

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 801**

51 Int. Cl.:

B22D 7/06 (2006.01)

B22D 11/055 (2006.01)

B22D 23/10 (2006.01)

C22B 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2015 PCT/EP2015/054369**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.09.2015 WO15132237**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2015 E 15710448 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3113895**

54 Título: **Método e instalación para la refrigeración de coquillas refrigeradas por líquido para procesos metalúrgicos**

30 Prioridad:

06.03.2014 AT 1612014

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

11.03.2020

73 Titular/es:

**INTECO SPECIAL MELTING TECHNOLOGIES
GMBH (100.0%)
Wiener Strasse 25
8600 Bruck a.d. Mur , AT**

72 Inventor/es:

**HOLZGRUBER, HARALD;
SCHERIAU, ALEXANDER;
KUBIN, MICHAEL y
FILZWIESER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 747 801 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

Método e instalación para la refrigeración de coquillas refrigeradas por líquido para procesos metalúrgicos

5 La presente invención se refiere a un método mejorado para la refrigeración de coquillas refrigeradas por líquido, las cuales se utilizan para la colada continua y la refundición, y para la fabricación de barras o bloques de aceros y metales, como por ejemplo aluminio, cobre, níquel y cobalto, y sus aleaciones.

10 Las coquillas utilizadas para ello se componen normalmente de un inserto aleado o no aleado de cobre, el cual está instalado en una denominada „camisa de agua“, la mayoría de las veces de una construcción de acero soldado, siendo efectuada la evacuación del calor a través del agua de refrigeración que fluye a través del espacio entre el inserto de la coquilla y la camisa de agua. La velocidad del caudal del agua de refrigeración ha de ser en ello tan elevada, que se evita una formación de burbujas de vapor sobre el lado del agua del inserto de la coquilla.

15 Aparte de las coquillas anteriormente descritas, compuestas del inserto de coquilla y la camisa de agua, se utilizan también las llamadas coquillas planas de cobre, las cuales o bien disponen de orificios a través de los cuales es conducido el líquido refrigerante, o bien disponen de ranuras fresadas en el lado del agua de refrigeración, las cuales sirven de canales de refrigeración, y las cuales son selladas mediante una placa de acero atornillada.

20 En todos esos tipos de coquillas, correspondientes al estado de la técnica, tiene lugar la solidificación del metal líquido en contacto con la pared interior, y la evacuación del calor de la pared exterior del inserto de la coquilla que está en contacto con el líquido refrigerante.

25 Las coquillas de ese tipo se utilizan, en las instalaciones de colada continua, así como en las instalaciones para la refundición, electrodos consumibles, bien en un baño caliente de escorias - método de refundición de escoria eléctrica – o bien mediante un arco eléctrico en vacío – método de refundición por arco eléctrico en vacío.

30 En la fundición por colada continua se funde el metal líquido a colar desde una artesa de distribución (Tundish) a una o varias coquillas oscilantes de cobre refrigeradas por agua. Las coquillas utilizadas están abiertas hacia abajo, y pueden tener también una cierta conicidad. En la coquilla se forma una camisa resistente de colada continua, la cual es extraída de forma continua de la coquilla. A fin de mantener reducido el rozamiento entre la barra y la pared de la coquilla, y proteger al acero líquido de la influencia de la atmósfera, se utilizan escorias de polvo de colada.

35 En el método de refundición se funde un bloque de metal, previamente solidificado (electrodo consumible) en una escoria conductora de la electricidad, o bien en vacío mediante un arco eléctrico. El acero líquido se acumula en un cráter líquido de metal, el cual se encuentra en una coquilla refrigerada por agua, y se solidifica en la misma hasta un bloque de refundición. En la refundición pueden utilizarse por una parte coquillas abiertas hacia abajo (coquillas deslizantes), y por otra parte coquillas cerradas hacia abajo (coquillas estacionarias). Según el tipo de ejecución, las coquillas pueden presentar una cierta conicidad. En la utilización de una coquilla deslizante, el bloque de refundición es extraído hacia abajo de la coquilla con la ayuda de una placa desplazable de suelo. Existen también instalaciones en funcionamiento que está equipadas con una coquilla desplazable hacia arriba y una placa fija de suelo.

45 En el método citado anteriormente, la primera solidificación del metal líquido tiene lugar en contacto directo con la coquilla de cobre, o bien en contacto con una capa solidificada de escoria, la cual puede formarse entre la barra, o bien entre el bloque de refundición, y la coquilla. La formación de una capa sólida de escoria depende fundamentalmente de los parámetros de la colada, o bien de la refundición, así como del comportamiento de la contracción de la calidad del acero. Correspondiendo al estado de la técnica, las coquillas para la colada continua y para la refundición se refrigeran mediante agua corriente de un circuito convencional de agua, el cual está compuesto la mayoría de las veces por un tanque de almacenamiento de agua de refrigeración, un juego de bombas, así como por un intercambiador de calor, y presenta correderas, válvulas, aparatos de medición y de regulación para el control y la supervisión del paso del agua.

55 El agua tiene normalmente una temperatura de funcionamiento comparativamente reducida. A título de ejemplo, puede citarse una temperatura máxima de alimentación de 50 - 60° C, con una diferencia de temperatura, entre la temperatura de alimentación del agua de refrigeración y la temperatura de retorno (T) del agua de refrigeración, de unos 10° C. Esta baja temperatura conduce a un fuerte efecto de refrigeración, debido a los altos gradientes de temperatura que se establecen entre el acero y la pared de la coquilla. Este elevado efecto de refrigeración puede conducir a una solidificación del menisco del acero líquido en la línea divisoria entre el metal líquido y la atmósfera, o bien la escoria. Si el menisco, previamente solidificado, rebosa debido a turbulencias locales en el metal líquido, o bien a través de una elevación de la superficie del metal líquido en la coquilla, se producen defectos superficiales, los cuales en la literatura de la colada continua se denominan como los llamados „ganchos“. Además, en la refundición con coquillas deslizantes puede llegarse, en la extracción del bloque, a un desgarramiento de la capa sólida de escoria. Esto posibilita asimismo al metal líquido a rebosar sobre el menisco solidificado previamente, y aparecen las llamadas „lágrimas“ o „aletas metálicas“. Ese „rebose“ puede aparecer también a través de un frente de solidificación que se adelanta al menisco, el cual resulta de fuerte efecto de refrigeración del agua. Estos defectos de la superficie de la barra terminada, o bien del bloque de refundición dificultan un tratamiento posterior de los

productos de fundición.

De aquí, por los motivos anteriormente mencionados es deseable que la primera solidificación del metal líquido comience primeramente por debajo del menisco, y que se encuentre metal líquido antes de la zona de solidificación.
5 En ese caso puede conseguirse una formación lisa de la superficie.

Para conseguir esto es necesario reducir los gradientes de temperatura en la zona del menisco, lo cual puede ser provocado a través de una evacuación reducida del calor, y así evitar una solidificación del metal en la zona del menisco.

10 En el pasado se hicieron algunas pruebas para disminuir la evacuación del calor. Es conocido que se puede aplicar una rugosidad definida sobre la superficie de la coquilla. El aire encerrado en las estrías actúa como aislante sobre la evacuación de calor, y a través de ello se disminuye la misma. En la literatura se describe también una posibilidad de aislar la parte superior de la coquilla, en la zona de la capa limítrofe escoria - acero, a través de un inserto
15 incombustible, o bien de un inserto de cerámica. Existe también la propuesta de recubrir la pared interior de la coquilla con otro material que no sea cobre.

No obstante, todos estos métodos tuvieron solamente un éxito parcial, o bien no produjeron resultados reproducibles.

20 Del documento WO 2013/013788 A1 es conocido un método del género expuesto, en el cual el calor generado en la refrigeración de metal líquido de una instalación de fundición se aprovecha para la recuperación de energía, y con ello para un incremento del rendimiento de la instalación de fundición. No se desprenden del documento citado una mejora de la calidad de los bloques de fundición a través de la correspondiente elección de parámetros en la
25 temperatura de alimentación y de retorno del medio refrigerante, así como de una determinada diferencia de temperatura entre la alimentación y el retorno.

Además, de los métodos US 3,783,937, del DE 197 98 098 A1 y del JP H06 277804 A1 del género expuesto, conocidos especialmente por la utilización de agua de refrigeración como medio de refrigeración, no se desprende
30 asimismo tampoco conseguir una mejora de la calidad de los bloques de fundición a través de una adecuada elección de los parámetros del medio refrigerante.

En ninguna de las medidas correspondientes al estado actual de la técnica, se intentó influir sobre la evacuación del calor a través de un incremento de la temperatura del refrigerante, ya que esto solamente es posible de forma
35 limitada con la utilización de agua como líquido refrigerante.

El objetivo de la presente invención es poner a disposición un método y una instalación en la que se incremente la temperatura de la pared de la coquilla, y a través de ello se disminuye la evacuación del calor, con la utilización de líquidos, los cuales entran en funcionamiento, a la presión atmosférica, con temperaturas de funcionamiento más
40 elevadas que el agua.

Una posibilidad a la que apunta el método según la invención es, a título de ejemplo, ejecutar el circuito de agua de refrigeración de la coquilla como un circuito a presión. A través de ello puede incrementarse la temperatura del agua hasta 180° C, lo cual se corresponde con una presión del agua de unos 11 - 14 bar. Este planteamiento de solución
45 requiere un dominio técnico de la instalación de un circuito a presión, habiendo de tenerse en cuenta también los aspectos técnicos de seguridad.

Otra solución más sencilla, en comparación con un circuito de agua a presión, es refrigerar la coquilla con metal fluido, o bien con sales fundidas, las cuales pueden ser empleadas en un rango de presión comparable con el
50 circuito usual de agua. La única modificación afecta aquí a los anillos de empaquetadura de las coquillas existentes, los cuales han de ser adecuados para una utilización a temperaturas más elevadas.

Las sales fundidas adecuadas para este fin se denominan también en la literatura como líquidos iónicos. Los líquidos iónicos se caracterizan por que son líquidos en un rango de temperaturas entre la temperatura ambiente y los 600° C, preferentemente entre la temperatura ambiente y los 300° C, sin que sea necesario para ello un aumento
55 de presión. En principio pueden utilizarse todos los líquidos iónicos de por sí conocidos. Modos y métodos de fabricación de los líquidos iónicos se desprenden de los documentos WO 2005/021484, WO 2008/052860, WO 2008/052863 y WO 2013/113461. En este punto se hace notar que la refrigeración de la coquilla, como la correspondiente refrigeración del agua según el estado de la técnica, se ha ejecutado de forma indirecta, es decir, que el medio de refrigeración no llega a tener un contacto directo con el metal líquido a fundir.

Una utilización de metales líquidos y sales fundidas para la refrigeración directa por debajo de la coquilla de una barra, como alternativa respecto a una refrigeración secundaria con agua pulverizada en la colada continua, se describe en el documento WO 2004/076096.

65 A fin de mantener constantes las condiciones para la solidificación primaria durante el proceso, es necesario

5 garantizar una evacuación controlada y definida del calor de la coquilla. Con ese fin, al igual que en la utilización de agua como medio de refrigeración, se regula (flujo regulado), o bien el flujo del medio de refrigeración utilizado, o bien, por otra parte, se ajusta una determinada diferencia de temperatura entre la alimentación de la coquilla y la temperatura de retorno (T regulada), siendo aquí posibles unas diferencias más elevadas de temperatura que en una refrigeración convencional por agua.

El calor evacuado se evacua, o bien se recupera a través de un intercambiador de calor, de forma que puede asegurarse una temperatura constante de alimentación del medio refrigerante.

10 A través de la diferencia muy elevada entre la temperatura de alimentación y la de retorno se libera una gran cantidad de calor residual, el cual se escaparía a la atmósfera total o parcialmente. Mediante la utilización de un intercambiador de calor puede alimentarse ese calor recuperado en un circuito de calefacción. Además, a través de un aparato adecuado a continuación del intercambiador de calor, puede utilizarse ese calor residual para generar vapor, y posteriormente para la generación de corriente.

15 Otra ventaja en la utilización de metal fluido, o bien de sales fundidas, es que, en el caso de daños en la coquilla, no aparece ninguna reacción entre el medio refrigerante y el metal líquido a fundir, o bien a refundir.

20 El efecto principal del método según la invención es que a través de la utilización de agua que está bajo una presión incrementada, o bien de metal líquido fundido, o bien de líquidos iónicos, se alcanza un efecto positivo sobre la calidad de la barra, o bien del bloque de refundido. A través de la temperatura más elevada de esos medios de refrigeración, se retrasa de tal manera la primera solidificación del metal, que la misma aparece solamente debajo de la zona del menisco.

25 En la presente invención, se trata de un método para la refrigeración de coquillas refrigeradas por líquido, compuestas de cobre la mayoría de las veces, para la colada continua o la refundición de electrodos autoconsumibles de aceros, o bien de metales, en los cuales el efecto de refrigeración del refrigerante utilizado, en comparación con el agua, es fuertemente reducido a través de ello, de forma que la solidificación primaria del metal líquido es retrasada, y tiene lugar en primer lugar por debajo del menisco, en contacto con la pared de la coquilla.

30 En ello, la diferencia de temperatura entre la alimentación del refrigerante y el retorno, para la consecución del objetivo según la invención, con la utilización de metal líquido fundido, o bien de líquidos iónicos como medio de refrigeración, es de entre 5° C y un máximo de 150° C.

35 Par la consecución de buenas condiciones se elige preferentemente una temperatura de alimentación del refrigerante, utilizando agua como refrigerante, de entre 60° C y 100° C, y la temperatura de retorno se ajusta, con diferencias de temperatura entre 40° C y 100° C, a 100° C hasta 200° C.

40 A fin de alcanzar las temperaturas del medio refrigerante requeridas según la invención, puede utilizarse fundamentalmente agua sometida a presión. En ello es necesario ajustar la presión en el circuito, de tal manera que de evite una formación de burbujas de vapor en contacto con la pared de la coquilla.

También es ventajosa la utilización de metales fundidos, los cuales son líquidos por debajo de los 100° C.

45 Una solución especialmente favorable es la utilización de líquidos iónicos, con y sin contenido de agua, los cuales son líquidos sobre la temperatura ambiente y hasta al menos 200° C.

50 Para una regulación y un control efectivo de los procesos de solidificación del metal líquido en la coquilla, es necesario un control definido de la diferencia de temperatura entre la alimentación y el retorno del medio refrigerante, en el rango de al menos 5° C y un máximo de 150° C. En ello, es esencial el mantenimiento de la diferencia de temperatura, deseada o elegida respectivamente, a una temperatura definida de alimentación del medio refrigerante, la cual puede mantenerse a través de refrigeración de retorno del medio refrigerante en un intercambiador de calor.

55 Un circuito de refrigeración, adecuado para la realización del método según la invención, dispone de un tanque de almacenamiento como recipiente de compensación para el medio refrigerante, y de una bomba de circulación, mediante la cual el medio refrigerante se impulsa a través de la coquilla de colada continua, o bien de la de refundición, y a través de un intercambiador de calor, así como de las correspondientes válvula y aparatos de medición para la vigilancia y el control.

60 El circuito de refrigeración puede estar ejecutado tanto de forma abierta, de forma que el tanque de almacenamiento se encuentre a presión atmosférica, o también cerrada, con un tanque de almacenamiento que esté bajo presión.

65 En la única figura se representa esquemáticamente un circuito cerrado de refrigeración para la realización del método según la invención, con una coquilla¹, la cual puede estar ejecutada como coquilla de deslizamiento, o bien como coquilla estática, para el proceso de colada continua, o bien de refundición.

ES 2 747 801 T3

5 El medio refrigerante penetra en la coquilla 1 a través de la alimentación 2, con una temperatura T_1 , la cual está situada en el rango entre la temperatura ambiente y los 300° C. Tras el flujo a través de la coquilla, el medio refrigerante retorna nuevamente a través del retorno 3 de la coquilla 1, con una temperatura T_2 incrementada ($T_2 = T_1 + \Delta T$).

10 La cantidad de calor entregada a través de un intercambiador de calor 4, puede ser utilizada a continuación para una recuperación de la energía térmica. A través de un recipiente colector 5 y una bomba 6 se conduce nuevamente al medio refrigerante a la coquilla 1.

REIVINDICACIONES

1. Método para la refrigeración de coquillas (1), refrigeradas por líquido y compuestas de cobre aleado o no aleado, para la fabricación de bloques o barras de metales, preferentemente de aceros aleados o no aleados y aleaciones básicas de níquel, en instalaciones para la colada continua o para la refundición de electrodos autoconsumibles bajo escoria o a través de arco voltaico en vacío, teniendo lugar la refrigeración a través de un medio refrigerante, **caracterizado por que** para la elevación de la temperatura de la pared interior de la coquilla, para la disminución de la evacuación de calor, con la utilización de agua bajo presión como medio refrigerante, la cantidad de flujo de paso del agua se ajuste de tal forma que la temperatura de alimentación del agua en la coquilla (1) se elige entre 60° C y 100° C, y la temperatura de retorno de la coquilla (1) entre 100° C y 200° C, con una diferencia de temperatura entre 40° C y 100° C, ajustándose la presión del agua de tal forma que se impide una formación de burbujas de vapor en la pared de la coquilla, **por que** en la utilización de metal fundido líquido como medio refrigerante, se utiliza un metal fundido líquido a menos de 100° C, estando situada la diferencia de temperatura entre la alimentación en la coquilla (1) y el retorno de la coquilla (1) entre 5° C y 150° C, y **por que** en la utilización de un líquido iónico como medio refrigerante, se usa un líquido iónico que es líquido por encima de la temperatura ambiente y hasta al menos 200° C, siendo la diferencia de temperatura entre la alimentación en la coquilla (1) y el retorno de la coquilla (1) entre 5° C y 150° C, y siendo la temperatura de retorno del medio refrigerante en la utilización de metal fundido líquido y de líquido iónico de más de 80° C.
2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la utilización de agua de refrigeración como refrigerante, el agua es conducida en un circuito cerrada a presión.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** el refrigerante se refrigera en retorno en un intercambiador de calor (4) a la temperatura de alimentación (T1) deseada del refrigerante.
4. Método según la reivindicación 3, **caracterizado por que** el calor recuperado se utiliza térmicamente.

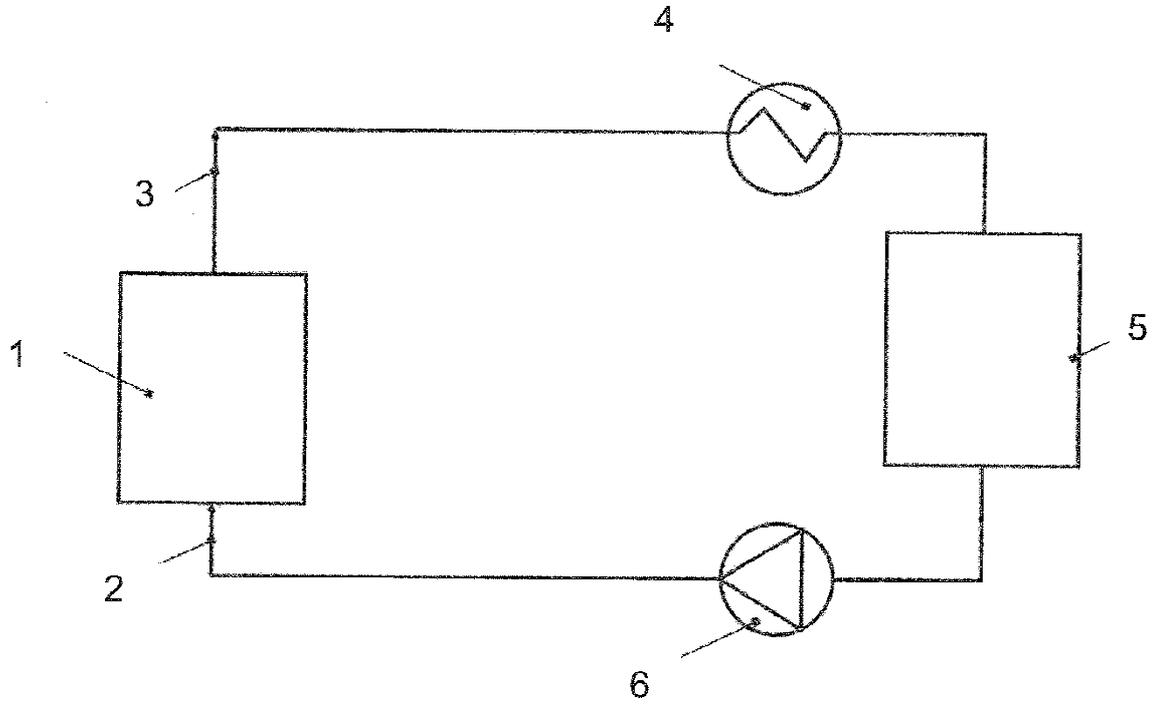


Fig. 1