

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 892**

51 Int. Cl.:

C22B 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2014** E 14186604 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017** EP 2853610

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la refusión de escoria eléctrica**

30 Prioridad:

28.09.2013 DE 102013016192

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

15.02.2018

73 Titular/es:

**MESSER AUSTRIA GMBH (100.0%)
Industriestrasse 5
2352 Gumpoldskirchen, AT**

72 Inventor/es:

**POTESER, MICHAEL y
RAUCH, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 654 892 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

Dispositivo y procedimiento para la refusión de escoria eléctrica

La invención se refiere a un dispositivo para la fabricación de bloques metálicos por el procedimiento de refusión de escoria eléctrica, con un baño de escoria metalúrgicamente activo y con un horno precalentador para el precalentamiento de al menos una punta de un electrodo de fusión a aportar al baño de escoria. La invención se refiere además a un procedimiento correspondiente.

En la refusión de escoria eléctrica (REE) los electrodos de fusión consumibles se sumergen en un baño de escoria metalúrgicamente activo y calentado por medio de resistencia, que se encuentra dentro de una coquilla enfriada normalmente por medio de agua. La escoria se recalienta (1700 °C a 2000 °C) y las gotas de metal se funden y caen del electrodo de fusión. Las gotitas descienden a través de la escoria en la que, mediante extracción química, se liberan de impurezas no metálicas, y se recogen finalmente en el baño de acero ya refinado aún líquido. Allí se produce una solidificación densa del metal fundido de abajo hacia arriba. La calidad del bloque REE acabado depende sobre todo, además de la calidad de los electrodos de fusión y de la precisión del control de la instalación, de la calidad de la escoria empleada. Las escorias profundidas ofrecen una base de partida segura. Las mismas garantizan una composición fiable con una buena homogeneidad para un control de proceso uniforme y reproducible en la operación de refusión. Para impedir influencias negativas del aire ambiente sobre la escoria y la masa de metal fundido, el procedimiento REE se realiza en la actualidad normalmente bajo un gas de protección, como se describe, por ejemplo, en los documentos DE 101 28 168 C1 o EP 0 727 500 B1.

Para la fabricación de bloques metálicos de mayor tamaño se funden sucesivamente varios electrodos de fusión, retirándose respectivamente un electrodo fundido, con excepción de un resto, durante el procedimiento REE del baño de escoria y sustituyéndolo por un electrodo de fusión nuevo. Para reducir al mínimo la interrupción del proceso de fusión que se produce, los electrodos de recambio se precalientan antes de su aportación a la temperatura del baño de escoria, mientras que el electrodo utilizado anteriormente aún se encuentra en el proceso de fusión, precalentándose, como mínimo, la zona (denominada de aquí en adelante como "punta") del electrodo de fusión que posteriormente se sumerge en el baño de escoria. Un procedimiento de este tipo se describe, por ejemplo, en el documento DE 2 124 960 A2. El precalentamiento del electrodo de fusión para la refusión en una instalación REE se produce normalmente en hornos de precalentamiento calentado por medio de corriente eléctrica y dispuestos a distancia del horno de refusión. Por el documento DE 2 755 478 A1 se conoce, por ejemplo, un aparato REE en el que la punta de un electrodo de recambio se precalienta con ayuda de un inductor y se aporta después al procedimiento de fusión. En los hornos de precalentamiento eléctricos usados en la actualidad se produce un precalentamiento a una temperatura de entre 300 °C y 900 °C.

Las instalaciones REE conocidas con precalentamiento eléctrico conllevan una serie de inconvenientes. Por una parte, el grado de rendimiento de estos hornos es muy bajo, lo que se refleja en temperaturas de precalentamiento alcanzables muy inferiores a las respectivas temperaturas de fusión, en elevados consumos de corriente eléctrica y en una baja calidad del producto; esta baja calidad del producto se debe también al largo tiempo necesario en el cambio del electrodo entre la retirada del electrodo viejo y el calentamiento del electrodo nuevo a la temperatura de fusión. Por otra parte, los hornos de precalentamiento calentados por medio de una resistencia eléctrica requieren mucho mantenimiento, lo que se manifiesta en elevados costes de mantenimiento y frecuentes paradas.

Por el documento US 3 546 349 A1 se conoce un dispositivo REE en el que la punta del electrodo de fusión se precalienta por medio de quemadores de gas orientados directamente hacia la punta del electrodo. Esta instalación evita ciertamente los inconvenientes de los sistemas REE de funcionamiento eléctrico, pero provoca un calentamiento irregular del electrodo.

Por consiguiente, la invención tiene por objeto mejorar la rentabilidad de una instalación REE que trabaja con electrodos de recambio y reducir el coste de mantenimiento.

Esta tarea se resuelve mediante un dispositivo con las características de la reivindicación 1, así como mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 8. Otras variantes de realización ventajosas de la invención se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

El procedimiento según la invención se caracteriza por que el precalentamiento de la punta del electrodo de fusión se produce en el horno de precalentamiento quemando un combustible con un oxidante. El horno de precalentamiento se usa a modo de horno de ciclón, es decir, el combustible y/o el oxidante se introducen con un componente de dirección tangencial, visto en un plano perpendicular al eje longitudinal del horno de precalentamiento, en la zona de combustión del horno. Esto da lugar a un flujo en espiral, en el que el combustible y el oxidante se conducen de manera que pasen al lado de la punta del electrodo de fusión a precalentar. Después del encendido de la mezcla de combustible – oxidante, se genera, por lo tanto, un ciclón de llamas que envuelve la punta del electrodo de fusión y que de esta manera la calienta uniformemente. La punta del electrodo de fusión se puede calentar así a una temperatura cercana a la temperatura de fusión del material a refundir en cada caso; de este modo se reduce considerablemente el tiempo de interrupción del proceso de refusión durante el cambio del electrodo, es decir, el tiempo entre la interrupción del proceso de fusión del electrodo viejo y el comienzo del proceso de fusión del electrodo nuevo.

Los combustibles gaseosos, por ejemplo gas natural, resultan tan apropiados como los combustibles líquidos pulverizados en forma de aerosol o las partículas de sustancias sólidas fluidizadas (polvos). Se pueden utilizar especialmente combustibles que contengan carbono, hidrógeno, azufre o una mezcla de dos o tres de estas sustancias o un compuesto que presente una o varias de estas sustancias. Como oxidante se puede usar aire o un gas enriquecido con oxígeno (con un porcentaje de oxígeno superior al 21 % en volumen); con preferencia se emplea oxígeno puro con una concentración de oxígeno superior al 90 % en volumen, con especial preferencia con una concentración de oxígeno superior al 95 % en volumen.

En dirección axial los dispositivos de introducción se disponen perpendiculares al eje longitudinal del horno de precalentamiento o en ángulo, orientados con su orificio de boca hacia arriba, o sea, en dirección al electrodo de fusión a precalentar, a fin de favorecer la formación de una corriente helicoidal. Sin embargo, conviene que se evite una aplicación directa de una llama de combustión al electrodo de fusión, puesto que esto podría dar lugar a un sobrecalentamiento del electrodo de fusión.

Como dispositivos de introducción se puede prever, por ejemplo, un conjunto de lanzas con ayuda de las cuales el combustible y el oxidante se introducen en puntos respectivamente separados en la zona de combustión, para mezclar y encenderlos después. No obstante, preferiblemente se emplean uno o varios quemadores que presenta/n respectivamente al menos un conducto de alimentación para un combustible y al menos un conducto de alimentación para un oxidante, y en el/en los que se produce una mezcla y un encendido de la mezcla de combustible – oxidante antes de llegar al orificio de boca del respectivo quemador.

Con preferencia se disponen, como mínimo en la sección final del horno de precalentamiento, varias lanzas o quemadores de introducción tangencial a distancias angulares uniformes, para garantizar un calentamiento uniforme de la superficie del electrodo.

Otra variante de realización ventajosa de la invención se caracteriza por que el dispositivo de introducción o los dispositivos de introducción se disponen regulables en su posición longitudinal y/o angular en la pared del horno de precalentamiento. La posición del dispositivo de introducción se puede adaptar así a la geometría del electrodo respectivamente a precalentar. En el marco de la invención también es posible variar la posición del dispositivo de introducción frente al electrodo durante el proceso de calentamiento en curso, a fin de lograr una aplicación óptima del calor con un mínimo consumo de energía, para lo que el electrodo se puede disponer, por ejemplo, de forma giratoria alrededor de su eje longitudinal frente al horno de precalentamiento o éste frente al electrodo, a fin de conseguir incluso con un número reducido de dispositivos de introducción en el horno de precalentamiento una aplicación uniforme de calor a la punta del electrodo.

En otra variante ventajosamente perfeccionada de la invención la sección final del horno de precalentamiento está dotada de una cubierta prevista para impedir la introducción de aire atmosférico. En caso de electrodos de fusión largos es recomendable que la cubierta presente una escotadura para el electrodo, de manera que durante el funcionamiento el electrodo de fusión sólo penetre con su punta en la zona de combustión rodeada por la cubierta. Por lo tanto, en esta forma de realización de la invención sólo se aplican gases calientes del quemador a la zona de la punta del electrodo, evitando la cubierta al menos en gran medida que los gases del aire atmosférico, especialmente oxígeno, puedan penetrar en la zona calentada del horno de precalentamiento y provocar reacciones no deseadas en la superficie del electrodo. Alternativamente se puede empelar también una caperuza que envuelva el electrodo por completo, por ejemplo una construcción de caperuza como la que se describe en el documento EP 0 727 500 B1.

El horno de precalentamiento dispone convenientemente de un sistema de gas de escape para la regulación de la presión del horno. El sistema de gas de escape comprende, por ejemplo, elementos para la regulación de la presión o de la composición de la atmósfera en el horno, por ejemplo un sistema de aspiración o medios para la recirculación de gases de humo.

El procedimiento según la invención para la fabricación de bloques metálicos después de la refusión de escoria eléctrica de metales, en la que un electrodo de fusión se precalienta y a continuación se sumerge, al menos con su punta, en un baño de escoria metalúrgicamente activo, se caracteriza por que el precalentamiento del electrodo de fusión se produce antes de su aportación al baño de escoria mediante la aplicación de una mezcla de combustible – oxidante, que reaccionan entre sí, al menos la punta del electrodo de fusión.

De acuerdo con la invención el precalentamiento de la punta del electrodo de fusión se produce mediante la creación de un ciclón de llamas que envuelve la punta. Un ciclón de llamas se produce en el caso de una introducción tangencial de combustible y/u oxidante por medio de lanzas o quemadores. Las sustancias, que reaccionan entre sí, rodean en una corriente helicoidal la punta del electrodo de fusión y la calientan de manera uniforme, eliminando en gran medida el riesgo de un sobrecalentamiento local.

Se ha podido comprobar que la duración del cambio de electrodo influye considerablemente en el proceso de cristalización y, por lo tanto, en la calidad del bloque metálico producido por REE. Cuanto más tiempo pasa entre la retirada del resto del electrodo viejo y el comienzo de la fusión del electrodo de recambio, tanto mayor es el riesgo de que se produzcan cristalizaciones defectuosas en la zona límite entre las secciones de material del bloque metálico a asignar a los sucesivos electrodos de fusión. Para reducir en lo posible la duración de la interrupción del proceso de refusión durante un cambio de electrodo, se calienta durante el precalentamiento al menos la punta del electrodo de fusión a una temperatura de entre 100 °C y la temperatura de fusión del material del respectivo

electrodo de fusión a precalentar, preferiblemente a una temperatura entre los 900 °C y los 1400 °C. Gracias al calentamiento del electrodo de fusión a temperaturas tan altas, que se acercan al punto de fusión del respectivo metal a refundir, se garantiza que el electrodo de fusión no se tenga que calentar o sólo se tenga que calentar brevemente durante la posterior aportación del mismo al baño de escoria antes de que vuelva a comenzar el proceso de refusión.

Otra variante perfeccionada ventajosa de la invención prevé un sistema de control por medio del cual se puede variar la proporción entre carburante y oxidante del quemador durante el proceso de precalentamiento. Así se puede optimizar el fuego en el horno de precalentamiento y, especialmente, ajustar con precisión la temperatura de la llama del quemador. También es posible cambiar o regular por medio del sistema de control el porcentaje de oxígeno en el oxidante empleado durante el funcionamiento del horno de precalentamiento.

Otra variante preferida de la invención se caracteriza por el hecho de adoptar medidas que permiten una recirculación de gases de combustión a la zona delante de la salida o de las salidas del quemador, con lo que se consigue una combustión sin llamas y por consiguiente especialmente pobre en sustancias nocivas y energéticamente eficiente.

A la vista de los dibujos se explica a continuación un ejemplo de realización de la invención. El único dibujo (Fig. 1) muestra esquemáticamente la estructura de un horno de precalentamiento según la invención para una instalación REE en sección longitudinal.

El horno de precalentamiento 1 mostrado en la figura 1 comprende una camisa de horno 2 de material refractario, cuya sección final 3 orientada hacia abajo presenta una forma cónica. Una placa de cubrición 4, provista de un orificio central 5, cierra la camisa de horno 2 por arriba y delimita por lo tanto, junto con las paredes de la camisa de horno 2, una zona de combustión 6. En la zona de la sección final 3 se prevén en la pared de la camisa de horno 2 unos orificios de paso 7, 8, en los que se disponen a distancias angulares regulares, varios quemadores, en el ejemplo de realización dos quemadores 9, 10. En el caso de los quemadores 9, 10 se trata, en el ejemplo de realización ilustrado, de quemadores por medio de los cuales se introduce un combustible gaseoso, por ejemplo gas natural, y oxígeno en la zona de combustión 6, en la que se queman; en el marco de la invención también se pueden utilizar otros quemadores, por ejemplo quemadores que funcionan con combustible líquido y/o quemadores que utilizan aire, aire enriquecido con oxígeno o un gas, con un porcentaje de oxígeno variable durante el funcionamiento, como oxidante. Los quemadores 9, 10 penetran tangencialmente en el horno de precalentamiento 1 y se disponen, visto en dirección axial respecto a un plano vertical frente al eje longitudinal del horno de precalentamiento 1, en ángulo, con sus orificios de boca orientados respectivamente hacia arriba. En la zona superior de la camisa de horno 2, justo por debajo de la placa de cubrición 4, se dispone otro orificio de paso 11, en el que se monta un conducto de gas de escape 12 para la eliminación del gas de humo.

Durante el funcionamiento del horno de precalentamiento 1, un electrodo de fusión 13 se conduce con su punta 14 a través del orificio 5 de la placa de cubrición 4 y se posiciona de manera que la punta 14 se encuentre en la zona de la sección final 3 sin tocar las paredes de la camisa de horno 2. Alternativamente la placa de cubrición 4 también se puede realizar de dos piezas y ajustarse después del posicionamiento del electrodo de fusión 13, desde los dos lados, de manera fundamentalmente impermeable al gas, al mismo. En cualquier caso, el orificio central 5 de la placa de cubrición 4 se adapta al diámetro exterior del electrodo de fusión 13 y, en el caso ideal, no permite ningún intercambio de gas entre la zona de combustión 6 y la atmósfera del entorno, y por regla general sólo un intercambio reducido.

El posicionamiento del electrodo de fusión 13 se consigue, por ejemplo, con ayuda de una grúa 15 que permite también el desplazamiento vertical del electrodo de fusión 13 al interior del horno de precalentamiento 1 o su extracción del mismo. A través de un conducto de alimentación de combustible 16 y de un conducto de alimentación de oxígeno 17 se conduce combustible u oxígeno a los quemadores 9, 10 y se enciende la mezcla de combustible – oxidante que se forma respectivamente delante de las bocas de salida de los quemadores 9, 10. La aportación de la mezcla de combustible - oxidante a la zona de combustión se produce tangencialmente, provocando la inclinación axial existente de los quemadores 9, 10 en dirección a la punta 14 del electrodo de fusión 13, así como la forma cónica de la sección final 3, en conjunto, un curso helicoidal de la corriente dentro de la zona de combustión 6. Después del encendido de la mezcla de combustible – oxidante se forma un ciclón de llamas, que envuelve la punta 14 del electrodo de fusión 13 y que a la vez la calienta a una temperatura cercana a la temperatura de fusión del material del electrodo de fusión 13, por ejemplo a un valor de entre 900 °C y 1400 °C. La temperatura se puede ajustar o regular por medio de un sistema de control aquí no representado, que controla las aportaciones de combustible y/u oxidante. Para permitir en caso de distintos modelos de una punta de electrodo una aplicación óptima de gases de combustión, los quemadores 9, 10 se disponen en la camisa de horno 2 de manera que se pueda variar su ángulo y/o su longitud. Los gases de humo que se producen durante la combustión se aspiran a través de un conducto de gas de escape 12. Un dispositivo de aspiración 18 montado en el conducto de gas de escape 12 permite al mismo tiempo la regulación o el ajuste de la presión en la zona de combustión 6.

De modo especialmente ventajoso los quemadores 9, 10 se diseñan de manera que dentro de la zona de combustión 6 se produzca una combustión sin llamas y, por consiguiente, un calentamiento uniforme de la punta 14 del electrodo de fusión 13 y, a la vez, una expulsión reducida de sustancias nocivas.

Después de calentar la punta 14 del electrodo de fusión 13 a un valor de temperatura predeterminado, se bloquea la aportación de combustible y oxígeno a través de los conductos 16, 17. El electrodo de fusión 13 se retira del horno de precalentamiento 13 y se lleva a la coquilla de un horno de refusión de escoria eléctrica aquí no mostrado. El horno de precalentamiento 1 está después disponible para la introducción de otro electrodo de fusión.

- 5 Con el horno de precalentamiento según la invención, que funciona por combustión de un combustible, el precalentamiento de los electrodos de fusión se puede llevar a cabo de un modo mucho más económico y a temperaturas más altas que las de los hornos de precalentamiento eléctricos convencionales.

Lista de referencias

- | | | |
|----|----|---|
| 10 | 1 | Horno de precalentamiento |
| | 2 | Camisa de horno |
| | 3 | Sección final |
| | 4 | Placa de cubrición |
| | 5 | Orificio |
| 15 | 6 | Zona de combustión |
| | 7 | Orificio de paso |
| | 8 | Orificio de paso |
| | 9 | Quemador |
| | 10 | Quemador |
| 20 | 11 | Orificio de paso |
| | 12 | Conducto de gas de escape |
| | 13 | Electrodo de fusión |
| | 14 | Punta /del electrodo de fusión) |
| | 15 | Conjunto de grúa |
| 25 | 16 | Conducto de alimentación de combustible |
| | 17 | Conducto de alimentación de oxígeno |
| | 18 | Dispositivo de aspiración |

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la fabricación de bloques metálicos por el procedimiento de refusión de escoria eléctrica, con un baño de escoria metalúrgicamente activo y un horno de precalentamiento (1) para el precalentamiento de al menos una punta (14) de un electrodo de fusión (13) a aportar al baño de escoria, caracterizado por que el horno de precalentamiento (1) está provisto de una zona de combustión (6) con al menos un dispositivo de introducción (9, 10) para un combustible y un oxidante, que en un estado de funcionamiento del horno de precalentamiento (1) recibe la punta (14) del electrodo de fusión (13), y que está dispuesta de manera que el combustible y/o el oxidante se introduzcan tangencialmente en la zona de combustión (6) del horno de precalentamiento (1).
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que los dispositivos de introducción (9, 10) se disponen, visto en dirección axial, en ángulo, con su orificio de boca inclinados en dirección a la punta (14) del electrodo de fusión (13).
- 15 3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que como dispositivos de introducción se prevén quemadores (9, 10), que presentan respectivamente al menos un conducto de alimentación para un combustible y al menos un conducto de alimentación para un oxidante.
- 20 4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la sección final (3) del horno de precalentamiento (1) se disponen varios quemadores (9, 10), a distancias angulares preferiblemente uniformes.
- 25 5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el o los quemadores (9, 10) se disponen, regulables en su posición longitudinal y/o angular, en la pared del horno de precalentamiento (1).
- 30 6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la sección final (3) del horno de precalentamiento (1) se dota de una cubierta (4) para evitar la penetración de la atmósfera del entorno.
- 35 7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un sistema de gas de escape (12, 18) para la regulación de la presión del horno.
- 40 8. Procedimiento para la fabricación de bloques metálicos por el procedimiento de refusión de escoria eléctrica de metales, en el que un electrodo de fusión (13) se precalienta y se introduce después con una punta (14) en un baño de escoria metalúrgicamente activo, produciéndose el precalentamiento del electrodo de fusión (13) antes de su aportación al baño de escoria mediante aplicación de una mezcla de combustible – oxidante, que reaccionan entre sí, a al menos la punta (14) del electrodo de fusión (13), caracterizado por que el precalentamiento de la punta (14) del electrodo de fusión (13) se produce mediante la creación de un ciclón de llamas que envuelve la punta (14).
- 45 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que la punta (14) del electrodo de fusión (13) se calienta durante el precalentamiento a una temperatura de entre 100 °C y la temperatura de fusión del material del electrodo de fusión, preferiblemente a una temperatura de entre 900 °C y 1400 °C.
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 8 ó 9, caracterizado por que la proporción de combustible y oxidante y/o el contenido de oxígeno en el oxidante se cambia o regular durante el precalentamiento.
11. Procedimiento según las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que la combustión del combustible se produce sin llamas.

