

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 425**

51 Int. Cl.:

B21B 1/46 (2006.01)

B22D 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2010 E 10193403 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013 EP 2460596**

54 Título: **Procedimiento para producir acero de resistencia elevada, de baja aleación, con cobre**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.12.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES GMBH
(100.0%)
Turmstrasse 44
4031 Linz, AT**

72 Inventor/es:

**ARTH, GREGOR;
BERNHARD, CHRISTIAN;
ECKERSTORFER, GERALD;
HOHENBICHLER, GERALD y
LINZER, BERND**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 433 425 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 acero de resistencia elevada, de baja aleación, con cobre

ÁMBITO DE LA INVENCION

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para producir acero de resistencia elevada, de baja aleación, mediante la adición de cobre.

10 El acero de resistencia elevada, de baja aleación, debido a su denominación en inglés "high-strength low-alloy steel", es conocido también como acero HSLA. El acero HSLA proporciona propiedades mecánicas y de procesamiento mejores que el acero aleado con carbono que posee la misma resistencia. El acero HSLA posee un contenido de carbono de 0,05 a 0,25 % en peso y contiene hasta 2 % en peso de manganeso, así como proporciones reducidas de otros elementos de aleación como cobre, níquel, niobio, nitrógeno, vanadio, cromo, molibdeno, titanio, calcio, tierras raras o zircón. La resistencia al alargamiento se ubica entre 250-590 MPa y puede llegar incluso hasta 700 MPa.

15 Los elementos de aleación de niobio, titanio y vanadio son necesarios para lograr una resistencia determinada del acero, sin embargo, a pesar de su proporción reducida (la cual también varía en función de la clase de acero), constituyen una gran parte de los costes del acero. Debido a ello se intentó y se intenta reducir el empleo de estos elementos de aleación.

ESTADO DEL ARTE

20 En la solicitud WO 2004/026497 A1 se describe un procedimiento para producir una banda de acero con la cual se produce una barra, donde ésta, posteriormente, mediante laminación continua, continúa siendo procesada en un tren de desbaste y en un tren de acabado, donde después del tren de acabado tiene lugar una refrigeración que no se define de forma detallada.

Es también conocido el hecho de agregar cobre para reducir en el acero HSLA los elementos de aleación costosos; véase para ello la solicitud de patente publicada JP 2009-280902 A.

25 En dicho documento se sugiere la adición de cobre en una proporción de 1 a 2% para la resistencia al alargamiento; véase para ello el párrafo 22 de la traducción por máquina inglesa. La proporción de niobio se ubica dentro del rango de 0,01-0,05%, la proporción de vanadio en 0,01 a 0,1% y la proporción de titanio en 0,01-0,03%.

30 El cobre en estas cantidades posee la propiedad de producir la precipitación de partículas que son estables dentro del rango de temperatura de la conversión y del calentamiento, y que poseen una distribución del tamaño granular que impide el crecimiento granular, provocando al mismo tiempo un aumento de la resistencia en el acero, así como en la banda de acero o en la chapa de acero terminada.

El cobre se encuentra contenido con frecuencia en determinados procedimientos de fabricación de acero, por ejemplo cuando en el horno de arco eléctrico se utilizan metales de chatarra de valencia baja con una proporción elevada de cobre.

35 No obstante, el cobre presenta la desventaja de que, ante todo al combinarse con azufre, conduce a la formación de un segundo mínimo de ductilidad del acero que se produce a través de la formación de grietas durante la conformación en el tren de laminación, por ejemplo en forma de grietas en los bordes. Este fenómeno se encuentra asociado a mecanismos de enriquecimiento que se intensifican ante todo a través de velocidades lentas de solidificación y permanencias prolongadas del acero en los hornos de recalentamiento.

40 Por tanto, es objeto de la presente invención reducir estos fenómenos que conducen a la formación de un segundo mínimo de ductilidad.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

45 Este objeto se alcanzará a través de un procedimiento conforme a la reivindicación 1, donde el acero es provisto de un contenido de cobre de 0,15 % a 0,35% y a continuación es colado en una instalación de colada de barra o de colada continua en una cinta en una barra con un grosor de 130 mm y es solidificado, donde la velocidad de colada asciende por lo menos a 4,5 m/min y, de forma preferente, por lo menos a 5 m/min, y la cinta o la barra seguidamente es laminada mediante laminación continua o laminación semi-continua hasta alcanzar el grosor deseado en menos de 5,8 min, en especial en menos de 4,5 min, y porque después de ser alcanzado el grosor

deseado tiene lugar una refrigeración de 15-90 K/s, preferentemente de 25-60 K/s, a una temperatura inferior a 650°C, preferentemente por debajo de los 600°C.

Los datos porcentuales en las reivindicaciones reflejan el porcentaje de la proporción en peso.

5 La duración del proceso de laminación se mide desde el extremo de la instalación de colada de barra o de colada continua, es decir, cuando la barra colada o la banda colada ha abandonado el último dispositivo de guía (por lo general un par de rodillos de guía) de la instalación de colada de barra o de colada continua. En este caso, la duración de 5,8 min corresponde a una velocidad de colada de unos 3-3,5 m/min y la duración de 4,5 min a una velocidad de colada de unos 4,8-5,4 m/min.

10 A diferencia de la solicitud mencionada en la introducción, JP 2009-280902 A, en el caso de la presente invención, debido al contenido reducido de cobre de la aleación y al proceso de fabricación diferente, se producen precipitaciones de aproximadamente 20 nm o de mayor tamaño. Este tamaño es demasiado grande para causar un temple por precipitación, puesto que las precipitaciones se reducen en gran medida en el caso de estos tamaños y disminuye la parte disuelta en la matriz. Sin embargo, las precipitaciones dentro del rango de 20 mn ayudan a producir una estructura regular con tamaños granulares reducidos.

15 En el caso de las aleaciones de la solicitud JP 2009-280902 A, el cobre se describe como endurecedor de la solución sólida y como un elemento que contribuye al temple por precipitación. En el caso de los contenidos de cobre mencionados deben considerarse problemas de soldadura y también una fragilidad elevada.

De forma preferente, la laminación continua o la laminación semi-continua conforme a la invención tiene lugar en un tren de laminación de dos etapas, compuesto por un tren de desbaste y un tren de acabado.

20 La duración del proceso de laminación de menos de 5,8 min comienza con la salida de la barra o de la banda desde la instalación de colada de barra o de colada continua y finaliza con la salida del acero, por lo general como una banda de acero, desde la última caja de laminación activa (=que interviene junto con el acero) del tren de acabado. Como un tren de laminación se comprende una sucesión directa de cajas de laminación, respectivamente con una distancia de las cajas de menos de 7 m, de forma preferente de menos de 6 m. Las cajas de laminación que se encuentran más distanciadas unas de otras pertenecen ya al siguiente tren de laminación o son cajas individuales.

25 En el procedimiento conforme a la invención se utiliza una forma de producción de la banda plana de acero, en donde el proceso de colada y el proceso de laminación se encuentran acoplados.

30 El proceso de colada tiene lugar en una instalación de colada, donde una barra de acero líquida que sale de una coquilla de una instalación de colada es conducida por un dispositivo de guía de la barra que se encuentra directamente a continuación de la coquilla. Éste comprende varios segmentos de guía (por lo general de tres a quince), donde cada segmento de guía comprende uno o varios pares (por lo general de tres a diez) de elementos de guía preferiblemente diseñados como rodillos de apoyo de la barra. Los rodillos de apoyo pueden rotar alrededor de un eje que se extiende ortogonalmente con respecto a la dirección de transporte de la barra. En lugar de rodillos de apoyo de la barra sería posible también diseñar elementos de guía individuales como componentes estáticos, por ejemplo en forma de un elemento deslizante. Independientemente de la ejecución concreta de los elementos de guía, éstos se encuentran dispuestos a ambos lados de la barra, de manera que la barra es conducida por series de elementos de guía superiores e inferiores.

35 La barra sale de la coquilla esencialmente de forma vertical hacia abajo y es llevada a una posición horizontal. Por lo tanto, el dispositivo de guía de la barra presenta un desarrollo curvado esencialmente a través de un área angular de 90°.

40 Cuando se hace referencia a "laminación continua" debe comprenderse una instalación de colada que se encuentra conectada a una instalación de laminación de manera que la barra o la banda colada en la instalación de colada es conducida directamente a una instalación de laminación - sin una separación de la parte de la barra o de la banda colada inmediatamente antes y sin un almacenamiento intermedio - y allí es laminada hasta alcanzar un grosor final. El comienzo de la barra o de la banda puede ser laminado formando una banda de acero hasta alcanzar el grosor final, mientras que la instalación de colada continúa colando en la misma barra o en la misma banda, de manera que prácticamente no existe un extremo de la barra o de la banda. Se habla en este caso de un funcionamiento acoplado de forma directa o de un funcionamiento continuo de la instalación de colada y de laminación.

45 En el caso de la así llamada "laminación semi-continua", la barra colada es separada en desbastes después de la colada o las bandas son separadas después de la colada, y los desbastes o las bandas separados son conducidos sin un almacenamiento intermedio ni refrigeración, a la temperatura ambiente de la instalación de laminación. Esta separación puede efectuarse de manera que la parte superior del desbaste, del desbaste precedente, sea o haya

sido laminado ya en el siguiente tren de laminación o, debido a distancias más grandes, aún no sea recibido por la primera caja de laminación.

5 La barra que sale de la instalación de colada por lo general es descascarillada, desbastada en el tren de desbaste; la banda intermedia producida es recalentada en un horno, generalmente a temperaturas de aprox. 1200°C, y es laminada por completo en el tren de acabado. En el tren de acabado, por lo general, se lamina en caliente, es decir que el material a ser laminado permanece dentro del rango austenítico durante la laminación. Las temperaturas de desbaste se ubican dentro del rango de 780-850°C, preferentemente dentro del rango de 800-830°C.

10 A través de la laminación continua o de la laminación semi-continua se impide el enfriamiento del acero después del proceso de colada a través del procesamiento posterior en el tren de desbaste. En comparación con ello, en las instalaciones de laminación convencionales, con frecuencia los desbastes son almacenados después de su fabricación y deben ser recalentados ya antes del tren de desbaste. Sin embargo, esto pone en marcha los mecanismos de enriquecimiento no deseados.

15 Asimismo, los grosores de las barras, desbastes o bandas colados que se producen en la laminación continua o semi-continua, de como máximo 130 mm, tienen un efecto positivo en cuanto a las precipitaciones no deseadas, puesto que las partículas de cobre precipitan más rápido, limitándose a un diámetro medio reducido determinado que ante todo depende de la velocidad de solidificación.

20 Los ensayos realizados en el material de bandas de una instalación de colada en barras han demostrado que las precipitaciones de cobre presentan un diámetro de aprox. 20-40 nm cuando la velocidad es regulada al menos de modo que sea mayor a 4,5 m/min y a continuación se lamina 4,3 min en dos etapas (respectivamente con tres o cinco cajas de laminación). El contenido de los elementos de aleación seleccionados fue el siguiente:

0,3% de cobre (Cu)

0,025% de niobio (Nb)

25 El alcance de las dimensiones de las precipitaciones de 20-40 nm corresponde también al alcance de dimensiones deseado de las precipitaciones a través de los elementos de microaleación (titanio, niobio) para lograr un efecto que influya sobre la microestructura y que a su vez contribuya a un incremento de la resistencia.

30 En el caso de velocidades de enfriamiento de 15-90 K/s, preferentemente de 25-60 K/s, a una temperatura inferior a 650°C, preferentemente inferior a 600°C, en particular dentro de como máximo 35 segundos, preferentemente dentro de como máximo 15 segundos, después de la laminación hasta alcanzar el grosor final deseado, puede alcanzarse una resistencia a la tracción de hasta 925 MPa, así como un límite de fluencia de hasta 700 MPa, donde los valores más elevados, de forma preferente, se alcanzan a través de un enfriamiento rápido (50-90 K/s) directamente después de la última etapa de transformación y a través de un enfriamiento a menos de 500°C.

La estructura deseada a temperatura ambiente, según la estrategia de enfriamiento y también la clase de resistencia, se compone principalmente de ferrita o perlita y bainita.

35 Los aceros HSLA comparables, producidos de forma convencional, contienen aproximadamente 0,07% de vanadio, 0,15% de titanio y 0,07% de niobio.

Por tanto, conforme a la invención, puede preverse que la proporción de vanadio (V) agregada al acero sea inferior a 0,03%, en especial inferior a 0,01% y/o que la proporción de niobio (Nb) agregada al acero sea inferior a 0,055%, preferentemente inferior a 0,045% y de forma especialmente preferente inferior a 0,03%

40 En el caso de una instalación de colada en barras puede preverse que el desbaste colado presente un grosor preferente de 40-130 mm, de forma especialmente preferente de 40-105 mm y especialmente de aprox. 80 mm.

En el caso de una instalación de colada en bandas puede preverse que la banda colada y solidificada presente un grosor preferente de 1-4,5 mm y en especial de aprox. 3 mm. Siempre que después de la colada de la banda se continúe laminando, naturalmente, no tiene lugar una división en un tren de desbaste y un tren de acabado.

45 El grosor de la banda intermedia, es decir del acero entre el tren de desbaste y el tren de acabado, en el procedimiento conforme a la invención, es de 5-25 mm, preferentemente de 10-18.

El tren de desbaste debe comprender al menos dos cajas de laminación, de forma preferente tres; el tren de acabado debe comprender al menos cuatro cajas de laminación, de forma preferente cinco.

El grosor final del producto laminado por completo se ubica dentro del rango de 0,6-12 mm, preferentemente de 1-6 mm.

5 El procedimiento conforme a la invención presenta la ventaja de que para la producción del acero pueden utilizarse también metales de chatarra de valencia baja y que contengan cobre y, además, de que puede reducirse la adición de elementos de aleación, en particular de elementos de microaleación (niobio, titanio, vanadio).

El procedimiento conforme a la invención puede utilizarse para chapas no revestidas para la industria automotriz, para chapas galvanizadas electrolíticamente y para chapas galvanizadas por inmersión en caliente dentro del sector automotriz.

FORMAS DE EJECUCIÓN DE LA INVENCION

10 En el caso de una producción en un procedimiento de laminación continua, en una máquina de colada se cuele una barra que tiene un grosor de aprox. 70 - 100mm. Directamente conectadas a la máquina de colada se encuentran tres cajas del tren de desbaste, en donde se logra una gran disminución del grosor de la banda, de la banda intermedia, a aprox. 15 mm. A continuación se prevé una instalación para descascarillado y, seguidamente, el material atraviesa un calentador inductivo y un tren de acabado de cinco cajas, en donde el grosor puede reducirse hasta 0,6 mm. A continuación se efectúa una refrigeración de la banda en la zona de refrigeración, por ejemplo mediante la aplicación de agua, para regular las propiedades del material y, seguidamente, se encuentra una bobinadora sobre la cual la banda es enrollada para formar bobinas, con lo cual finaliza el proceso de producción.

20 La instalación de laminación podría operarse a modo de piezas individuales mediante la instalación de varias cizallas (después del tren de desbaste, antes del tren de acabado y antes de la bobinadora), donde las bandas intermedias son cortadas después del tren de desbaste y son laminadas por separado en el tren de acabado. En el caso de la laminación continua, las bandas laminadas con el grosor final son cortadas inmediatamente antes de la bobinadora; la laminación tiene lugar de forma continua. La mayor ventaja de esta instalación reside en el consumo reducido de energía para producir la banda de acero. Mientras que en las instalaciones convencionales de laminado en caliente se requieren aprox. 2 GJ de energía para producir una tonelada de banda laminada en caliente, en una instalación de laminación continua o semi-continua este valor disminuye a 0,4 GJ por tonelada de banda laminada en caliente.

25 En la zona de refrigeración para la banda ya laminada tiene lugar una refrigeración de 15-90 K/s, preferentemente de 25-60 K/s, a una temperatura inferior a 650°C, preferentemente inferior a 600°C, dentro de como máximo 35 segundos, preferentemente dentro de como máximo 15 segundos, después de la laminación, hasta alcanzar el grosor final deseado.

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para producir acero de resistencia elevada, de baja aleación, mediante la adición de cobre, caracterizado porque el acero es provisto de un contenido de cobre de 0,15 % a 0,35% y a continuación es colado en una instalación de colada de barra o de colada continua en una cinta en una barra con un grosor de 130 mm y es solidificado, donde la velocidad de colada asciende por lo menos a 4,5 m/min y, de forma preferente, por lo menos a 5 m/min, y la cinta o la barra seguidamente es laminada mediante laminación continua o laminación semi-continua hasta alcanzar el grosor final deseado en menos de 5,8 min, en especial en menos de 4,5 min, y porque después de ser alcanzado el grosor deseado tiene lugar una refrigeración de 15-90 K/s, preferentemente de 25-60 K/s, a una temperatura inferior a 650°C, preferentemente por debajo de los 600°C.
- 10 2. Procedimiento conforme a la reivindicación 1, caracterizado porque la laminación continua o la laminación semi-continua tiene lugar en un tren de laminado de dos etapas, compuesto por un tren de desbaste y un tren de acabado.
- 15 3. Procedimiento conforme a la reivindicación 1, caracterizado porque la refrigeración tiene lugar cómo máximo dentro de 35 segundos, preferentemente como máximo dentro de 15 segundos, después de alcanzar el grosor final deseado.
4. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la proporción de vanadio (V) agregada al acero se ubica por debajo de 0,03 %, en especial por debajo de 0,01 %.
- 20 5. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la proporción de niobio (Nb) agregada al acero se ubica por debajo de 0,055 %, de forma preferente por debajo de 0,045% y de forma especialmente preferente por debajo de 0,03 %.
6. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la barra colada y solidificada presenta un grosor preferente de 40-130 mm, de forma especialmente preferente de 40-105 mm y en especial de unos 80 mm.
- 25 7. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la barra colada y solidificada presenta un grosor preferente de 1-4,5 mm y en especial de unos 3 mm.
8. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el grosor de la cinta intermedia asciende a 5-25 mm, preferentemente a 10-18 mm.
9. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 2 a 6 y 8, caracterizado porque el tren de desbaste comprende al menos dos, preferentemente tres cajas de laminación.
- 30 10. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 2 a 6, 8 y 10, caracterizado porque el tren de acabado comprende al menos cuatro, preferentemente cinco cajas de laminación.
11. Procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque el grosor final se ubica dentro del rango de 0,6-12 mm, preferentemente dentro del rango de 1-6 mm.