



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 139**

51 Int. Cl.:
B22D 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07801685 .4**

96 Fecha de presentación : **16.08.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2066466**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.06.2009**

54 Título: **Procedimiento para producir un fleje de acero.**

30 Prioridad: **22.09.2006 AT A 1593/2006**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.10.2011

73 Titular/es:
SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES GmbH
Turmstrasse 44
4031 Linz, AT

72 Inventor/es: **Bernhard, Christian;**
Eckerstorfer, Gerald;
Hohenbichler, Gerald y
Linzer, Bernd

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 366 139 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

Procedimiento para producir un fleje de acero

5 La invención se refiere a un procedimiento para la producción continua de un fleje de acero con al menos dos rodillos de colada y, dado el caso, placas laterales dispuestas lateralmente, en donde en funcionamiento entre los rodillos de colada y las placas laterales puede configurarse un depósito de colada, desde el cual puede alimentarse colada de acero líquida a los rodillos de colada.

Antecedentes de la invención

10 Para la producción de un fleje de acero a partir de un caldo de acero de baja carbonización, parcialmente estabilizado con Mn/Si, el fleje de acero creado al aplicar el procedimiento de colada con dos cilindros conocido del estado de la técnica presenta múltiples grietas y defectos superficiales, con lo que se reduce claramente la calidad del fleje de acero creado.

15 De los documentos W003024644 y US200514304 es conocido evitar o al menos reducir grietas y defectos superficiales, por medio de que la composición de un caldo de acero se elija de tal modo que en el caldo de acero se produzcan oclusiones líquidas no metálicas que, durante la solidificación de la coquilla de acero, permanezcan líquidas y hagan posible, mediante la formación de una película líquida sobre la superficie de los rodillos de colada un flujo de calor homogéneo y con ello una acción refrigeradora homogénea.

20 En el funcionamiento de fusión industrial las proporciones de MnO/SiO₂ realmente presentes en un caldo de acero parcialmente estabilizado con Mn/Si son, por motivos operativos, con frecuencia bastante menores que lo calculado teóricamente. La temperatura de fusión de las oclusiones no metálicas de caldos de acero parcialmente estabilizados con Mn/Si reacciona de forma muy sensible a variaciones de la composición de acero y a variaciones, ligadas a ello, de la proporción de MnO/SiO₂ de su propia composición. Para cumplir con las normas metalúrgicas indicadas en el estado de la técnica, para la producción las oclusiones líquidas no metálicas, no puede partirse por lo tanto en el funcionamiento de fusión industrial de la base de que cada cubeta tratada presenta una composición que asegura la presencia de oclusiones líquidas no metálicas durante el proceso de colada. De este modo pueden producirse de nuevo grietas y defectos superficiales.

25 Se conocen otros procedimientos para la producción de caldos de acero de baja carbonización, parcialmente estabilizados con Mn/Si mediante fundidores de fleje fino, de los documentos EP 1038612 A1 y WO 2004/035247 A1.

Tarea de la invención

30 La tarea de la presente invención consiste en evitar estos inconvenientes conocidos del estado de la técnica y en proporcionar un procedimiento para la producción de un fleje de acero, en gran medida libre de grietas y defectos superficiales, con superficie homogénea de un caldo de acero de baja carbonización, parcialmente estabilizado con Mn/Si. Con este procedimiento se pretende que la tolerancia de la temperatura de fusión de oclusiones no metálicas sea suficiente con respecto a desviaciones de un valor nominal de la composición de acero para, en el funcionamiento de fusión industrial asegurar, en cada cubeta tratada, la presencia de oclusiones líquidas no metálicas durante el proceso de colada.

Descripción detallada de la invención

40 La tarea de la invención es resuelta conforme a la invención mediante un procedimiento en el que se trata un caldo de acero, con un contenido en Mn y Si en una determinada proporción y con un determinado contenido de azufre en funcionamiento normal, bajo la aplicación de una determinada fuerza de moldeo de fleje (roll separating force, RSF).

45 La invención se refiere por ello a un procedimiento para la producción de un fleje de acero de baja carbonización, parcialmente estabilizado con Mn/Si y con colada de fleje, en donde se alimenta un caldo de acero desde un depósito de caldo entre al menos dos rodillos de colada, que se mueven con un fleje de acero y están refrigerados, y se solidifica sobre los rodillos de colada al menos parcialmente para formar el fleje de acero, caracterizado porque el caldo de acero presenta un contenido de azufre de entre 20 y 300 ppm y una proporción de Mn/Si $\geq 3,5$ y, en funcionamiento normal, la fuerza de moldeo de fleje es de entre 2 y 50 kN/m.

Inesperadamente un fleje de acero producido de este modo está en gran medida libre de grietas y defectos superficiales y posee una superficie homogénea.

50 Por un fleje de acero de baja carbonización debe entenderse un fleje de acero en el que el contenido de carbono es inferior al 0,1% del peso.

- Mediante la composición conforme a la invención del caldo de acero se garantiza una baja temperatura de fusión de las oclusiones no metálicas. La baja temperatura de fusión conduce a que las oclusiones no metálicas en el caso del proceso de colada, durante la solidificación de la coquilla de acero sobre los rodillos de colada, se presenten en estado líquido. Mediante la ampliación del margen de composición en el que se presentan oclusiones no metálicas en el sistema multifásico, aumenta la tolerancia de la temperatura de fusión de oclusiones no metálicas frente a desviaciones de un valor nominal de la composición de acero. Este margen de composición ampliado garantiza que el caldo de acero presente una composición, que durante el proceso de colada garantice oclusiones no metálicas líquidas, incluso si en el funcionamiento de fusión industrial no se cumple exactamente el valor nominal para una determinada composición.
- En el curso de la preparación de acero aparecen en un caldo de acero oclusiones no metálicas de tipo oxidico o sulfídico. Los componentes principales de las oclusiones no metálicas, en el caso de caldos de acero parcialmente estabilizados con Mn/Si, son MnO y SiO₂.
- Mediante el ajuste conforme a la invención del contenido de azufre a valores de entre 20 y 300 ppm y de la proporción de Mn/Si a valores $\geq 3,5$, se consigue que las oclusiones no metálicas se compongan principalmente de un sistema multifásico con los componentes principales MnO-SiO₂-MnS. Si el porcentaje de MnS en este sistema multifásico es inferior al 37% en peso de MnS, la temperatura de fusión del sistema multifásico es inferior a la temperatura de fusión de un sistema multifásico formado por los componentes MnO y SiO₂. El sistema trifásico MnO-SiO₂-MnS presenta un eutéctico ternario aproximadamente a 1.130 °C.
- El modelado del sistema trifásico MnO-SiO₂-MnS en la figura 1 muestra que el margen líquido toca el sistema marginal binario MnO-SiO₂ a su temperatura eutéctica de 1.251 °C en el punto eutéctico y se amplía, en su transición a un sistema trifásico, con contenido de MnS en aumento. A temperaturas inferiores se ha elevado el margen líquido del sistema marginal y ya sólo existe a partir de determinados contenidos mínimos de MnS.
- Los puntos de funcionamiento normales al mismo tiempo que una temperatura de fusión menor de las oclusiones no metálicas y una tolerancia de la temperatura de fusión, suficiente en el funcionamiento de fusión industrial, con relación a oscilaciones en el contenido de MnS están situados, en el caso de composición conforme a la invención del caldo de acero, aproximadamente en un 15% en peso de MnS.
- La simulación de las proporciones de solidificación en una instalación de colada de fleje fino, con ayuda de ensayos de inmersión en el caso de ajustes correspondientes a colada de fleje de gas inerte, tiempo de contacto y sobrecalentamiento, con contenidos de azufre del caldo de acero de entre 150 y 500 ppm, ha dado como resultado unos contenidos promedio de MnS en las oclusiones no metálicas líquidas de entre el 7% y el 40% del peso. Contenidos de azufre superiores de caldos de acero parcialmente estabilizados de Mn/Si conduce a mayores contenidos de MnS de las oclusiones no metálicas.
- La figura 2 muestra la influencia del contenido de azufre de un caldo de acero de baja carbonización, parcialmente estabilizado con Mn/Si (0,05% en peso de C; 0,7% en peso de Mn; 0,2% en peso de Si) con una proporción de Mn/Si de $\geq 3,5$ sobre la tendencia a agrietarse, expresado mediante la frecuencia de grietas o mediante la anchura del intervalo de fusión del caldo de acero, sobre la composición de oclusiones no metálicas y sobre las temperaturas de fusión (temperaturas de líquido) de las oclusiones no metálicas. Los datos de medición en la figura 2 se han obtenido de los ensayos de inmersión citados anteriormente.
- Por debajo de un contenido de azufre del caldo, que conduce a un contenido de MnS de las oclusiones no metálicas que se corresponde con el eutéctico ternario a unos 1.130 °C, desciende la temperatura de fusión de las oclusiones no metálicas conforme aumenta el contenido de azufre.
- Por encima del contenido de azufre del caldo, que conduce a un contenido de MnS de las oclusiones no metálicas que se corresponde con el eutéctico ternario a unos 1.130 °C, aumentan las temperaturas de fusión de las oclusiones no metálicas así como la frecuencia de grietas.
- La anchura del intervalo de fusión aumenta hasta un contenido de azufre de aproximadamente 300 ppm y después permanece casi constante.
- En la figura 2 se ha representado el comportamiento en sentidos opuestos de una tendencia en aumento a grietas en caliente y de una temperatura de fusión en descenso de las oclusiones no metálicas. De la figura 2 puede deducirse de este modo el contenido de azufre recomendado conforme a la invención, con el que se alcanzan unas temperaturas de fusión suficientemente bajas de las oclusiones no metálicas y al mismo tiempo una tendencia soportable a grietas en caliente. La presencia de azufre en una aleación de acero conduce a una ampliación del margen bifásico sólido/líquido, es decir del intervalo de fusión, de la aleación de acero al mismo tiempo que un descenso de su temperatura de sólido, con lo que se amplía el margen de temperatura de la producción de grietas en caliente entre Liquid Impenetration Temperature LIT y zero ductility temperature ZDT.

Hasta un contenido de azufre de 300 ppm en el caldo de acero, aumenta la anchura del margen bifásico casi linealmente hasta unos 45 °C. A partir de este contenido de azufre permanece casi constante la anchura del margen bifásico mediante precipitación de MnS en el curso de la solidificación, con un contenido de azufre en aumento. Estas precipitaciones de MnS se depositan en forma sólida sobre las superficies de cilindros de colada e impiden, a causa de ello, un flujo de calor homogéneo o una acción refrigeradora homogénea, con lo que se favorece la formación de defectos superficiales y grietas. Un contenido de azufre en aumento del caldo de acero conduce a cantidades crecientes de precipitaciones de MnS y, de este modo, a un aumento de defectos superficiales y grietas.

Por ello el contenido de azufre máximo está limitado conforme a la invención a 300 ppm.

En el caso de un contenido de azufre del caldo de acero inferior a 20 ppm, el descenso de la temperatura de fusión de las oclusiones no metálicas líquidas con relación a sistemas multifásicos formados por los componentes principales MnO y SiO₂ no es suficientemente grande para asegurar la presencia de oclusiones no metálicas líquidas durante el proceso de colada, durante la solidificación de la coquilla de acero sobre los rodillos de colada.

Aparte de esto, en el caso de un contenido de azufre inferior a 20 ppm, la anchura del margen de composición en la que se presentan oclusiones no metálicas líquidas en el sistema multifásico no es suficientemente grande para, en el funcionamiento de fusión industrial, asegurar una tolerancia suficiente con relación a desviaciones respecto a un valor nominal de la composición de acero.

De forma preferida el contenido de azufre es como mínimo de 50 ppm, de forma especial preferida de al menos 70 ppm. El límite superior del contenido de azufre es de forma preferida de 250 ppm, de forma especialmente preferida de 200 ppm.

El contenido de azufre del caldo de acero puede llevarse al nivel deseado mediante desulfuración o mediante adición controlada de azufre o bien de compuestos sulfurosos.

En el caso de una proporción de Mn/Si inferior a 3,5 en el caldo de acero no se forma ningún sistema multifásico a partir de los componentes principales MnO- SiO₂-MnS con un descenso de la temperatura de fusión de las oclusiones no metálicas líquidas, con relación a un sistema multifásico formado por los componentes principales MnO y SiO₂, hasta valores por debajo de la temperatura de fusión de la mezcla de acero. Por ello la proporción de Mn/Si debe ser conforme a la invención mayor que o igual a 3,5.

La fuerza de moldeo de fleje es la fuerza con la que los rodillos de colada se presionan mutuamente durante el proceso de colada, normalizada a la anchura del fleje de acero. La fuerza de moldeo de fleje tiene influencia en la presencia de grietas y defectos superficiales de un fleje de acero con colada de fleje.

Cuanto mayor sea la fuerza de moldeo de fleje más faltas de homogeneidad de temperatura se producen en el "kissing point" de las coquillas de acero. Las faltas de homogeneidad de temperatura de esta clase conducen a un enfriamiento irregular del fleje de acero, cuyo resultado pueden ser grietas superficiales. Adicionalmente se producen a causa de fuerzas de moldeo de fleje elevadas tensiones en el fleje de acero con colada de fleje, que también pueden conducir a grietas y peores características mecánicas.

La aplicación de una fuerza de moldeo de fleje inferior evita estos problemas y ofrece además la ventaja de que el esfuerzo mecánico sobre los aparatos de colada es menor. Sin embargo, la elección de una menor fuerza de moldeo de fleje puede influir negativamente en la estabilidad del proceso de colada, ya que en el caso de fuerza de moldeo de fleje menor existe el riesgo de que las coquillas metálicas solidificadas sobre los rodillos de colada, a causa de faltas de homogeneidad durante la solidificación, se compriman entre sí de forma insuficiente y el fleje de acero se agriete a causa de su propio peso, de que las coquillas de acero permanezcan pegadas parcialmente o en toda su anchura sobre el rodillo de colada y de que se produzcan desgarros de la coquilla de acero.

En el procedimiento según el estado de la técnica el valor de la fuerza de separación de rodillos en funcionamiento normal es de entre 5 y 250 kN/m.

Conforme a la invención la fuerza de moldeo de fleje es inferior a 50 kN/m. Debido a que la composición conforme a la invención del caldo de acero, a causa de asegurar la aparición de oclusiones no metálicas líquidas, minimiza la presencia de faltas de homogeneidad durante la solidificación de las coquillas de acero, puede aplicarse una fuerza de moldeo de fleje reducida de esta clase sin peligro para la estabilidad del proceso de colada.

La frecuencia de grietas aumenta conforme crece la fuerza de moldeo de fleje. Si se aplican fuerzas de moldeo de fleje superiores a 50 kN/m no puede asegurarse la producción de una superficie del fleje de acero homogénea, en gran medida libre de grietas y defectos superficiales.

Conforme a la invención el límite inferior para la fuerza de moldeo de fleje es de 2 kN/m. Por debajo de este valor no se garantiza ninguna estabilidad suficiente del proceso de colada.

De forma preferida la fuerza de moldeo de fleje es de al menos 5 kN/m. Su límite superior es de forma preferida inferior a 30 kN/m.

- 5 Los valores indicados para la fuerza de moldeo de fleje se refieren al funcionamiento normal estacionario de una instalación de colada, pero no a las condiciones durante la puesta en marcha de la instalación o en el caso de efectos de carga extraordinarios temporales.

- 10 Según otra forma de ejecución preferida del procedimiento conforme a la invención, las oclusiones no metálicas del caldo de acero presentan un porcentaje de masa de Al_2O_3 , que es inferior al 45% del peso. El sistema multifásico que se forma con los componentes principales $\text{MnO-SiO}_2\text{-MnS-Al}_2\text{O}_3$ posee una temperatura de fusión, que es inferior a la temperatura de fusión de un sistema multifásico formado por los componentes principales MnO y SiO_2 . Aparte de esto el margen de composición en el que se presentan oclusiones no metálicas líquidas, en el sistema multifásico con los componentes principales $\text{MnO-SiO}_2\text{-MnS-Al}_2\text{O}_3$ es más ancho que en el sistema multifásico formado por los componentes principales MnO y SiO_2 . El contenido de Al_2O_3 se ajusta mediante la elección de los
- 15 insumos para producir el caldo de acero o, dado el caso, mediante la adición específica de Al o compuestos de Al .

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la producción de un fleje de acero de baja carbonización, parcialmente estabilizado con Mn/Si y con colada de fleje, en donde se alimenta un caldo de acero desde un depósito de caldo entre al menos dos rodillos de colada, que se mueven con un fleje de acero y están refrigerados, y se solidifica sobre los rodillos de colada al menos parcialmente para formar el fleje de acero, caracterizado porque el caldo de acero presenta un contenido de azufre de entre 20 y 300 ppm y una proporción de Mn/Si $\geq 3,5$ y, en funcionamiento normal, la fuerza de moldeo de fleje es de entre 2 y 50 kN/m.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el caldo de acero presenta un contenido de azufre de entre 50 y 250 ppm, de forma preferida de entre 70 y 200 ppm.
- 10 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque la fuerza de moldeo de fleje es de entre 5 y 30 kN/m.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque el caldo de acero contiene oclusiones no metálicas con un porcentaje de masa de Al_2O_3 , que es inferior al 45% del peso.

FIG 1

Modelado de la extensión del margen de resistencia del caldo en el sistema MnO-SiO₂-MnS a diferentes temperaturas

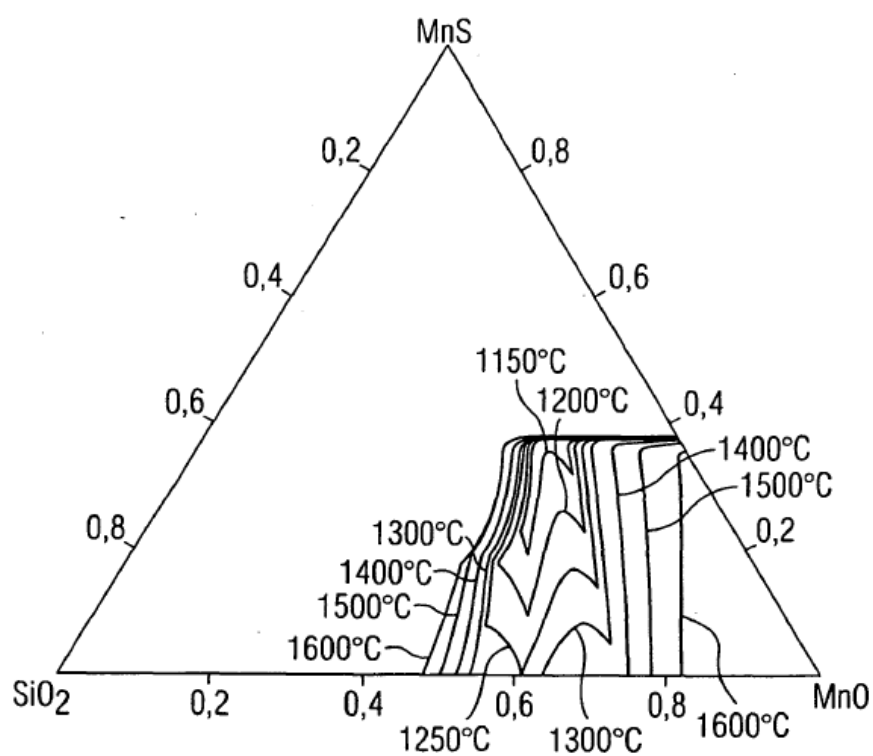


FIG 2

Influencia del contenido de azufre en el caldo de acero

