

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 292**

51 Int. Cl.:

B21B 1/46 (2006.01)

B21B 37/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06829594 .8**

96 Fecha de presentación: **14.12.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1824617**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.08.2007**

54

Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA LAMINACIÓN DE COLADA CONTINUA CON VELOCIDAD DE COLADA AUMENTADA Y LAMINACIÓN EN CALIENTE CONSECUTIVA DE BARRAS DE METAL RELATIVAMENTE DELGADAS, EN PARTICULAR DE MATERIAL DE ACERO, Y DISPOSITIVO DE LAMINACIÓN DE COLADA CONTINUA.**

30

Prioridad:
10.01.2006 DE 102006001195

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.11.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.11.2011

73

Titular/es:
**SMS SIEMAG AG
EDUARD-SCHLOEMANN-STRASSE 4
40237 DÜSSELDORF, DE**

72

Inventor/es:
**SEIDEL, Jürgen y
KLÖCKNER, Jürgen**

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 369 292 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 la laminación de colada continua con velocidad de colada aumentada y laminación en caliente consecutiva de barras de metal relativamente delgadas, en particular de material de acero, y dispositivo de laminación de colada continua.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la laminación de colada continua con velocidad de colada aumentada y laminación en caliente consecutiva de barras de metal relativamente delgadas, en particular de material de acero para dar una banda laminada en caliente delgada en un tren de acabado de banda laminada en caliente de múltiples cajas con regulación de las temperaturas de los cilindros de trabajo, así como el dispositivo de laminación de colada continua correspondiente.

10 La laminación con (altas) velocidades de colada, es decir, un acoplamiento de una instalación de colada continua y un tren de acabado de banda laminada en caliente, conduce a velocidades de transporte relativamente reducidas dentro del tren de acabado de banda laminada en caliente dispuesto aguas debajo de una instalación de colada continua. A pesar de las altas temperaturas iniciales (por ejemplo, de aproximadamente 1250°C), a consecuencia de pérdidas de temperatura hacia el entorno y a los cilindros de trabajo, no puede mantenerse una temperatura de laminación final necesaria de más de 850°C en condiciones habituales. En este caso se emiten grandes cantidades de energía a los cilindros de trabajo.

Tales condiciones habituales existen, por ejemplo, en una instalación de colada continua, que permite altas velocidades de colada y proporciona altas temperaturas iniciales para el tren de acabado de banda laminada en caliente.

20 También se conoce (documento DE 198 30 034 A1) regular los cilindros de trabajo mediante inductores de campo transversal para ajustar la temperatura a través de un modelo de cálculo, que detecta el ancho de banda, valores de material, disminución por pasada, velocidad de laminación, temperaturas de laminación y enfriamiento del cilindro. El resultado se utiliza, sin embargo, para la regulación de la temperatura en las zonas de borde que van a ajustarse de los cilindros de trabajo o de la banda laminada.

25 Además (documento EP 0 415 987 B2) se conoce volver a calentar de manera inductiva los denominados desbastes delgados (barras de colada con un espesor de aproximadamente 50 mm) en etapas de laminación individuales antes y dentro del tren de acabado, para lo que se requiere en gran medida energía eléctrica.

También se ha propuesto reducir los diámetros de los cilindros de trabajo para reducir el flujo térmico hacia los cilindros.

30 La invención se basa en el objetivo de conseguir en la laminación de colada continua una reducción de la pérdida de temperatura en la banda laminada en caliente dentro del tren de acabado de banda laminada en caliente, de modo que la temperatura de laminación objetivo al final del proceso de laminación puede ajustarse de manera más precisa y en particular para ser más alta.

35 El objetivo propuesto se soluciona según la invención porque a velocidades de colada de aproximadamente 4 m/min a 12 m /min y considerando espesores de colada de la barra de colada relativamente delgados se aumentan las velocidades de laminación las temperaturas de los cilindros de trabajo partiendo de una temperatura inicial reducida con una tasa de incremento predeterminada y se ajusta la temperatura de banda dentro del tren de acabado de banda laminada en caliente a una temperatura de laminación objetivo de la banda laminada en caliente y/o mediante la regulación o el control de la intensidad del enfriamiento de cilindro. De este modo, en la laminación continua (y acoplamiento del proceso de laminación continua) se minimiza la pérdida de calor y se consigue la laminación con altas temperaturas de los cilindros de trabajo para todas las cajas de laminación de un tren de acabado de banda laminada en caliente. Puede derivarse un calentamiento de los cilindros de trabajo del calor de proceso. En este caso el enfriamiento del cilindro se ajusta en función de condiciones límite externas de tal manera, que el cilindro de trabajo alcanza lentamente con la tasa de incremento predeterminada la temperatura objetivo (de aproximadamente 400°C) y se encuentra en el intervalo de la temperatura de revenido del material del cilindro. Un acoplamiento del proceso de laminación continua tiene lugar, por ejemplo, a velocidades de colada entre 4 - 12 m/min y espesores de colada habituales de 20 - 90 mm y a velocidades de laminación de aproximadamente 0,3 - 18 m/s.

45 Un perfeccionamiento consiste en que con datos de planificación de pasada dados se ajusta una temperatura objetivo que se encuentra por debajo de la temperatura de revenido del material del cilindro de los cilindros de trabajo.

50 Un perfeccionamiento consiste en que mediante la aplicación de una cantidad de agua de enfriamiento predeterminada sobre los cilindros de trabajo se ajustan una temperatura de cilindro máxima y la velocidad de

banda, mediante las que se consigue la temperatura objetivo de banda predeterminada.

La diferencia de temperatura entre el núcleo del cilindro de trabajo y la superficie del cilindro de trabajo del cilindro de trabajo se ajusta ventajosamente de manera que no se superan las tensiones admisibles en el cilindro de trabajo.

5 Además también puede realizarse una supervisión de la tensión dentro del cilindro de trabajo tanto en la dirección radial como en la axial basándose en un campo de temperatura y tensión calculado.

Otras características de la invención prevén que la supervisión de la tensión se controle mediante un modelo de cálculo en línea.

10 Además, el cilindro de trabajo puede calentarse previamente antes de su utilización hasta una temperatura inicial. A una temperatura de calentamiento previo de 200°C el estado estacionario se alcanza más rápidamente y/o el nivel de tensión en los cilindros es menor.

Otras características de la invención consisten en que los cilindros de trabajo se hacen funcionar con temperaturas de banda aumentadas con respecto al nivel de temperatura previsto. De este modo pueden compensarse de manera controlada las pérdidas de calor de la banda.

15 De manera práctica se ofrece la posibilidad de que el cilindro de trabajo se caliente previamente en un campo de inducción con rotación. De este modo se consigue una aportación de calor localmente limitada y dirigida según la distribución de las masas del cilindro de trabajo.

20 Una mejora del desarrollo del procedimiento prevé que el calentamiento inductivo de la superficie del cilindro de trabajo se realice en el lado de entrada de una caja de laminación. De este modo se aumenta la temperatura de contacto del cilindro de trabajo en la abertura entre cilindros y se minimiza la pérdida de calor de la banda dentro de la abertura entre cilindros. El efecto deseado ya se produce antes de alcanzar una alta temperatura del núcleo.

Además se propone que el calentamiento inductivo de un cilindro de trabajo se realice de manera diferente por la longitud de la tabla del cilindro.

25 Características adicionales para la mejora del desarrollo del procedimiento consisten en que el cilindro de trabajo se caliente previamente en el campo de inducción dentro del tren de acabado de banda laminada en caliente o antes del montaje al lado del tren de acabado de banda laminada en caliente.

Una medida que debe mencionarse especialmente es que durante el proceso de puesta en marcha además de la intensidad del enfriamiento de cilindro y/o el calentamiento inductivo se utiliza el diseño de programa de laminación como magnitud de regulación.

30 Una mejora de las condiciones límite para la reducción de la pérdida de temperatura de banda se produce además porque se hacen funcionar duchas para descascarillar previstas con una cantidad de agua mínima, en particular en una sola fila.

Una manera de proceder adicional en el ajuste de la acción de enfriamiento consiste en que la intensidad de enfriamiento del enfriamiento de cilindro de trabajo se regula mediante un agente de enfriamiento de dosificación fina y/o neblina de pulverización.

35 Además puede preverse hacer funcionar sólo una parte de las cajas de laminación del tren de acabado de banda laminada en caliente con temperaturas aumentadas de los respectivos cilindros de trabajo.

Además la influencia de una temperatura de cilindro superior y la influencia de la expansión de los cilindros de trabajo debido al calor de los cilindros de trabajo sobre la forma de banda en la zona del canto de banda puede compensarse mediante elementos de ajuste de perfil mecánicos y/o térmicos.

40 El dispositivo de laminación de colada continua supone una unidad de colada continua conocida y un tren de acabado de banda laminada en caliente, un dispositivo de calentamiento y un dispositivo de enfriamiento asociado a cada caja de laminación para los cilindros de trabajo.

45 La configuración y el perfeccionamiento del tren de acabado de banda laminada en caliente consiste en que la longitud de los cilindros de trabajo está adaptada a una subida de temperatura y en que los cojinetes de los cilindros de trabajo están enfriados y conectados a una lubricación circulatoria con aceite o lubricados mediante una grasa especial. De este modo los aumentos de temperatura (tasas de incremento) pueden captarse de manera segura en los cojinetes.

Otra medida para ahorrar energía de calentamiento y aumentar el tiempo de aprovechamiento de los cilindros de trabajo consiste en que los cilindros de trabajo están pulidos en el estado en caliente.

En este sentido es además ventajoso que como material para los cilindros de trabajo estén previstos materiales resistentes al calor y resistentes al desgaste.

- 5 Además las temperaturas superiores de los cilindros de trabajo se consideran porque para las cajas de laminación del tren de acabado de banda laminada en caliente están previstos unos denominados cilindros HIP (de prensado isostático en caliente).

10 Según otra característica en un modelo de cálculo en línea está incluido un modelo de temperatura de cilindros de trabajo que se basa en las temperaturas de superficie medidas de los cilindros de trabajo, la temperatura inicial del cilindro de trabajo y las propiedades físicas del cilindro de trabajo.

Adicionalmente en el modelo de temperatura de cilindros de trabajo se tienen en cuenta la temperatura de superficie de cilindro media máxima, la diferencia de temperatura admisible máxima entre el núcleo del cilindro de trabajo y la superficie del cilindro de trabajo y la tensión admisible máxima en el cilindro de trabajo.

- 15 Otra medida para contrarrestar una gran pérdida de temperatura de la banda laminada en caliente consiste en que entre las cajas de laminación están montadas cubiertas de camino de rodillos.

Se produce una limitación aún mejor de la formación de cascarilla o de la influencia de la capa de óxido de la banda laminada en caliente y el cilindro de trabajo porque entre las cajas de laminación anteriores bajo las cubiertas de camino de rodillos están previstas alimentaciones de gas inerte.

- 20 Una configuración adicional prevé que entre los parámetros de planificación de pasada se consideren al menos la fuerza de laminación, el espesor de entrada y de salida, la velocidad de laminación, la temperatura de banda, el espesor de la capa de cascarilla y el material de banda.

Para ello la disminución del espesor en la planificación de pasada se desplaza a la zona posterior del tren de acabado de banda laminada en caliente.

- 25 Otras medidas necesarias para el procedimiento se obtienen porque un espesor de salida mínimo está limitado a un valor fijo.

Como ejemplo para los datos de un procedimiento típico o para un tren de acabado de banda de barra típico puede ser útil que esté previsto un tren de acabado de banda laminada en caliente con aproximadamente siete cajas de laminación para un espesor de barra de colada de $H = 50$ a 90 mm y un espesor de salida mínimo de desde $0,6$ hasta $1,2$ mm.

- 30 En el dibujo se representan ejemplos de realización para el procedimiento que a continuación se explicarán con más detalle.

Muestran:

la figura 1 un diagrama de la temperatura de los cilindros de trabajo a lo largo del tiempo para el desarrollo sin enfriamiento de los cilindros de trabajo y con un enfriamiento habitual de los cilindros de trabajo,

- 35 la figura 2 el mismo diagrama para un enfriamiento reducido de los cilindros de trabajo para un ajuste de las temperaturas de los cilindros de trabajo aumentadas de manera controlada,

la figura 3 un diagrama de bloques de la construcción sistemática del modelo de temperatura de los cilindros de trabajo,

- 40 la figura 4 el tren de acabado de banda laminada en caliente y el desarrollo de la temperatura de banda a través del tren de acabado de banda laminada en caliente a diferentes niveles de temperatura de los cilindros de trabajo y

la figura 5 un diagrama del desarrollo de la cantidad de agua de enfriamiento de los cilindros de trabajo a lo largo del tiempo.

En un tren 3 de acabado convencional de banda laminada en caliente para una barra de metal, en particular para una barra 1 de material de acero, se lamina en el funcionamiento discontinuo en la generación de bandas delgadas,

por ejemplo, aproximadamente 180 s, a continuación se produce una pausa de laminación de aproximadamente 20 s. Durante la laminación se ajusta una temperatura 19 media de superficie de los cilindros de trabajo de aproximadamente 120°C y en la pausa la superficie vuelve a enfriarse hasta casi la temperatura del agua.

5 Tras múltiples bandas 2 laminadas en caliente, al final del programa de laminación pueden medirse temperaturas de cilindro de aproximadamente 90°C.

En el caso de una unión directa de la unidad de colada continua y el tren 3 de acabado de banda laminada en caliente en la laminación continua se produce en el tren 3 de acabado de banda laminada en caliente una pérdida de la temperatura de banda, que debe minimizarse con medidas adecuadas. Por este motivo se propone la laminación con temperaturas aumentadas de los cilindros de trabajo para todas las cajas 3a...3n de laminación o una parte.

10 Preferiblemente en el diagrama de la figura 1 (temperatura de los cilindros de trabajo a lo largo del tiempo) se representa el desarrollo de la temperatura sin un enfriamiento 18 de los cilindros de trabajo con una temperatura 19 media de superficie y una temperatura 20 del núcleo. Un enfriamiento 21 convencional de los cilindros de trabajo habitual en laminadoras (parte inferior del diagrama) muestra la aproximación de la temperatura 20 del núcleo (de, por ejemplo, 20°C) a la temperatura 19 media de superficie (de, por ejemplo, 120°C). Puede observarse que tras
15 avanzar el tiempo de trabajo la temperatura 20 del núcleo se aproxima a la temperatura 19 media de superficie con condiciones de laminación por lo demás iguales y que entonces sigue siendo igual.

El objetivo es por tanto dosificar el enfriamiento del cilindro en función de condiciones límite externas de tal manera, que el cilindro 4 de trabajo con una tasa de incremento predeterminada alcance la temperatura 6 objetivo en la figura 2 de aproximadamente 400°C y se encuentre por debajo de la temperatura de revenido del material del cilindro. En
20 este caso el campo de temperatura debe encontrarse dentro del cilindro 4 de trabajo o la diferencia de temperatura entre el núcleo 4a del cilindro y la superficie 4b del cilindro debe ajustarse de tal manera, que no se superen las tensiones admisibles en el cilindro 4 de trabajo. Esta operación se aplica tanto en la dirección radial como axial. Para ello se utiliza el modelo de cálculo en línea en la figura 3.

En cambio en la figura 2 la curva con líneas discontinuas da lugar a un enfriamiento 22 reducido de los cilindros de trabajo según la invención a una temperatura 19a de superficie media aumentada para un ajuste de las
25 temperaturas de los cilindros de trabajo aumentadas de manera controlada en el caso de un cilindro 4 de trabajo calentado previamente hasta una temperatura 5 inicial de, por ejemplo, 200°C, inicialmente una diferencia 23 de temperatura con respecto a la temperatura 20 del núcleo. El cilindro 4 de trabajo más caliente evita así una bajada no deseada de la temperatura 15 de banda mediante la temperatura 19a media de superficie, que se encuentra, por
30 ejemplo, en 400°C.

En la figura 3 se representa el modelo 7 de cálculo en línea de manera esquemática. En el modelo 9 de temperatura de cilindros de trabajo tiene lugar el cálculo de las temperaturas de los cilindros de trabajo, de las cantidades de agua de enfriamiento de los cilindros y de las tensiones en el cilindro 4 de trabajo. En este caso se incluyen al
35 menos en el cálculo los siguientes parámetros: una temperatura 19 media máxima de superficie, una diferencia 23 admisible máxima de temperatura entre el núcleo y la superficie y valores 24 de tensión admisibles máximos en el cilindro 4 de trabajo.

Como parámetros 11 de planificación de pasada están previstos: la fuerza 12 de laminación, el espesor 13 de entrada y de salida, la velocidad 14 de laminación, la temperatura 15 de banda, un espesor 16 de la capa de cascarilla y el propio material 17 de banda.

40 La figura 4 muestra como ejemplo un tren 3 de acabado de banda laminada en caliente; así como el desarrollo de la temperatura 15 de banda para diferentes condiciones límite. Una ducha 25 para descascarillar, que preferiblemente presenta una sola fila, está conectada aguas arriba. En el caso de que todas las cajas 3a...3n de laminación se hagan funcionar con una temperatura aumentada de los cilindros de trabajo, por ejemplo, con 400°C en F1 - F7, esto influye positivamente en la temperatura 15 local de la banda. En el ejemplo representado puede alcanzarse
45 entonces una temperatura 5 inicial de 1180°C por detrás de la ducha 25 para descascarillar y una temperatura 6 objetivo de 910°C. En caso de utilizar temperaturas habituales de los cilindros de trabajo aparece una temperatura 15 de banda reducida de manera inadmisiblemente de, por ejemplo, 805°C, que puede observarse en la figura 4 mediante la curva de líneas discontinuas.

50 Está previsto calentar o calentar previamente el cilindro 4 de trabajo en un campo 8a de inducción. Este dispositivo se representa en la figura 4 sólo en el lado de entrada de la caja F1 de laminación. Sin embargo, es ventajosa y puede realizarse una disposición para todas las cajas 3a...3n de laminación.

La intensidad del calentamiento 8a inductivo del cilindro 4 de trabajo también puede determinarse de manera diferente a través de la longitud del rodillo.

5 El modo de proceder o el desarrollo de la cantidad 26 de agua de enfriamiento de los cilindros de trabajo se representa en la figura 5. Con respecto a una cantidad de agua de enfriamiento "normal", en este procedimiento se utiliza por regla general una cantidad menor al inicio del proceso de laminación continua representado y se sigue reduciendo al aumentar la temperatura 20 del núcleo del cilindro hasta una cantidad teórica predeterminada por el modelo 7 de cálculo en línea.

El procedimiento descrito para la reducción de la disipación de calor en los cilindros 4 de trabajo no se limita al caso de aplicación explicado de la laminación continua con tiempos de laminación relativamente largos y velocidades de laminación reducidas. El procedimiento puede aplicarse también en el caso de trenes de laminación de banda laminada en caliente convencionales de una o múltiples cajas.

10 Para materiales sensibles a la temperatura, en el caso de una temperatura aumentada del cilindro se alcanza un menor subenfriamiento de la superficie de banda a través del contacto del cilindro. De este modo se producen propiedades homogéneas dentro de la banda, por ejemplo, por el espesor de banda.

Lista de números de referencia

- 1 barra de metal, en particular barra de material de acero
- 15 2 banda laminada en caliente delgada
- 3 tren de acabado de banda laminada en caliente
- 3a...3n cajas de laminación
- 4 cilindro de trabajo
- 4a núcleo del cilindro de trabajo
- 20 4b superficie del cilindro de trabajo
- 5 temperatura inicial
- 6 temperatura de laminación objetivo
- 7 modelo de cálculo en línea
- 8 dispositivo de calentamiento
- 25 8a campo de inducción
- 9 modelo de temperatura de cilindros de trabajo
- 10 temperatura de superficie de cilindros de trabajo
- 11 parámetros de planificación de pasada
- 12 fuerza de laminación
- 30 13 espesor de entrada y de salida
- 14 velocidad de laminación
- 15 temperatura de banda
- 16 espesor de la capa de cascarilla
- 17 material de banda
- 35 18 enfriamiento de los cilindros de trabajo

19 temperatura media de superficie

19a temperatura media aumentada de superficie

20 temperatura del núcleo

21 enfriamiento convencional de los cilindros de trabajo

5 22 enfriamiento reducido de los cilindros de trabajo

23 diferencia de temperatura inicial

24 valores de tensión admisibles máximos en el cilindro de trabajo

25 ducha para descascarillar

26 desarrollo de la cantidad de agua de enfriamiento de los cilindros de trabajo

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la laminación de colada continua con una velocidad de colada de 4 - 12 m/min y laminación en caliente consecutiva de barras (1) de metal, en particular de material de acero con una velocidad de banda relativamente reducida para dar una banda (2) laminada en caliente delgada en un tren (3) de acabado de banda laminada en caliente de múltiples cajas con regulación de las temperaturas de los cilindros (4) de trabajo, caracterizado porque a velocidades de colada de aproximadamente 4 m/min a 12 m/min y considerando espesores de colada de 20 mm a 90 mm de la barra de colada se adaptan las velocidades de laminación, aumentándose las temperaturas de los cilindros (4) de trabajo partiendo de una temperatura (5) inicial reducida con una tasa de incremento predeterminada y ajustándose la temperatura (15) de banda en el tren (3) de acabado de banda laminada en caliente a una temperatura (6) de laminación objetivo de la banda (2) laminada en caliente y mediante la regulación o el control de la intensidad del enfriamiento (18) de cilindro.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque con datos de planificación de pasada dados se ajusta una temperatura (6) objetivo, que se encuentra por debajo de la temperatura de revenido del material del cilindro de los cilindros (4) de trabajo.
- 15 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque mediante la aplicación de una cantidad (26) de agua de enfriamiento predeterminada sobre los cilindros (4) de trabajo se ajustan una temperatura de cilindro máxima y la velocidad de banda, mediante las que se consigue la temperatura (6) objetivo de banda predeterminada.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se ajusta la diferencia de temperatura entre el núcleo (4a) del cilindro de trabajo y la superficie (4b) del cilindro de trabajo del cilindro (4) de trabajo de tal manera, que no se superan las tensiones admisibles en el cilindro (4) de trabajo.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque se realiza una supervisión de la tensión dentro del cilindro de trabajo tanto en la dirección radial como en la axial basándose en un campo de temperatura y tensión calculado.
- 25 6. Procedimiento según las reivindicaciones 4 y 5, caracterizado porque la supervisión de la tensión se controla mediante un modelo (7) de cálculo en línea.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el cilindro (4) de trabajo se calienta previamente antes de su utilización hasta una temperatura (5) inicial.
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los cilindros (4) de trabajo se hacen funcionar con temperaturas de banda aumentadas con respecto al nivel de temperatura previsto.
9. Procedimiento según las reivindicaciones 5 ó 6, caracterizado porque el cilindro (4) de trabajo se calienta previamente en un campo (8a) de inducción con rotación.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el calentamiento inductivo de la superficie (4b) del cilindro de trabajo se realiza en el lado de entrada de una caja (3a...3n) de laminación.
- 35 11. Procedimiento según las reivindicaciones 9 y 10, caracterizado porque el calentamiento inductivo de un cilindro (4) de trabajo se realiza de manera diferente por la longitud de la tabla del cilindro.
12. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el cilindro (4) de trabajo se calienta previamente en el campo (8a) de inducción dentro del tren (3) de acabado de banda laminada en caliente o antes del montaje al lado del tren (3) de acabado de banda laminada en caliente.
- 40 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque durante el proceso de puesta en marcha además de la intensidad del enfriamiento de cilindro y o el calentamiento inductivo se utiliza el diseño de programa de laminación como magnitud de regulación.
14. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque se hacen funcionar duchas (25) para descascarillar previstas con una cantidad de agua mínima, en particular en una sola fila.
- 45 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la intensidad de enfriamiento del enfriamiento (18) de cilindro de trabajo se regula mediante un agente de enfriamiento de dosificación fina y o una neblina de pulverización.

16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque sólo se hace funcionar una parte de las cajas (3a...3n) de laminación del tren (3) de acabado de banda laminada en caliente con temperaturas aumentadas de los respectivos cilindros (4) de trabajo.
- 5 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque la influencia de una temperatura de cilindro superior y la influencia de la expansión de los cilindros (4) de trabajo mediante el calor de los cilindros (4) de trabajo sobre la forma de banda en la zona del canto de banda se compensa mediante elementos de ajuste de perfil mecánicos y/o térmicos.
- 10 18. Dispositivo de laminación de colada continua con una unidad de colada continua y un tren (3) de acabado de banda laminada en caliente, un dispositivo (8) de calentamiento y un dispositivo de enfriamiento asociado a cada caja (3a...3n) de laminación para los cilindros (4) de trabajo, caracterizado porque los aumentos de temperatura de los cilindros de trabajo se captan de manera segura en los cojinetes, porque la longitud de los cilindros de trabajo está adaptada a una subida de temperatura y los cojinetes de los cilindros de trabajo están enfriados y conectados a una lubricación circulatoria con aceite o los cojinetes de los cilindros de trabajo están lubricados mediante una grasa especial.
- 15 19. Dispositivo de laminación de colada continua según la reivindicación 18, caracterizado porque los cilindros (4) de trabajo se pulen en un estado en caliente.
- 20 20. Dispositivo de laminación de colada continua según las reivindicaciones 18 y 19, caracterizado porque como material para los cilindros (4) de trabajo están previstos materiales resistentes al calor y resistentes al desgaste.
- 20 21. Dispositivo de laminación de colada continua según la reivindicación 20, caracterizado porque para las cajas (3a...3n) de laminación del tren (3) de acabado de banda laminada en caliente están previstos unos denominados cilindros HIP (de prensado isostático en caliente).
- 25 22. Dispositivo de laminación de colada continua según las reivindicaciones 18 a 21, caracterizado porque en un modelo (7) de cálculo en línea está incluido un modelo (9) de temperatura de cilindros de trabajo que se basa en las temperaturas (10) de superficie medidas de los cilindros de trabajo, la temperatura (5) inicial del cilindro (4) de trabajo y las propiedades físicas del cilindro (4) de trabajo.
- 30 23. Dispositivo de laminación de colada continua según la reivindicación 22, caracterizado porque en el modelo (9) de temperatura de cilindros de trabajo se tienen en cuenta la temperatura (19) de superficie de cilindro media máxima, la diferencia (23) de temperatura admisible máxima entre el núcleo (4a) del cilindro de trabajo y la superficie (4b) del cilindro de trabajo y la tensión (24) admisible máxima en el cilindro (4) de trabajo.
- 30 24. Dispositivo de laminación de colada continua según las reivindicaciones 18 a 23, caracterizado porque entre las cajas (3a...3n) de laminación están montadas cubiertas de camino de rodillos.
- 35 25. Dispositivo de laminación de colada continua según la reivindicación 24, caracterizado porque entre las cajas (3a... 3n) de laminación anteriores bajo las cubiertas de camino de rodillos están previstas alimentaciones de gas inerte.
- 35 26. Dispositivo de laminación de colada continua según las reivindicaciones 17 a 22, caracterizado porque entre los parámetros (11) de planificación de pasada se consideran al menos la fuerza (12) de laminación, el espesor (13) de entrada y de salida, la velocidad (14) de laminación, la temperatura (15) de banda, el espesor (16) de la capa de cascarilla y el material (17) de banda.
- 40 27. Dispositivo de laminación de colada continua según la reivindicación 25, caracterizado porque la disminución del espesor en la planificación de pasada se desplaza a la zona posterior del tren (3) de acabado de banda laminada en caliente.
- 45 28. Dispositivo de laminación de colada continua según la reivindicación 1, caracterizado porque un espesor (13) de salida mínimo está limitado a un valor fijo.
- 45 29. Dispositivo de laminación de colada continua según las reivindicaciones 18 a 28, caracterizado porque está previsto un tren (3) de acabado de banda laminada en caliente con aproximadamente siete cajas (F1 a F7) de laminación para un espesor de barra de colada de $H = 50$ a 90 mm y un espesor (13) de salida mínimo de desde $0,6$ hasta $1,2$ mm.

FIG. 1

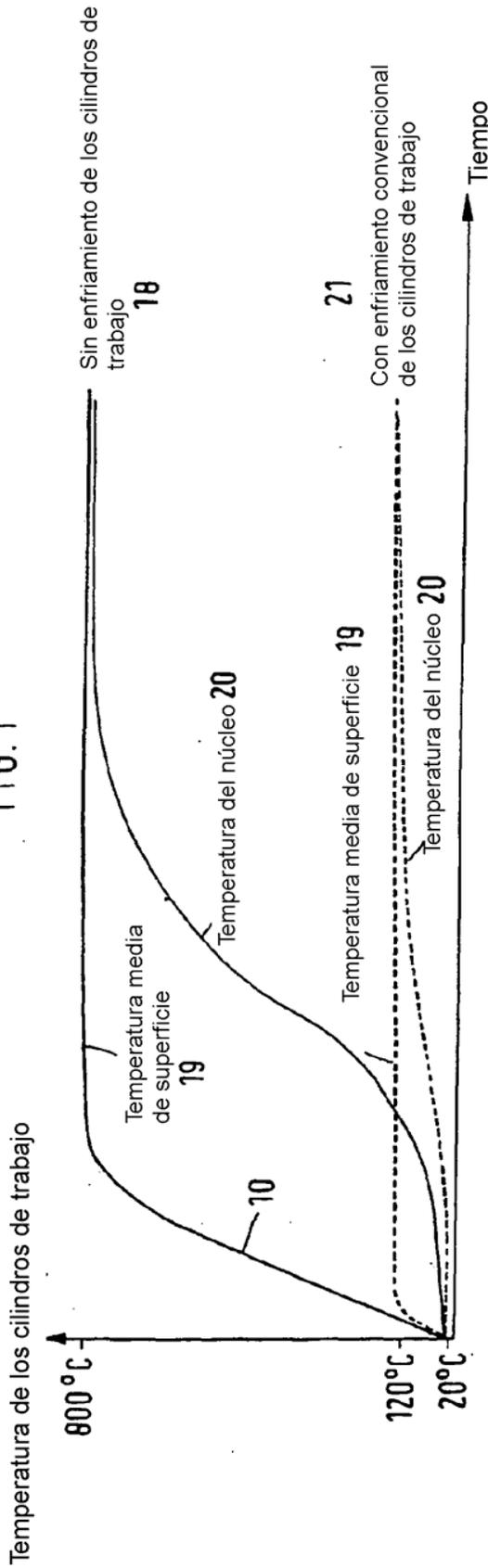


FIG. 2

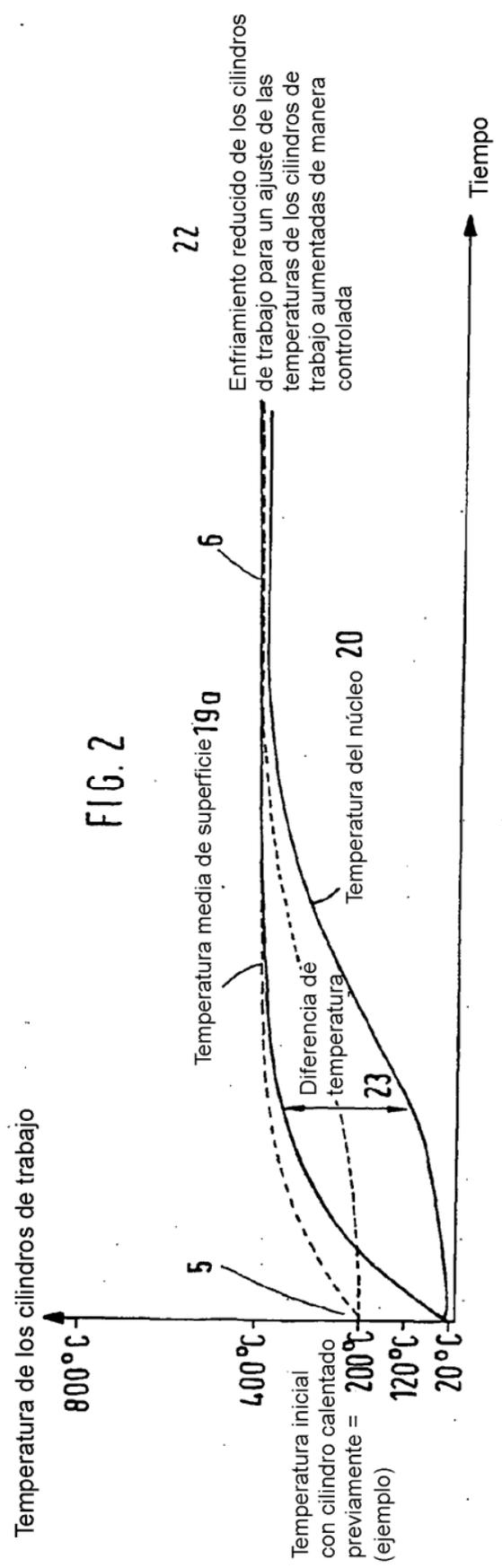


FIG. 4

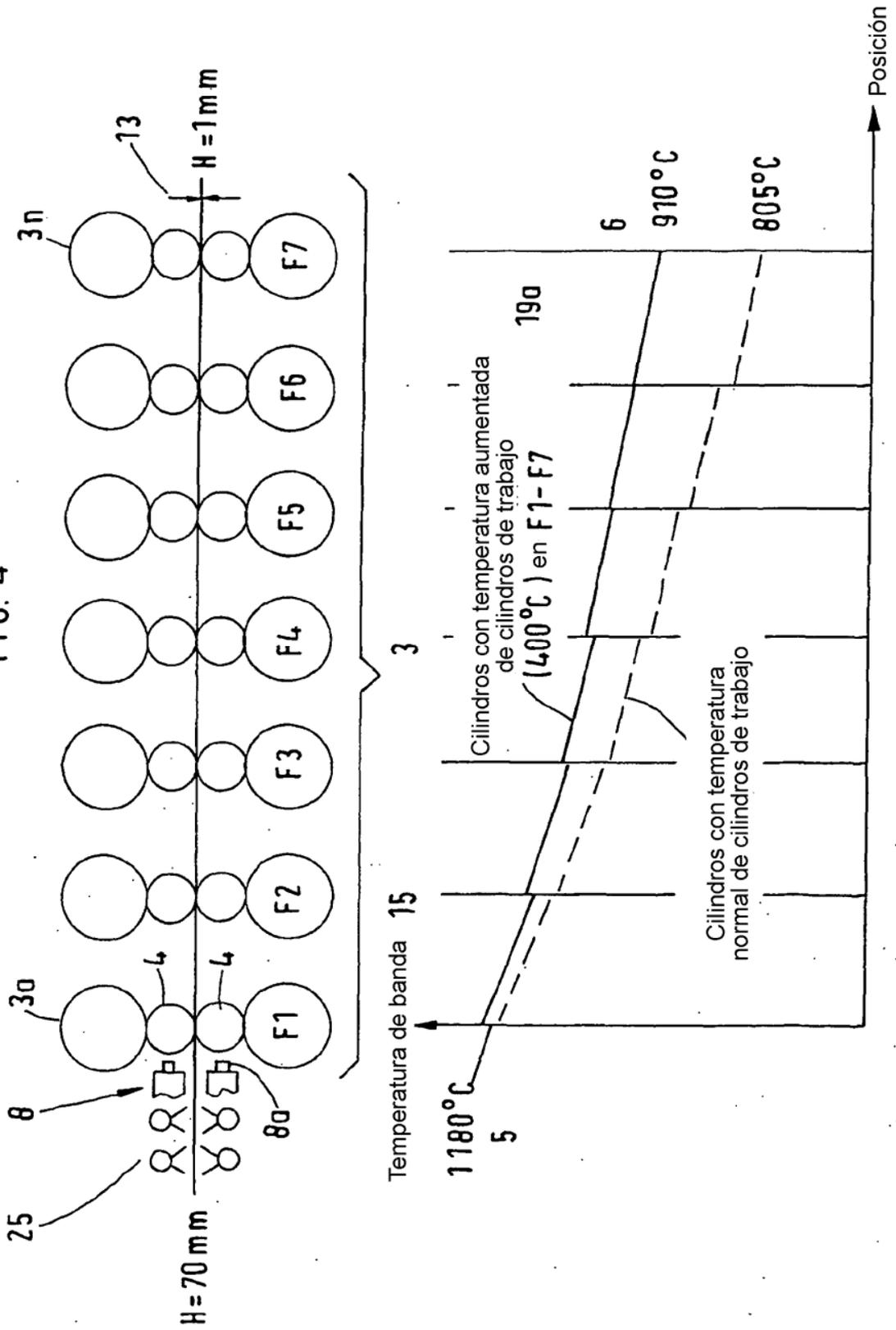


FIG. 5

