄ contenido en la escoria es responsable de la formación de burbujas de gas, dado que éste puede reducirse fácilmente mediante carbono, CO o H₂, produciéndose productos de reacción en forma de gas que conducen entonces a la formación de los defectos de fundición descritos. Para suprimir la formación de burbujas de gas pueden tomarse distintas medidas. Así puede contrarrestarse la formación de una escoria que contiene Fe₃O₄, manteniéndose lo más bajo posible el contacto de la masa fundida con oxígeno o aire. Para ello puede tenerse como objetivo por ejemplo un tiempo de fundición lo más corto posible. Además debían evitarse tiempos de permanencia más largos del hierro líquido o interrupciones del proceso de fundición o también un vertido múltiple del hierro líquido. Además pueden añadirse a la masa fundida elementos o compuestos afines a oxígeno, que compiten contra el hierro por el oxígeno que está a disposición y así suprimen la formación de una escoria que contiene Fe₃O₄. Como medida adicional puede elevarse el contenido de manganeso de la masa fundida en más del 0,5 % en peso, de modo que ya no se formen escorias de óxido de hierro-silicato. Finalmente puede elevarse la temperatura de la masa fundida tanto que las escorias se reduzcan con producción de monóxido de carbono.

A las temperaturas que imperan durante la fundición de metal se descomponen los aglutinantes orgánicos en el molde de fundición con formación de CO, CO₂, N₂, H₂, NO_x, NH₃, H₂O y C_xH_y. Mediante la reacción de estos compuestos con hierro líquido se producen otros productos gaseosos que pueden enriquecerse en el hierro líquido o en la escoria. A continuación se exponen reacciones a modo de ejemplo:



El nitrógeno y el hidrógeno se disuelven mejor en hierro líquido que en hierro sólido. Durante la transición del estado líquido al sólido se desprenden por tanto gases disueltos de la masa fundida, que en este estado presenta ya una viscosidad relativamente alta. Por tanto, las burbujas de gas tienen una forma que recuerda menos a una esfera, sino que presenta más bien una semejanza a una cavidad. Como contramedida puede reducirse la cantidad del gas disuelto en el metal líquido, reduciéndose la temperatura de la masa fundida. Además puede reducirse la proporción del aglutinante en el molde de fundición, de modo que durante su descomposición se produzcan cantidades más bajas de gases indeseados. Finalmente puede elevarse la proporción de titanio de la masa fundida para unir por ejemplo nitrógeno en forma de nitruro de titanio o puede reducirse la proporción de aluminio para reprimir debido a ello la producción de hidrógeno mediante la reducción de agua.

Las contramedidas descritas anteriormente se contradicen parcialmente o pueden influir en las propiedades de la pieza de fundición, cuando se añaden, por ejemplo, aditivos a la masa fundida. Tampoco puede conducirse el proceso de fundición probablemente de modo que se suprima en gran parte un contacto del metal líquido con el aire u oxígeno.

Los moldes de fundición comprenden moldes y núcleos. Los moldes reproducen a este respecto el contorno exterior de la pieza de fundición, mientras que los núcleos se usan para la formación de cavidades en la pieza de fundición. A este respecto, a los moldes se les exigen claramente menos requerimientos con respecto a la estabilidad y la composición de la mezcla de material a moldear que a los núcleos. Así deben soportar los moldes durante la fundición cargas mecánicas claramente más bajas. Los moldes se fabrican a este respecto en la mayoría de los casos a partir de arena empapada. Ésta está constituida esencialmente por un material refractario, tal como arena de cuarzo, bentonita como aglutinante y agente formador de carbono lustroso, por ejemplo polvo de carbón. Además, la arena empapada contiene agua para conferir a la mezcla de material a moldear una correspondiente flexibilidad y moldeabilidad y para hacer viable la bentonita como aglutinante. Los núcleos se fabrican en la mayoría de los casos a partir de una mezcla de material a moldear unida con resina. Como aglutinante está contenido a este respecto un aglutinante orgánico. Los aglutinantes a modo de ejemplo son aglutinantes *cold-box* (caja fría) o aglutinantes *hot-box* (caja caliente). Mediante el uso de estos aglutinantes obtienen los núcleos una estabilidad claramente más alta. Además, los núcleos no deben mostrar durante la fundición un desarrollo de gases demasiado alto. Mientras que en el caso de los moldes está a disposición una superficie muy grande para evacuar los gases

liberados durante la fundición hacia fuera, están a disposición en el caso de los núcleos únicamente las marcas de núcleo que presentan una sección transversal relativamente pequeña. Las marcas de núcleo corresponden a las superficies de contacto de los núcleos en el modelo. En caso de un desarrollo de gases demasiado fuerte puede pasar por tanto gas al material metálico líquido y mediante las burbujas de gas originadas debido a ello puede conducir a defectos de fundición, tales como orificios pequeños.

Por tanto, la invención se basaba en el objetivo de facilitar un agente con el que pudieran suprimirse en gran parte o completamente defectos de gas en piezas de fundición y que requiriera a ser posible bajas limitaciones en relación a la composición de la masa fundida o en relación a la fundición de metal. Este agente debe poder usarse en particular en la fabricación de núcleos.

Este objetivo se consigue con un revestimiento con las características de la reivindicación 1. Perfeccionamientos ventajosos del revestimiento de acuerdo con la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

El revestimiento de acuerdo con la invención contiene además de un líquido soporte y un material refractario en forma de polvo al menos un aditivo que presenta propiedades reductoras. El revestimiento forma en el molde de fundición la superficie de contacto con el metal líquido. Mediante el calor del metal líquido obtiene el agente reductor una alta reactividad, de modo que puede reaccionar con el oxígeno o compuestos que contienen oxígeno y por consiguiente puede capturar a éstos. Debido a ello se reprime en gran parte la formación de Fe_3O_4 , que a su vez actúa con producción de productos gaseosos como agente oxidante para carbono o hidrocarburos. Mediante el agente reductor facilitado en la capa de revestimiento puede reprimirse claramente, por tanto, la producción de gases en la superficie límite con respecto a la masa fundida y con ello también la producción de orificios pequeños u otras inclusiones de gases en o cerca de la superficie exterior de la pieza de fundición.

De acuerdo con la invención se pone a disposición por tanto un revestimiento que puede usarse como revestimiento para moldes de fundición para la fundición de metal, comprendiendo el revestimiento al menos:

- un líquido soporte;
- al menos un material refractario en forma de polvo; y
- al menos un agente reductor y se define en la reivindicación 1. El agente reductor es un agente formador de carbono lustroso. El revestimiento comprende en primer lugar un líquido soporte, en el que pueden suspenderse o disolverse las otras partes constituyentes del revestimiento. Este líquido soporte se selecciona de manera adecuada de modo que pueda evaporarse completamente en las condiciones habituales en la fundición de metal. El líquido soporte debía presentar por tanto preferentemente a presión normal un punto de ebullición inferior a aproximadamente 130 °C, preferentemente inferior a 110 °C. Como líquido soporte se usa agua o una mezcla de agua y al menos un componente orgánico volátil, usándose como componente orgánico volátil uno o varios alcoholes. Por un componente orgánico volátil se entiende a este respecto uno o varios alcoholes que presentan un punto de ebullición inferior a 130 °C, en particular inferior a 110 °C. De manera especialmente preferente se usa un alcohol con 1 a 3 átomos de carbono, en particular etanol y/o isopropanol. La proporción de agua en el líquido soporte se selecciona, con respecto al revestimiento listo para su uso, preferentemente en el intervalo del 10 % al 80 % en peso, de manera especialmente preferente del 10 % al 20 % en peso y la proporción del componente orgánico volátil preferentemente en el intervalo del 0 % al 70 % en peso, de manera especialmente preferente del 40 % al 60 % en peso. La proporción del líquido soporte en el revestimiento listo para su uso asciende habitualmente a del 10 % al 99,9 % en peso, preferentemente a del 30 % al 70 % en peso.

En el líquido soporte está suspendido al menos un material refractario en forma de polvo. Como material refractario pueden usarse materiales refractarios habituales en la fundición de metal. Ejemplos de materiales refractarios adecuados son diatomita, caolines, caolines calcinados, caolinita, metacaolinita, óxido de hierro, cuarzo, óxido de aluminio, silicatos de aluminio, tales como pirofilita, cianita, andalucita o chamota, óxido de zirconio, silicato de zirconio, bauxita, olivina, talco, mica, feldespato.

El material refractario se proporciona en forma de polvo. El tamaño de grano se selecciona a este respecto de modo que en el revestimiento se produzca una estructura estable y de modo que pueda distribuirse el revestimiento por ejemplo con un dispositivo pulverizador sin problemas en la pared del molde de fundición. De manera adecuada presenta el material refractario un tamaño de grano promedio en el intervalo de 0,1 a 500 μm , en particular preferentemente en el intervalo de 1 a 200 μm . Como material refractario son adecuados en particular materiales que presentan un punto de fusión que se encuentra al menos 200 °C por encima de la temperatura del metal líquido y que no contraen ninguna reacción con el metal. La proporción del material refractario sólido en polvo en el revestimiento listo para su uso se selecciona preferentemente en el intervalo del 10 % al 99,9 % en peso, preferentemente en el intervalo del 30 % al 70 % en peso.

Como compuesto que contiene carbono se usa un agente formador de carbono lustroso. Los agentes formadores de carbono lustroso son compuestos orgánicos o mezclas de compuestos orgánicos, de los que se volatilizan compuestos que contienen C-H con la acción del calor del metal líquido. La fase gaseosa que se produce a este respecto está sobresaturada con carbono y tiene por tanto propiedades reductoras. La sobresaturación de la fase gaseosa con carbono se vuelve finalmente tan grande que se deposita carbono pirolítico en forma de carbono

lustroso sobre la superficie del molde de fundición. El grado de sobresaturación de la fase gaseosa con carbono depende de la composición química del agente formador de carbono lustroso, es decir la proporción C : H : O, de la concentración de carbono así como de la temperatura. La deposición de carbono lustroso sobre la pared de la cavidad del molde de fundición produce una peor humectabilidad de la pared mediante la masa fundida.

Los gases producidos influyen también en el choque del metal líquido contra la pared del molde de fundición. Se observa un denominado "acolchado" de la masa fundida. Mediante la deposición de carbono lustroso puede separarse además la pieza de fundición más fácilmente del molde de fundición y se influye ventajosamente en la descomposición del molde de fundición. Además se vuelve plástico el agente formador de carbono lustroso con la influencia del calor del metal líquido y con ello tampona por ejemplo la extensión del cuarzo bajo la acción de calor del metal líquido.

Como agente formador de carbono lustroso y como polímero que contiene carbono se usan copolímeros de poliestireno. Los copolímeros a modo de ejemplo son copolímeros de estireno-butadieno, de estireno-(met)acrilato y de butadieno-(met)acrilato. Se prefieren especialmente copolímeros de estireno, ascendiendo la proporción de estireno en el polímero que contiene carbono preferentemente al menos al 25 % en moles, de manera especialmente preferente al menos al 50 % en moles.

Los polímeros que contienen carbono presentan preferentemente un peso molecular promedio en el intervalo de 2.000 a 20.000 g/mol. El peso molecular puede determinarse por ejemplo mediante cromatografía de exclusión usando patrones, tales como patrones de poliestireno (por ejemplo POLYMER STANDARDS SERVICE GmbH, In der Dalheimer Wiese 5,D-55120 Mainz).

La proporción del agente reductor, preferentemente del agente formador de carbono lustroso se selecciona con respecto al contenido de sólidos del revestimiento de acuerdo con la invención en preferentemente al menos el 1 % en peso, preferentemente en al menos el 5 % en peso, de manera especialmente preferente en al menos el 6 % en peso, en particular preferentemente en el intervalo del 8 % al 30 % en peso. De acuerdo con una forma de realización se selecciona la proporción del agente formador de carbono lustroso más baja del 20 % en peso, de acuerdo con otra forma de realización se selecciona más baja del 15 % en peso. La cantidad del agente formador de carbono lustroso contenido en el revestimiento depende de la cantidad de carbono lustroso que puede formarse por el agente formador de carbono lustroso. Con respecto a la cantidad de carbono lustroso formada se selecciona la cantidad del agente formador de carbono lustroso preferentemente en al menos el 1 % en peso, de manera especialmente preferente en al menos el 2 % en peso y en particular preferentemente en el intervalo del 2,5 % al 10 % en peso.

En el revestimiento listo para su uso puede estar contenido el agente formador de carbono lustroso por ejemplo en una proporción del 1 % al 8 % en peso.

El revestimiento de acuerdo con la invención contiene una proporción relativamente baja de agente reductor o agente formador de carbono lustroso. Debido a ello puede usarse también como revestimiento de núcleo, dado que muestra sólo un bajo desarrollo de gases. Mediante la baja proporción del agente formador de carbono lustroso puede suprimirse de manera eficaz, sin embargo, sorprendentemente no obstante una formación de orificios pequeños.

Además de los componentes mencionados puede comprender el revestimiento de acuerdo con la invención aún otros componentes habituales. De acuerdo con una forma de realización de la invención puede contener el revestimiento un aglutinante. La tarea del aglutinante se encuentra sobre todo en unir, tras el secado del revestimiento aplicado sobre un molde de fundición, las sustancias constituyentes del revestimiento y garantizar así una adherencia eficaz del revestimiento sobre la base. Preferentemente se añade un aglutinante que cura de manera irreversible. Se obtiene de esta manera un revestimiento con una alta resistencia a la abrasión. Esto es ventajoso cuando el molde de fundición debe transportarse, por ejemplo, tras su fabricación y a este respecto está expuesto a influencias mecánicas. Mediante la robustez mecánica marcada del revestimiento pueden evitarse daños en gran parte. Además se usan preferentemente aquellos aglutinantes que no se ablandan de nuevo bajo la acción de la humedad del aire.

En sí pueden usarse todos los aglutinantes que se han usado ya en revestimientos. Como aglutinante pueden usarse por ejemplo almidón, dextrina, péptidos, poli(alcohol vinílico), copolímeros de poli(acetato de vinilo), poli(ácido (met)acrilico), poliestireno, dispersiones de poli(acetato de vinilo)-poliacrilato, así como mezclas de estos compuestos. De acuerdo con una forma de realización preferente contiene el revestimiento de acuerdo con la invención una resina alquídica como aglutinante, que es soluble tanto en agua como en alcoholes, tal como etanol, propanol o isopropanol. El aglutinante está contenido en el revestimiento listo para su uso preferentemente en una proporción del 0,1 % al 5 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,5 % al 2 % en peso.

Además de los materiales refractarios ya mencionados puede contener el revestimiento también aún un agente de fijación. El agente de fijación eleva la viscosidad del revestimiento. Con ello se impide por un lado una reducción de las partes constituyentes más pesadas en el revestimiento, de modo que durante la aplicación obtiene la capa de revestimiento siempre una composición uniforme. Por otro lado, el agente de fijación hace que ya no fluya el

revestimiento tras la aplicación sobre las superficies del molde de fundición y por tanto se consigue un espesor de capa uniforme también sobre, por ejemplo, superficies perpendiculares del molde de fundición. Como agente de fijación pueden usarse por ejemplo silicatos de dos capas y silicatos de tres capas habituales en revestimientos, tales como atapulgita, serpentinas, esmectitas, tales como saponita, montmorillonita, beidellita y nontronita, vermiculita. Su proporción en el revestimiento listo para su uso asciende preferentemente a del 0,5 % al 4,0 % en peso, de manera especialmente preferente del 1,0 % al 2,0 % en peso.

Además, el revestimiento de acuerdo con la invención puede contener un agente humectante, que facilita la aplicación del revestimiento sobre una base. Como agente humectante pueden usarse en sí todos los tensioactivos aniónicos y no aniónicos conocidos por el experto de polaridad media y superior. Los tensioactivos presentan preferentemente un valor de HLB superior a 7. Los agentes humectantes se añaden preferentemente en una cantidad del 0,01 % al 1 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,05 % al 0,3 % en peso, refiriéndose los datos de porcentaje al revestimiento listo para su uso. Un ejemplo de un agente humectante adecuado es dioctilsulfosuccinato de disodio.

Para evitar una formación de espuma durante la fabricación del revestimiento o durante la aplicación del revestimiento sobre la superficie del molde de fundición, puede contener el revestimiento un agente desespumante. La formación de espuma durante la aplicación del revestimiento puede conducir a un espesor de capa no uniforme y orificios en la capa. Como agente desespumante pueden usarse por ejemplo aceite de silicona o aceite mineral. El agente desespumante está contenido en el revestimiento listo para su uso preferentemente en una proporción del 0,01 % al 1 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,05 % al 0,3 % en peso.

Además, el revestimiento puede contener pigmentos o colorantes habituales. Éstos se añaden eventualmente para conseguir, por ejemplo, un contraste entre distintas capas de revestimiento o entre el molde de fundición como base y la capa de revestimiento dispuesta sobre el mismo, de modo que pueda comprobarse visualmente una aplicación completa de la capa de revestimiento. Ejemplos de pigmentos adecuados son óxido de hierro rojo y amarillo así como grafito. Los colorantes y pigmentos están contenidos en el revestimiento listo para su uso preferentemente en una cantidad del 0,01 % al 10 % en peso, de manera especialmente preferente del 0,1 % al 5 % en peso.

En particular cuando el revestimiento está realizado como revestimiento de agua, como líquido soporte se usa por tanto esencialmente sólo agua, puede añadirse al revestimiento un biocida para evitar una infestación bacteriana y con ello una influencia negativa sobre la reología y la fuerza de unión del aglutinante. Ejemplos de biocidas adecuados son formaldehído, 2-metil-4-isotiazolin-3-ona (MIT), 5-cloro-2-metil-4-isotiazolin-3-ona (CIT) y 1,2-benzoisotiazolin-3-ona (BIT). Preferentemente se usan MIT, BIT o una mezcla de los mismos. Los biocidas se usan preferentemente en una cantidad de 10 a 1000 ppm, de manera especialmente preferente de 50 a 500 ppm, con respecto al revestimiento listo para su uso.

El revestimiento de acuerdo con la invención presenta en el estado que puede usarse preferentemente un contenido de sólidos en el intervalo del 20 % al 80 % en peso, de manera especialmente preferente del 30 % al 70 % en peso. De acuerdo con una forma de realización, el revestimiento presenta un contenido de sólidos en el intervalo del 35 % al 55 % en peso.

El revestimiento de acuerdo con la invención puede fabricarse según procedimientos habituales. Por ejemplo puede fabricarse un revestimiento de acuerdo con la invención disponiendo en primer lugar agua u otro líquido soporte adecuado en un agitador. Al agua se añade entonces por ejemplo el agente de fijación, por ejemplo un silicato estratificado y se solubiliza éste en condiciones de alto cizallamiento. A continuación se introducen mediante agitación el material refractario en forma de polvo así como eventualmente pigmentos y colorantes y el agente formador de carbono lustroso, hasta que se produzca una mezcla homogénea. Para acabar se introducen mediante agitación agentes humectantes, agentes desespumantes, biocidas y aglutinantes.

Para el uso técnico puede proporcionarse y comercializarse el revestimiento de acuerdo con la invención como formulación lista para su uso. Sin embargo es también posible fabricar y comercializar el revestimiento de acuerdo con la invención en forma concentrada. Para obtener a partir del revestimiento concentrado un revestimiento listo para su uso, debe añadirse una cantidad adecuada de un componente disolvente que es necesario para ajustar las propiedades de viscosidad y densidad necesarias del revestimiento. Además puede proporcionarse el revestimiento de acuerdo con la invención también en forma de un kit, previéndose por ejemplo el componente sólido y el componente disolvente uno junto al otro en recipientes separados. El componente sólido puede proporcionarse a este respecto como mezcla de sólidos en forma de polvo en un recipiente separado. Otros componentes líquidos que van a usarse eventualmente, tal como por ejemplo aglutinantes, agentes humectantes, agentes humectantes/despumantes, pigmentos, colorantes y biocidas, pueden proporcionarse en este kit a su vez en un recipiente separado. El líquido soporte puede añadirse o bien a los otros componentes líquidos mencionados anteriormente o puede proporcionarse de manera separada de éstos en un recipiente separado. Para la fabricación de un revestimiento listo para su uso se mezclan entre sí las cantidades adecuadas del componente sólido, de los otros componentes líquidos y del líquido soporte. Además es también posible proporcionar un revestimiento de acuerdo con la invención cuyo componente disolvente esté compuesto en primer lugar sólo de agua. Mediante la adición de un alcohol volátil o mezcla de alcoholes, preferentemente etanol, propanol, isopropanol y mezclas de los

5 mismos, en preferentemente cantidades del 40 % al 200 % en peso con respecto al revestimiento de agua, puede proporcionarse a partir de este revestimiento de agua un revestimiento de alcohol listo para su uso. El contenido de sólidos de un revestimiento de alcohol de acuerdo con la invención asciende a este respecto preferentemente a del 20 % al 60 % en peso, en particular preferentemente a del 30 % al 40 % en peso.

10 Dependiendo del uso deseado del revestimiento de acuerdo con la invención, por ejemplo como revestimiento base o como revestimiento de cubierta, y del espesor de capa deseado de la capa de revestimiento que va a aplicarse pueden ajustarse otros parámetros característicos del revestimiento. Así, un revestimiento de acuerdo con la invención, que debe usarse para el revestimiento de moldes y núcleos en la técnica de fundición, presenta preferentemente una viscosidad de 11 a 25 s, de manera especialmente preferente de 12 a 15 s, determinada según la norma DIN 53211; viscosímetro 4 mm, norma DIN-Cup. Preferentemente, un revestimiento listo para su uso presenta una densidad en el intervalo de 1 a 2,2 g/ml (de 0 a 120 °Bé), de manera especialmente preferente en el intervalo de 1,1 a 1,4 g/ml (de 30 a 50 °Bé), en particular de 1,2 a 1,3 g/ml, determinada según el procedimiento de flotabilidad de Baumé; norma DIN 12791.

15 El revestimiento de acuerdo con la invención puede usarse para revestir moldes de fundición. Por tanto es objetivo de la invención también un procedimiento para la fabricación de un molde de fundición revestido, en el que se proporciona un molde de fundición y se reviste el molde de fundición al menos por secciones con una capa de revestimiento que comprende al menos proporcionalmente una capa de un revestimiento, tal como se ha descrito anteriormente.

20 Por un molde de fundición se entiende todos los tipos de cuerpos que son necesarios para la fabricación de una pieza de fundición, o sea por ejemplo núcleos, moldes y coquillas. Los moldes de fundición pueden estar fabricados en sí de materiales discrecionales. Así pueden estar fabricados los moldes de fundición por ejemplo de un material a moldear refractario, tal como arena de cuarzo, que se ha solidificado con un aglutinante adecuado. A este respecto pueden usarse tanto aglutinantes inorgánicos como orgánicos. Un ejemplo de un aglutinante inorgánico es vidrio soluble, que se ha solidificado por ejemplo mediante extracción de agua mediante calentamiento o mediante conducción de dióxido de carbono. Ejemplos de aglutinantes orgánicos son aglutinantes *cold-box* o aglutinantes *no-bake* (sin cocción), en caso de los cuales se curan un componente poliisocianato y un componente poliol bajo acción de un catalizador básico.

25 De manera especialmente preferente se usa el revestimiento para revestir núcleos. Tal como se ha expuesto ya, el revestimiento de acuerdo con la invención muestra un desarrollo de gases comparativamente bajo. Debido a ello se ha reprimido en gran parte durante la fundición el riesgo de un paso de gases desde el núcleo al material metálico líquido.

30 De manera especialmente preferente, a este respecto como núcleos se usan núcleos unidos a resina sintética.

35 En la fabricación de núcleos unidos a resina sintética de este tipo se usan preferentemente aglutinantes *cold-box*. Se trata a este respecto de un sistema de dos componentes. El primer componente está constituido por la solución de un poliol, en la mayoría de los casos de una resina fenólica. El segundo componente es la solución de un poliisocianato. Así, de acuerdo con el documento US 3.409.579 A se llevan a reacción los dos componentes del aglutinante de poliuretano, conduciéndose tras la conformación una amina terciaria en forma de gas por la mezcla constituida por el material base a moldear y el aglutinante.

40 Un sistema de aglutinantes muy similar a estos aglutinantes *cold-box* son los aglutinantes *no-bake* de poliuretano. A este respecto se hace reaccionar igualmente un componente poliisocianato con un componente poliol, añadiéndose el catalizador sin embargo en forma líquida ya en la fabricación de la mezcla de material a moldear. Como catalizador se usan igualmente aminas, por ejemplo aminas terciarias.

45 En el caso de la reacción de curado de aglutinantes de poliuretano se trata de una poliadición, es decir una reacción sin disociación de productos secundarios, tales como por ejemplo agua. A las ventajas del procedimiento *cold-box* y del procedimiento *no-bake* pertenecen buena productividad, precisión dimensional de los moldes de fundición así como buenas propiedades técnicas, tal como la resistencia de los moldes de fundición, el tiempo de procesamiento de la mezcla constituida por material base a moldear y aglutinante, etc.

50 Otros aglutinantes adecuados son por ejemplo aglutinantes *no-bake* a base de resinas de furano o resinas fenólicas. Éstos se presentan como sistemas de dos componentes, comprendiendo un componente una resina de furano o resina fenólica reactiva y el otro componente un ácido que actúa como catalizador para el curado del componente de resina reactivo. Como ácidos se usan en la mayoría de los casos ácidos sulfónicos aromáticos y en algunos casos especiales también ácido fosfórico o ácido sulfúrico.

55 Las resinas de furano contienen como componente esencial alcohol furfurílico. El alcohol furfurílico puede reaccionar consigo mismo con catálisis ácida y puede formar un polímero. Dado que el alcohol furfurílico se prepara a partir de material vegetal, por ejemplo paja de trigo o cáscaras de arroz, éste es relativamente caro. Para la preparación de aglutinantes *no-bake* de furano no se usa, por tanto, generalmente alcohol furfurílico puro, sino que se añade al

alcohol furfúrico otros compuestos que se introducen mediante polimerización en la resina. Ejemplos de compuestos de este tipo son aldehídos, tales como formaldehído o furfural, cetonas, tales como acetona, fenoles, urea o también polioles, tales como alcoholes de azúcar o etilenglicol. A las resinas pueden añadirse aún otros componentes que influyen en las propiedades de la resina, por ejemplo en su elasticidad. Por ejemplo puede

añadirse melamina para unir formaldehído libre.

Los aglutinantes *no-bake* a base de resinas fenólicas contienen como componente de resina reactivo resoles, o sea resinas fenólicas, que se han preparado con un exceso de formaldehído. Las resinas fenólicas muestran en comparación con las resinas de furano una reactividad claramente más baja y requieren como catalizadores ácidos sulfónicos fuertes.

Al procedimiento orgánico de curado 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 *croning* (moldeo en cáscara) a base de resinas de fenol-novolaca. En el procedimiento *hot-box* así como en el procedimiento *warm-box* se procesan resinas líquidas con un agente endurecedor latente, eficaz sólo a temperatura elevada para obtener una mezcla de material a moldear. En el procedimiento *croning* se envuelven materiales base a moldear, tal como cuarzo, arena de mineral de cromo, arena de zirconio, etc. a una temperatura de aproximadamente 100 a 160 °C con una resina de fenol-novolaca líquida a esta temperatura. Como componente de reacción para el curado posterior se añade hexametilentetramina. En las técnicas de curado en caliente mencionadas anteriormente tiene lugar la conformación y el curado en moldes que pueden calentarse, que se calientan hasta una temperatura de hasta 300 °C.

Tales aglutinantes orgánicos para su uso en la fabricación de moldes y núcleos los conoce en sí el experto.

En el procedimiento de acuerdo con la invención se proporciona en primer lugar un molde de fundición o un núcleo. Sobre éste se aplica entonces el revestimiento descrito anteriormente. A este respecto pueden usarse en sí todos los procedimientos habituales. El revestimiento puede aplicarse por medio de un pincel. Sin embargo es también posible aplicar por pulverización el revestimiento por medio de una boquilla adecuada. Para la pulverización pueden usarse aparatos pulverizadores con recipiente a presión habituales en el comercio. Según esto se introduce el revestimiento en estado preferentemente diluido en un recipiente a presión. Mediante la sobrepresión que impera en el recipiente se comprime el revestimiento en una pistola pulverizadora, donde se pulveriza con ayuda de aire atomizado que puede regularse por separado. La aplicación por pulverización se realiza preferentemente de modo que el revestimiento aún húmedo choca contra la superficie del molde de fundición, de modo que pueda conseguirse una aplicación uniforme.

Además puede aplicarse el revestimiento también sumergiendo el molde de fundición en el revestimiento. La duración durante la cual permanece sumergido el molde de fundición en el revestimiento se selecciona preferentemente entre 2 segundos y 2 minutos. En la extracción del molde de fundición se escurre el revestimiento en exceso, dependiendo el tiempo que ocupa el escurrimiento del revestimiento en exceso tras la inmersión del comportamiento de escurrimiento del revestimiento usado. El revestimiento que queda sobre la superficie del molde de fundición presenta entonces un espesor de capa determinado, pudiéndose influir en el espesor de capa mediante las propiedades del revestimiento, por ejemplo su viscosidad o mediante la adición de agentes de fijación.

Además puede inundarse la cavidad del molde del molde de fundición también con el revestimiento. Con el vertido del revestimiento queda entonces igualmente una capa del revestimiento en las paredes de la cavidad del molde, pudiéndose influir en el espesor de capa de la capa por ejemplo mediante la viscosidad del revestimiento.

El revestimiento puede aplicarse en una capa individual. Sin embargo es también posible aplicar varias capas del revestimiento una sobre otra para conseguir, por ejemplo, un mayor espesor de capa. A este respecto, eventualmente en primer lugar puede secarse parcial o completamente la capa del revestimiento dispuesta más profunda, antes de que se aplique la siguiente capa.

Preferentemente se revisten al menos las superficies del molde de fundición con el revestimiento, que en la fundición entran en contacto con el metal líquido. En particular preferentemente se revisten el o los núcleos del molde de fundición con el revestimiento descrito anteriormente.

Tras la aplicación se seca la capa de revestimiento y, siempre que el revestimiento contenga un aglutinante que puede curarse, se cura el aglutinante.

Para el secado pueden usarse todos los procedimientos conocidos. El revestimiento puede secarse al aire, pudiéndose requerir el secado deshumidificándose, por ejemplo, el aire. Además puede calentarse también el molde de fundición con la capa de revestimiento aplicada sobre el mismo. Para el calentamiento puede irradiarse el molde de fundición, por ejemplo, con microondas o luz infrarroja. Sin embargo, el molde de fundición revestido puede colocarse para el secado también en un horno de convección. De acuerdo con una forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención se seca el molde de fundición revestido con el revestimiento en un horno de convección a de 100 °C a 250 °C, preferentemente de 120 °C a 180 °C. En caso de uso de revestimientos

de alcohol se seca el revestimiento preferentemente mediante quemado del alcohol o de la mezcla de alcoholes. Mediante el calor de combustión que se produce a este respecto se calienta adicionalmente el molde de fundición revestido.

El espesor de capa seca de la capa de revestimiento asciende preferentemente a al menos 0,1 mm, preferentemente a al menos 0,2 mm, de manera especialmente preferente a al menos 0,3 mm. Para una aplicación especial pueden usarse también capas de revestimiento más gruesas. El espesor de capa seca asciende en aplicaciones de este tipo preferentemente a al menos 0,4 mm y en particular preferentemente a al menos 0,5 mm. Los espesores de capa de este tipo se usan preferentemente cuando la carga térmica del molde de fundición es muy alta. En particular preferentemente se encuentra el espesor de la capa de revestimiento en el intervalo de 0,3 a 1,5 mm. El espesor de capa seca designa según esto el espesor de capa de la capa de revestimiento secada, que se obtiene mediante separación esencialmente completa del líquido soporte y eventualmente curado posterior de la capa de revestimiento. El espesor de capa seca se determina preferentemente mediante medición con el peine de espesor de capa húmeda.

Antes de que se aplique el revestimiento puede dotarse el molde de fundición también en primer lugar de un revestimiento base. El revestimiento base puede aplicarse sobre el molde de fundición con todos los procedimientos conocidos en el estado de la técnica, por ejemplo inmersión, inundación, pulverización o pintura. El revestimiento base cubre la superficie del molde de fundición y cierra los poros de arena frente a una introducción del metal líquido. Además tiene el revestimiento base también la tarea de aislar térmicamente el molde de fundición frente al metal líquido. El revestimiento base puede contener como sustancia básica por ejemplo arcilla, talco, cuarzo, mica, silicato de zirconio, magnesita, silicato de aluminio o chamota en un líquido soporte adecuado, por ejemplo agua o alcohol. El espesor de capa seca del revestimiento base asciende preferentemente a al menos 0,1 mm, de manera especialmente preferente a al menos 0,2 mm, en particular preferentemente a al menos 0,45 mm. Preferentemente se selecciona el espesor de capa seca del revestimiento base en el intervalo de 0,3 a 1,5 mm. El revestimiento para el revestimiento base se realiza preferentemente como revestimiento de agua o como revestimiento de alcohol.

El revestimiento base puede diferenciarse en su composición del revestimiento de acuerdo con la invención. Sin embargo es también posible preparar el revestimiento base igualmente a partir del revestimiento de acuerdo con la invención. Preferentemente se prepara el revestimiento base igualmente a partir del revestimiento de acuerdo con la invención.

Con el uso de un molde de fundición revestido, tal como se fabrica con el procedimiento descrito anteriormente, se obtienen piezas de fundición que presentan en su superficie o cerca de su superficie pocos defectos que puedan atribuirse a inclusiones de gases. Por tanto es objeto de la invención también un molde de fundición, que comprende al menos secciones de una capa de revestimiento que se prepara a partir de un revestimiento, tal como se ha descrito anteriormente.

Los moldes de fundición de acuerdo con la invención son adecuados tanto para procedimientos de fundición centrífuga como para procedimientos de fundición a gran escala o generalmente procedimientos de fundición a base de moldes perdidos. Por tanto es objetivo de la invención también el uso del molde de fundición descrito anteriormente para la fundición de metal. Los moldes de fundición que comprenden una capa que se ha preparado a partir del revestimiento de acuerdo con la invención son adecuados, por ejemplo, para la fabricación de tubos, camisas cilíndricas, motores y componentes de motores, bancadas y turbinas así como para componentes de máquinas generales. En particular son adecuados los moldes de fundición para la fundición del hierro así como del acero. En la fundición del hierro o del acero se consiguen temperaturas relativamente altas en el intervalo de aproximadamente 1400 °C, de modo que puede comenzar una formación eficaz de carbono lustroso.

La invención se explica en más detalle mediante los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1

El revestimiento de núcleo usado en los siguientes ejemplos contiene las siguientes partes constituyentes (% en peso):

Componente	Proporción (% en peso)	Fabricante
Pirofilita < 110 µm	40,00	R.T.Vanderbilt
Grafito < 150 µm	10,00	Luh
Mineral de arcilla	03,00	Engelhard Corporation
Dispersión de copolímero de butadieno-estireno	05,00	Lipatone®, Polymer Latex
Agente humectante	00,05	Henkel KGaA, DE
Agente desespumante	00,20	Henkel KGaA, DE

Solución de aglutinante	02,00	Wacker AG, DE
Biocida	00,20	Thor
Agua	39,55	

Para la preparación de los revestimientos se dispone en primer lugar el agua en un recipiente, que está equipado con un dispositivo agitador de alto cizallamiento. El agitador se pone en marcha, se añade la arcilla y se solubiliza durante 15 minutos en condiciones de alto cizallamiento. A continuación se añaden pirofilita y grafito y se agita la mezcla durante otros 15 minutos, hasta que se obtiene una mezcla homogénea. Entonces se añaden los componentes restantes y se agita la mezcla durante otros 5 minutos.

El revestimiento obtenido se diluye con un 30 % en peso de agua desionizada y presenta entonces una viscosidad de 13 s, determinada según la norma DIN 53211, viscosímetro 4 mm, y una densidad de 40 °Be, determinada según el procedimiento de flotabilidad de Baume, norma DIN 12791.

Con el revestimiento se reviste un núcleo mediante aplicación por pulverización. El espesor de la capa de revestimiento asciende a 300 µm. El revestimiento muestra un buen comportamiento de flujo y una buena cobertura. A continuación se seca el molde de fundición en el horno de paso continuo con aire de circulación a de 160 °C a 180 °C.

Ejemplo de comparación:

De manera análoga al ejemplo 1 se preparó un revestimiento de comparación, no añadiéndose sin embargo ninguna dispersión de copolímero de butadieno-estireno.

Ejemplo 2:

Se fabricaron en cada caso 10 núcleos *cold-box* (arena H32, aglutinante *cold-box* de poliuretano (PUCB) parte I 0,8 %, PUCB parte II 0,8 %) para turboalimentadores y se revistieron con los revestimientos preparados en ejemplo 1 o el ejemplo de comparación. La resistencia a la fricción de la capa de revestimiento se evaluó de manera subjetiva mediante frotamiento. La fundición se realizó a continuación con la aleación SiMo para turboalimentadores a 1450 °C. Tras la separación del molde de fundición se sometió a estudio la superficie de las piezas de fundición para determinar defectos de fundición.

Los resultados están resumidos en la siguiente tabla:

Tabla: ensayos de fundición

Revestimiento	Ejemplo de comparación	Ejemplo 1
Capa de revestimiento	200 µm	200 µm
Resistencia a la abrasión	buena	muy buena
Piezas de fundición con orificios pequeños	5 de 10	0 de 10

REIVINDICACIONES

1. Revestimiento que comprende al menos:

- 5 un líquido soporte;
al menos un material refractario en forma de polvo; y
al menos un polímero que contiene carbono como agente reductor, seleccionándose el polímero que contiene carbono de copolímeros de poliestireno, y

10 como líquido soporte:

- a) se usa agua o
b) se usa una mezcla de uno o varios alcoholes con un punto de ebullición inferior a 130 °C y agua.

15 2. Revestimiento según la reivindicación 1, en el que el polímero que contiene carbono presenta un contenido de oxígeno inferior al 10 % en peso.

3. Revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el agente reductor está contenido, con respecto al peso del revestimiento listo para su uso, en una proporción superior al 5 % en peso.

20 4. Revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento contiene un aglutinante.

5. Revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento presenta, con respecto al estado que puede usarse, un contenido de sólidos del 20 % al 80 % en peso.

25 6. Revestimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el líquido soporte es una mezcla de agua y etanol y/o isopropanol.

30 7. Revestimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el líquido soporte es una mezcla de agua y un alcohol con 1 a 3 átomos de carbono.

8. Revestimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el material refractario en forma de polvo es un silicato de aluminio, en particular pirofilita, cianita, andalucita o chamota.

35 9. Revestimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el polímero que contiene carbono es un copolímero de estireno-butadieno, un copolímero de estireno-(met)acrilato o un copolímero de estireno-butadieno-(met)acrilato.

40 10. Revestimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la proporción de estireno en el polímero que contiene carbono asciende a al menos el 25 % en moles, de manera especialmente preferente a al menos el 50 % en moles.

45 11. Procedimiento para la fabricación de un molde de fundición revestido, en el que se proporciona un molde de fundición y se reviste el molde de fundición al menos por secciones con una capa de revestimiento, que comprende al menos proporcionalmente una capa de un revestimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.

50 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el molde de fundición se reviste en primer lugar con al menos una capa de un revestimiento base, y sobre la capa del revestimiento base se aplica al menos una capa del revestimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, seleccionándose el revestimiento base preferentemente de manera diferente con respecto al revestimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.

55 13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 o 12, en el que el espesor de la capa de revestimiento se ajusta entre 0,3 y 1,5 mm.

14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, en el que el molde de fundición comprende al menos un núcleo y el al menos un núcleo está revestido con el revestimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.

60 15. Molde de fundición, que comprende al menos secciones de una capa de revestimiento que está fabricada a partir de un revestimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.

16. Molde de fundición de acuerdo con la reivindicación 15, en donde el molde de fundición comprende al menos un núcleo y el núcleo está revestido con el revestimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10.

65

17. Uso de un molde de fundición de acuerdo con las reivindicaciones 15 o 16 para la fundición de metal, en particular para la fundición del hierro o del acero.