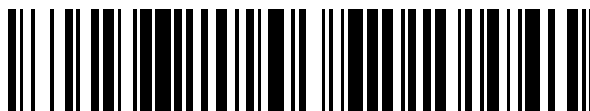


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 789**

51 Int. Cl.:

F27B 7/16 (2006.01)

F27B 7/12 (2006.01)

F27B 7/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2016** **E 16183585 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018** **EP 3139121**

54 Título: **Horno rotatorio de tambor**

30 Prioridad:

02.09.2015 DE 202015104662 U

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

11.10.2018

73 Titular/es:

SCHMIDT, MICHAEL (100.0%)

Hoher Weg 26

46348 Raesfeld, DE

72 Inventor/es:

SCHMIDT, MICHAEL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 685 789 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

Horno rotatorio de tambor

- 5 La invención se refiere a un horno rotatorio de tambor, especialmente a un horno rotatorio de tambor para la fundición de metales, preferiblemente a un horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales, con un tambor de horno apoyado de forma rotatoria alrededor de su eje longitudinal, que al menos por su cara frontal presente un orificio para la carga y/o el calentamiento de un espacio interior del tambor de horno, con una fuente de calor y con varios cuerpos de remoción acoplados a una camisa de tambor del tambor de horno, que penetran en el espacio interior del tambor de horno, estando el tambor de horno fundamentalmente compuesto, en lo que se refiere a su estructura de pared, por la camisa de tambor, por una parte, y por un revestimiento interior, por otra parte, estando el revestimiento interior provisto de una respectiva escotadura que presenta el cuerpo de remoción en cuestión, y dividiéndose el espacio interior del tambor de horno, transversalmente respecto a la extensión longitudinal del tambor de horno, en una zona de cuerpo de remoción orientado preferiblemente hacia el orificio con los cuerpos de remoción allí dispuestos, y en al menos una zona libre de cuerpos de remoción adyacente al primero.
- 10
- 15 Se conocen diversos modelos de hornos rotatorios de tambor y, en especial, de hornos rotatorios de tambor para la fundición de metales, que se utiliza, por ejemplo, para la refusión de aluminio, tal como se describe en el documento DE 20 2005 007 538 U1. El aluminio se refunde en un baño protector. Con este fin, el metal fundido producido en el horno rotatorio de tambor se cubre con una capa protectora, en cuyo caso se trata o se puede tratar de de una capa de sal. Así se han obtenido buenos resultados.
- 20 Además de los hornos rotatorios de tambor con un tambor de horno horizontal, se conocen también hornos rotatorios de tambor para la fundición de metales basculantes, como los que se describen en las dos publicaciones DE 20 2012 101 139 U1 y DE 20 2012 103 369 U1. Estos hornos de tambor basculantes conllevan en principio la ventaja de que tendencialmente se puede trabajar con cantidades de sal menores en comparación con los hornos rotatorios de tambor rígidos sin dispositivo basculante (compárese el libro "Aluminiumrecycling" del ingeniero Dr. Klaus Krone, Vereinigung deutscher Schmelzhütten e.V. Düsseldorf, 2000, páginas 326 a 332). Por otra parte, la carga resulta en estos hornos rotatorios de tambor basculantes más sencilla, dado que normalmente disponen por su cara frontal de un orificio más grande en comparación con un horno rotatorio de tambor no basculante. A esto se suma que en el caso de los hornos de tambor basculantes el proceso de vaciado es más rápido.
- 25 Sin embargo, estos hornos rotatorios de tambor basculantes para la fundición de metales suelen tener el inconveniente de que el calentamiento es más complicado y de que el riesgo de las así llamadas "zonas frías" dentro de la masa de metal fundido es mayor que en los hornos rotatorios de tambor con un eje longitudinal rígido y no basculante. En conjunto, estas "zonas frías" pueden dar lugar a que el espacio interior del tambor de horno se vaya "cerrando" en estas zonas con componentes que no se funden o que no se pueden fundir. Este "cierre" incluso se ve favorecido o acelerado adicionalmente por los cuerpos de remoción allí existentes. Esto se puede atribuir principalmente a que, tanto en los hornos rotatorios de tambor basculantes para la fundición de metales como en los hornos rotatorios de tambor para la función de metales tradicionales con eje longitudinal rígido, la transmisión de calor se produce generalmente de forma anisótropa, dado que la fuente de calor se prevé normalmente sólo por la cara frontal del tambor de horno. Además, la transmisión de calor desde la fuente de calor o desde un quemador empleado en este punto a la masa fundida o, por ejemplo, al aluminio secundario en trozos a refundir, se produce principalmente a través de un revestimiento interior obligatorio en el interior del tambor de horno.
- 30
- 35 Dado que la superficie del revestimiento interior para la absorción de calor de la fuente de calor en un horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales es en la mayoría de los casos significativamente más pequeña que en un horno rotatorio de tambor con un eje longitudinal rígido no basculante, se producen problemas en la preparación del metal fundido. La superficie reducida del revestimiento interior para la absorción de calor de los hornos rotatorios de tambor basculantes para la fundición de metales se explica fundamentalmente por el hecho de que el horno rotatorio de tambor basculante en cuestión se inclina durante la refusión. Por lo tanto, un nivel del baño de metal fundido sigue desarrollándose de forma horizontal, pero en un ángulo respecto al tambor de horno inclinado. Esto ocurre también cuando el tambor de horno se puede inclinar, en principio, no sólo hacia un lado, sino hacia los dos lados, como se describe en el marco del documento AT 409 269 B.
- 40
- 45 Como consecuencia, el nivel del baño llega hasta un borde del orificio de la cara frontal del tambor de horno, a través del cual el tambor de horno se vacía. Así el orificio se puede diseñar especialmente grande. Sin embargo, en la parte posterior del tambor de horno se observan profundidades significativas del metal fundido, cuyo calentamiento continuo para la refusión resulta difícil. De hecho, la fuente de calor o el quemador se disponen generalmente en la zona del orificio antes mencionado, de manera que a las zonas especialmente profundas del metal fundido corresponde la máxima distancia respecto a la fuente de calor.
- 50
- 55 En la práctica se observan en estos hornos rotatorios de tambor basculantes para la fundición de metales gradientes de temperatura, dentro del metal fundido, de más de 20 °C y especialmente de más de 50 °C, cuando se compara la zona de metal fundido cercana al orificio de la cara frontal y, por lo tanto, cercana a la fuente de calor allí existente, con el otro extremo del metal fundido en la zona de la cara frontal opuesta del tambor de horno. Es decir, el metal fundido es en la parte anterior del orificio claramente más caliente, en la mayoría de los casos en al menos 50 °C más caliente que en la parte posterior. Para evitar estas "zonas frías", especialmente en los hornos rotatorios de
- 60

tambor basculantes para la fundición de metales, se podría aumentar en conjunto la potencia calorífica de la fuente de calor. No obstante, esto conduce a dos problemas.

Por una parte existe el riesgo de que los cuerpos de remoción, que giran cerca de la fuente de calor, se pudieran ver afectados por el calor de la fuente de calor o por la llama abierta utilizada allí en la mayoría de los casos y quemarse. En el caso de una masa de metal fundido demasiado caliente existe, por otra parte, el riesgo de que se observen elevadas pérdidas de masa fundida como consecuencia de la evaporación del metal, que en realidad se quiere obtener.

La teoría del documento US 6 395 221 B1, que en conjunto describe un horno rotatorio de tambor en general genérico, tampoco ha podido cambiar nada de esta problemática. En este punto se trata de mejorar el rendimiento de masa fundida de metal aprovechable. Para ello los distintos cuerpos de remoción se acoplan, entre otros a través de bridas, a la camisa de tambor, a fin de evitar movimientos frente a la camisa de tambor. Es aquí donde la invención quiere proponer una solución.

La invención se plantea el problema técnico de perfeccionar un horno rotatorio de tambor, especialmente un horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales de la estructura antes descrita, de manera que al mismo tiempo se reduzcan las pérdidas de metal al mínimo y prácticamente ya no se observe una reducción del volumen aprovechable del espacio interior del tambor de horno a causa del "cierre" en "zonas frías".

Para resolver estos problemas técnicos planteados, un horno rotatorio de tambor genérico se caracteriza en el marco de la invención por que en la escotadura se prevé una capa aislante que se inserta entre un pie del cuerpo de remoción y la camisa de tambor y que reduce la transmisión de calor del cuerpo de remoción a la camisa de tambor.

Por regla general, la zona de cuerpos de remoción con los cuerpos de remoción previstos exclusivamente allí se orienta hacia el orificio del tambor de horno a través del cual se produce la transmisión de calor o a través del cual penetra generalmente el quemador en el interior del tambor de horno. No obstante, en principio también se puede trabajar con independencia de un orificio como éste, por ejemplo en el caso de que el calentamiento se produzca a través de los dos orificios o de otra manera. En cualquier caso, el espacio interior del tambor de horno se divide, transversalmente respecto a la extensión longitudinal del tambor de horno, en la zona de cuerpos de remoción con los cuerpos de remoción dispuestos exclusivamente allí, y al menos en una zona libre de cuerpos de remoción adyacente sin cuerpos de remoción.

Al contrario que en el estado de la técnica, que distribuye los cuerpos de remoción, según el documento US 6 395 221 B1 o también según el documento DE 20 2005 007 538 U1, por toda la extensión longitudinal del tambor de horno o que prevé una disposición como ésta, la teoría según la invención diferencia por primera vez entre una zona de cuerpos de remoción en cierto modo admisible con los cuerpos de remoción previstos exclusivamente allí, y al menos una zona libre de cuerpos de remoción adyacente, en la que expresamente no se disponen cuerpos de remoción ni se pueden disponer dichos cuerpos. Es decir, esta zona libre de cuerpos de remoción se diseña, según la invención, sin cuerpos de remoción, por lo que es inadmisibles e intencionadamente no está disponible para la colocación de los cuerpos de remoción.

Este diseño no sólo es diametral a las instrucciones del estado de la técnica antes descrito, sino también a la teoría conocida conforme al documento EP 2 078 759 A1. En definitiva, también aquí se trata de acelerar el proceso de refusión y de evitar posibles problemas durante la carga. Sin embargo, la teoría conocida prevé una disposición en espiral de los cuerpos de remoción, que no sólo se distribuyen por el contorno de la camisa de tambor, sino que también abarcan el espacio interior del tambor de horno en toda su extensión longitudinal.

Según la invención, la zona de cuerpos de remoción orientada hacia el orificio está dotada de los cuerpos de remoción dispuestos exclusivamente allí, siguiendo a la respectiva zona de cuerpos de remoción, en la mayoría de los casos directamente, la al menos una zona libre de cuerpos de remoción. Con este diseño se consiguen varios efectos positivos y se resuelve la problemática antes definida.

Los cuerpos de remoción en la zona de cuerpos de remoción orientada hacia el orificio se encargan, en primer lugar, de que los trozos de metal introducidos en el espacio interior del tambor de horno y a refundir se transporten a lo largo del eje longitudinal del tambor de horno a las zonas posteriores o en dirección a la cara frontal de la casi siempre cerrada opuesta a la cara frontal con el orificio. Este transporte de los trozos de metal a refundir se fomenta adicionalmente mediante la posible inclinación o el vuelco del eje longitudinal, si en este punto se emplea un horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales. Por lo demás, los cuerpos de remoción también se pueden desarrollar en espiral en la zona de cuerpos de remoción, como se conoce fundamentalmente por el documento EP 2 078 759 A1 antes descrito.

El efecto de transporte de los cuerpos de remoción en la zona de cuerpos de remoción es apoyado o fomentado además por el hecho de que los cuerpos de remoción se acoplan con cierto desplazamiento a la camisa de tambor, en concreto por el perímetro. Es decir, los cuerpos de remoción se encuentran en la zona de cuerpos de remoción distribuidos por el contorno de la camisa de tambor, observándose a la vez el desplazamiento ya descrito en dirección longitudinal o a lo largo del eje longitudinal del tambor de horno. Como consecuencia de este desplazamiento, el efecto de transporte antes descrito resulta todavía más intenso y fuerte, especialmente con el eje longitudinal inclinado o volcado de un horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales. Sin

embargo, también se observan ventajas comparables cuando el eje longitudinal no es basculante y se diseña de forma rígida.

Además del efecto de transporte descrito, los cuerpos de remoción se encargan de forma conocida y sin variaciones de que los posibles cuerpos o trozos de metal que flotan en la masa fundida y que aún no se han fundido se introduzcan a presión en la masa fundida, con lo que el proceso de fundición experimenta una aceleración deseada. Todos estos efectos descritos ya se observan en el caso de que en la zona de cuerpos de remoción sólo existan dos cuerpos de remoción. En este caso, los dos cuerpos de remoción se encuentran diametralmente opuestos en comparación con el eje longitudinal dispuesto entre ambos. Es decir, entre los dos cuerpos de remoción se observa un desplazamiento rotativo a lo largo del perímetro de la camisa de tambor de unos 180°. Además de este desplazamiento rotativo a lo largo del perímetro los cuerpos de remoción presentan el desplazamiento en dirección del eje longitudinal del tambor de horno. Este desplazamiento corresponde en general a la anchura del respectivo cuerpo de remoción en dirección del eje longitudinal. Como es natural, en principio se puede trabajar también con un desplazamiento menor o mayor.

En el caso de los cuerpos de remoción se trata de los que se fabrican de hierro o acero. No obstante, en este punto también se pueden emplear cuerpos de remoción de hormigón, especialmente de un hormigón refractario. También son posibles otras masas de fundición. Los cuerpos de remoción pueden ser además de ladrillos de chamota. Otros materiales posibles para la fabricación de los cuerpos de remoción son cerámica, especialmente cerámica de titanio, o también carburos. Los materiales en cuestión se pueden emplear como masas de fundición, siendo también posible utilizar piedras correspondientes de estos materiales para la realización de los cuerpos de remoción.

Cabe también la posibilidad de reforzar los cuerpos de remoción. Es posible insertar en los cuerpos de remoción de hormigón agujas, fibras o un núcleo de acero. También se pueden introducir trenzados. Además se pueden prever otras armaduras, recubrimientos o revestimientos, por ejemplo de acero o, en general, de metal. Finalmente, el cuerpo de remoción en cuestión puede estar dotado de insertos de plástico, fibras de carbono, fibras de vidrio, etc..

A la zona de cuerpos de remoción sigue al menos una zona libre de cuerpos de remoción en la que expresamente no se prevé ningún cuerpo de remoción ni se pueden disponer cuerpos de remoción. Esta zona libre de cuerpos de remoción se encuentra, por lo tanto, al lado de la cara frontal posterior mayormente cerrada del tambor de horno, que está opuesta a la cara frontal con el orificio. Dado que en la zona libre de cuerpos de remoción se observan con frecuencia, especialmente en los hornos rotatorios de tambor basculantes para la fundición de metales según el estado de la técnica conocido por la práctica, "zonas frías" del metal fundido, la renuncia a los cuerpos de remoción en este punto da lugar a que se reduzca considerablemente el riesgo de un "cierre" del espacio interior del tambor de horno. Esto requiere naturalmente un control de temperatura correspondiente que garantice que el metal fundido en la zona libre de cuerpos de remoción en cuestión se mantenga a una temperatura superior al punto de fusión del metal a refundir.

De hecho, el horno rotatorio de tambor según la invención se emplea tradicionalmente para la refusión de aluminio y, en especial, de aluminio secundario. Se trabaja siempre con un baño protector. Sin embargo, también se puede trabajar sin baño protector, como se describe en el marco del documento AT 409 269 B, que trata de un procedimiento para la refusión sin sal ni oxidación de aluminio. En el marco de la invención también es perfectamente posible procesar metales no férricos con ayuda del horno rotatorio de tambor descrito.

Si se emplea un baño protector, el metal fundido se protege por su superficie contra la oxidación con una capa de sal, por una parte, y contra la fuente de calor o una llama abierta prevista normalmente en este punto, por otra parte. La pérdida por evaporación se reduce así al mínimo. Sin embargo, esto requiere que el punto de fusión de la sal empleada o de la capa de sal sea superior al punto de fusión del metal a refundir. Si en este punto se obtiene aluminio, se observa un punto de fusión de aprox. 660 °C. Las sales de fusión empleadas como, por ejemplo, cloruro sódico, cloruro potásico y fluoruro potásico, presentan en la mayoría de los casos temperaturas de fusión por encima de los 700 °C, aproximadamente. En este sentido conviene hacer constar que en principio también se puede prescindir de estas sales de fusión. Es decir, la invención se refiere lógicamente también a hornos rotatorios de tambor o a hornos rotatorios de tambor para la fundición de metales con cuya ayuda la masa fundida de metal se produce sin baño protector.

Para los cuerpos de remoción fabricados típicamente de acero y, especialmente, de fundición gris, se observan temperaturas de fusión de caso 1500 °C. Se registran temperaturas de fusión comparables cuando se emplean, en lugar de cuerpos de remoción de hierro y de fundición gris, cuerpos de remoción como los que se describen en el documento DE 20 2004 004 478 U1. Se trata de cuerpos de remoción que se fabrican empleando una masa de fundición o compactada de fraguado hidráulico o químico.

En cualquier caso, los distintos elementos del horno rotatorio de tambor y los de la masa fundida de metal, en su caso la capa de sal y los cuerpos de remoción, se pueden diseñar y utilizar de manera que las "zonas frías" antes descritas no den lugar a un "cierre" del espacio interior del tambor de horno, dado que en esta zona no existen cuerpos de remoción como posibles gérmenes de cristalización. Este efecto se puede contrarrestar adicionalmente configurando un revestimiento interior obligatorio del tambor de horno con una superficie especialmente lisa. Puesto que los cuerpos de remoción se limitan además a la zona de cuerpos de remoción cercana al orificio, se pueden evitar posibles daños de los cuerpos de remoción y éstos se pueden utilizar al mismo tiempo para el transporte de los trozos de metal a refundir. En este punto radican las ventajas fundamentales.

Según una configuración ventajosa el espacio interior del tambor de horno se puede dividir transversalmente respecto a la extensión longitudinal del tambor de horno en un total de tres zonas. En primer lugar se prevé en este caso una primera zona libre de cuerpos de remoción que se dispone por regla general directamente a continuación del orificio en la cara frontal del tambor de horno. Esta primera zona libre de cuerpos de remoción tiene en cuenta que en la zona del orificio o de la fuente de calor allí prevista se trabaja normalmente con una llama abierta. Dado que la llama abierta llega, por lo tanto, a la primera zona libre de cuerpos de remoción e incluso puede rebasarla, la renuncia a los cuerpos de remoción en este punto da lugar a que tampoco se pueden producir y observar daños en los cuerpos de remoción.

El diseño se elige además de manera que un canal de carga llegue en la mayoría de los casos, a través del mencionado orificio, hasta el interior del tambor de horno, o generalmente una máquina de carga llegue generalmente, más allá de la primera zona libre de cuerpos de remoción, hasta la zona de cuerpos de remoción o hasta el comienzo de la zona de cuerpos de remoción. Así se garantiza que los trozos de material o de metal a cargar alcancen directamente los cuerpos de remoción y se transporten al interior del tambor de horno. Después de la carga, el canal de carga o la máquina de carga se suelen retirar a través del orificio, introduciéndose a continuación la fuente de calor o el quemador a través del orificio en el interior del tambor de horno.

A la primera zona libre de cuerpos de remoción sigue la zona de cuerpos de remoción con los cuerpos de remoción previstos exclusivamente allí. A la zona de cuerpos de remoción sigue finalmente la segunda zona libre de cuerpos de remoción que con la renuncia a los cuerpos de remoción evita el "cierre" del espacio interior del tambor de horno, como se ha descrito antes.

Por consiguiente, la zona de cuerpos de remoción se encierra entre una primera zona libre de cuerpos de remoción y una segunda zona libre de cuerpos de remoción posterior en dirección de la extensión longitudinal del tambor de horno. Por esta razón el diseño se puede elegir en resumen de manera que la zona de cuerpos de remoción y la zona libre de cuerpos de remoción o las (dos) zonas libres de cuerpos de remoción dividan el espacio interior del tambor de horno a lo largo del eje longitudinal del tambor de horno en una relación determinada. En este punto la invención recomienda una relación de 6 : 1, especialmente de 4 : 1 y preferiblemente de 2 : 1 para la longitud de la zona de cuerpos de remoción en comparación con la de la zona libre de cuerpos de remoción, es decir, la zona de cuerpos de remoción dispone, como máximo, de una longitud correspondiente a seis veces, especialmente cuatro veces y preferiblemente dos veces la longitud a lo largo del eje longitudinal del tambor de horno en comparación con la longitud y la longitud acumulada de la zona libre de cuerpos de remoción o de las dos zonas libres de cuerpos de remoción.

La relación de longitud en cuestión puede llegar, como mínimo, a 0,3 : 1, especialmente a 0,2 : 1 y preferiblemente a 0,1 : 1 para la longitud de la zona de cuerpos de remoción en comparación con la de la zona libre de cuerpos de remoción o la suma de las dos zonas libres de cuerpos de remoción. Esto significa que la mencionada relación puede llegar a que, en cuanto a su longitud, la zona de cuerpos de remoción llegue a lo largo del eje longitudinal del tambor de horno, como mínimo, sólo hasta el 10 % (o 20% o 30%) de la longitud de la zona libre de cuerpos de remoción o de la longitud acumulada de las dos zonas libres de cuerpos de remoción.

Con preferencia se observan relaciones de longitud entre la zona de cuerpos de remoción y la zona libre de cuerpos de remoción o las dos zonas libres de cuerpos de remoción de 2 : 1 a 0,2 : 1. Se prefiere especialmente una relación de longitud de la zona de cuerpos de remoción en comparación con la zona libre de cuerpos de longitud o las dos zonas libres de longitud del orden de 1 : 1 a 0,3 : 1. En cualquier caso, en el marco de estas relaciones de longitud representadas se observan las ventajas anteriormente reivindicadas. Por una parte, la capacidad de los cuerpos de remoción de la zona de cuerpos de remoción de transportar posibles trozos de metal en dirección a la masa fundida y, por otra parte, la capacidad de impedir posibles "cierres" del espacio interior del tambor de horno.

En el marco de la invención los respectivos cuerpos de remoción se acoplan, por ejemplo se atornillan, en las escotaduras del revestimiento interior del tambor de horno a la camisa del horno. En principio, los cuerpos de remoción también se pueden colocar sobre el revestimiento interior del tambor de horno. El acoplamiento de los cuerpos de remoción en las escotaduras a la camisa de tambor se produce además, según la invención, mediante inserción de la capa aislante. La capa aislante tiene en cuenta la circunstancia de que los respectivos cuerpos de remoción de hierro o fundición gris actúan dentro del metal fundido, en cierto modo, como disipador térmico, transportando el calor fuera del espacio interior del tambor de horno en dirección a la camisa de tambor y, por lo tanto, fuera del horno rotatorio de tambor. Este flujo de calor se puede reducir y, según la invención, incluso interrumpir por completo previendo la capa aislante ya mencionada entre la camisa de tambor y el pie del cuerpo de remoción.

En este caso, el tambor de horno dispone en su espacio interior del tambor de horno normalmente de un revestimiento termoaislante (permeable). Por regla general, el revestimiento interior del tambor de horno se compone de una mampostería de ladrillos de chamota, pero también puede estar compuesto por masas refractarias. El revestimiento interior o la mampostería sólo se interrumpen en la zona de las escotaduras para los cuerpos de remoción. Por esta razón el cuerpo de remoción en cuestión se puede fijar de forma intercambiable en la camisa de tambor, por ejemplo atornillar en la camisa de tambor. De este modo los cuerpos de remoción se pueden sustituir con facilidad. Gracias a la capa aislante prevista en este sentido adicionalmente según la invención entre el pie del cuerpo de remoción y la camisa de tambor se consigue un revestimiento interior en conjunto termoaislante y continuo del tambor de horno, por lo que las pérdidas de calor se reducen al mínimo. En el caso de la capa aislante

mencionada se puede tratar de una malla de material refractario. También sería posible una capa de teflón o una malla de teflón.

De acuerdo con otra forma de realización ventajosa los cuerpos de remoción presentan una longitud o altura más allá del revestimiento interior del tambor de horno, diseñada con una relación determinada respecto a la distancia entre del revestimiento interior en comparación con el eje longitudinal del tambor de horno. De hecho, en este sentido se ha podido comprobar que resulta ventajoso que la respectiva longitud o altura de los cuerpos de remoción presenten aproximadamente un 20 % a un 50 % y especialmente un 20 % a menos de un 30 % de la distancia en cuestión entre el revestimiento interior y el eje longitudinal del tambor de horno. Gracias a esta fórmula de cálculo los cuerpos de remoción disponen, por una parte, de la longitud y altura necesarias para transportar los trozos de metal desde el orificio del tambor de horno a lo largo de su eje longitudinal y para poder introducir los posibles trozos de metal flotantes en la masa fundida, por otra parte, a presión, en dicha masa. A la vez, la longitud de los cuerpos de remoción no es excesiva, lo que favorece su destrucción por trozos de metal grandes. Además, la fabricación de cuerpos de remoción especialmente grandes resulta lógicamente costosa.

Como ya se ha mencionado antes, los cuerpos de remoción se pueden fabricar de hierro, especialmente de fundición gris. Al marco de la invención corresponden igualmente formas de realización fabricadas o producidas con un cuerpo de remoción de un material de fundición o compactado refractario, como se describe en detalle en el documento DE 20 2004 004 478 U1. También se prevén e incluyen cuerpos de remoción de hormigón o con un recubrimiento metálico con un núcleo metálico correspondiente según el documento EP 1 408 297 A1.

El tambor de horno se diseña fundamentalmente de forma cilíndrica y se apoya de manera giratoria alrededor de su eje longitudinal en un bastidor. Es decir, el eje longitudinal se puede girar e inclinar. Con este fin, el apoyo del bastidor opuesto normalmente al tambor de horno se concibe como apoyo cardán, como ya se ha descrito en detalle en el documento DE 20 2012 101 139 U1. También es posible un apoyo central a través de soportes a ambos lados según el documento AT 409 269 B. Además de este apoyo o apoyo en cardán del tambor de horno frente al bastidor casi siempre en la zona del orificio, se prevé adicionalmente un dispositivo basculante para el tambor de horno que actúa sobre la cara frontal cerrada opuesta al orificio del tambor de horno. Con ayuda del dispositivo basculante es posible girar, bascular o inclinar el eje longitudinal. Lo mismo se puede decir en conjunto en relación con el tambor de horno, por lo que de este modo se puede poner en práctica y realizar el horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales preferido.

El orificio en la cara frontal del tambor de horno presenta además un diámetro que corresponde a más del 40 %, y especialmente a más del 50 % del diámetro interior del espacio interior del tambor de horno. En el caso del diámetro interior del espacio interior del tambor de horno se trata del máximo diámetro interior observado en este punto. Dado que el tambor de horno se suele configurar fundamentalmente de forma cilíndrica, se va estrechando normalmente por ambas caras frontales de forma cónica en dirección a la respectiva cara frontal. El diámetro interior relevante coincide así con el diámetro interior no estrechado cónicamente del espacio interior del tambor de horno. Preferiblemente el diámetro por la cara frontal del tambor de horno incluso puede llegar al 60 % del diámetro interior en cuestión y con especial preferencia incluso a más del 70 % del diámetro interior en cuestión.

El orificio mencionado para la carga y/o el calentamiento del espacio interior del tambor de horno en la cara frontal del tambor de horno suele estar provisto de al menos una tapa para su cierre. En su caso, la tapa puede dejar un orificio restante. A través de este orificio restante se puede sangrar el metal fundido, reteniendo la parte restante de la tapa, situada por encima, las posibles escorias o los trozos de sal con la escoria encerrada en los mismos. Según una forma de realización preferida se prevén dos tapas parciales opuestas y fijadas a modo de bisagra en la camisa de tambor, que juntas y en estado cerrado tapan el orificio de la cara frontal en cuestión.

Como resultado se describe un horno rotatorio de tambor y especialmente un horno rotatorio de tambor para la fundición de metales diseñado preferiblemente como horno rotatorio de tambor basculante para la función de metales. Estos hornos rotatorios de tambor basculantes se caracterizan por una carga especialmente sencilla y presentan además ventajas a la hora de retirar posibles impurezas y/o escorias u otros componentes extraños sólidos. Según la invención se observan mas ventajas en el sentido de una mejora del transporte de los trozos de metal a refundir y del material empelado en general y del hecho de que se impide a la vez en estos hornos rotatorios de tambor basculantes un "cierre" observado con frecuencia con los cuerpos de remoción situados en el interior.

La invención lo consigue principalmente por que el espacio interior del tambor de horno se divide transversalmente respecto a la extensión longitudinal del tambor de horno en la zona de cuerpos de remoción y en la zona libre de cuerpos de remoción. Como consecuencia, las diferentes secciones del tambor de horno asumen funciones distintas en el transcurso del proceso de fundición, con lo que se puede intensificar el transporte de los trozos de metal y se reduce el proceso de fundición. Todo esto se consigue sin que se produzca el temido "cierre" del espacio interior del tambor de horno, dado que en la zona especialmente propensa o zona libre de cuerpos de remoción no se dispone expresamente de cuerpos de remoción como posibles gérmenes de condensación, por lo que el control de la temperatura y del proceso se puede optimizar. Es aquí donde radican las ventajas principales.

La invención se explica a continuación a la vista de un dibujo que representa únicamente un ejemplo de realización. La única figura muestra un horno rotatorio de tambor según la invención.

En el caso del horno rotatorio de tambor representado se trata de un horno rotatorio de tambor para la fundición de metales, es decir, de un horno rotatorio de tambor que dispone de un tambor de horno 1, que gira alrededor de su

eje longitudinal L. El tambor de horno 1 se apoya a estos efectos en un bastidor 2, 3, 4. El bastidor 2, 3, 4 presenta grosso modo dos soportes anteriores 2, con cuya ayuda el tambor de horno 1 se suspende de forma giratoria en la zona de su cara frontal anterior 6 con el orificio 5, de manera que el eje longitudinal L del tambor de horno 1 pueda realizar los movimientos basculantes indicados en la única figura, teniendo en cuenta un ángulo de inclinación α .

5 Los movimientos basculantes del eje longitudinal L del tambor de horno 1 y, por consiguiente, de todo el tambor de horno 1, se pueden iniciar con ayuda de un mecanismo de inclinación 3 acoplado de forma giratoria a una cara frontal posterior y cerrada 7 opuesta a la cara frontal 6 del tambor de horno 1. El accionamiento del tambor de horno 1 para su rotación alrededor del eje longitudinal L y del movimiento basculante representado teniendo en cuenta el ángulo de inclinación α , se puede llevar a cabo y realizar detalladamente del modo que se describe en el estado de la técnica según el documento DE 20 2012 101 139 U1. En principio también son posibles otros procedimientos que se incluyen. Lo importante en este caso es que el horno rotatorio de tambor para la fundición de metales ilustrado en la única figura se diseñe como horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales. Este horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales está en condiciones de realizar, por una parte, los movimientos de giro alrededor de su eje longitudinal L indicadas por medio de una flecha. Por otra parte, y adicionalmente, se puede girar e inclinar el eje longitudinal L, en concreto teniendo en cuenta el ángulo de inclinación α también señalado.

El orificio 5 previsto por la cara frontal 6 del tambor de horno 1 se utiliza para la carga y/o para el calentamiento de un espacio interior del tambor de horno 8 con una fuente de calor 9. De hecho, en el ejemplo de realización tanto la carga como el calentamiento del espacio interior del tambor de horno 8 se llevan a cabo a través del orificio 5 mencionado. Con este fin se representa un canal de carga 10, que para el proceso de carga se puede introducir, a través del orificio 5 de la cara frontal 6, en el espacio interior del tambor de horno 8 y girar alrededor de su eje longitudinal. De esta manera, el material recogido por el canal de carga 10 o los trozos de metal o las escorias metálicas de aluminio secundario contenidas en el mismo se pueden transportar al espacio interior del tambor de horno 8. El canal de carga 10 se puede girar o someter a vibraciones. La escoria metálica también se puede sacar del canal de carga 10 con ayuda de un punzón.

En el caso del material a refundir se trata generalmente de trozos que contienen, por ejemplo, un 40 % en peso y más de metal, y además óxidos y, en su caso, escorias. Después de la carga del material o de los trozos de metal o de la escoria de metal con ayuda del canal de carga 10, el canal de carga 10 se saca del orificio 5, como indica una doble flecha en la única figura. Ahora el interior del tambor de horno 1 o el espacio interior del tambor de horno 8 se puede calentar con ayuda de una fuente de calor 9 insinuada. En el caso de la fuente de calor 9 se trata, por ejemplo, de un quemador de oxígeno con llama abierta. Con ayuda de la fuente de calor 9 se calienta el espacio interior del tambor de horno 8, aprovechándose especialmente un revestimiento interior 11 para la absorción de calor y para la transmisión de calor a una masa fundida de metal 12 indicada con una superficie de baño Ba.

El horno rotatorio de tambor presenta además cuerpos de remoción 13 acoplados a una camisa de tambor 14 del tambor de horno 1. En realidad, el tambor de horno 1 se compone principalmente, en cuanto a su estructura de pared, por una parte, de la camisa de tambor 14 fabricada en la mayoría de los casos de acero y, por otra parte, del revestimiento interior 11 que se puede diseñar o se diseña como mampostería de ladrillos de chamota. Los cuerpos de remoción 13 se acoplan a su vez a la camisa de tambor 14 del tambor de horno 1 y penetran en el espacio interior del tambor de horno 8.

40 Con esta finalidad el revestimiento interior 11 está provisto de una escotadura 15 en la que recibe el cuerpo de remoción 13 en cuestión. En esta escotadura 15 se puede prever una capa aislante 16 insertada entre un pie del cuerpo de remoción 13 y la camisa de tambor 14 y que reduce la transmisión de calor del cuerpo de remoción 13 a la camisa de tambor 14. En el caso de la capa aislante 16 se trata de una malla de material refractario. Se puede utilizar, por ejemplo, una malla de cerámica. En conjunto, la capa aislante 16 tiene que ser resistente a la presión para poder fijar los cuerpos de remoción 13 en cuestión en la camisa de tambor 14. A la vista de la ilustración se reconoce que el respectivo cuerpo de remoción 13 se atornilla en la camisa de tambor 14. Lógicamente también son posibles otras técnicas de acoplamiento. Por ejemplo, el cuerpo de remoción 13 se puede soldar en la camisa de tambor 14. Esto resulta en el presente caso especialmente sencillo, dado que el cuerpo de remoción 13 se fabrica de hierro o fundición gris.

50 El espacio interior del tambor de horno 8 se divide transversalmente respecto a la extensión longitudinal del tambor de horno 1 en diferentes zonas A, B y C. De hecho, en primer lugar se observa una zona de cuerpos de remoción B orientada hacia el orificio 5 de la cara frontal 6 del tambor de horno 1 con los cuerpos de remoción 13 dispuestos exclusivamente allí, y adicionalmente al menos una zona libre C sin cuerpos de remoción 13 adyacente a la primera en dirección longitudinal L del tambor de horno 1. Con otras palabras, la disposición y el posicionamiento de los cuerpos de remoción 13 se limitan exclusivamente a la zona de cuerpos de remoción B. Se puede ver que en el ejemplo de realización existen dos cuerpos de remoción 13 diametralmente opuestos en relación con el eje longitudinal L del tambor de horno 1 en el contorno de la camisa de tambor 14. Los cuerpos de remoción 13 presentan además un desplazamiento axial V, como muestra la representación de puntos y rayas del cuerpo de remoción superior 13 en comparación con el cuerpo de remoción inferior. El desplazamiento V corresponde, según el ejemplo de realización, aproximadamente a la anchura del cuerpo de remoción 13 en su base, pero también puede ser más pequeño e incluso mayor.

Además de la zona de cuerpos de remoción B y de la zona libre de cuerpos de remoción C se ve en la ilustración otra zona libre de cuerpos de remoción A. Para ello, el espacio interior del tambor de horno 8 se divide transversalmente respecto a la extensión longitudinal del tambor de horno 1, es decir, transversalmente respecto al eje longitudinal L del tambor de horno 1, en un total de tres zonas A, B y C. Se trata de una primera zona libre de cuerpos de remoción A prevista directamente a continuación del orificio 5 en la cara frontal 6 del tambor de horno 1. A la primera zona libre de cuerpos de remoción A sigue la zona de cuerpos de remoción B con los cuerpos de remoción 13 previstos exclusivamente en esta zona. Finalmente se ha realizado una segunda zona libre de cuerpos de remoción C, a la que ya se ha hecho referencia anteriormente y que sigue a la zona de cuerpos de remoción B. La zona de cuerpos de remoción B se ajusta a su vez directamente a la primera zona libre de cuerpos de remoción A. Es decir, las distintas zonas A, B y C se van transformando directamente una en otra son ningún espacio intermedio.

El diseño según el ejemplo de realización sólo se ha realizado a modo de ejemplo de manera que las relaciones de longitud sean las siguientes:

$$B: (A + C) = 0,4 : 1.$$

Es decir, las distintas zonas A, B y C disponen aproximadamente de la misma anchura en dirección longitudinal L del tambor de horno 1.

En conjunto se pueden conseguir relaciones de tamaño de 6 : 1, como máximo. Las relaciones de tamaño son, como mínimo, de 0,1 : 1. Finalmente hay que tener en cuenta que la segunda zona libre de cuerpos de remoción C sólo cubre la zona dentro de la cual el espacio interior del tambor de horno 8 mantiene su máximo diámetro interior D_1 .

Es decir, la zona curvada de la cara frontal cerrada 7 (no) se tiene en cuenta en la delimitación de las zonas A, B y C entre sí.

El respectivo cuerpo de remoción 13 presenta una longitud o altura H que sobresale del revestimiento interior 11 del tambor de horno 1 y que presenta una relación determinada respecto al diámetro interior D_1 del espacio interior del tambor de horno cilíndrico 8. La altura H en cuestión del cuerpo de remoción 13, que sobresale del revestimiento interior 11, corresponde de hecho al 20 % a menos del 30 % de una distancia $D_1/2$ del revestimiento interior 11 respecto al eje longitudinal L. La distancia $D_1/2$ en cuestión corresponde realmente a la mitad del diámetro interior D_1 del espacio interior del tambor de horno cilíndrico 8, o sea, $D_1/2$.

Los distintos cuerpos de remoción 13 se fabrican en este caso, y de forma no restrictiva, de acero o fundición gris. Los mismos disponen además de una forma exterior prismática hasta estrictamente cuadrada, lo que facilita su fabricación y resulta especialmente económico. También serían posibles formas cilíndricas y formas con una sección transversal hexagonal. En el presente caso, y de forma no restrictiva, el horno rotatorio de tambor representado o el horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales se emplea para la obtención de masas fundidas de metales, especialmente para el refinado por fundición de aluminio secundario. Se trabaja principalmente con un baño protector. En este caso se encuentran sobre el nivel de baño Ba del metal fundido 12 una capa de sal no representada en detalle, que protege la masa fundida 12 contra oxidaciones y contra la llama abierta de la fuente de calor 9. Sin embargo, en principio también se puede trabajar sin una capa de sal como ésta. Igualmente se pueden emplear y se incluyen otros procesos de fundición de metales con ayuda del horno rotatorio de tambor según la invención.

El orificio 5 de la cara frontal 6 del tambor de horno 1 presenta un diámetro D_2 . Este diámetro D_2 presenta un tamaño que normalmente corresponde a más del 50 % del diámetro interior D_1 del espacio interior del tambor de horno 8. En la mayoría de los casos el diámetro D_2 del orificio 5 supone más del 60 % y especialmente más del 70 % del diámetro interior D_1 , es decir:

$$D_2 \geq 0,6 D_1.$$

Finalmente, el orificio 5 está dotado para su cierre de una tapa no representada en detalle. La tapa se puede encontrar en un orificio restante de su pie. Dado que en la posición inclinada representada del horno rotatorio de tambor según la invención y teniendo en cuenta el ángulo de inclinación α el nivel del baño Ba de la mesa fundida de metal 12 llega durante el funcionamiento hasta el borde inferior del orificio 5 de la cara frontal 6 resulta claro que a través del orificio restante de la tapa no representada expresamente la masa fundida de metal 12 se puede extraer volcando el tambor de horno 1 y reduciendo el ángulo de inclinación α , reteniendo las zonas de la tapa por encima del orificio restante las posibles costras de sal, escorias, etc. que floten sobre el nivel de baño Ba. Lo mismo ocurre si, en lugar de trabajar con una tapa, se emplean dos tapas parciales opuestas acopladas a modo de bisagra a la camisa de tambor 14. Esto tampoco se ilustra en detalle.

Lógicamente la sangría del metal fundido 12 en el interior del tambor de horno 1 también se puede llevar a cabo, por ejemplo, por el fondo del tambor de horno 1 a través de orificios separados en las paredes frontales 6 ó 7 o, en caso de necesidad, de otra manera.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Horno rotatorio de tambor, por ejemplo horno rotatorio de tambor para la fundición de metales u horno rotatorio de tambor basculante para la fundición de metales, con un tambor de horno (1) apoyado de forma giratoria alrededor de su eje longitudinal (L), que presenta en al menos una cara frontal (6) un orificio (5) para la carga y/o para el calentamiento de un espacio interior del tambor de horno (8) con una fuente de calor (9), y con varios cuerpos de remoción (13) acoplados a una camisa de tambor (14) del tambor de horno (1) y que penetran en el espacio interior del tambor de horno (8), estando el tambor de horno (1) formado, en cuando a su estructura de pared, por una camisa de tambor (14), por una parte, y por un revestimiento interior (11), por otra parte, y estando el revestimiento interior (11) provisto de respectivamente una escotadura (15) que recibe el respectivo cuerpo de remoción (13) y dividiéndose el espacio interior del tambor de horno (8) transversalmente respecto a la extensión longitudinal del tambor de horno (1) en una zona de cuerpos de remoción (B) orientada preferiblemente hacia el orificio (5) con los cuerpos de remoción (13) dispuestos exclusivamente allí, y al menos una zona libre de cuerpos de remoción (C) adyacente sin cuerpos de remoción (13),
- 10 15 caracterizado por que en la escotadura (15) se prevé una capa aislante (16) insertada entre un pie del cuerpo de remoción (13) y la camisa de tambor (14), que reduce la transmisión de calor del cuerpo de remoción (13) a la camisa de tambor (14).
- 20 2. Horno según la reivindicación 1, caracterizado por que el espacio interior del tambor de horno (8) se divide transversalmente respecto a la extensión longitudinal del tambor de horno (1) en un total de tres zonas (A, B, C), en concreto en una zona libre de cuerpos de remoción (A) inmediatamente a continuación del orificio (5) de la cara frontal (6) del tambor de horno (1), la zona de cuerpos de remoción adyacente (B) y finalmente una segunda zona libre de cuerpos de remoción (C) a continuación de la zona de cuerpos de remoción (B).
- 25 3. Horno según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la zona de cuerpos de remoción (B) y la zona libre de cuerpos de remoción o las zonas libres de cuerpos de remoción (A, C) dividen el espacio interior del tambor de horno (8) a lo largo del eje longitudinal (L) del tambor de horno (1), como máximo, en la relación de 6 : 1, o de 4 : 1, o de 2 : 1, o de 1 : 1.
- 30 4. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la zona de cuerpos de remoción (B) y la zona libre de cuerpos de remoción o las zonas libres de cuerpos de remoción (A, C) dividen el espacio interior del tambor de horno (8) a lo largo del eje longitudinal (L) del tambor de horno (1), como mínimo, en la relación de 0,3 : 1,02 o de 0,1 : 1.
- 35 5. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que los cuerpos de remoción (13) se acoplan en escotaduras (15) de un revestimiento interior (11) o en el revestimiento interior (11) del tambor de horno (1) a la camisa de tambor (14).
- 40 6. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que los cuerpos de remoción (13) presentan una altura (H) que sobresale del revestimiento interior (11) del tambor de horno (1) correspondiente al 20 % hasta el 50 % o al 20 % a menos del 30 % de una distancia $D_1/2$ del revestimiento interior (11) respecto al eje longitudinal (L) del tambor de horno (1).
- 45 7. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que los cuerpos de remoción (13) se fabrican de hierro o de fundición gris.
- 50 8. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que los cuerpos de remoción (13) presentan una forma prismática hasta estrictamente cuadrada, una forma cilíndrica o incluso una forma de sección transversal hexagonal.
9. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que los cuerpos de remoción (13) se acoplan con un desplazamiento lateral (V) así como por el lado del perímetro a la camisa de tambor (14).
- 55 10. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el tambor de horno (1) se configura fundamentalmente de forma cilíndrica y se apoya en un bastidor (2, 3, 4) con posibilidad de giro alrededor de su eje longitudinal (L).
- 60 11. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que el apoyo del tambor de horno (1) frente al bastidor (2, 3, 4) se configura como apoyo cardán.
12. Horno según una de las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado por que el bastidor (2, 3, 4) está provisto de un dispositivo basculante (3) para el tambor de horno (1).

13. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que el orificio (5) de la cara frontal (6) del tambor de horno (1) presenta un diámetro (D_2) correspondiente a más del 40 %, o a más del 50 %, o a más del 60 % o a más del 70 % del diámetro interior (D_1) del espacio interior del tambor de horno (8).

5 14. Horno según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que el orificio (5) está dotado de al menos una tapa para su cierre, dejando la tapa en su caso un orificio restante.

10 15. Empleo de un horno según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que se utiliza para la obtención de metales por fundición en un baño protector con fines de refinado por fusión de aluminio secundario en un baño protector debajo de una capa de sal.

15

