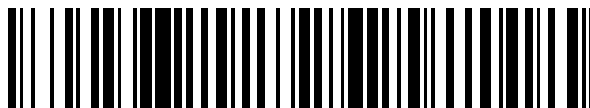


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 441 274**

(21) Número de solicitud: 201231237

(51) Int. Cl.:

B22D 11/00

(2006.01)

(12)

SOLICITUD DE PATENTE

A2

(22) Fecha de presentación:

31.07.2012

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

03.02.2014

(71) Solicitantes:

**GERDAU INVESTIGACION Y DESARROLLO
EUROPA, S.A. (100.0%)**

Barrio Ugarte, s/n

**48970 ELEXALDE-BASAURI (VIZCAYA) (Bizkaia)
ES**

(72) Inventor/es:

CIRIZA CORCUERA, Javier y

LARAUDOGOITIA ELORTEGUI, Juan Jose

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

(54) Título: **PROCEDIMIENTO DE COLADA CONTINUA PARA FABRICAR ACEROS EXENTOS DE AGRIETAMIENTOS INTERNOS DURANTE EL PROCESO DE SOLIDIFICACIÓN.**

(57) Resumen:

Procedimiento de colada continua para fabricar aceros exentos de agrietamientos internos durante el proceso de solidificación.

Procedimiento de colada continua para fabricación de aceros exentos de agrietamientos, donde a partir de un molde configurado para la fabricación de dichos aceros; el procedimiento comprende las siguientes etapas:

Garantizar el centrado de unas buzas configuradas para alimentar el molde; definir una conicidad de dicho molde ajustándola a la contracción del rango de aceros a fabricar, estando dicha conicidad definida según tramos de longitud de dicho molde; garantizar el alineamiento de las boquillas de refrigeración del acero; ajustar correctamente la temperatura del acero; definir una velocidad de colada del acero determinada; definir un caudal primario de refrigeración de molde determinado; y definir una intensidad de agitación electromagnética en dicho molde; de forma que se consigue un procedimiento capaz de eliminar el agrietamiento generado en las proximidades sub-superficiales de las aristas de los aceros solidificados mediante el proceso de colada continua, haciéndolos aptos para la fabricación de piezas mediante conformado en frío de altas exigencias mecánicas.

ES 2 441 274 A2

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de colada continua para fabricar aceros exentos de agrietamientos internos durante el proceso de solidificación.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de colada continua para fabricar aceros que se encuentren exentos de agrietamientos internos; donde dicho procedimiento tiene aplicación en el sector de la siderurgia, y más concretamente en la conformación de aceros por deformación intensa a baja temperatura.

Este procedimiento tiene como finalidad la obtención de un procedimiento capaz de eliminar el agrietamiento generado en las proximidades sub-superficiales de las aristas de los aceros solidificados mediante el proceso de colada continua, haciéndolos aptos para la fabricación de piezas mediante conformado en frío de altas exigencias mecánicas.

Antecedentes de la invención

A modo de introducción, es conocido que durante la fase inicial de solidificación del acero en el proceso de colada continua, y ante determinadas condiciones operativas, existe un elevado riesgo de que se generen agrietamientos sub-superficiales cerca de las aristas; conocidos dichos agrietamientos como grietas "off-corner", pudiendo éstas aparecer de forma simultánea en la proximidad de la totalidad de las esquinas de la palanquilla, entendiéndose el concepto de palanquilla como la entidad metálica resultante del proceso de solidificación de colada continua.

El origen de dichos agrietamientos radica en que en la capa externa de la palanquilla el acero se ha solidificado dando lugar a una capa que posee unas propiedades mecánicas determinadas; y donde dicha capa se ve sometida a ciertas tensiones, generadas por el propio núcleo de material metálico líquido, o por agentes externos, como por ejemplo una mala alineación de los apoyos, una refrigeración no homogénea, etc.; de forma que cuando dicha capa no es capaz de soportar dichas tensiones, se generan los citados agrietamientos en la zona de la capa solidificada.

Estos agrietamientos se rellenan de líquido segregado existente en sus inmediaciones, dando lugar a unas zonas con una muy alta concentración de elementos de aleación, lo cual implica que el material presenta una importante discontinuidad estructural, siendo por tanto un material heterogéneo en cuanto a la composición química. Dicho defecto interno da lugar a una zona con una debilidad estructural significativa; sobre todo cuando la barra laminada procedente de dicha palanquilla se ve sometida a un proceso de deformación intensa a baja temperatura, como es un proceso de conformación de forja en frío. En dicha aplicación, la existencia de este tipo de defectos puede provocar incluso al agrietamiento de la pieza durante el conformado.

Adicionalmente tales agrietamientos están directamente relacionados con las condiciones operativas del proceso de solidificación de las palanquillas en el proceso de colada continua; generalmente asociadas a la combinación de composiciones químicas de elevada criticidad y condiciones que implican la existencia de un nivel elevado de tensiones termo-mecánicas a la salida de un molde de la colada continua.

Es por ello que, a la vista de los inconvenientes y defectos mencionados, se hace necesario la aparición de un nuevo procedimiento adecuado para la fabricación de estos aceros sin que exista riesgo de aparición de agrietamientos, haciendo posible que los aceros sean aptos para la fabricación de piezas de altas exigencias mecánicas vía procesos de forja en frío; y donde dicho procedimiento permita ser automatizado e implantado en los procesos de colada continua de forma sencilla y efectiva.

Descripción de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de colada continua para fabricar aceros exentos de agrietamientos, en el que se describen una serie de etapas vinculadas a unos parámetros adecuados para la fabricación de estos aceros vía colada continua de palanquilla, sin que exista riesgo de aparición de los mencionados agrietamientos; haciendo que dichos aceros sean aptos para la fabricación de piezas de altas exigencias mecánicas vía procesos de forja en frío, y donde de manera preferente, pero no obligatoria, comprenden un formato cuadrado de 185 milímetros de lado.

Para ello el procedimiento de colada continua para fabricar aceros exentos de agrietamientos objeto de invención, describe que a partir de un molde, siendo éste de geometría tubular, de material de cobre y de un metro de longitud, estando dicho molde configurado para la fabricación de dichos aceros; el procedimiento objeto de invención comprende las siguientes etapas:

a) Garantizar el centrado de una pluralidad de buzas configuradas para alimentar el molde, siendo las buzas unas entidades físicas encargadas de ir introduciendo el acero líquido en el interior del molde;

b) Definir una conicidad apropiada de dicho molde, donde dicha conicidad está definida según los siguientes tramos de longitud de dicho molde tomando como referencia el borde superior del mismo:

b1) Entre 0 y 240 mm, se define una conicidad de 2,30 %/metro;

b2) entre 240 y 440 mm, se define una conicidad de 1,20 %/metro:

b3) entre 440 y 640 mm, se define una conicidad de 0,60 %/metro;

b4) entre 640 mm y la salida del molde, se define una conicidad de 0,35 %/metro.

c) Garantizar el alineamiento correcto de una pluralidad de boquillas configuradas para refrigerar el acero mediante agua esprayada durante el proceso de solidificación de dichos aceros.

Se observa que las etapas se encuentran definidas en tramos, especialmente con respecto a la etapa b); y donde esta serie de etapas permiten evitar, en su mayor medida, la aparición de dichos agrietamientos sub-superficiales, ya que los factores que provocan la existencia de las tensiones elevadas en la corteza exterior de la palanquilla a la salida del molde, junto con los factores que gobiernan el espesor de la capa solidificada a la salida del molde y la homogeneidad del mismo, son determinantes, clasificando dichos factores críticos en:

1. Alta temperatura de colada: la temperatura con la que se introduce el acero líquido dentro del molde está directamente relacionado con la velocidad en el proceso de solidificación dentro del molde; ya que actúa del mismo modo que en la velocidad de colada; es decir, una temperatura de colada demasiado alta ralentiza el proceso de solidificación provocando que el espesor de la capa solidificada a la salida del molde se reduzca considerablemente.

Es por ello que el procedimiento de colada continua para fabricar aceros exentos de agrietamientos objeto de invención comprende también la siguiente etapa:

d) Regular la temperatura del acero a introducir en dicho molde, donde dicha temperatura de colada se corresponda con un sobrecalentamiento sobre la temperatura de líquidus del acero igual a una temperatura de 40°C; evitando un sobrecalentamiento excesivo y, por tanto, la ralentización del proceso de solidificación de dicha capa exterior.

2. Velocidad de colada elevada: al aumentar la velocidad de colada, el tiempo de residencia de la palanquilla dentro del molde disminuye, provocando que el espesor de la capa solidificada a la salida del molde disminuya consecuentemente; y por tanto se reduce la capacidad de que dicha capa solidificada sea capaz de resistir las tensiones existentes a la salida del molde.

Es por ello que el procedimiento objeto de invención también contempla la siguiente etapa:

e) Definir una velocidad de colada del acero de 1,35 metros/minuto, evitando de esa manera que el tiempo de residencia de la palanquilla dentro del molde disminuya hasta un tiempo crítico que daría lugar a un espesor de la palanquilla inferior al mínimo deseado.

3. Tipo de polvo de colada: un polvo de colada inadecuado que presente un carácter aislante a nivel térmico puede provocar un avance lento de la capa solidificada, provocando que dicha capa sea de espesor insuficiente a la salida de dicho molde. Y donde adicionalmente un polvo de colada inadecuado provoca un crecimiento heterogéneo de dicha capa exterior a lo largo del perímetro del molde, creando zonas localizadas con un espesor insuficiente, dando lugar a que dicha capa no es capaz de soportar las tensiones termo-mecánicas existentes a la salida del molde dando lugar a los agrietamientos sub-superficiales.

Es por ello que el procedimiento objeto de invención también contempla la siguiente condición en la que el polvo de colada es un polvo de molde Scorialit C411/81 de Metallurgica

4. Conicidad del molde: se define la conicidad de un molde como el estrechamiento progresivo del tubo del molde a medida que se acerca el acero a la salida de éste. Dicho estrechamiento tiene como objeto el adaptarse a la contracción del acero a medida que se va solidificando de forma que el contacto entre la palanquilla y el molde sea correcto en toda la longitud de dicho molde. Es por ello que una conicidad insuficiente puede provocar que la pared de la palanquilla se separe del molde y de lugar a una entrada de aire y una disminución excesiva de la transferencia térmica, provocando por tanto una demora en el crecimiento de la capa solidificada.

Es por ello que el procedimiento también contempla la condición de diseño de conicidad recogida en la sección (b)

5. Alineamiento de la máquina de colada continua: el alineamiento de los apoyos de la palanquilla en la máquina de colada continua es relevante para garantizar un nivel de tensiones termo-mecánicas bajas durante el proceso de solidificación de la palanquilla; donde un correcto alineamiento viene definido como el alineamiento entre una pluralidad de rodillos de apoyo con respecto al radio de la máquina de colada continua; ya que en caso de que exista interferencia puede dar lugar a un nivel de tensiones elevado en la capa solidificada y, por tanto, la existencia de agrietamientos en ella.

Es por ello que el procedimiento objeto de invención recoge la necesidad de garantizar una correcta alineación de dichos rodillos de apoyo para evitar la aparición de dichas tensiones en la cara superficial de la palanquilla.

6. Refrigeración secundaria: de manera similar al factor anterior, implica que una desequilibrada refrigeración secundaria provoca un crecimiento heterogéneo en la capa solidificada, y por tanto un aumento de las tensiones termo-mecánicas al cual, dicha palanquilla se encuentra sometida durante el proceso de solidificación. Donde, a modo aclaratorio, la refrigeración primaria se reduce a la refrigeración del propio molde; y por el contrario, la refrigeración secundaria se reduce a la refrigeración de la palanquilla mediante el rociado de agua pulverizada.

7. Y por último, se contempla adicionalmente que el procedimiento de colada continua para fabricar aceros exentos de agrietamientos objeto de invención comprende también la siguiente etapa:

f) Definir un caudal primario configurado para la refrigeración de dicho molde, siendo dicho caudal de refrigeración de 2050 litros/minuto ayudando a aumentar el espesor de la capa solidificada a la salida del molde.

Así pues, de acuerdo con el procedimiento descrito, y con las etapas y características técnicas asociadas a ellas, se obtiene una serie de parámetros adecuados para ser aplicados en cada proceso de colada continua en aceros, garantizándose la no existencia de agrietamientos internos que pueden dar lugar a heterogeneidades estructurales que afecten directamente a los posteriores procesos de deformación en frío de la palanquilla obtenida en el proceso de colada continua.

Descripción de las figuras

En este caso, y debido a la no necesidad de complementar la descripción que se está realizando, no se acompaña como parte integrante de dicha descripción, ninguna serie de dibujos o figuras adicionales o explicativas acorde con la descripción realizada, al considerarse suficientemente clara y con las etapas correctamente descritas en el apartado anterior de la presente memoria descriptiva.

Realización preferente de la invención

En una de las posibles realizaciones preferentes, el procedimiento de colada continua para fabricar aceros que se encuentren exentos de agrietamientos objeto de invención, comprende los siguientes pasos correlativos de cara a evitar la aparición de heterogeneidades estructurales en la palanquilla, donde a partir de un molde tubular de cobre y de 1 metro de longitud, el cual está configurado para la fabricación de dichos aceros; el procedimiento comprende las siguientes etapas:

- a) Garantizar el centrado de la totalidad de las buzas configuradas para alimentar el molde de acero.
- b) Definir una conicidad adecuada de dicho molde definida según los siguientes tramos de longitud de dicho molde con respecto al borde superior del mismo:
 - b1) entre 0 y 240 mm, se define una conicidad de 2.30 %/metro;
 - b2) entre 240 y 440 mm, se define una conicidad de 1.20 %/metro;
 - b3) entre 440 y 640 mm, se define una conicidad de 0.60 %/metro;
 - b4) entre 640 mm y la salida del molde, se define una conicidad de 0.35 %/metro.
- c) Garantizar el alineamiento correcto de la totalidad de boquillas de esprayado de agua secundaria configuradas para refrigerar la palanquilla.

- d) Regular la temperatura del acero a introducir en dicho molde, donde dicha temperatura de colada se encuentra con un sobrecalentamiento sobre la temperatura de líquidus del acero igual a una temperatura de 40°C

5 Adicionalmente se describe que el procedimiento de colada continua para fabricar aceros que se encuentren exentos de agrietamientos objeto de invención comprende las siguientes etapas vinculadas a unos parámetros concretos:

- 10 e) Definir una velocidad de colada del acero de 1,35 metros/minuto.
- 10 f) Definir un caudal primario de refrigeración de molde de 2050 litros/minuto.
- 10 g) Aplicar un polvo de molde tipo Scorialit C411/81 de Metallurgica
- 15 h) Realizar una correcta alineación de los rodillos de apoyo de la cuerda con respecto al radio de la máquina de colada continua.

20 A la vista de esta descripción el experto en la materia podrá entender que las realizaciones de la invención que se han descrito pueden ser combinadas de múltiples maneras dentro del objeto de la invención. La invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero para el experto en la materia resultará evidente que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes sin exceder el objeto de la invención reivindicada.

25

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de colada continua para fabricación de aceros exentos de agrietamientos, **caracterizado** por que a partir de un molde configurado para la fabricación de dichos aceros; dicho procedimiento comprende las siguientes etapas:

a) garantizar el centrado de unas buzas configuradas para alimentar el molde;

b) definir una conicidad de dicho molde; estando dicha conicidad definida según los siguientes tramos de longitud de dicho molde y tomando como referencia un borde superior del mismo:

b1) entre 0 y 240 mm, se define una conicidad de 2.30 %/metro;

b2) entre 240 y 440 mm, se define una conicidad de 1.20 %/metro;

b3) entre 440 y 640 mm, se define una conicidad de 0.60 %/metro;

b4) entre 640 mm y salida de molde, se define una conicidad de 0.35 %/metro; y

c) garantizar el alineamiento correcto de las boquillas configuradas para refrigerar el acero mediante la pulverización de agua esprayada durante el proceso de solidificación de dichos aceros;

d) regular la temperatura del acero a introducir en dicho molde, donde dicha temperatura de colada se encuentra con un sobrecalentamiento sobre la temperatura de líquido del acero igual a una temperatura de 40°C;

e) definir una velocidad de colada del acero de 1,35 metros/minuto;

f) definir un caudal primario de refrigeración de molde de 2050 litros/minuto; y

2.- Acero exento de agrietamientos obtenido según el procedimiento definido en la anterior reivindicación.