

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 533**

51 Int. Cl.:

C21C 7/076 (2006.01)

C21C 7/06 (2006.01)

C21C 7/072 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2012 PCT/EP2012/072580**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014 WO2014075714**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2012 E 12788497 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2920327**

54 Título: **Procedimiento para el tratamiento metalúrgico de aceros calmados que se colarán de forma continua, para reducir defectos superficiales en el producto final**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.05.2017

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL (100.0%)
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**KRÜNER, ALEXANDRA;
GELLERT, JENS;
BUDACH, MARINA y
DECKER, NADINE**

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 613 533 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 el tratamiento metalúrgico de aceros calmados que se colarán de forma continua, para reducir defectos superficiales en el producto final

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el tratamiento metalúrgico de aceros calmados con aluminio o calmados con silicio que se colarán de forma continua, para reducir defectos superficiales en el producto final.

10 En la fabricación de productos, tales como banda de laminación en caliente o banda de laminación en frío, por ejemplo chapas laminadas en frío con un grosor típico de 0,3 mm a 3,0 mm, el acero se cuele en desbastes planos que a continuación se procesan adicionalmente al producto final mediante laminación en caliente, opcionalmente decapado, laminación en frío y posteriores etapas de procesamiento, tales como recocido, laminación para endurecer y/o revestimiento. El proceso de colada continua para producir desbastes planos o similares viene precedido por un tratamiento metalúrgico, en el que acero bruto se someta a un tratamiento en la cuchara en el que se ajustan las composiciones químicas y las temperaturas de colada de las diferentes calidades de acero. Un tratamiento de este tipo, también llamado metalurgia en cuchara, incluye, entre otras cosas, desulfuración, descarburation más baja, desoxidación, disminución de los gases disueltos en el acero, tales como hidrógeno y nitrógeno, adición de agentes de aleación, homogeneización de la composición química y la temperatura, separación y modificación de constituyentes no metálicos, así como acondicionamiento de la escoria.

Este tratamiento metalúrgico es el que da al acero bruto las características deseadas.

25 Las bases para la calidad del producto final ya se han sentado durante el tratamiento metalúrgico, particularmente en lo que respecta a la aparición de defectos superficiales en una banda de laminación en caliente o una banda de laminación en frío. Estos son, entre otras cosas, defectos superficiales llamados "virutas" (llamadas desconchamiento superficial) que contienen inclusiones no metálicas, algunas veces acompañadas por elementos contenidos en el acero, tales como elementos de aleación.

30 Las soluciones conocidas para evitar las virutas conocidas hasta la fecha se concentran principalmente en las posibilidades en influir sobre defectos existentes durante la colada continua que favorecen la generación de defectos superficiales en banda de laminación en caliente/de laminación en frío en forma de virutas. Solamente se considera la no separación de inclusiones de alúmina durante el tratamiento metalúrgico en cuchara. No se lleva a cabo un análisis complejo y exhaustivo del desarrollo de defectos durante todo el proceso de la producción de acero hasta la colada continua. En consecuencia, la mayoría de los defectos no se pueden evitar eficazmente.

Las inclusiones no metálicas descubiertas en las virutas (no consideradas en el presente documento: inclusiones de costra y polvo de colada) también consisten en los elementos acompañantes contenidos en el acero (son elementos de aleación).

40 Basándose en el análisis de estas inclusiones, habitualmente se suponía que eran simples óxidos, tales como Al_2O_3 , MnO , TiO_2 , SiO_2 , etc. Sin embargo, a menudo se observó a este respecto que la distribución de tamaño y la disposición de estos óxidos no corresponden a las imágenes metalográficas que son habituales para estas inclusiones.

45 Un examen más cercano reveló que éstas son estructuras más complejas. Por ejemplo, en el caso de acero calmado con aluminio, son espinelas y, en el caso de aceros calmados con silicio, son ortosilicatos. Las espinelas, por ejemplo $MgO \cdot Al_2O_3$, se basan en composición en el elemento de aleación aluminio, mientras que los ortosilicatos, por ejemplo $2FeO \cdot SiO_2$, pueden formarse en presencia de silicio.

50 Estos complejos de óxido ya se producen durante el tratamiento de acero metalúrgico en la fase líquida y tienen la característica de crecer en condiciones específicas. Se forman grandes estructuras reticulares y porosas que pueden ser capturadas por la escoria solamente con dificultad y se introducen, por lo tanto, en la sección transversal del desbaste plano durante el proceso de colada. A este respecto, si se supera un límite de tamaño superior, las acumulaciones de los óxidos complejos en las inmediaciones de la superficie pueden tener un efecto adverso sobre las características de formación del acero. Éstas se concentran en los bordes del grano en el acero y reducen la cohesión de los cristales. Durante la laminación en caliente o en frío, pueden producirse separaciones de material en la superficie de la banda, las virutas mencionadas anteriormente, lo que da como resultado desconchamiento superficial en la superficie de la banda y constituyen defectos irreversibles.

60 Además, durante el crecimiento de estas estructuras complejas, elementos oxidables adicionales, por ejemplo procedentes de los elementos de microaleación, pueden estar incluidos en las estructuras. En consecuencia, el efecto metálico-físico de las mismas se reduce y debe añadirse una mayor proporción de los elementos de aleación respectivos, según se requiera. Hasta la fecha, esta pérdida de rendimiento se ha interpretado de forma errónea exclusivamente como la pérdida de fusión de elementos de microaleación en la escoria.

65

5 Durante el proceso de colada, las espinelas u ortosilicatos, que se forman en el acero líquido y no pueden separarse en la capa de escoria, están situadas en su mayoría en la sección transversal de la caja intermedia y en las inmediaciones de la superficie, de acuerdo con las condiciones de flujo-técnicas (entre otras, patrón de flujo) y son, por lo tanto, potenciales zonas de defecto para los productos producidos a partir de ellas en las posteriores fases del procesamiento de laminación en caliente o en frío. La dificultad en la detección de defectos es que las zonas de defecto relevantes (virutas) se vuelven parcialmente visibles después de laminación en caliente en la superficie de la banda caliente, dependiendo de la profundidad del defecto, y aparecen de forma predominante después de laminación en frío solamente. También es posible que las virutas sean detectadas después de la formación (por ejemplo embutición o embutición profunda) de la banda fría. Esto causa costes considerables debido a defectos superficiales.

15 El documento US 4.014.683 da a conocer que en metalurgia en cuchara se añade aluminio en pequeñas cantidades para que se consuma completamente en el proceso de desoxidación, mientras que una cantidad de carbono añadido compensa la limitada cantidad de aluminio añadida en el proceso de desoxidación.

El documento EP 1 538 224 A1 da a conocer un acero que tiene pocos agregados de alúmina, preparado colando acero líquido desoxidado con Al mediante la adición de metales de las tierras raras como control adecuado del mismo en el acero líquido.

20 El documento EP 0 906 960 A1 da a conocer un acero calmado con titanio y un procedimiento de fabricación del mismo.

25 El objetivo de la presente invención es dar a conocer un proceso para el tratamiento metalúrgico de aceros calmados con aluminio o calmados con silicio que se colarán de forma continua, lo que permite la reducción de defectos superficiales, en particular virutas, en el producto final, particularmente en una banda de laminación en caliente o de laminación en frío.

30 Este objetivo se consigue mediante el proceso, según la reivindicación 1, para aceros calmados con aluminio y mediante el proceso, según la reivindicación 4, para aceros calmados con silicio.

Las reivindicaciones dependientes se refieren a características de realizaciones preferentes de los procesos, según la presente invención.

35 La idea fundamental de la presente invención es restringir el crecimiento de las espinelas u ortosilicatos durante el tratamiento metalúrgico. Como resultado, las espinelas u ortosilicatos migran sobre las interfases de escoria de los agregados implicados donde pueden ser capturadas por la capa de escoria o son de tamaño tan pequeño que no causan ningún defecto superficial (virutas).

40 Para este fin, se influye en el perfil de temperatura/tiempo del tratamiento metalúrgico, al igual que en la composición de escoria y en la basicidad de los materiales refractarios de los recipientes metalúrgicos.

En lo sucesivo, la presente invención se describirá con más detalle con referencia a la única figura y tomando como base la descripción de realizaciones.

45 La figura 1 muestra el perfil de temperatura/tiempo de un tratamiento metalúrgico según la técnica anterior (antiguo) y según la presente invención (nuevo).

50 Las inclusiones no metálicas descubiertas en las virutas (no consideradas en este caso: inclusiones de costra y polvo de colada) también consisten en los elementos acompañantes contenidos en el acero (estos son elementos de aleación).

En un examen más cercano, queda claro que éstas son estructuras complejas, tales como espinelas y ortosilicatos.

55 **1. Aceros calmados con Al**

Las espinelas (por ejemplo $MgO \cdot Al_2O_3$) están basadas en composición en el elemento de aleación aluminio y pueden incluir óxidos de elementos adicionales, tales como titanio, manganeso y hierro, en su estructura. Las espinelas se forman durante el proceso de aleación en el acero líquido y son líquidas por encima de una temperatura de 1.600°C. En forma de líquido, aún no causan los defectos superficiales descritos.

60 Por debajo una temperatura de 1.600°C, se produce un equilibrio dependiente de la temperatura entre la fase líquida y la fase sólida de la espinela, solamente las espinelas que precipitan a partir de la fase líquida promueven la formación de defectos superficiales. El tiempo entre el comienzo del tratamiento metalúrgico en cuchara y la colada del acero, así como el perfil de temperatura durante este proceso determinan el crecimiento de las espinelas. La basicidad de los óxidos en el acero también influye en el crecimiento de la espinela.

Los elementos contenidos en el acero muestran este comportamiento de oxidación:

básico					neutro/ambivalente			ácido	
Na ₂ O	CaO	MnO	FeO	MgO	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂ P ₂ O ₅

El óxido de aluminio contenido en la espinela tiene reactividad anfótera. Esto significa que, en un entorno básico, la espinela reacciona de manera ácida, y en un entorno ácido, reacciona de manera básica. Como resultado de esto, una reacción ácida da como resultado crecimiento de la espinela, es decir la formación de redes de óxidos complejos aún mayores, y una reacción básica da como resultado la disgregación de las espinelas y, por lo tanto, la restricción del tamaño de las espinelas. Este mecanismo no solamente funciona en el acero fundido, sino que también hay interacciones entre las espinelas y los materiales refractarios de los recipientes metalúrgicos y agregados, y las escorias ubicadas sobre la superficie del acero.

Reacción de las espinelas con los materiales refractarios:

En contacto con una superficie refractaria básica, la espinela reacciona de manera ácida y puede crecer.

En contacto con una superficie refractaria ácida, la espinela reacciona de manera básica y se puede disgregar.

La diferencia entre la basicidad de los óxidos en el acero y en el material refractario, que participan en la reacción, determina la cantidad de crecimiento de espinelas y disgregación de espinelas respectivamente, y de este modo también determina el potencial para el desarrollo de virutas.

Reacción de las espinelas con las escorias:

En contacto con una escoria básica, la espinela reacciona de manera ácida y puede crecer debido a la captación de iones O²⁻.

En contacto con una escoria ácida, la espinela reacciona de manera básica y puede disgregarse en óxidos simples debido a la liberación de iones O²⁻.

La captación (separación) de las inclusiones no metálicas (espinelas) en las escorias también está definida por la composición de escoria y por el tiempo de contacto de la misma con el acero líquido. Concentraciones de oxígeno elevadas en la escoria y/o tiempos de contacto cortos reducen la cuota de separación de las espinelas.

Según la presente invención, el objetivo se consigue mediante el ajuste de la temperatura de vaciada, de tal manera que el acero líquido permanezca el mayor tiempo posible dentro de un intervalo de temperatura por encima de 1.600°C durante el tratamiento metalúrgico en cuchara. Además, hay que tener cuidado en la gestión del proceso adicional para asegurarse de que el flujo de entrada de oxígeno se impide posteriormente. El aluminio para unirse al oxígeno se añadirá dentro de un intervalo de temperatura por encima de 1.600°C para evitar el desarrollo prematuro de la fase de espinela sólida. Como siguiente medida tecnológica, es necesario minimizar el tiempo de tratamiento entre el fin de la vaciada y el comienzo de la colada. Esto reduce la pérdida de temperatura y el tiempo para el crecimiento de las espinelas. En esta fase, es particularmente importante asegurarse de que la adición de aluminio y el flujo de entrada de oxígeno están restringidos en una medida tal que la nueva formación de espinelas se minimice.

Una elección adecuada de los materiales refractarios utilizados en los recipientes metalúrgicos y agregados puede restringir el crecimiento de las espinelas e incluso reducir el tamaño de las mismas. En este caso, los óxidos contenidos en los materiales deben tener preferentemente una basicidad que es menor que la basicidad de los óxidos en el acero a colar. Los cambios en la basicidad de los materiales refractarios de un recipiente a otro deben evitarse si es posible.

La tercera medida en la optimización compleja del proceso de producción de acero es la adaptación de las diferentes composiciones de escoria. La basicidad de estas escorias también debe ser menor que la de los óxidos contenidos en el acero. La concentración de los óxidos en la interfase acero/escoria, tal como TiO₂ y MgO como constituyentes de espinela, también debe ser menor que la de los óxidos contenidos en el acero, para garantizar una captación en la escoria. La escoria tiene que renovarse parcial o completamente según se requiera, para mantener el impulso dependiente de la concentración de la transferencia de masa.

Si las espinelas formadas en el acero líquido superan un tamaño crítico para el recipiente metalúrgico o agregado respectivo, por ejemplo cuchara, artesa de colada o molde, y para la ejecución del proceso habitual, la separación de las mismas en las escorias correspondientes se reduce.

Si todas las medidas se implementan según la presente invención, el defecto superficial "viruta" que resulta del tratamiento metalúrgico puede restringirse a un mínimo.

Cuando se utiliza el proceso según la presente invención, las espinelas pueden estar restringidas

- 5 a) en número y cantidad y
b) en crecimiento y tamaño

en tal medida que no producen defectos superficiales.

10 Un defecto adicional, según la presente invención, es la prevención de obturación en toda el área de la buza de entrada sumergida (SEN) que está en contacto con el acero líquido si, por ejemplo, se utiliza un material de SEN que tiene una basicidad similar a la de los óxidos contenidos en el acero.

2. Aceros calmados con Si

15 Los ortosilicatos (por ejemplo $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) se basan en composición en el elemento de aleación silicio y pueden incluir óxidos de elementos adicionales, tales como aluminio, manganeso y hierro, en su estructura. Durante el proceso de aleación se forman ortosilicatos en el acero líquido por encima de una temperatura de 1.200°C y, por lo tanto, son líquidos hasta la solidificación después de la colada. La concentración de silicio y de oxígeno disuelto al comienzo del tratamiento en cuchara define la cantidad total de ortosilicatos que son generados y que pueden formar redes de SiO_2 de cadena larga vítrea en la ejecución del proceso posterior entre el fin de la vaciada y la colada del acero. Dado que, a diferencia de las espinelas, de los ortosilicatos solamente se puede detener el crecimiento pero no se pueden disgregar en términos de tamaño, el potencial de oxígeno presente en el momento de la aleación es definitivo para la cantidad total de $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ que se forma. Por esta razón, es necesario, según la presente invención, reducir el contenido de oxígeno mediante otros desoxidantes (tales como carbono y aluminio).
20 Como resultado de la utilización de aluminio, preferentemente, por un lado el oxígeno puede estar unido, y por otro lado durante la posterior adición de silicio la espinela que se ha producido puede disgregarse de nuevo, de modo que no cause defectos superficiales adicionales.

30 El óxido de silicio contenido en los ortosilicatos muestra un comportamiento de reacción ácida que provoca crecimiento de ortosilicatos tras el contacto con materiales refractarios básicos y escorias. En un entorno ácido, el crecimiento puede simplemente detenerse, pero el tamaño de los ortosilicatos complejos no puede reducirse mediante disgregación.

35 Además de la cantidad de ortosilicatos presentes después de la aleación con silicio, la diferencia entre la basicidad de los óxidos en el acero y en el material refractario, que participa en la reacción, determina el crecimiento de ortosilicatos y, por lo tanto, el potencial para la formación de virutas.

40 Según la presente invención, el objetivo se consigue mediante la unión parcial o completa del oxígeno disuelto en el acero líquido debido a la adición de un desoxidante adecuado, preferentemente aluminio, después de la vaciada. Seguidamente, se añade el agente de aleación que contiene silicio, con lo que las espinelas formadas hasta entonces se disgregan de nuevo en óxidos simples debido al cambio de la basicidad de los óxidos en el acero de básica a ácida y, en consecuencia, permanecen por debajo de un tamaño que es crítico para el desarrollo de virutas.

45 La cantidad de ortosilicatos que potencialmente pueden formarse y crecer está restringida posteriormente por esta medida. También es necesario impedir el flujo de entrada adicional de oxígeno al acero líquido y minimizar el tiempo entre el fin de la vaciada y el comienzo de la colada.

50 La segunda etapa implica la adaptación de los materiales refractarios a la basicidad de los óxidos presentes en el acero. Para detener el crecimiento de los ortosilicatos, se deben utilizar materiales refractarios ácidos en todo el proceso.

55 En tercer lugar, es necesario adaptar las diferentes composiciones de escoria a la basicidad del óxido de silicio disuelto en el acero. Por esta razón, se deben usar escorias ácidas. El gradiente de concentración de la reacción de material fundido/escoria tiene que ser de una magnitud adecuada para garantizar una captación eficaz en la escoria. Para esto, la escoria saturada tiene que ser parcial o completamente sustituida, si fuera necesario.

60 Si los ortosilicatos formados en el acero líquido superan un tamaño crítico para el recipiente metalúrgico o agregado respectivo, por ejemplo cuchara, artesa de colada o molde, y para la ejecución del proceso habitual, la separación de los mismos en las escorias correspondientes se reduce.

3. Ejemplo de aceros calmados con Al

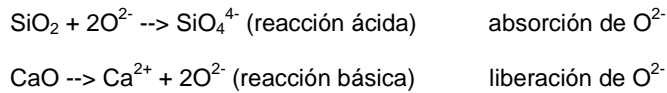
65 Un acero IF calmado con Al, libre de Si (análisis estándar: C = 0,002% Mn = 0,1% Al = 0,04% Ti = 0,05%) se utiliza como ejemplo.

Tal como se ha descrito anteriormente, el crecimiento de espinelas y, de este modo, la probabilidad del desarrollo de

virutas se incrementa cuando más se trate el metal de colada metalúrgicamente, en particular a temperaturas <1.600°C [J.H. Park, Met. Mater. Int., Vol. 16, No. 6 (2010)]. Dado que la temperatura de colada para este ejemplo debe ser aproximadamente 1.580°C, es imposible impedir que la temperatura caiga por debajo de 1.600°C al final del tratamiento. Sin embargo, el tiempo debe mantenerse lo más corto posible. La figura 1 muestra el perfil de T-t de dos metales de colada, uno de los cuales tiene un perfil de T óptimo (nuevo) y el otro un perfil desfavorable (antiguo). Los materiales de colada tienen una tasa de virutas significativamente diferente. En el proceso antiguo, el 37,5% de los desbastes planos/bandas presentaba formación de virutas, y con el proceso nuevo hubo un 0% de formación de virutas.

Además de la temperatura, la basicidad también tiene una importante influencia sobre la formación y la tasa de crecimiento de espinelas, dado que las espinelas reaccionan de forma anfótera. Tal como se ha descrito anteriormente, un entorno ácido reduce la formación de espinelas y puede causar incluso una disminución del tamaño de las espinelas. El crecimiento de espinelas en presencia de MgO básico (migración de O²⁻) se describe, por ejemplo, en el documento S.A. Nightingale, BJ Monaghan, Metallurgical and Materials Transactions B, Vol. 39B (2008). En el sistema acero/escoria/refractario descrito en este caso, el término "basicidad" se refiere a reacciones de absorción y liberación de O²⁻ (basicidad óptica) [O. Ivanov, Metallurgische Grundlagen zur Optimierung von Hochofenschlacken mit Bezug auf die Alkalikapazität, Dissertation 2002].

Ejemplo:



Por lo tanto, el objetivo debe ser mantener la basicidad óptica de los constituyentes oxídicos que entran en contacto con el acero (materiales refractarios y escorias) lo más baja posible.

Tabla 1: Composición y basicidad óptica de los constituyentes refractarios de los agregados de tratamiento, calculadas según Ivanov

Agregado	Procedimiento	SiO ₂ [% en peso]	Al ₂ O ₃ [% en peso]	CaO [% en peso]	MgO [% en peso]		Basicidad óptica
Refractario de cuchara	Antiguo	0,7	0,7	1,9	96,2		0,78
	Nuevo	6,0	2,0	3,0	85,0		0,76
Refractario RH	Antiguo	4,6	2,0	3,0	85,0		0,76
	Nuevo	19,0	2,0	3,0	72,0		0,71
Refractario de artesa	Antiguo	31,0	1,5	1,5	60,0		0,66
	Nuevo	36,0	1,5	1,5	55,0		0,64

Tabla 2: Composición y basicidad óptica de las escorias de acero durante el tratamiento, calculadas según Ivanov

Agregado	Procedimiento	SiO ₂ [% en peso]	Al ₂ O ₃ [% en peso]	CaO [% en peso]	MgO [% en peso]	FeO [% en peso]	Basicidad óptica
Escoria de cuchara	Antiguo	5,3	20,9	36,2	9,4	19,5	0,80
	Nuevo	10,3	18,9	36,0	4,4	19,5	0,78
Escoria de artesa	Antiguo	19,6	34,1	42,3	3,8	0	0,70
	Nuevo	32,6	28,4	16,6	2,3	0	0,60
Escoria de molde	Antiguo	33,7	8,1	38,9	4,8	0	0,68
	Nuevo	38,6	8,1	33,0	4,8	0	0,65

Las tablas 1 y 2 proporcionan una visión de conjunto de los materiales utilizados hasta la fecha y de la basicidad óptica de los mismos (antiguo) e indican los cambios que causan una reducción de la basicidad óptica (nuevo). Como resultado, la formación y el crecimiento de espinelas pueden reducirse.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el tratamiento metalúrgico de aceros calmados con aluminio que se colarán de forma continua para reducir defectos superficiales en el producto final, que comprende las siguientes etapas:
- 5 - en una fase de preparación:
- instalación de materiales refractarios de composición oxidica adecuada sobre los recipientes utilizados para el tratamiento metalúrgico, que se seleccionan de modo que los óxidos contenidos en los materiales refractarios tengan una basicidad que es menor que la basicidad de los óxidos en el acero a colar, de modo que una reacción ácida de las espinelas se minimice,
- 10 - durante el tratamiento metalúrgico:
- mantenimiento de la temperatura del acero líquido el mayor tiempo posible dentro de un intervalo de temperatura por encima de 1.600°C durante el tratamiento metalúrgico,
 - adición de una cantidad limitada de aluminio a una temperatura por encima de 1.600°C,
 - mientras se impide una alimentación de oxígeno para minimizar la nueva formación de espinelas,
 - 15 • acondicionamiento de la escoria de manera que la composición de escoria se adapta, de modo que la basicidad de esas escorias sea menor que la basicidad de los óxidos contenidos en el acero a colar,
 - con lo que una reacción ácida de las espinelas se minimiza,
 - mientras se minimiza simultáneamente el tiempo de tratamiento entre el fin de la vaciada y el comienzo de la colada.
- 20
2. Procedimiento para tratamiento metalúrgico, según la reivindicación 1, caracterizado porque durante el acondicionamiento de la escoria, la escoria se renueva parcial o completamente, según se requiera.
3. Procedimiento para tratamiento metalúrgico, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque la basicidad de los materiales refractarios de todos los recipientes a través de los que pasa el acero líquido durante el tratamiento metalúrgico es sustancialmente la misma.
- 25
4. Procedimiento para el tratamiento metalúrgico de aceros calmados con silicio que se colarán de forma continua para reducir defectos superficiales en el producto final, que comprende las siguientes etapas:
- 30 - en una fase de preparación:
- instalación de materiales refractarios de composición oxidica adecuada sobre los recipientes utilizados para el tratamiento metalúrgico, que se seleccionan de modo que los óxidos contenidos en los materiales refractarios tengan una basicidad que es menor que la basicidad de los óxidos en el acero para detener el crecimiento de ortosilicatos en el tratamiento metalúrgico posterior,
- 35 - durante el tratamiento metalúrgico:
- después de la vaciada, adición de un desoxidante adecuado para la unión parcial o completa del oxígeno disuelto en el acero líquido,
 - adición de un agente de aleación que contiene silicio, que da como resultado un cambio de la basicidad de los óxidos en el acero de básica a ácida para disgregar de este modo las espinelas formadas hasta entonces en óxidos simples
 - mientras se impide el flujo de entrada adicional de oxígeno en el acero líquido,
 - acondicionamiento de la escoria de tal manera que
 - o se utilicen escorias básicas en relación con la basicidad del óxido de silicio disuelto en el acero,
 - o el gradiente de concentración del ortosilicato entre masa fundida y escoria sea de una magnitud apropiada para garantizar una captación adecuada en la escoria,
 - 45 • mientras se minimiza simultáneamente el tiempo de tratamiento entre el fin de la vaciada y el comienzo de la colada.
- 50
5. Procedimiento para el tratamiento metalúrgico, según la reivindicación 4, caracterizado porque el desoxidante es aluminio y/o carbono.
6. Procedimiento para el tratamiento metalúrgico, según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, caracterizado porque las escorias saturadas se sustituyen parcial o completamente durante el tratamiento.
- 55

FIG. 1

