(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 576 085**

(51) Int. CI.:

B22C 1/02 (2006.01)
B22C 1/04 (2006.01)
B22C 1/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2010 E 10752733 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2477766**

(54) Título: **Aditivo de fundición constituido sobre la base de grafito**

(30) Prioridad:

16.09.2009 DE 102009041677

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2016

(73) Titular/es:

CLARIANT INTERNATIONAL LTD. (100.0%)
Rothausstrasse 61
4132 Muttenz, CH

(72) Inventor/es:

ENGELHARDT, THOMAS;
RUF, FRIEDRICH;
SEFER, ADNAN;
BOGISCH, KLAUS y
SCHMID, DANIEL

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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

Aditivo de fundición constituido sobre la base de grafito

El invento se refiere a un aditivo de fundición, a una mezcla de material de moldeo, que contiene el aditivo de fundición, a un molde de fundición constituido a base de un material de moldeo refractario granular, que contiene el aditivo de fundición, así como a la utilización del molde de fundición para la colada de metales.

La mayor parte de los productos de la industria del hierro y del acero así como de la industria de los metales no férreos pasan, para la primera conformación, por unos procesos de fundición: En este caso, los materiales líquidos fundidos, los metales no férreos y respectivamente los metales no férreos son transformados en unos objetos determinados geométricamente con unas determinadas propiedades como piezas de trabajo. Para la conformación de las piezas moldeadas por colada se deben producir en primer lugar unos moldes de colada muy complicados para la recepción de la masa fundida. El molde de colada constituye en lo esencial un molde negativo de la pieza moldeada por colada que se ha de producir. En tal caso, las cavidades en el interior de la pieza moldeada por colada se reproducen mediante unos núcleos o machos, mientras que la limitación exterior de la pieza moldeada por colada es reproducida por unos moldes. Los moldes de colada se componen de un material de moldeo refractario, por ejemplo una arena cuarzosa, cuyos granos, después del desmoldeo, son unidos mediante un agente aglutinante apropiado, con el fin de garantizar una suficiente resistencia mecánica del molde de colada. Para la producción de moldes de colada se utiliza por lo tanto un material de moldeo refractario, que es reunido en primer lugar con un apropiado agente aglutinante. La mezcla de material de moldeo obtenida a partir del material de moldeo y del agente aglutinante se presenta de manera preferida en una forma capaz de escurrirse, de manera tal que ella puede ser introducida y llenada en un molde hueco apropiado y consolidada allí. Mediante el agente aglutinante se produce una firme coherencia entre los granos del material de moldeo, de modo tal que el molde de colada adquiere la necesaria estabilidad mecánica. Para los machos se utilizan con frecuencia unos agentes aglutinantes orgánicos, que después de la conformación se endurecen mediante una reacción química, que es iniciada por ejemplo mediante un gaseo con aminas. En los últimos tiempos se están utilizando cada vez más unos agentes aglutinantes inorgánicos constituidos sobre la base de un vidrio soluble para la producción de los machos. En el presente caso, no obstante, se debe de procurar que los machos, después de la colada, se descompongan de nuevo para formar una fina arena. Para los moldes se utiliza la mayor parte de las veces una arcilla como agente aglutinante. En el presente caso tienen importancia en particular las bentonitas sódicas a causa de su buena capacidad de absorción de agua y su capacidad de expansión. Con el fin de conseguir un efecto aglutinante suficiente, la arcilla debe de tener una determinada humedad. El efecto aglutinante de la arcilla se desarrolla por medio de la compactación de la mezcla de material de moldeo.

Al efectuar la colada se introduce un metal líquido en la cavidad del molde de colada. Al establecerse el contacto con el molde de colada, el metal líquido es enfriado bruscamente y forma un casquete de borde relativamente estable, dentro de la cual es recibido luego el metal líquido.

Con el fin de conseguir una reproducción lo más exacta que sea posible de la forma de la pieza de colada preestablecida por la cavidad del molde de colada, y de evitar la necesidad de un tratamiento posterior de la pieza moldeada por colada, se debe de garantizar que el metal líquido no penetre en el material poroso del molde de colada. En caso contrario se obtiene una superficie áspera, que debe ser tratada posteriormente con el fin de eliminar por ejemplo la arena adyacentemente sinterizada. Si el metal penetra más profundamente en el molde de colada, de manera tal que se encierre arena en la pieza moldeada por colada, se habla de mineralizaciones que pueden hacer inútil a la pieza de colada.

Con el fin de obtener por lo tanto una superficie satisfactoria de la pieza moldeada por colada, la superficie del molde de colada debe de ser hermetizada frente al metal. Al mismo tiempo, sin embargo, la superficie de la cavidad de colada debe de ser todavía tan permeable que unos productos gaseosos, que se ponen en libertad al establecerse el contacto del metal y del molde de colada por medio del metal caliente, por ejemplo el vapor de agua, puedan desprenderse hacia fuera a través del molde de colada y no pasen al metal líquido.

Por lo tanto se provee a la cavidad del molde de colada con frecuencia de un apresto de acabado. Éste es una suspensión de componentes inorgánicos finamente molidos en un disolvente apropiado, en la mayor de los casos agua o un alcohol, que se aplica sobre la pared de la cavidad del molde de colada. La aplicación del apresto necesita sin embargo una etapa de trabajo por separado. Otra posibilidad de cerrar los poros del molde de colada frente a la cavidad de colada consiste en la utilización de agentes formadores de carbono brillante. Como agentes formadores de carbono brillante se utilizan por ejemplo una hulla molida o unas resinas sintéticas o naturales. Al producirse el contacto con el metal líquido, estos materiales se descomponen en la atmósfera, que entonces es fuertemente reductora, poniéndose en libertad fragmentos de compuestos orgánicos de bajo peso molecular. Estos compuestos orgánicos gaseosos se condensan sobre la superficie de los granos del material de moldeo refractario y forman una delgada capa de carbono. La capa de carbono modifica el comportamiento de mojadura de las masas fundidas metálicas frente a la arena cuarzosa e impide esta manera que el metal líquido penetre entre los granos del material de moldeo refractario dentro de la pared del molde de colada.

Los componentes volátiles orgánicos, formados al efectuar la colada a partir de los agentes formadores de carbono brillante, tienen en parte sin embargo una alta toxicidad. Esto es válido en particular para unos compuestos aromáticos volátiles, tales como benceno y unos hidrocarburos policíclicos condensados en mayor grado, que permanecen dentro del material de moldeo. Estas sustancias tóxicas constituyen un peligro en el sitio de trabajo y por lo tanto deben de ser recogidas. Puesto que ellas no pueden ser simplemente entregadas al medio ambiente, el aire de escape debe de ser tratado posteriormente y por ejemplo quemado posteriormente. Por lo tanto se intenta poner a disposición unas mezclas de materiales de moldeo, en las cuales la emisión de sustancias tóxicas sea lo más pequeña que resulte posible.

En el documento de solicitud de patente internacional WO 98/50181 se describen unos aditivos para arenas de moldeo, que contienen carbón activo. El carbón activo se puede formar in situ también durante el proceso de collada. Las arenas de moldeo que están mezcladas con tales aditivos emiten durante la colada pequeñas cantidades de compuestos orgánicos volátiles. Con el fin de poder producir in situ el carbón activo, la arena de moldeo es mezclada con un mineral que contiene ácido húmico, pudiendo haberse añadido al mineral que contiene ácido húmico también un carbón activo o un grafito. Como mineral que contiene ácido húmico se emplea preferiblemente una leonardita. El mineral que contiene ácido húmico, así como los aditivos que contienen carbono o grafito, tienen preferiblemente un tamaño de partículas de menos que 1.000 µm, de manera preferida de menos que 105 µm y de manera particularmente preferida menos que 74 µm, con el fin de evitar defectos superficiales en las piezas moldeadas por colada. La proporción del mineral que contiene ácido húmico, que se añade a la arena de moldeo, se escoge de manera preferida en el intervalo de 0,1 a 10 % en peso, de manera preferida de 0,1 a 2 % en peso, de manera particularmente preferida de 0,25 a 0,5 % en peso, referida al peso total de la arena de moldeo y de los aditivos. En los ejemplos se describe una mezcla, que contiene grafito y leonardita. El grafito no emite compuestos orgánicos de ningún tipo. El grafito contenido en la mezcla, según la idea de los inventores, debe de ser activado por el lignito o respectivamente por la leonardita durante la colada, de manera tal que el grafito activado absorba una proporción sorprendentemente alta del benceno emitido a partir de la leonardita oxidada.

En el documento de solicitud de patente alemana DE 10 2007 027 621 A1 se describe un procedimiento para la producción de una arena para machos y/o moldes para finalidades de fundición. En este caso se mezcla un material de moldeo refractario mineral con un agente aglutinante inorgánico, por ejemplo una bentonita, así como con un aditivo inorgánico de expansión. Como aditivo inorgánico de expansión se puede utilizar por ejemplo grafito expandido. Como otro aditivo inorgánico, la arena para machos o respectivamente moldes puede contener también un grafito macrocristalino. A la arena de moldeo no se le añade ningún aditivo orgánico. De acuerdo con las ideas de los inventores, el grafito expandido cierra durante la colada los poros que han quedado en el molde de colada, con lo que se puede disminuir la aspereza de la superficie moldeada por colada. Por lo demás el aditivo de expansión actúa como un agente de adsorción, de manera tal que se aglutinan los aceites de separación, los materiales condensados o el benceno, que se ponen en libertad durante el moldeo por colada. Mediante el aditivo de expansión estallan durante la colada los puentes de agente aglutinante que se han formado entre granos de arena individuales, de manera tal que el molde de colada, después del moldeo por colada, se descompone para dar una arena fina. La granulación de las partículas de la mezcla es escogida preferentemente entre 5 y 500 µm, de manera particularmente preferida entre 10 y 200 µm. El diámetro medio de granos puede estar situado por ejemplo en aproximadamente 65 µm. Una tal mezcla previa inorgánica se obtiene mezclando de antemano el agente aglutinante inorgánico y el aditivo de expansión inorgánico. Luego la mezcla puede ser añadida al puesto de moldeo. La granulación del aditivo de expansión es escogida preferiblemente en el intervalo de 10 nm a 3.000 nm. El diámetro medio de granos debe de estar situado en aproximadamente 1 µm.

En el documento WO 03/066253 A1 se describe un procedimiento para la producción de una arena de moldeo para finalidades de fundición que es conducida en particular en circuito cerrado. En este caso, a la arena de fundición se le añade un material poroso incapaz de hincharse en agua, que dispone de una superficie específica muy alta. Unos materiales como ejemplo son silicatos con estructuras de armazón o tectosilicatos, piedra pómez, alófano, imogolita, kieselgur, paligorskita, sepiolita, tierra de diatomeas así como arcillas tratadas con un ácido y/o con calor. Como otros materiales aditivos se pueden añadir a la arena de moldeo complementariamente también productos de carbono tales como agentes formadores de carbono brillante.

Se añaden un polvo fino de hulla o grafito. Mediante la adición de grafito se debe de conseguir una absorción mejor y más rápida del agua por medio del material no hinchable o respectivamente de la bentonita. Además, mediante la adición de grafito se mejora la capacidad de la arena de moldeo para fluir.

En el documento de solicitud de patente europea EP 0 279 031 A1 se describe un procedimiento para la aceleración de la adsorción de agua por la bentonita, en particular como un material aditivo para arenas de moldeo. Para ello, a la bentonita se le añade un grafito. En el caso del grafito utilizado puede tratarse de un grafito natural o un grafito eléctrico/sintético.

En el documento DE 32 46 324 A1 se describen unas arenas de moldeo de fundición que como aditivos comprenden unos materiales que contienen carbono, los cuales se distinguen por una pequeña proporción de componentes volátiles. Como material que contiene carbono se utiliza de manera preferida un mineral con grafito, en particular un

grafito natural que ha sido liberado de componentes minerales. Alternativamente, se pueden emplear también grafitos sintéticos. El tamaño de partículas se escoge de manera preferida más pequeño que 1 mm, de manera particularmente preferida más pequeño que 0,15 mm.

En el documento EP 0 337 080 A2 se describe un procedimiento para la producción de moldes de colada a partir de una arena de moldeo aglutinada con una arcilla. En este caso, se produce en primer lugar un molde a partir de una arena de moldeo, que en lo esencial está libre de agentes formadores de carbono brillante y de componentes orgánicos descomponibles pirolíticamente. Sobre aquellas superficies del molde que entran en contacto con el metal colado se aplica entonces un apresto de acabado, que contiene los usuales componentes inorgánicos refractarios y que en lo esencial está libre de componentes orgánicos descomponibles pirolíticamente. Como componentes inorgánicos refractarios se pueden utilizar por ejemplo arcillas, talco, cuarzo, mica, silicato de zirconio, magnesita, silicato de aluminio y chamota (arcilla refractaria). En un sentido más amplio, como componentes inorgánicos se pueden utilizar también un grafito o respectivamente un coque. El tamaño de partículas de los componentes inorgánicos refractarios es de menos que 75 µm y está situado de manera preferida por debajo de aproximadamente 60 µm. Hacia valores inferiores no se establece ningún límite para el tamaño de las partículas. Por ejemplo, el tamaño de las partículas primarias en el caso de la bentonita y del caolín puede llegar hasta aproximadamente 0,1 µm, estando situado, por ejemplo en el caso de la bentonita, un máximo de las partículas primarias en la región de aproximadamente 1 µm.

En el documento de patente británica GB 357.126 se describe un agente de separación o desmoldeo en forma de polvo que contiene carbono, que es aplicado durante la producción a un molde de colada sobre la superficie de la cavidad del molde. El material que contiene carbono puede comprender un macho a base de grafito, que está impregnado con un residuo polimérico en alto grado que repele al agua que se forma por ejemplo en el caso de la destilación de una resina.

En el documento de patente de los EE.UU. US 4.314.744 se describe un agente aglutinante basado en un vidrio soluble para la producción de machos, que contiene un dióxido de silicio amorfo, mediante el cual se facilita la descomposición de los machos después de la colada. Con el fin de facilitar la descomposición de los machos, a la mezcla de material de moldeo se le pueden añadir también unos materiales que contienen carbono, tales como unas resinas, una pez o un carbón activo. El grafito se menciona solamente de modo marginal con el fin de revestir la superficie de los machos. De esta manera puede ser aumentada la superficie de los metales o respectivamente la estabilidad en almacenamiento de los machos. No se entra en detallas sobre el tamaño de granos de grafito.

En el documento WO 99/28064 se describe una composición líquida, que durante la colada del metal produce carbono brillante. La composición comprende en un soporte acuoso unas partículas de un agente formador de carbono brillante, no siendo éste carbón. El grafito se describe solamente como un posible aditivo, por ejemplo con el fin de mejorar la capacidad de la arena de moldeo para fluir. No se menciona el tamaño de partículas o respectivamente la cristalinidad del grafito. Asimismo, un experto en la especialidad no puede deducir ninguna indicación acerca de la idoneidad del grafito microcristalino finamente molida de la descripción.

En el documento DE 19 52 357 A1 se describe una adición para masas de moldeo como reemplazo de polvos finos de carbón para formación de carbono brillante en moldes de colada, consistiendo la adición en un material sintético termoplástico en una forma no espumada como carbono polimerizado no sustituido, en particular un poliestireno, en un tamaño de partículas más pequeño que 0,3 mm. La utilización de grafito, en particular en una forma microcristalina molida no se describe en ese documento DE 19 52 357 A1. Puesto que el grafito propiamente dicho no es ningún agente formador de carbono brillante, el documento DE 19 52 357 A1, apartaría a un experto en la especialidad también de la utilización, que se describe en la solicitud, de un grafito finamente molido como reemplazo del carbono brillante.

En el documento DE 30 17 119 A1 se describe un procedimiento para la producción de una arena de moldeo para finalidades de fundición de hierro, que se compone de una arena cuarzosa, una bentonita y agua, conteniendo la arena de moldeo un agente formador de carbono brillante, con el fin de evitar la combustión incipiente del hierro líquido junto a la superficie de la arena de moldeo. El agente formador de carbono brillante es añadido a la mezcla en forma de un material aglomerado suspendido en un líquido, que tiene un tamaño de partículas de aproximadamente 0,5 a 5 mm. Como agente formador de carbono brillante se utiliza por ejemplo un polvo fino de hulla finamente molido. Para la aglomeración, éste se puede mezclar con otro polvo que contiene carbono, que no contenga ningún agente formador de carbono brillante. Son apropiados para ello, por ejemplo, polvo fino de carbón de madera, polvo fino de coque, serrín de madera, polvo fino de turba o polvo fino de antracita. El grafito no es mencionado como posible componente. También en el presente contexto es válido lo que ya se ha dicho en el caso acerca del documento DE 19 52 357 A1. El experto en la especialidad no puede ser conducido al objeto de la solicitud por el documento DE 30 17 119 A1, puesto que el grafito propiamente dicho no es ningún agente formador de carbono brillante y solamente adquiere correspondientes propiedades mediante una molienda muy fina, de manera tal que puede servir como reemplazo de un agente formador de carbono brillante.

La utilización de un grafito está en sí muy ampliamente propagada en la industria de la fundición. En particular, por motivos de costos se emplean sin embargo unos polvos de grafito de grano relativamente grueso. Así, el grafito es utilizado por ejemplo como un material refractario para la producción de filtros destinados a la filtración de un metal líquido, en particular aluminio. También se utiliza grafito para la producción de moldes refractarios.

La emisión de sustancias tóxicas durante la colada sigue siendo, a pesar de los progresos alcanzados en los últimos tiempos, un problema constante y la disminución de estas emisiones sigue siendo una meta que debe perseguida constantemente y en todos los aspectos de la colada.

El invento se estableció por lo tanto en la misión de poner a disposición unos medios que hagan posible una reducción adicional de la emisión de sustancias tóxicas durante la colada.

El problema planteado por esta misión se resuelve con un aditivo de fundición que tiene las características de la reivindicación 1 de esta patente. Unas formas de realización preferidas son objeto de las reivindicaciones de patente dependientes.

En el marco de los trabajos de desarrollo para buscar alternativas ecológicas se ha comprobado que el modo de acción del grafito puede ser aumentado muy considerablemente, cuando este grafito es puesto a disposición en una forma lo más finamente molida que sea posible. Sin querer estar vinculados a esta teoría, los autores del invento parten del hecho de que las partículas de grafito, a causa de su muy pequeño tamaño envuelven al grano del material de moldeo refractario, en particular a la arena de moldeo, y por consiguiente modifican persistentemente las propiedades superficiales del material de moldeo refractario, en particular su mojabilidad por un metal líquido. Así, con ayuda de unos experimentos, se puede comprobar que el grado y la magnitud de adhesiones de arena a la pieza moldeada por colada después del desmoldeo se pueden disminuir manifiestamente, cuando la arena de acuerdo con el invento había sido envuelta con una delgada capa de grafito. El resultado es en este caso tanto mejor cuanto más finamente hubiera sido molido el grafito.

La uniformidad del envolvimiento con grafito del material de base del molde refractario se muestra por ejemplo en el caso de la determinación del grado de blancura. Unas investigaciones con microscopio de los materiales de base de moldeo refractarios envueltos con grafito muestran que el envolvimiento con grafito es tanto más uniforme cuando más bajo resulta el grado de blancura. Esto se puede explicar por el hecho de que una gran parte de la radiación luminosa irradiada al efectuar la determinación del grado de blancura es adsorbida por el grafito.

Mediante el invento se pone a disposición por lo tanto un aditivo de fundición que comprende un grafito finamente molido, microcristalino o amorfo, que tiene un tamaño medio de partículas D_{50} de menos que 100 µm y preferiblemente un tamaño medio de cristalitos de menos que 90 nm.

De acuerdo con otra forma de realización, el grafito finamente molido tiene un tamaño medio de partículas D_{90} de menos que 200 mm, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 50 µm, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 40 µm, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 30 µm, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 20 µm y de acuerdo con todavía otra forma de realización de menos que 10 µm.

De acuerdo con otra forma de realización, el grafito finamente molido tiene un tamaño medio de partículas D_{10} de menos que 5 µm, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 3 µm, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 2 µm, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 1 µm y de acuerdo con todavía otra forma de realización de menos que 0,8 µm.

De por sí, la distribución de las partículas de grafito puede ser muy amplia, puesto que la proporción finamente dividida es suficiente como para observar el efecto, observado conforme al invento, de una evitación de mineralizaciones. De acuerdo con una forma de realización, la relación D_{90}/D_{10} es de menos que 20, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 15, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 10, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 8 y de acuerdo con otra forma de realización de menos que 6.

Como un tamaño medio de partículas D_{50} se entiende un tamaño en el que un 50 % de las partículas son más grandes y un 50 % de las partículas son más pequeñas que el valor de D_{50}. De modo correspondiente, por un tamaño medio de partículas D_{90} se entiende un valor en el que un 90 % de las partículas son más pequeñas y un 10 % de las partículas son más grandes. Por un tamaño medio de partículas D_{10} se entiende un valor en el que un 10 % de las partículas son más pequeñas y un 90 % de las partículas son más grandes. El valor de D_{50} y todos los otros valores D_x para la descripción de la distribución de los tamaños de partículas están referidos al volumen de las muestras.

La distribución de tamaños de las partículas puede ser monomodal o puede comprender también varios máximos y ser por ejemplo bimodal. Es esencial que esté contenida en el aditivo de grafito una proporción suficiente de

partículas de grafito con un diámetro de menos que 20 µm, de acuerdo con una forma de realización de menos que 10 µm, con el fin de obtener el efecto observado conforme al invento.

La distribución de tamaños de las partículas corresponde de acuerdo con una forma de realización a una distribución de Gauss. La desviación típica desde el valor de D_{50} es, de acuerdo con una forma de realización, de menos que 15 µm, de acuerdo con una forma de realización de menos que 10 µm y de acuerdo con otra forma de realización de menos que 8 µm. El tamaño de partículas es determinado en tal caso como el valor medio de la dimensión de las partículas en las tres direcciones del espacio. Un procedimiento apropiado para la determinación de la distribución de tamaños de partículas o respectivamente de los tamaños medios de partículas D_{90}, D_{50}, D_{10} es por ejemplo la difractometría con rayos láser.

Como ya se ha explicado, se observan en la pieza moldeada por colada unas adherencias de arena o sin sinterizaciones adyacentes de arena que son tanto más pequeñas cuanto más finamente dividido esté el grafito contenido en el aditivo de fundición. De acuerdo con una forma de realización, por lo tanto, se prefiere que el tamaño medio de partículas D_{50} sea de menos de 50 µm, de acuerdo con otra forma de realización adicional de menos que 20 µm. De acuerdo con una forma de realización, el tamaño medio de partículas D_{50} es de menos que 10 µm, y de acuerdo con otra forma de realización el tamaño medio de partículas D_{50} es de menos que 5 µm.

El grafito puede ser molido mediante procedimientos usuales hasta llegar a un tamaño medio de partículas D_{50} de aproximadamente 1 µm. Si el tamaño medio de partículas D_{50} debe ser disminuirlo a unos valores de menos que 1 µm, esto significa un alto gasto para los dispositivos necesarios así como un alto consumo de tiempo hasta que se alcance el pequeño tamaño de partículas deseado. De acuerdo con una forma de realización está previsto por lo tanto que el tamaño medio de partículas D_{90}, sea de más que 1 µm. Sin embargo, de por sí también es posible utilizar un grafito con un tamaño de partículas D_{90} de menos que 1 µm. La molienda del grafito se ejecuta entonces sin embargo de manera difícil y costosa, por lo que unos motivos económicos se oponen a la utilización de un grafito tan finamente molido.

El grafito contenido en el aditivo de fundición tiene preferiblemente un pequeño tamaño medio de cristalitos. El tamaño medio de cristalitos se puede determinar por ejemplo a partir de la anchura media de valores mitad de los reflejos del diagrama de difracción de rayos X. El tamaño medio de cristalitos es preferiblemente de menos que 90 nm, de acuerdo con una forma de realización de menos que 80 nm, de acuerdo con otra forma de realización de menos que 70 nm y de acuerdo con todavía otra forma de realización de menos que 50 nm. De acuerdo con una forma de realización el tamaño medio de cristalitos del grafito está situado en el intervalo de 20 a 45 nm.

De acuerdo con otra forma de realización se utiliza un grafito microcristalino o amorfo, es decir que el grafito genera unos reflejos muy anchos en el diagrama de difracción de rayos X.

El concepto de "grafito amorfo" designa aquí a un grafito microcristalino con un tamaño extremadamente pequeño de los cristalitos, que muestra también unos reflejos muy anchos en el diagrama de difracción de rayos X, de manera tal que la determinación del tamaño de cristalitos a partir del diagrama de rayos X puede estar vinculada con un error relativamente grande. La transición entre un grafito microcristalino y un grafito amorfo es por lo tanto fluida. Como grafito amorfo se puede designar por ejemplo también a un grafito natural. Un grafito natural puede contener minerales secundarios así como algunas impurezas, con lo cual se dificulta la determinación de un tamaño de cristalitos. Los conceptos de "grafito amorfo" y "grafito microcristalino" se utilizan por lo demás de un modo ampliamente sinónimo.

De acuerdo con una forma de realización, el grafito es puesto a disposición en forma de una suspensión acuosa. Se ha mostrado que unas sinterizaciones adyacentes de la arena a la pieza moldeada por colada se pueden disminuir todavía manifiestamente cuando el grafito es añadido, no en forma seca sino en forma de una suspensión acuosa, al material de moldeo refractario granular, en particular arena cuarzosa. El grafito está contenido en la suspensión preferiblemente en una proporción comprendida entre 20 y 50 partes en peso por 100 partes en peso de la suspensión. En particular, cuando se utiliza en el aditivo de fundición un grafito muy finamente dividido, por ejemplo un grafito que tiene un tamaño medio de partículas D_{50} de menos que 10 µm, se prefiere que la suspensión contenga unos agentes auxiliares del dispersamiento, con el fin de conseguir una mojadura completa de las partículas de grafito. Mediante la utilización de agentes auxiliares del dispersamiento se consigue obtener unas suspensiones de grafito con una alta proporción de grafito junto con unas viscosidades comparativamente bajas. Se ha mostrado también que el agente auxiliar del dispersamiento tiene influencia sobre el resultado del moldeo por colada, es decir sobre la cantidad de la arena sinterizada adyacentemente a la pieza moldeada por colada. Unos apropiados agentes auxiliares del dispersamiento son, por ejemplo, unos agentes tensioactivos aniónicos o no iónicos. Unos preferidos agentes tensioactivos aniónicos son por ejemplo unas sales de metales alcalinos de ácidos policarboxílicos. Unos agentes auxiliares del dispersamiento no iónicos preferidos son por ejemplo compuestos etoxilados de alcoholes grasos. Un apropiado agente auxiliar del dispersamiento no iónico es por ejemplo el Pluronic® PE 10400 de la entidad BASF SE. Referido a la proporción seca de grafito, los agentes auxiliares del dispersamiento están contenidos en la suspensión en una proporción de 2 a 10 % en peso.

Junto a unos agentes auxiliares del dispersamiento se pueden haber añadido a la suspensión también unos aditivos reguladores de la viscosidad. Unos apropiados aditivos reguladores de la viscosidad son por ejemplo unos poliacrilatos de alto peso molecular o unos agentes espesantes naturales, tales como xantano o un éter de celulosa. Un apropiado aditivo regulador de la viscosidad es por ejemplo una bentonita sódica. Mediante la adición de agentes espesantes se impide de una manera muy eficaz una sedimentación de grafito durante el almacenamiento. Referido a la porción seca del grafito, los agentes espesantes están contenidos en la suspensión preferiblemente en una proporción de menos que 10 % en peso, de acuerdo con una forma de realización en una proporción de menos que 5 % en peso. Con el fin de obtener un efecto suficiente, el agente espesante está contenido de acuerdo con una forma de realización en una proporción de por lo menos 0,5 % en peso, de acuerdo con otra forma de realización en una proporción de por lo menos 1 % en peso y de acuerdo con todavía otra forma de realización en una proporción de más que 2 % en peso, en cada caso referida a la proporción seca de grafito. En el caso de la utilización de aditivos orgánicos reguladoras de la viscosidad la adición ulterior de fungicidas o respectivamente biocidas es conveniente.

Para los moldes se emplean como material de moldeo refractario de manera preferida unas arenas aglutinadas con arcillas, en particular unas arenas cuarzosas. De acuerdo con una forma de realización está previsto que al aditivo de fundición se le haya añadido una bentonita. La bentonita, en particular una bentonita sódica o una bentonita cálcica puede corresponder total o parcialmente a la cantidad de agente aglutinante que se utiliza en una mezcla de material de moldeo para la producción de moldes de colada aglutinados con arcilla. Esta forma de realización del aditivo de fundición de acuerdo con el invento hace posible, en el caso de la producción de una mezcla de material de moldeo, incorporar el agente aglutinante bentonita y el grafito finamente molido al mismo tiempo en el material de moldeo refractario, que en la mayor parte de las veces es arena cuarzosa, el aditivo de fundición contiene con una forma de realización una mezcla íntima de bentonita y un grafito finamente molido, de manera preferida microcristalino o amorfo, de manera tal que en el caso de la producción de una mezcla de material de moldeo se añaden al mismo tiempo la bentonita, que eventualmente actúa como agente aglutinante, y el grafito finamente molido, preferiblemente microcristalino o amorfo, y al mezclar se distribuyen uniformemente en el material de moldeo refractario granular, en particular una arena cuarzosa.

La proporción del grafito microcristalino o amorfo finamente molido, referida al aditivo de fundición anhidro, se escoge en este caso, de acuerdo con una forma de realización, en un valor mayor que 1 % en peso, de acuerdo con otra forma de realización en el intervalo de 2 a 20 % en peso, y de acuerdo con todavía otra forma de realización en el intervalo de 5 a 15 % en peso. La bentonita es añadida asimismo preferiblemente en una forma finamente molida. De acuerdo con una forma de realización la bentonita tiene un tamaño de partículas D_{100} de menos que 300 µm, de acuerdo con una forma de realización de menos que 200 µm. El tamaño medio de partículas D_{50} de la bentonita es escogido preferiblemente más pequeño que 100 µm, de acuerdo con otra forma de realización más pequeño que 80 µm. De acuerdo con una forma de realización el tamaño medio de partículas D_{50} de la bentonita se escoge más grande que 10 µm, de acuerdo con otra forma de realización más grande que 20 µm. La anchura de la distribución de tamaños de partículas puede ser ajustada dentro de amplios límites. La desviación típica desde el valor de D_{50} es, de acuerdo con una forma de realización, de menos que 50 µm, de acuerdo con una forma de realización de menos que 30 µm. La proporción de la bentonita, referida al aditivo de fundición anhidro, se escoge preferiblemente más pequeña que 99 % en peso, de acuerdo con una forma de realización situada en el intervalo de 98 a 80 % en peso y de acuerdo con otra forma de realización en el intervalo de 95 a 85 % en peso.

Como bentonita se utiliza preferiblemente una bentonita alcalina, de modo particularmente preferido una bentonita sódica. Por el concepto de una bentonita alcalina, en particular una bentonita sódica, se entiende una bentonita que contiene por lo menos 40 %, preferiblemente por lo menos 50 %, de modo particularmente preferido de por lo menos 60 % en peso de la capacidad intercambiadora de cationes en forma de iones de metales alcalinos, en particular iones de sodio intercambiables.

En el caso de la forma de realización que se acaba de describir, la bentonita utilizada para la producción de una mezcla de material de moldeo puede estar contenida completamente en el aditivo de fundición. De acuerdo con otra forma de realización, sin embargo, se puede proceder también de modo tal que esté contenida en el aditivo de fundición solamente una parte de la bentonita que actúa como agente aglutinante en la mezcla de material de moldeo y que la cantidad restante de la bentonita se añada por separado al material de moldeo refractario granular. En este caso, la proporción relativa de la bentonita en comparación con el grafito finamente molido se puede escoger más pequeña, de manera tal que la proporción del grafito finamente molido en el agente aglutinante anhidro puede adoptar unos valores entre 1 y 99 % en peso. En particular, en el caso de la utilización en una suspensión de grafito la bentonita, en particular la bentonita sódica, puede actuar también como un agente espesante que impide una sedimentación de las partículas de grafito durante el almacenamiento. Puesto que la bentonita sódica, ya en pequeñas proporciones, actúa espesando fuertemente, la proporción de la bentonita, calculada como peso en seco, en la suspensión se escoge preferiblemente en el intervalo de 1 a 10 % en peso. En el caso de esta forma de realización, la bentonita es empleada preferiblemente en la relación ponderal de 10 : 1 a 1 : 10 con relación al grafito.

De acuerdo con una forma preferida de realización, está previsto que el aditivo de fundición se ponga a disposición en forma de un granulado. Para esto, el grafito microcristalino o amorfo finamente molido y eventualmente otros componentes del aditivo de fundición, por ejemplo una bentonita, en particular una bentonita sódica o bentonita cálcica, se pueden mezclar por ejemplo íntimamente y luego moldear a la forma de un granulado. El grafito finamente molido, en esta forma de realización, está distribuido preferiblemente de manera homogénea en el volumen del grano del granulado.

Un granulado, a causa de su capacidad de escurrirse, se puede dosificar de manera muy sencilla y exacta.

El diámetro medio D_{50} de los granos del granulado se escoge, de acuerdo con una forma de realización, entre 0,05 y 5 mm, de acuerdo con otra forma de realización entre 0,1 y 3 mm. La distribución de tamaños del granulado se puede determinar por ejemplo mediante un análisis granulométrico por tamizado. Los datos de la distribución de tamaños del granulado se refieren en cada caso al volumen de la muestra. El granulado puede presentar una estrecha distribución de tamaños. La desviación típica desde el valor de D_{50} es, de acuerdo con una forma de realización, de menos que 1 mm, de acuerdo con una forma de realización de menos que 0,5 mm.

El granulado se puede producir con unos dispositivos usuales. Un dispositivo es por ejemplo un plato de nodulización o un mezclador intensivo.

De acuerdo con una forma de realización, está previsto que el granulado se ejecute con un grano muy fino y preferiblemente tenga un diámetro medio D_{50} de menos que 1 mm. Un tal granulado fino se puede producir por ejemplo mediante una desecación por atomización. Para esto se puede producir por ejemplo una suspensión que tiene preferiblemente una proporción de 20 a 45 % en peso de un grafito finamente molido. Una tal suspensión se produce preferiblemente con ayuda de un equipo de agitación que cizalla muy fuertemente. Como la fase líquida de la suspensión se utiliza preferiblemente agua. A la suspensión se le pueden añadir todavía otros componentes del agente auxiliar de fundición, por ejemplo una bentonita, en particular una bentonita sódica o una bentonita cálcica, que al mismo tiempo puede actuar también como agente aglutinante para el granulado.

De acuerdo con otra forma de realización, la suspensión puede contener también un agente aglutinante orgánico, por ejemplo un éter de celulosa, un poli(alcohol vinílico), unos almidones o unas dextrinas solubles en agua caliente o fría. La proporción del agente aglutinante, referida al grafito seco, se escoge preferiblemente en el intervalo entre 1 y 10 % en peso.

La suspensión puede ser secada entonces a continuación en un usual secador por atomización en condiciones usuales.

El aditivo de fundición se puede añadir dosificadamente con los dispositivos usuales al material de moldeo refractario y mezclarse con él. En el caso del aditivo de fundición de acuerdo con el invento, por lo tanto, no es necesario modificar las secuencias de trabajo en el caso de la producción del molde de colada.

De acuerdo con una forma de realización especialmente preferida, el aditivo de fundición comprende un granulado de bentonita, que es revestido con el grafito finamente molido, preferiblemente microcristalino o amorfo. En el caso de esta forma de realización, por lo tanto, en primer lugar se produce un granulado de bentonita, para lo que se pueden utilizar unos dispositivos usuales. Sobre el granulado se puede aplicar luego el grafito finamente molido, preferiblemente microcristalino o amorfo. Esto puede efectuarse en unos mezcladores usuales. El grafito finamente molido, preferiblemente microcristalino o amorfo, puede ser añadido en forma seca al granulado de bentonita. Sin embargo, preferiblemente se procede de modo tal que el grafito microcristalino o amorfo finamente molido se añade en forma de una suspensión al granulado de bentonita. La proporción del grafito, referida al granulado seco, se escoge preferiblemente en el intervalo de menos que 20 % en peso. De acuerdo con una forma de realización, la proporción del grafito microcristalino o amorfo finamente molido o en el granulado seco se escoge en un intervalo de 0,1 a 10 % en peso, de acuerdo con otra forma de realización en una proporción de 1 a 5 % en peso.

De acuerdo con otra forma preferida de realización, está previsto que el aditivo de fundición, en particular cuando éste se emplea en forma de un granulado, tenga una humedad situada en el intervalo de 15 a 35 % en peso. De esta manera, los componentes del aditivo de fundición, en particular en el caso de la utilización como un granulado, en el caso la producción de la mezcla de material de moldeo se pueden dispersar de manera muy rápida y eficiente en el material de moldeo refractario. Si se escoge una humedad de menos que 10 % en peso, se aumenta manifiestamente el período de tiempo de mezcladura en el caso de la producción de la mezcla de material de moldeo, de modo tal que sufre menoscabo la rentabilidad del proceso. Por otra parte, si se utiliza un aditivo de fundición, que tiene una humedad muy alta, por ejemplo una humedad de más que 40 % en peso, el aditivo de fundición adquiere una pegajosidad alta, de manera tal que puede aparecer la formación de grumos en el mezclador. Una distribución uniforme del grafito en el material de moldeo refractario granular, en particular, en el caso de una presencia simultánea de bentonita, exige entonces muy largos períodos de tiempo de mezcladura. El contenido de humedad del aditivo de fundición, en particular cuando éste se pone a disposición en forma de un granulado, se

puede ajustar por ejemplo mediante el contenido de agua de la suspensión de grafito, que se utiliza de acuerdo con una forma de realización para la producción del granulado. La suspensión acuosa de grafito se puede emplear en tal caso directamente como agente de granulación o la humedad del granulado se ajusta, revistiendo con la suspensión acuosa de grafito al granulado de bentonita que previamente se ha producido.

De por sí, el grafito finamente dividido puede reemplazar completamente a los agentes formadores de carbono brillante utilizados en las actuales mezclas de materiales de moldeo. De acuerdo con una forma de realización, el aditivo de fundición no contiene por lo tanto ningún agente formador de carbono brillante.

Sin embargo, también es posible reemplazar por el grafito finamente dividido solamente a una parte de los compuestos que contienen carbono, que usualmente están contenidos en mezclas de materiales de moldeo como agentes formadores de carbono brillante. De acuerdo con una forma de realización, está previsto que el aditivo de fundición comprenda un portador de carbono, preferiblemente un portador de carbono finamente molido. El portador de carbono tiene de acuerdo con una forma de realización un tamaño medio de partículas D_{50} de menos que 300 µm, de acuerdo con una forma de realización un tamaño medio de partículas D_{50} de menos que 200 µm. De acuerdo con una forma de realización, el portador de carbono tiene preferiblemente un tamaño medio de partículas D_{50} de por lo menos 20 µm. De acuerdo con una forma de realización, la desviación típica desde el valor de D_{50} es de menos que 100 µm, de acuerdo con una forma de realización de menos que 60 µm, y de acuerdo con otra forma de realización de menos que 30 µm. Como portador de carbono se utilizan preferiblemente unos agentes formadores de carbono brillante. De acuerdo con una forma de realización el portador de carbono se escoge entre el conjunto de carbono, coque y carbón activo. Preferiblemente la proporción del portador de carbono, referida al grafito seco, se escoge en el intervalo de 10 a 100 % en peso, de acuerdo con otra forma de realización en el intervalo de 20 a 80 % en peso.

De acuerdo con una forma de realización ,el aditivo de fundición se compone en lo esencial de un grafito finamente molido y una bentonita. "En lo esencial" significa que el aditivo de fundición seco, es decir anhidro, comprende menos que 5 % en peso, de manera preferida menos que 2,5 % en peso y de acuerdo con otra forma de realización de menos que 1 % en peso de otros componentes. Otros componentes son por ejemplo los agentes dispersantes ya mencionados o también unas impurezas.

De acuerdo con otro aspecto, el invento se refiere a la utilización de un grafito microcristalino o amorfo finamente molido como aditivo de fundición, en particular para la producción de moldes de colada. Las propiedades del grafito ya fueron descritas más arriba con referencia al aditivo de fundición. De manera especialmente preferida, el grafito finamente molido se utiliza en forma de una suspensión.

De acuerdo con otro aspecto, el invento se refiere a una mezcla de material de moldeo, que contiene un material de moldeo refractario granular así como el aditivo de fundición más arriba descrito. Como material de moldeo refractario granular se pueden utilizar de por sí todos los materiales de moldeo que son usuales en el sector de la técnica de fundición. En particular, para la producción de moldes se utiliza preferiblemente una arena cuarzosa. El material de moldeo refractario granular tiene un tamaño de granos como el que se utiliza usualmente para la producción de moldes de colada. El material de moldeo refractario granular tiene preferiblemente un tamaño de partículas situado en el intervalo de 0,05 a 1 mm, preferiblemente de 0,1 a 0,7 mm. El ajuste de los tamaños de partículas se puede efectuar por ejemplo mediante tamizado o clasificación. El aditivo de fundición está distribuido uniformemente en la mezcla de material de moldeo. La proporción del grafito finamente molido, preferiblemente microcristalino u amorfo, se escoge, referida al peso en seco de la mezcla de material de moldeo, preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 2 % en peso y de acuerdo con una forma de realización en el intervalo de 0,2 a 1,0 % en peso.

De acuerdo con una forma de realización, la mezcla de material de moldeo contiene una arcilla como agente aglutinante, siendo preferida una bentonita sódica. De acuerdo con una forma de realización, la proporción del agente aglutinante (absolutamente seco) en particular de una bentonita sódica es, referida a la mezcla seca de materiales de moldeo entre 5 y 15 % en peso, de acuerdo con una forma de realización entre 6 y 10 % en peso.

De acuerdo con una forma de realización, la mezcla de material de moldeo contiene, junto con el grafito, menos que 2 % en peso, de acuerdo con otra forma de realización menos que 1 % en peso de un portador de carbono, en particular, de un agente formador de carbono brillante. De acuerdo con una forma de realización la mezcla de material de moldeo está libre de agentes formadores de carbono brillante. Los datos porcentuales se refieren al peso de la mezcla de material de moldeo.

Para la producción del grafito finamente molido, preferiblemente microcristalino o amorfo, tal como el que está contenido en el aditivo de fundición, se puede utilizar en sí cualquier grafito microcristalino o amorfo. El tamaño medio de cristalitos del grafito utilizado como material de partida puede ser, de acuerdo con una forma de realización de menos que 90 mm y de acuerdo con otra forma de realización es de menos que 60 nm. De acuerdo con una forma de realización el tamaño medio de cristalitos del grafito empleado como material de partida está situado entre 15 y 45 nm. Para la molienda del grafito se pueden utilizar unos dispositivos usuales. Unos molinos apropiados son por ejemplo unos molinos de chorros de aire. El modo de acción del grafito se hace tanto mejor cuanto más bajo sea

el tamaño de las partículas. Con el fin de obtener un grafito con un tamaño de partículas de menos que 5 µm, se muele el grafito preferiblemente en estado húmedo. La molienda puede efectuarse en tal caso también en múltiples etapas. Por ejemplo, el grafito se puede moler en primer lugar en seco hasta un tamaño medio de partículas D_{50} de menos que 100 µm, preferiblemente de menos que 20 µm, y luego en otra etapa en húmedo. Unos formas preferidas de realización del grafito ya fueron descritas más arriba.

Al aditivo de fundición se le pueden añadir otros componentes. En tal caso es particularmente preferido que el grafito se ponga a disposición en forma de una suspensión. La suspensión se puede obtener directamente, moliendo el grafito por ejemplo en húmedo y diluyendo eventualmente la suspensión que se ha obtenido entonces, de manera tal que la suspensión tiene una proporción de preferiblemente 20 a 50 partes en peso de grafito por 100 partes en peso de la suspensión.

A la suspensión se le pueden añadir de acuerdo con una forma de realización unos agentes dispersantes. Éstos pueden ser añadidos también ya durante la molienda. Unos apropiados agentes dispersantes son por ejemplo agentes tensioactivos aniónicos o no iónicos. Unos agentes tensioactivos dados a modo de ejemplo ya se describieron más arriba. Los agentes dispersantes se añaden a la suspensión preferiblemente en una proporción de 2 a 10 % en peso, referida al grafito seco.

Además se pueden añadir también agentes espesantes, que impiden un hundimiento de las partículas de grafito durante el almacenamiento. Unas apropiadas sustancias ya se explicaron más arriba.

De acuerdo con una forma preferida de realización, el aditivo de fundición contiene una bentonita, en particular una bentonita sódica o bentonita cálcica. La bentonita puede ser añadida por ejemplo a la suspensión de grafito o la suspensión de grafito puede ser añadida a una bentonita en forma de polvo, en particular una bentonita cálcica, siendo ajustada la humedad de la mezcla, de acuerdo con una forma de realización, de tal manera que a partir de la mezcla se puede producir por ejemplo un granulado. Por una bentonita cálcica se entiende una bentonita que contiene por lo menos 40 %, de manera preferida por lo menos 50 % y de acuerdo con una forma de realización por lo menos 60 % de la capacidad intercambiadora de cationes como iones de calcio intercambiables.

De acuerdo con una forma de realización, en particular una bentonita sódica o una bentonita cálcica se transforma en primer lugar en un granulado. Tal como ya se ha explicado esto puede efectuarse con dispositivos usuales, por ejemplo con un plato de nodulización o mediante un mezclador intensivo. El granulado no debería tener una resistencia mecánica demasiado alta. En el caso de la producción del granulado por lo tanto, la bentonita se carga preferiblemente con una energía mediana. Por ejemplo la bentonita puede ser dispuesta previamente en un mezclador turbulento intensivo y a continuación se puede añadir dosificadamente el agua con un número de revoluciones preferiblemente máximo del aparato arremolinador. Un apropiado mezclador intensivo es por ejemplo el modelo R08 de la entidad Eirich. La cantidad del agua se escoge referida a la bentonita empleada, preferiblemente en el intervalo de 20 a 30 % en peso. Al continuar moviéndose los platos rotatorios y el dispositivo arremolinador, en el transcurso de aproximadamente 30 segundos hasta 5 minutos se forma un granulado uniforme. A continuación el granulado es separado por tamizado preferiblemente hasta el tamaño deseado. Un tamiz apropiado tiene por ejemplo una anchura de mallas de 2 mm. La fracción separada por tamizado puede luego ser secada en un horno de desecación hasta llegar a la deseada humedad, por ejemplo hasta una humedad situada en el intervalo de 10 a 20 % en peso.

Al granulado, que eventualmente también puede ser todavía secado previamente, se le añade entonces de acuerdo con una forma de realización la suspensión de grafito. Esto puede efectuarse por ejemplo directamente en el mezclador intensivo, añadiendo la suspensión de grafito sobre el granulado puesto en movimiento, por ejemplo introduciendo la suspensión en un chorro directo en el recipiente de mezcladura del mezclador intensivo.

Después del proceso de revestimiento el granulado puede ser secado con el fin de ajustar una humedad situada en el intervalo más arriba indicado. De acuerdo con una forma preferida de realización, sin embargo, el contenido de agua de la suspensión o respectivamente la humedad del granulado de bentonita es ajustado antes del revestimiento con el grafito de manera tal que el granulado de bentonita revestido con grafito después del revestimiento no tiene que ser secado, con el fin de ajustar el contenido de humedad. Si se procede de acuerdo con esta forma de realización se obtiene un granulado, que en el caso de la producción de la mezcla de material de moldeo se puede distribuir muy fácilmente y con rapidez en el material de moldeo refractario.

De acuerdo con otro aspecto, el invento se refiere a un molde de fundición a base de un material de moldeo refractario granular que contiene el aditivo de fundición más arriba descrito. El molde de fundición está estructurado preferiblemente como un molde, es decir como la parte del molde de fundición que reproduce el contorno exterior de la pieza moldeada por colada.

La producción del molde de fundición se efectúa de un modo de por sí usual. El aditivo de fundición conforme al invento es añadido mediando movimiento al material de moldeo refractario granular, utilizándose como material de

moldeo refractario preferiblemente una arena cuarzosa. El aditivo de fundición se añade preferiblemente en una porción al material de moldeo refractario de modo tal que la mezcla de material de moldeo contenga una proporción de grafito finamente dividido situada en el intervalo de 0,1 a 2 % en peso, referida a la mezcla seca de materiales de moldeo. A la mezcla de material de moldeo se le añade preferiblemente, en particular una bentonita, preferiblemente una bentonita sódica. La proporción de la arcilla se escoge en un intervalo usual. De acuerdo con una forma de realización, la proporción de la arcilla en la mezcla de material de moldeo es de 5 a 15 % en peso, referida al peso en seco de la mezcla de material de moldeo. La mezcla de material de moldeo tiene un contenido usual de humedad. De acuerdo con una forma de realización la mezcla de material de moldeo tiene un contenido de agua situado en el intervalo de 2 a 4 % en peso.

Para la producción del molde de colada, la mezcla de material de moldeo es añadida a una caja de molde correspondiente y es consolidada de una manera usual. Se efectúa luego un montaje conjunto del molde de colada, pudiéndose incorporar en la cavidad de colada eventualmente todavía unos machos. Asimismo, el molde de colada puede ser provisto de modo usual con un sistema de afluencia para el metal líquido así como con unos alimentadores.

Por lo demás, el invento se refiere a la utilización del molde de fundición para el moldeo por colada de metales. El molde de fundición conforme al invento puede reemplazar a todos los moldes de fundición que se conocen hasta ahora. Es apropiado tanto para el moldeo por colada de acero y de hierro así como también para el moldeo por colada de metales no férreos, por ejemplo para el moldeo por colada de aluminio. Después de la colada la pieza moldeada por colada es desmoldeada de un modo usual. La arena de moldeo puede ser tratada de nuevo de modo usual y utilizada renovadamente para la producción de moldes de colada.

El invento se explica en lo sucesivo, con ayuda de ejemplos así como mediando referencia a las figuras anejas, con mayor exactitud. En tal caso muestran:

La Fig. 1: una curva de distribución de tamaños de un grafito empleado en los ejemplos con un tamaño medio de partículas D_{50} de 10,78 µm;

La Fig. 2: una curva de distribución de tamaños de un grafito empleado en los ejemplos con un tamaño medio de partículas D_{50} de 4,53 µm;

La Fig.3: una curva de distribución de tamaños de un grafito empleado en los ejemplos con un tamaño medio de partículas D_{50} de 1,55 µm;

La Fig.4: una curva de distribución de tamaños de un grafito empleado en los ejemplos con un tamaño medio de partículas D_{50} de 2,17 µm;

Métodos de medición utilizados

Determinación de la capacidad intercambiadora de cationes (CEC) y de las proporciones de cationes

Principio: la arcilla (por ejemplo una bentonita) se trata con un gran exceso de una solución acuosa de NH_4Cl, se separa por lavado y la cantidad de NH_4^+ que ha quedado sobre la arcilla se determina de acuerdo con Kjeldahl.

$$Me^+ (arcilla)^- + NH_4^+ \rightarrow NH_4^+ (arcilla)^- + Me^+$$
$$(Me^+ = H^+, K^+, Na^+, 1/2\ Ca^{2+}, 1/2\ Mg^{2+} \ldots.)$$

Aparatos: tamiz, 63 µm; matraz esmerilado de Erlenmeyer, 300 ml; báscula analítica; embudo de filtro Buchner con membrana, 400 ml; filtro de nitrato de celulosa, 0,15 µm (de la entidad Sartorius); armario de desecación;

Refrigerante de reflujo; placa de calefacción; unidad de destilación, VAPODEST-5 (de la entidad Gerhardt, nº 6550); matraz aforado, 250 ml; AAS (espectrometría de absorción atómica) de llama (FAAS)

Productos químicos: reactivo de Nessler de NH_4Cl 2 N (de la entidad Merck, nº de artículo 9028); solución de ácido bórico, al 2 %; lejía de sosa, al 32 %; ácido clorhídrico 0,1 N; solución de NaCl, al 0,1 %; solución de KCl, al 0,1 %.

Realización: 5 g de arcilla se tamizan a través de un tamiz de 63 µm, y se secan a 110 °C. Después de ello se pesan inicialmente con exactitud 2 g en la báscula analítica como pesada diferencial en el matraz esmerilado de Erlenmeyer y se mezclan con 100 ml de una solución 2 N de NH_4Cl. La suspensión se hierve a reflujo durante una hora. En el caso de unas arcillas que tienen un gran contenido de $CaCO_3$ se puede llegar a un desprendimiento de amoníaco. En este caso se debe de añadir una solución de NH_4Cl durante tanto tiempo hasta que ya no se pueda percibir ningún olor a amoníaco. Un control testigo adicional se puede llevar a cabo con un papel indicador húmedo.

Después de un período de tiempo de reposo de aproximadamente 16 h, la NH_4^+-arcilla se separa por filtración a través de un embudo Buchner con membrana y se lava con agua desionizada (aproximadamente 800 ml) hasta llegar a una amplia ausencia de iones. La detección de la ausencia de iones del agua de lavado se lleva a cabo para averiguar la presencia de iones de NH_4^+ con el reactivo de Nessler que es sensible para ello. El número de lavados puede hacer variar, dependiendo del tipo de arcilla, durante un período de tiempo entre 30 minutos y 3 días. La arcilla-NH_4^+ separada por lavado se saca desde filtro, se seca durante 2 h a 110°C se muele, se tamiza (tamiz de 63 µm) y nuevamente se seca durante 2 h a 110°C. Después de esto, el contenido de NH_9^+ de la arcilla se determina de acuerdo con Kjeldahl.

Cálculo de la CEC: la CEC de la arcilla es el contenido de NH_4^+, determinado mediante el método de Kjeldahl, de la NH_4^+-arcilla (CEC de algunos minerales arcillosos, véase el anejo). Los datos se indican en meq/100 g de arcilla.

Ejemplo: Contenido de nitrógeno = 0,93 %;

Peso molecular: N = 14,0067 g/mol

$$CEC = \frac{0{,}93 \times 1000}{14{,}0067} = 66{,}4 \text{ meq}/100\text{g}$$

CEC = 66,4 meq/100 g de NH_4^+- arcilla

Cationes intercambiados y sus proporciones:

Los cationes que se han puesto en libertad mediante el intercambio se encuentran dentro del agua de lavado (material filtrado). La proporción y el tipo de los cationes monovalentes ("cationes intercambiables") se determinaron espectroscópicamente en el material filtrado de acuerdo con la norma DIN 38406, parte 22. Por ejemplo, para la determinación de la AAS, el agua de lavado (material filtrado) se concentra por evaporación, se transfiere a un matraz aforado con una capacidad de 250 ml y se completa con agua desionizada hasta alcanzar la marca de medición. Unas condiciones de medición apropiadas para la FAAS se pueden tomar de las siguientes Tablas.

Tabla: Parámetros para la determinación de la FAAS

Elemento	Calcio	Potasio	Litio	Magnesio	Sodio	Aluminio	Hierro
Longitud de onda (nm)	422,7	766,5	670,8	285,2 (202,6)	589,0	309,3	248,3
Anchura de rendija (nm) :	0,2	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5	0,2
Tiempo de integr. (seg.) :	3	3	3	3	3	3	3
Gases de llama :	N_2O/C_2H_2	Aire/C_2H_2	Aire/C_2H_2	N_2O/C_2H_2	Aire/C_2H_2	N_2O/C_2H_2	Aire/C_2H_2
Comp. de fondo :	No	No	no	si	no	si	no
Tipo de medición :	conc.	conc.	conc.	conc.	conc.	conc.	conc.
Tampón de ionización :	KCl 0,1 %	NaCl 0,1 %	NaCl 0,1 %	KCl 0,1 %	KCl 0,1 %	KCl 0,1 %	-
Posición del quemador	15-20º	-	-	-	-	-	-
Nivel de calibración (mg/l)	1-5 mg/l	1-5 mg/l	2-10 mg/l	0,5-3 mg/l (5-40 mg/l)	1-5 mg/l	10-50 mg/l	1-5 mg/l

Cálculo de los cationes:

$$Me = \frac{\text{Me – Valor (mg/l) x 100 x Dilución}}{\text{4 x Pesada (en g) x Masa molecular (g/mol)}} = \text{meq/100 g}$$

Masas moleculares (g/mol): Ca=20,040; K=39,096; Li=6,94; Mg=12,156; Na=22,990; A1=8,994; Fe=18,616

Determinación del contenido de humedad:

El contenido de agua de los productos a 105°C se determina mediando utilización del método DIN/ISO-787/2.

Determinación de la resistencia a la tracción en húmedo, resistencia a la compresión en bruto de cuerpos moldeados

La resistencia a la tracción en húmedo (NZF) así como la resistencia a la compresión en bruto (DF) de los cuerpos moldeados se midió de acuerdo con la prescripción de ensayo P38 de la Bund Deutscher Giesser (BDG).

Determinación de la compresibilidad de la mezcla de moldeo

La determinación de la compresibilidad de las mezclas de materiales de moldeo se midió de acuerdo con la prescripción de ensayo P37 de la Bund Deutscher Giesser (BDG).

1. Producción de mezclas de arenas de moldeo

En un mezclador arremolinador, modelo R 08 de la entidad Eirich, se disponen previamente 40 kg de arena cuarzosa F 32 (de Quarzwerke Frechen). Mediando agitación se añaden a continuación 500 - 600 ml de agua y se mezcla durante 15 segundos. A continuación se añaden sucesivamente todos los otros aditivos y se mezcla durante 30 segundos. Después de esto se ensaya la compresibilidad. Luego se añade dosificadamente tanta cantidad de agua que al final del ciclo de mezcladura se ajusta una compresibilidad de 45 %. Después de haberse efectuado la adición dosificada posterior de agua se mezcla durante todavía otros 60 segundos. La mezcla de arena de moldeo se saca del mezclador y se almacena durante 1 h a la temperatura ambiente en un tambor de material sintético cerrable durante 1 h.

2. Producción y colada del molde de arena en bruto

Después del almacenamiento, la mezcla de arena de moldeo se moldea en una instalación de prensado con sacudimiento APM S1 de la entidad Künkel & Wagner a través de una placa de modelos con cuatro discos que tienen un diámetro de 100 mm y una altura de 40 mm. Para esto se emplea una caja con las dimensiones he 350 mm x 310 mm x 100 mm. La caja superior y la caja inferior se montan conjuntamente a continuación para formar un molde de colada. En un horno de crisol de inducción se funde una cantidad suficiente de hierro fundido con grafito laminar (GJL) con aproximadamente 3,5 % de C y a 1400 °C se introduce por colada durante un período de tiempo de 10 - 12 segundos dentro del molde de colada. La relación de hierro a arena es de 1 : 3.

3. Determinación de la cantidad de arena adyacentemente sinterizada

Después de un período de tiempo de enfriamiento de 2 h se separan la caja superior y la caja inferior, y se saca el racimo de colada con las 4 piezas moldeadas por colada en forma de discos. El racimo de colada se deja caer a continuación desde una altura de aproximadamente 1 m sobre un pavimento de piedra, separándose los discos desde el sistema de tetones. A continuación de ello, la arena adherida se retira completamente con un cepillo de material sintético blando desde el lado inferior así como desde toda la periferia de los discos, lo más completamente que sea posible, de manera tal que solamente la superficie frontal tenga arena adherida. Para la determinación de la cantidad de la arena adyacentemente sinterizada, esta superficie frontal se trata en primer lugar con un cepillo de material sintético blando. Para esto el disco de hierro se coloca sobre un molino de mortero de la entidad Retsch (tipo RMO), introduciéndose entre la pieza moldeada por colada y el mortero de porcelana una tapa de material sintético, que soporta el disco metálico. A continuación se cepilla con una presión de apoyo de 0,07 N/cm^2 y una velocidad de rotación de 90 rpm (revoluciones por minuto) durante 30 segundos. De esta manera se garantiza que la arena descohesionada y no sinterizada adyacentemente sea retirada completa y uniformemente desde la superficie y no se determine como arena adyacentemente sinterizada.

Seguidamente el disco de hierro previamente tratado se introduce en un anillo metálico, siendo de 11 cm el diámetro interior del anillo metálico. En el anillo metálico está dispuesta, sobre una placa de base por debajo del disco de hierro, una esponja cortada en forma circular con una altura de 1 cm. A continuación, la superficie de la muestra es cepillada con un cepillo limador del tipo 533 720 de la entidad LUX, que está sujeto a través de una pieza adaptadora en un agitador de laboratorio, durante un período de tiempo de 120 segundos a 70 rpm. El agitador de laboratorio, que está firmemente unido con el cepillo limador, está unido a través de una bisagra con un pedestal estable. Con ello la superficie del disco metálico es cargada con el peso propio del agitador, incluido el cepillo limador. A partir del peso propio del agitador, de aproximadamente 2,6 kg, y de la superficie de apoyo del cepillo limador sobre el disco de hierro de 10 cm resulta una presión de apoyo de 0,8 N/cm^2 con la que es cargado el disco de hierro por el cepillo limador. La velocidad de rotación del cepillo es de 70 rpm. A partir de la diferencia de peso del disco de hierro antes y después del ensayo de cepillado se establece gravimétricamente la parte de la arena que ya había sinterizado adyacentemente junto a la superficie metálica.

Con el fin de registrar completamente la arena adyacentemente sinterizada, la superficie frontal del disco de hierro es chorreada a continuación durante 30 segundos con un granulado de acero (de 1,0 -1,6 mm).También en este caso se determina la proporción de la arena adyacentemente sinterizada mediante la diferencia de pesos antes y después del proceso de chorreo. La suma de las dos cantidades individuales de arena procedentes del ensayo de chorreo y del cepillo metálico proporciona la cantidad total de la arena adyacentemente sinterizada junto al lado frontal del disco de hierro.

4. Determinación de la resistencia a la tracción en húmedo así como de la resistencia a la compresión en húmedo de las mezclas de arenas de moldeo (VDG Merkblatt P38)

Después de acabar de mezclar y de un correspondiente período de tiempo de Mauk, el material de moldeo se ajusta a una compresibilidad de 45 % mediante ajuste del contenido de agua y se compacta con un martinete del tipo PRA de la entidad Georg Fischer con tres golpes de martinete para formar unos cilindros con un diámetro de 50 mm y una altura de 50 mm. Con ayuda del ensayo del aparato de pruebas de resistencia mecánica del tipo PNZ de la entidad Georg Fischer se determina en 5 cuerpos de probeta la resistencia a la compresión en húmedo y se forma el valor medio.

5. Medición de la distribución de tamaños de partículas de los grafitos empleados

Los grafitos se miden en el estado suministrado en un aparato de difracción de rayos láser Mastersizer® 2000 de la entidad Malvern en una corriente de aire continua, en lo que se refiere a la distribución de tamaños de partículas (celda seca: Scirocco 2000). En el caso de una dispersión de grafito la medición se efectúa en una dispersión acuosa. Para esto la suspensión se trata durante 30 segundos con ultrasonidos y a continuación se mide en agua destilada (celda húmeda: Hydro 2000 S). La medición se lleva a cabo apoyándose en la norma ISO 13320 /DIN ISO 9276-1.

En el caso de la medición en aire, la muestra se sopla a través de la celda de medición con ayuda de aire a presión (presión de aire: 2 bares). El período de tiempo de medición es de 8 segundos. El cálculo de la distribución de tamaños de partículas se efectúa de acuerdo con la teoría de Fraunhofer.

En el caso de una medición en una suspensión acuosa, la muestra es suspendida en agua desionizada. Antes del comienzo de la medición, la muestra es tratada durante 30 segundos con un dedo interno de ultrasonidos (intensidad: 50 %). El tratamiento con ultrasonidos es proseguido también durante la medición (intensidad: 50 %). La muestra es bombeada a través de la celda de medición con una velocidad de bombeo de 2.000 rpm. La evaluación se efectúa de acuerdo con la teoría de Mie, con un índice de refracción de 1,5295; y un índice de absorción: 0,1.

6. Determinación de la cristalinidad de los grafitos empleados

Para la determinación de la cristalinidad de los grafitos empleados se hace uso del reflejo 002-Reflex procedente del análisis de difracción de rayos X. Con ayuda del difractómetro de rayos X Philipps X'Pert se registra en una muestra de polvos con los siguientes parámetros, el diagrama de difracción de rayos X en el intervalo angular 2 θ de 10-40 °:

Intervalo angular (2 θ)	10 - 40 °
Amplitud de etapa	0,02°
Tiempo por etapa	5 s
Diafragma de divergencia (primario)	1 mm
Diafragma de rayo dispersado (secundario)	0,1 mm
Monocromador (secundario)	

El 002-Reflex que constituye el fundamento para el cálculo del tamaño de cristalitos aparece entre 26 y 27 2 θ. Con este reflujo se calcula en primer lugar la anchura de valor mitad. A continuación esta anchura de valor mitad se transfiere a la ecuación de Scherrer para la cálculo de la cristalinidad:

$$L_C = \frac{K \cdot \lambda}{\Delta H(2\theta) \cdot \cos\theta}$$

L_c cristalinidad/espesor [nm]
Λ longitud de onda CuKα = 0,154051 nm
K constante adimensional
ΔH anchura de valor mitad (FWHM) [rad]
Θ ángulo de difracción [rad].

Para el grafito se emplea como constante de Scherrer un valor de 0,89 ((Determination of the crystallinity of calcined and graphite cokes by X-ray diffraction [Determinación de la cristalinidad de coques calcinados y de grafito por difracción de rayos X, Abril de 1998, Vol. 123 (páginas 595-600))

7. Determinación del grado de blancura de las mezclas de arenas de moldeo que contienen grafito

En primer lugar se produce como se ha descrito en el párrafo 1 la mezcla de material de moldeo que contienen grafito. A continuación la mezcla todavía húmeda de materiales de moldeo se introduce prensando en el soporte de muestras del aparato de medición del grado de blancura Gretag Macbeth CE 7000 A. Después de esto el soporte de muestras junto con el material de moldeo se seca durante 12 h a 110 °C. A continuación de ello el soporte de muestras se incorpora en el aparato de medición junto con el material de moldeo y se mide el grado de blancura de acuerdo con el método de TAPPI T 452 con una temperatura cromática de 6500 °C y con un ángulo de irradiación de 10 °.

8. Molienda de grafito en un molino de chorros de aire.

La molienda en seco de los grafitos se efectúo en un molino de chorros de aire AFG 100 de la entidad Hosokawa con un clasificador ATP 50 conectado. El molino de chorros de aire está equipado con una tobera de 2 mm. Mediante ajuste del número de revoluciones del clasificador, de la presión de molienda y de la cantidad cargada se pudo ajustar entre 1,5 y 20 µm la distribución media de tamaños de partículas D_{50}.

En las figuras 1 hasta 4 se muestran las distribuciones de tamaños de partículas para diferentes grados de molienda los correspondientes valores se recopilan en las Tablas 1a hasta 1d:

Tabla 1a: Proporciones de diferentes tamaños de partículas en una muestra de grafito finamente molida; D_{10}: 3,27 µm, D_{50}: 10,78 µm, D_{90}: 30,29 µm, D_{100}: 321,89 µm, Medición en aire (Fig. 1)

µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]
0,01	0,00	0,50	0,00	5,00	20,38	60,00	98,19	250,00	99,74
0,20	0,00	0,60	0,00	7,00	31,80	70,00	98,69	300,00	99,95
0,40	0,00	0,700	0,02	10,00	46,63	80,00	98,83	400,00	100,00
0,60	0,00	0,80	0,10	15,00	65,12	90,00	98,91	500,00	100,00
0,80	0,00	0,90	0,19	20,00	77,21	100,00	98,94	600,00	100,00
0,10	0,00	1,00	0,32	25,00	89,90	125,00	98,94	750,00	100,00
0,20	0,00	2,00	3,35	30,00	89,78	150,00	99,03	900,00	100,00
0,30	0,00	3,00	8,47	40,00	94,95	175,00	99,21		
0,40	0,00	4,00	14,37	50,00	97,18	200,00	99,40		

Tabla 1b: Proporciones de diferentes tamaños de partículas en una muestra de grafito finamente molida; D_{10}: 1,10 µm, D_{50}: 4,53 µm, D_{90}: 14,90 µm, D_{100}: 33,39 pm, Medición en aire (Fig. 2)

µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]
0,01	0,00	0,50	1,75	5,00	53,84	60,00	100,00	250,00	100,00
0,20	0,00	0,60	2,84	7,00	66,82	70,00	100,00	300,00	100,00
0,40	0,00	0,70	4,11	10,00	79,15	80,00	100,00	400,00	100,00
0,60	0,00	0,80	5,50	15,00	90,15	90,00	100,00	500,00	100,00
0,80	0,00	0,90	6,96	20,00	95,63	100,00	100,00	600,00	100,00
0,10	0,00	1,00	8,47	25,00	98,40	125,00	100,00	750,00	100,00
0,20	0,05	2,00	23,05	30,00	99,68	150,00	100,00	900,00	100,00
0,30	0,36	3,00	35,14	40,00	100,00	175,00	100,00		
0,40	0,90	4,00	45,30	50,00	100,00	200,00	100,00		

Tabla 1c: Proporciones de diferentes tamaños de partículas en una muestra de grafito finamente molida; D_{10}: 0,70 µm, D_{50}: 1,55 µm, D_{90}: 3,62 µm, D_{100}: 20,38 µm, Medición en agua (Fig. 3)

µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]
0,01	0,00	0,50	2,61	5,00	96,45	60,00	100,00	250,00	100,00
0,20	0,00	0,60	5,82	7,00	99,01	70,00	100,00	300,00	100,00
0,40	0,00	0,70	9,98	10,00	99,61	80,00	100,00	400,00	100,00
0,60	0,00	0,80	14,72	15,00	99,86	90,00	100,00	500,00	100,00
0,80	0,00	0,90	19,74	20,00	99,99	100,00	100,00	600,00	100,00
0,10	0,00	1,00	24,84	25,00	100,00	125,00	100,00	750,00	100,00
0,20	0,00	2,00	64,77	30,00	100,00	150,00	100,00	900,00	100,00
0,30	0,04	3,00	83,84	40,00	100,00	175,00	100,00		
0,40	0,68	4,00	92,50	50,00	100,00	200,00	100,00		

Tabla 1d: Proporciones de diferentes tamaños de partículas en una muestra de grafito finamente molida; D_{10}: 0,68 µm, D_{50}: 2,17 µm, D_{90}: 5,16 µm, D_{100}: 11,43 µm, Medición en agua (Fig. 4)

µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]	µm[1]	%[2]
0,01	0,00	0,50	7,88	5,00	89,00	60,00	100,00	250,00	100,00
0,20	0,00	0,60	8,87	7,00	96,83	70,00	100,00	300,00	100,00
0,40	0,06	0,70	10,43	10,00	99,90	80,00	100,00	400,00	100,00
0,60	0,77	0,80	12,45	15,00	100,00	90,00	100,00	500,00	100,00
0,80	1,93	0,90	14,83	20,00	100,00	100,00	100,00	600,00	100,00
0,10	3,15	1,00	17,45	25,00	100,00	125,00	100,00	750,00	100,00
0,20	6,58	2,00	45,81	30,00	100,00	150,00	100,00	900,00	100,00
0,30	7,31	3,00	67,11	40,00	100,00	175,00	100,00		
0,40	7,45	4,00	80,71	50,00	100,00	200,00	100,00		

9. Producción de una dispersión acuosa de grafito

En un vaso de material sintético con una capacidad de 3 l se disponen en primer lugar 1,5 l de agua desmineralizada. A continuación, con ayuda de un agitador del tipo LD 50 de la entidad Pendraulik en el caso de una velocidad de rotación de 2.000 rpm y de un disco disolvedor adosado, se introduce con agitación tanta cantidad de grafito molido en seco hasta que, en dependencia del tamaño de partículas, se haya alcanzado una concentración entre 20 y 40 %. A continuación de ello se añade, mediando cuidadosa agitación, entre 2 y 10 % de un apropiado agente auxiliar de dispersamiento. La cantidad de agente auxiliar de dispersamiento se refiere en este caso al pesaje inicial del grafito seco. Después de que el agente auxiliar de dispersamiento hubo sido distribuido uniformemente en la dispersión, se añade mediando lenta agitación tanta cantidad de polvo de grafito adicional hasta que se haya alcanzado la preferida concentración final. En este caso hay que evitar en todo lo que sea posible una formación de espuma. Eventualmente, a la suspensión se le puede añadir de 0,1 – 0,3 % de Degressal® SD 20 de la entidad BASF como agente antiespumante.

Las condiciones para la producción de los grafitos finamente molidos así como sus tamaños medios de partículas se recopilan en la Tabla 2.

Los resultados de los Ejemplos están recopilados en la Tabla 3.

Tabla 2: Molienda de grafito en un molino de chorros de aire

Muestra	**Material alimentado**	**Ajuste de la rueda clasificadora**	**Cantidad alimentada (kg/h)**	**Presión (N/cm^2)**	**Tamaño medio de partículas (D_{50}, µm)**	**Tamaño de cristales (nm)**
JM / K0	Grafito en polvo cristalino tipo GHL de la Grafit Kropfmühl AG	--	--	--	42	45
JM / K1	"	5.000	3,5	25	18	
JM / K2	"	8.000	3,0	25	10	
JM / K3	"	12.000	2,4	30	4	
JM / K4	"	17.000	1,7	35	1,5	
JM / T0	Grafito natural amorfo TG 80/85-S de la Technografit	--	--	--	38	24
JM / T1	"	5.000	4,2	25	20	
JM / T2	"	8.000	3,7	25	9	
JM / T3	"	12.000	2,9	30	5	
JM / T4	"	17.000	2,1	35	2	

Tabla 3: Recopilación de los ensayos

Ej.	Arena cuarzosa F32 (%)	Bentonita Geko B (%)	Carbón[2] (%)	Grafito (%)	Grafitos introd.	Grado de blancura (%)	Compresibilidad (%)	NZF (N/cm^2)	DF (N/cm^2)	Arena ady. sinter. (g/m^2)	Valor.[3]
comp	90,5	7,5	2	--	--	12,4	46	0,27	15,7	520	liso
1	92	7,5	--	0,5 % JM/KO	polvo	16,2	44	0,25	15,1	1.350	liso
2	92	7,5	--	0,5 % JM/TO	polvo	16,8	45	0,27	14,9	1.210	liso
3	92	7,5	--	0,5 % JM/K4	polvo	13,2	47	0,28	16,3	1.060	liso
4	92	7,5	--	0,5 % JM/T4	polvo	13,8	45	0,25	17,0	1.130	liso
5	92	7,5	--	0,5 % JM/KO	polvo[1]	15,9	46	0,26	15,8	1.460	liso
6	92	7,5	--	0,5 % JM/K1	Suspens.	11,3	45	0,28	16,4	1.050	liso
7	92	7,5	--	0,5 % JM/K2	Suspens.	10,3	47	0,29	15,5	810	liso
8	92	7,5	--	0,5 % JM/K3	Suspens.	8,4	45	0,25	14,7	580	liso
9	92	7,5	--	0,5 % JM/K4	Suspens.	6,3	44	0,27	15,0	440	liso
10	92	7,5	--	0,5 % JM/T1	Suspens.	10,9	46	0,25	16,0	990	liso
11	92	7,5	--	0,5 % JM/T2	Suspens.	8,8	45	0,30	17,1	690	liso
12	92	7,5	--	0,5 % JM/T3	Suspens.	6,9	46	0,28	14,9	460	liso
13	92	7,5	--	0,5 % JM/T4	Suspens.	5,5	44	0,25	15,2	350	liso

[1]: Moler en común la bentonita y el grafito y mezclarlos en seco
[2]: Hulla Ecosil®
[3]: Valoración superficial de la superficie moldeada por colada

REIVINDICACIONES

1. Aditivo de fundición, que comprende un grafito microcristalino o amorfo finamente molido, que tiene un tamaño medio de partículas D_{50} de menos que 100 µm.

2. Aditivo de fundición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el grafito microcristalino o amorfo finamente molido tiene un tamaño medio de cristalitos de menos que 90 nm.

3. Aditivo de fundición de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** el grafito se pone a disposición en forma de una suspensión acuosa.

4. Aditivo de fundición de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, **caracterizado por que** al aditivo de fundición se le añade una bentonita.

5. Aditivo de fundición de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** la bentonita se pone a disposición en forma de un granulado.

6. Aditivo de fundición de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el granulado de bentonita está revestido con el grafito microcristalino o amorfo finamente molido.

7. Aditivo de fundición de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 ó 6, **caracterizado por que** el granulado tiene una humedad en el intervalo de 15 a 35 % en peso.

8. Aditivo de fundición de acuerdo con una de las precedentes reivindicaciones, **caracterizado por que** el aditivo de fundición comprende un portador de carbono finamente molido, escogido preferiblemente entre el conjunto formado por carbón, coque y carbón activo.

9. mezcla de material de moldeo, que contiene un material de moldeo refractario granular y un aditivo de fundición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 8.

10. mezcla de material de moldeo de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada por que la proporción del grafito microcristalino o amorfo finamente molido se escoge en el intervalo de 0,1 a 2 % en peso, referido al peso en seco de la mezcla de material de moldeo.

11. Molde de fundición a base de un material de moldeo refractario granular, que contiene un aditivo de fundición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 8.

12. Utilización de un molde de fundición de acuerdo con la reivindicación 11, para el moldeo por colada de metales.

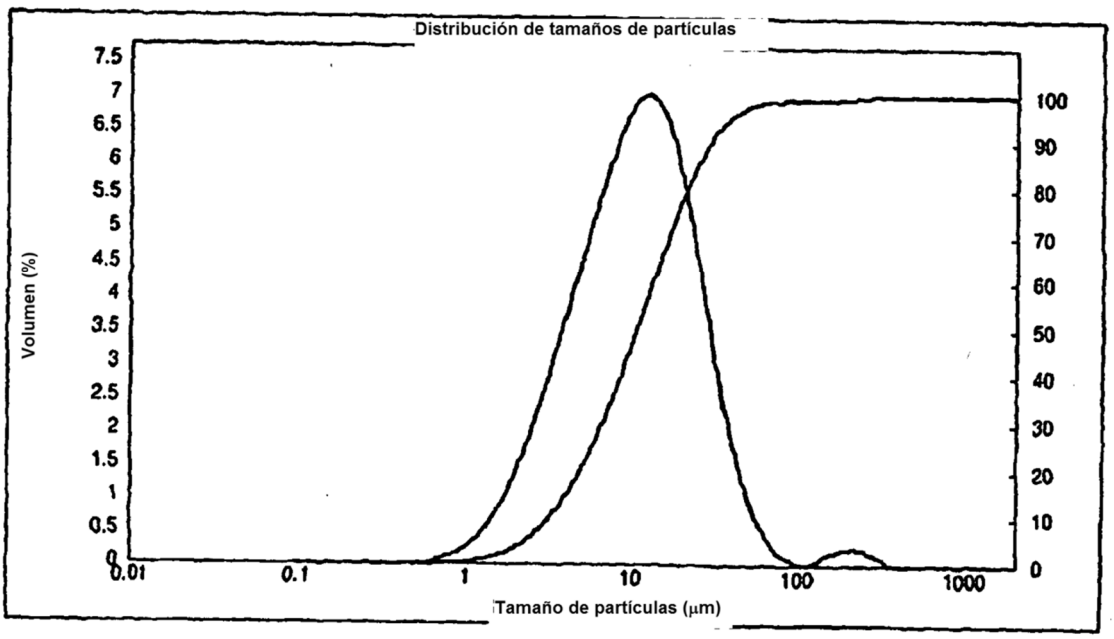
Distribución de tamaños de partículas
Volumen (%)
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.01
0.1
1
10
100
1000
Tamaño de partículas (μm)

Fig. 1

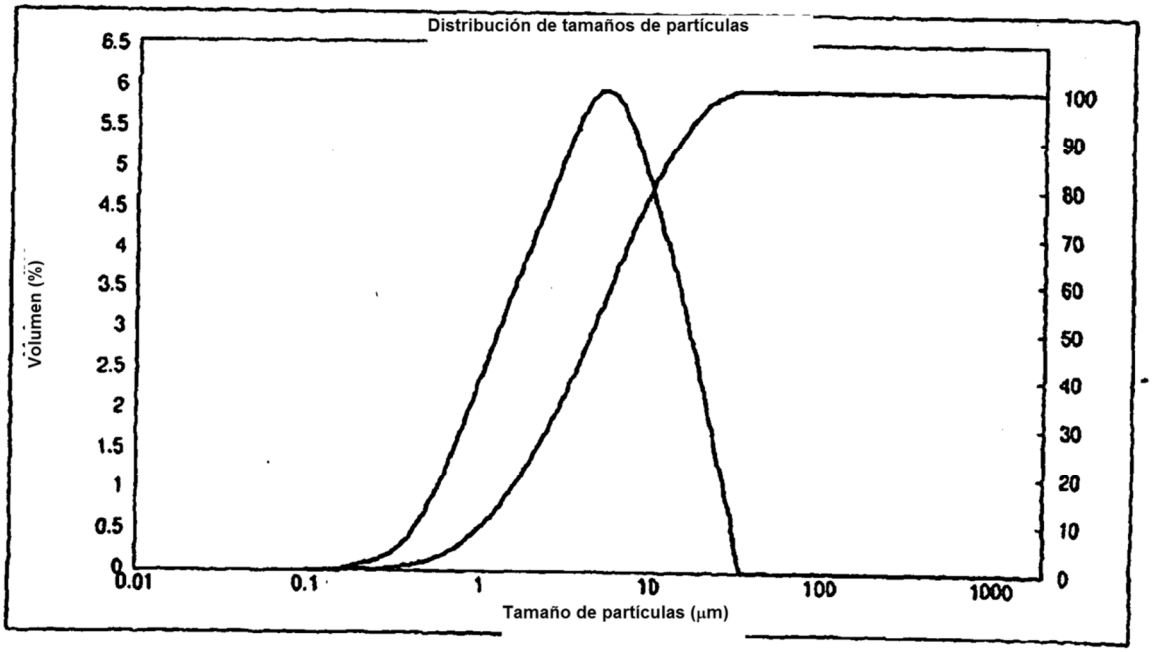
Distribución de tamaños de partículas
Volumen (%)
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.01
0.1
1
10
100
1000
Tamaño de partículas (μm)

Fig. 2

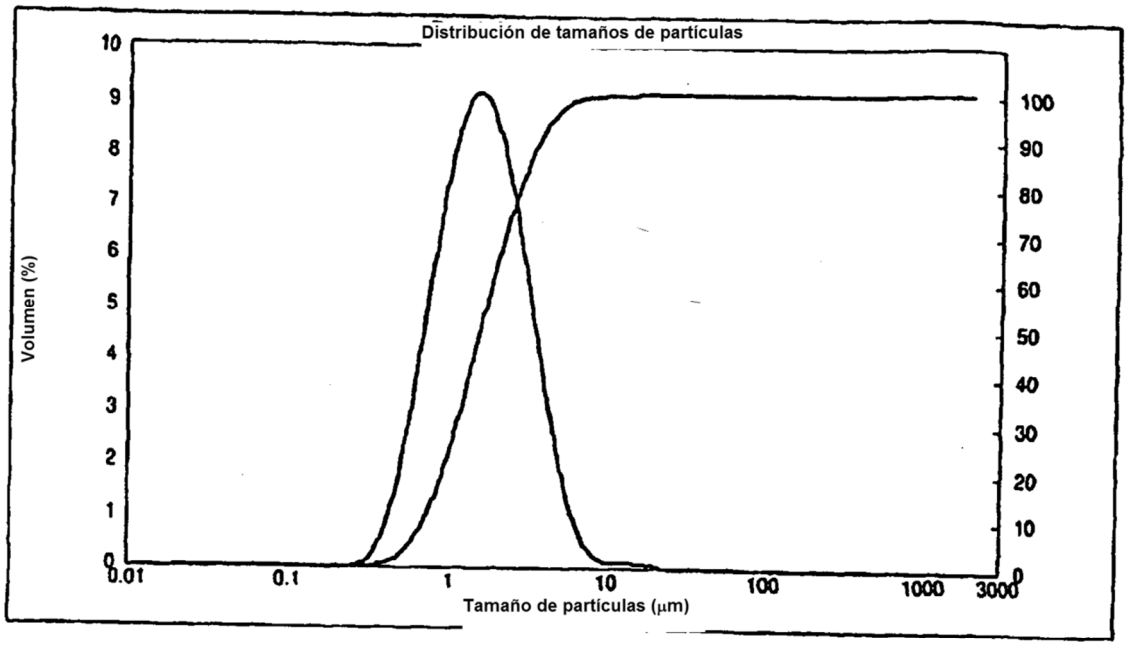
Distribución de tamaños de partículas
Volumen (%)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.01
0.1
1
10
100
1000
3000
Tamaño de partículas (μm)

Fig. 3

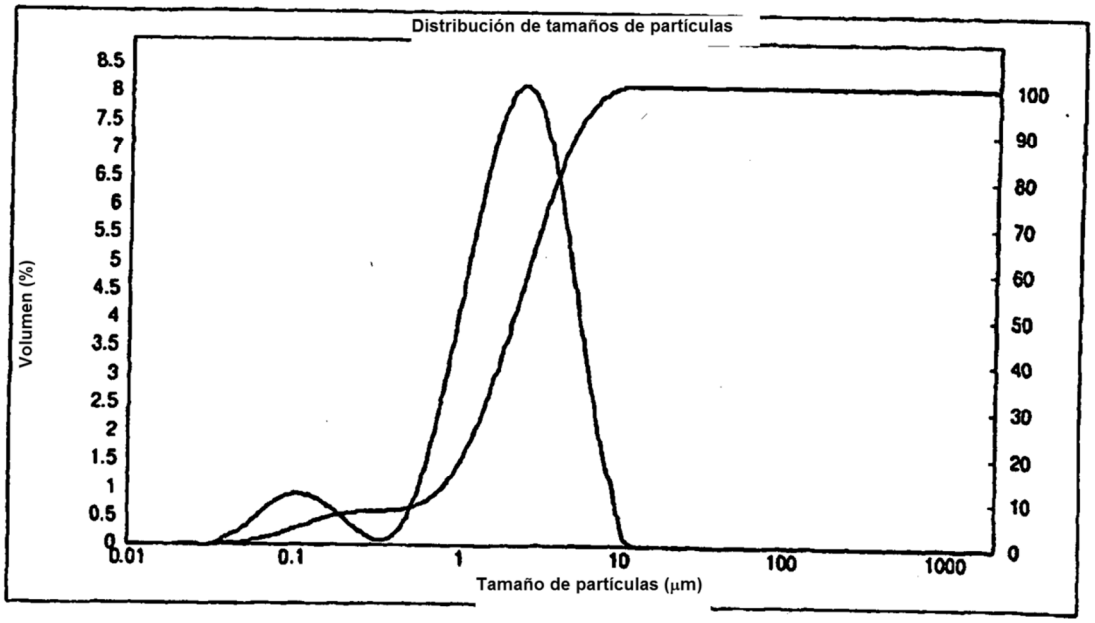
Distribución de tamaños de partículas
Volumen (%)
8.5
8
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.01
0.1
1
10
100
1000
Tamaño de partículas (μm)

Fig. 4