

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 095**

51 Int. Cl.:

C21D 9/573	(2006.01)
C23C 2/02	(2006.01)
C21D 1/667	(2006.01)
C23F 17/00	(2006.01)
C23G 3/02	(2006.01)
C21D 1/60	(2006.01)
C23C 2/06	(2006.01)
C23G 1/08	(2006.01)
C23C 2/40	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2014 PCT/IB2014/066380**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.06.2015 WO15083047**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2014 E 14815057 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3077554**

54 Título: **Procedimiento e instalación de tratamiento térmico continuo de una banda de acero**

30 Prioridad:

05.12.2013 FR 1362139

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

02.06.2020

73 Titular/es:

**FIVES STEIN (100.0%)
108-112 Avenue de la Liberté
94700 Maisons Alfort, FR**

72 Inventor/es:

GENAUD, ALAIN

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 764 095 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 e instalación de tratamiento térmico continuo de una banda de acero

5 La invención se refiere a hornos de recocido sobre líneas continuas de tratamiento térmico para bandas metálicas, principalmente chapas de aceros, con ciclos de recocido que implementan pendientes de enfriamiento.

Este procedimiento es particularmente adecuado para líneas de galvanizado por inmersión o para líneas combinadas de recocido y galvanizado por inmersión.

10 El procedimiento y la instalación correspondiente, según la invención, permiten realizar ciclos de tratamiento térmico que comprenden enfriamientos rápidos húmedos, capaz de producir nuevos aceros, esto sin necesitar decapar la banda después del tratamiento térmico.

15 Las líneas actuales de recocido continuo de bandas metálicas, principalmente de acero, están compuestas por cámaras sucesivas en donde la banda primero se calienta, después se mantiene a temperatura durante un tiempo variable y finalmente se enfría hasta prácticamente la temperatura ambiente para poder ser comercializada o someterse a un tratamiento posterior. Otras combinaciones de estas secuencias de calentamiento de mantenimiento y de enfriamiento pueden realizarse para ciclos de tratamiento más complejos.

20 Las líneas según el estado de la técnica, después de la realización de un recocido metalúrgico, a menudo se utilizan para realizar un revestimiento metálico en la superficie de la banda para aumentar su resistencia a la corrosión. Este tratamiento generalmente se lleva a cabo de forma continua, por inmersión en un baño de metal fundido, por ejemplo, zinc para realizar un galvanizado de la banda, capaz de aumentar la resistencia a la corrosión del producto final, por ejemplo, carrocerías de automóviles. Como otro tipo de tratamiento, se puede citar la aluminización o cualquier otro procedimiento de revestimiento de la banda con una aleación metálica. Tal línea de recocido continuo se divulga en el documento EP 2 103 715 A1.

30 El mercado automotriz busca realizar carrocerías cada vez más livianas mientras mantiene o aumenta su resistencia mecánica en caso de impacto para asegurar la protección de sus ocupantes. Esta preocupación desembocó en dos procedimientos principales de elaboración, uno durante el tratamiento térmico de recocido de la banda, el otro durante el estampado de la chapa para realizar, por ejemplo, un elemento de la carrocería de un vehículo.

35 Los nuevos procedimientos de tratamiento térmico, por ejemplo, para la elaboración de aceros llamados "martensíticos" o aceros "THLE" (Límite elástico muy alto), se basan en un enfriamiento extremadamente rápido del acero después de las fases de calentamiento y mantenimiento de temperatura, por ejemplo, con velocidades de enfriamiento superiores a 200 °C/s, típicamente más allá de 500 °C/s, y algunas veces alcanzando o excediendo 1000 °C/s. Estas pendientes de enfriamiento no pueden lograrse con técnicas de enfriamiento convencionales proyectando un gas de enfriamiento sobre la banda, cuyas pendientes de enfriamiento máximas están cerca de 200 °C/s. Entonces es necesario implementar enfriamientos de tipo por inmersión en el agua por pulverización de agua o por pulverización de una mezcla de gas y agua sobre la banda para realizar estas pendientes de enfriamiento.

40 Entonces, se constata que, incluso usando agua tratada para realizar este enfriamiento, siempre se producen depósitos de óxidos en la superficie de la banda que provocan la formación de defectos durante el revestimiento metálico por inmersión, lo que puede hacer que el producto no sea apto para su uso por parte de los clientes actuales. La técnica según el estado de la técnica es, por lo tanto, después de la realización del ciclo rápido de tratamiento térmico de la banda que comprende un enfriamiento húmedo, enfriar el metal a una temperatura cercana a la temperatura ambiente para realizar un tratamiento químico de reducción de los óxidos a temperaturas inferiores a aproximadamente 100 °C, que se considera un límite de temperatura actual para realizar este tratamiento. En efecto, los ácidos utilizados para realizar la reducción de los óxidos presentes en la superficie de la banda son muy agresivos y se busca no formar vapores que puedan liberarse en la sala de fabricación y que puedan atacar los equipos periféricos o crear condiciones de trabajo inaceptables para el personal operativo.

50 Después de la realización del recocido metalúrgico, del enfriamiento y del tratamiento químico para reducir los óxidos, la banda se recalienta nuevamente a una temperatura de aproximadamente 460 °C-470 °C para galvanizarse por inmersión en una línea según el estado de la técnica o galvanizada sobre una línea de electrolgalvanizado, para ciertas aplicaciones, si su estado de superficie impide el galvanizado por inmersión.

60 La sucesión de calentamientos y de enfriamientos, en particular, los enfriamientos rápidos con pendientes significativas crean restricciones longitudinales y transversales en la banda que pueden provocar deformaciones permanentes en la superficie de la banda, deformaciones tales como pliegues u ondulaciones más o menos significativas. Estas deformaciones o pliegues pueden provocar defectos en la superficie sobre la banda por contacto de la banda con equipos del horno, por ejemplo, cajas de enfriamiento, y provocar la eliminación del producto terminado.

65 Se entiende que la necesidad de reducir los óxidos formados por el enfriamiento rápido en húmedo, necesario para la obtención de las características mecánicas deseadas para el producto, conduce a una pérdida significativa de energía porque es necesario enfriar la banda a temperatura ambiente para tratarla químicamente y luego recalentarla a 460 °C

para galvanizarla por inmersión (revestimiento de zinc, aluminio u otras aleaciones) o para pasar la banda sobre otra línea de procedimiento en el caso de electrogalvanizado.

5 Por lo tanto, es imposible que este tipo de tratamiento realice el conjunto de las operaciones de recocido, decapado y galvanizado continuo sobre una única línea porque la banda debe enfriarse, tratarla químicamente en frío y después retirarla para el galvanizado. Estas operaciones intermedias hacen que el tratamiento global del acero sea más largo y costoso, en particular, en términos de energía.

10 Los fabricantes de acero han desarrollado otra solución para obtener las características mecánicas deseadas sobre las bandas. Consiste en realizar un tratamiento térmico completo, cerca de los ciclos actuales, que sucesivamente comprende operaciones de recocido y galvanizado, y luego estampar en caliente estas chapas, a temperaturas cercanas a 900 °C sobre prensas especiales con sus matrices mantenidas a temperatura durante toda la duración de la operación de formación de la pieza. Con este procedimiento, las operaciones de recocido y de galvanizado pueden efectuarse con herramientas conformes al estado de la técnica, pero, por otro lado, los equipos de estampado son muy complejos y requieren el calentamiento de la chapa, lo que también consume mucha energía.

20 La invención propuesta permite realizar aceros con un límite elástico muy alto esperado por los fabricantes de automóviles con un procedimiento continuo que comprende enfriamientos rápidos en húmedo; este procedimiento no necesita el enfriamiento de la banda a temperaturas inferiores a 200 °C para la reducción de óxidos a temperaturas inferiores a 100 °C, pero permite realizar el galvanizado continuo sobre la misma línea y a la misma velocidad a la que se realiza el recocido. Este procedimiento suprime las pérdidas de energía de las técnicas actuales llevadas por este enfriamiento a temperaturas de la banda por debajo de 200 °C para una banda de 1 mm de espesor para realizar el decapado de la banda, permite un funcionamiento continuo sin recuperación intermedia y asegura el revestimiento metálico de la banda con el nivel de calidad aportado por las técnicas de revestimiento metálico por inmersión actuales.

25 La invención propone un procedimiento de tratamiento térmico continuo de una banda de acero según el cual:

- la banda pasa a través de cámaras sucesivas de tratamiento térmico,
- un enfriamiento rápido de la banda, en particular, superior a 200 °C/s, se efectúa en al menos una de las cámaras por proyección sobre la banda de líquido, o proyección de un fluido compuesto de gas y líquido o la proyección de una combinación de gas y líquido de tipo niebla,
- y, después del enfriamiento rápido, se deposita una capa metálica protectora sobre la banda por inmersión,

35 caracterizado por que:

- el fluido proyectado para el enfriamiento rápido es un fluido con propiedad decapante con respecto a los óxidos de hierro u otros elementos de aleaciones contenidos en el acero a tratar, para limitar la oxidación de la banda y reducir los óxidos que pueden haberse formado sobre la banda, para reducir o anular los defectos superficiales durante la operación de revestimiento metálico por inmersión,
- el fluido se proyecta a una presión y a una distancia de la banda tales que el efecto combinado de la propiedad decapante y de la acción mecánica del fluido proyectado reduce la capa de óxidos en la superficie de la banda,
- y por que la temperatura de la banda al final del enfriamiento rápido es superior a 200 °C y es la necesaria para realizar el ciclo de tratamiento deseado, en particular entre 200 °C y 750 °C.

45 La temperatura al final del enfriamiento puede ser de 460 °C si el enfriamiento es la última etapa del ciclo de tratamiento antes del revestimiento de la banda por un depósito de zinc según el estado de la técnica. Esta temperatura estará cerca de 200 °C si el tratamiento térmico lo exige para la realización de fases de tratamiento adicionales que se realizan después de la sección de enfriamiento rápido.

50 Preferentemente, el líquido con propiedad decapante proyectado sobre la banda es una solución ácida de pH inferior a 5, en particular, una solución de ácido fórmico o bórico o producto similar.

55 El líquido proyectado sobre la banda puede comprender aditivos tales como, en particular, tensioactivos o agentes humectantes, por ejemplo, perfluorononanoato, en particular, inhibidores de ácido, en particular, benzotriazol o tetrazol.

60 Ventajosamente, el líquido alimenta las boquillas que lo proyectan sobre la banda a una presión inferior a 1 bar para procedimientos a baja presión y a una presión superior a 5 bares para los procedimientos a altas presiones y a una distancia de la banda de entre 40 y 250 mm.

65 Las zonas de calentamiento situadas aguas arriba de la zona de enfriamiento rápido pueden estar en una atmósfera poco reductora, en particular, con una tasa de hidrógeno inferior al 5 %, o con aire, de manera que se facilite la formación de óxidos, la capa de óxidos mejora la eficacia de los intercambios térmicos en la o las cámaras de calentamiento, y siendo estos óxidos formados eliminados luego por la proyección del fluido de enfriamiento, con el fin de alcanzar las cantidades de óxidos residuales compatibles con el procedimiento o la calidad del producto buscados.

Ventajosamente, se prevé la implementación de un sistema para controlar los parámetros del procedimiento de reducción, en particular, la proyección del fluido sobre la banda, con el fin de alcanzar las cantidades de óxidos residuales compatibles con el procedimiento o la calidad del producto buscado.

5 La altura de la banda enfriada por el fluido refrigerante se puede ajustar en función de la velocidad de la línea o de las características de la banda o de las temperaturas de entrada y de salida de la banda, en particular, para el ajuste de la pendiente de enfriamiento en función del procedimiento o del ciclo térmico a realizar. Esto da como resultado una ventaja importante que es la flexibilidad de la tasa de enfriamiento (lenta - rápida - ultra rápida) así como la flexibilidad de la temperatura de salida, dos puntos importantes de los ciclos de tratamiento térmico realizados por y para los fabricantes de acero: un sistema único permite producir todo tipo de aceros actuales y no solo los nuevos.

10 Las boquillas rocían el fluido de enfriamiento sobre la banda, y el procedimiento se caracteriza por la adaptación de los parámetros de enfriamiento de la banda por el ajuste de las cantidades de líquido inyectado sobre la banda por cada boquilla y por cada sección de la anchura de la boquilla con el fin de realizar una curva teórica de enfriamiento en función del procedimiento metalúrgico a realizar.

15 El procedimiento puede comprender la implementación de un algoritmo de cálculo del riesgo de formación de pliegues en la superficie de la banda para ajustar las pendientes de enfriamiento longitudinales y transversales. A propósito de eso, se puede hacer referencia a la patente EP 10702917.5 publicada con el número EP 2376662, de la empresa solicitante.

20 La invención también se refiere a una línea continua de tratamiento térmico para una banda de acero, para la implementación del procedimiento definido anteriormente, que consta de:

- 25
- cámaras sucesivas de tratamiento térmico atravesadas por la banda,
 - constando al menos una de las cámaras de medios de enfriamiento rápido, en particular, superior a 200 °C/s, comprendiendo estos medios de enfriamiento boquillas para una proyección sobre la banda de líquido, o una proyección de fluido compuesto de gas y de líquido o proyección de una combinación de gas y de líquido de tipo niebla,
 - 30 - y, a continuación de las cámaras, un equipo para depositar una capa metálica protectora sobre la banda, en particular, un equipo de revestimiento metálico por inmersión,

35 estando esta línea caracterizada por que consta de medios de alimentación de las boquillas de proyección de un líquido con propiedad decapante con respecto a los óxidos de hierro u otros elementos de aleación contenidos en el acero a tratar que se pueden formar sobre la banda, siendo dichas boquillas adecuadas para proyectar una solución ácida de pH inferior a 5,

40 y por que la presión de alimentación de las boquillas y la distancia de las boquillas a la banda son cada una suficientemente, independientemente entre sí, para que el efecto combinado de la propiedad decapante y de la acción mecánica del líquido proyectado elimine la capa de óxidos de hierro u otros elementos de aleación contenidos en el acero a tratar que se haya podido formar sobre la banda, conservando una temperatura de banda, al final del enfriamiento rápido, superior a 200 °C.

45 Las zonas de tratamiento situadas aguas arriba de la zona de enfriamiento rápido pueden encontrarse en una atmósfera poco o nada reductora, en particular, con una tasa de hidrógeno inferior al 5 %, o con aire para favorecer la formación de óxidos sobre la banda durante el calentamiento, siendo la reducción de estos óxidos realizada por la proyección del fluido de enfriamiento, con el fin de alcanzar las cantidades de óxidos residuales compatibles con el procedimiento o la calidad del producto buscados.

50 Ventajosamente, la línea comprende al menos una esclusa de separación de atmósfera en la entrada y/o salida de la cámara de enfriamiento para aislar esta cámara, constituyendo una zona húmeda, estando las cámaras aguas arriba y aguas abajo en una atmósfera seca.

55 El control de las boquillas de proyección se puede asegurar por un algoritmo de pilotaje de tipo tablero de ajedrez que permite controlar el enfriamiento de la sección de la banda presente en la zona de enfriamiento según una dirección paralela al eje de la banda y una dirección perpendicular al eje de la banda con el fin de reducir la aparición de deformaciones en la superficie de la banda, mientras se realiza la estructura metalúrgica homogénea esperada después del tratamiento térmico de la banda. A propósito de eso, puede hacerse referencia a la patente de la empresa solicitante EP 00 403 318.9 publicada con el número EP 1108795, en relación con el enfriamiento por chorros de gas fraccionados en tablero de ajedrez.

60 Ventajosamente, la línea está equipada con una zona de enjuague de la banda en la salida de la zona de enfriamiento rápido.

65 La línea puede equiparse con láminas de aire, de atmósfera o de líquido en la salida de enfriamiento húmedo con el fin de limitar el arrastre de líquido por la banda.

Cada esclusa de aislamiento puede constar de un dispositivo de aspiración de gas en la esclusa.

5 El procedimiento y la instalación según la invención permiten realizar los enfriamientos lentos, rápidos o ultra rápidos en una línea, en continuo, sin oxidar la banda y sin contaminar las cámaras aguas arriba y aguas abajo de la línea y sin provocar una deformación permanente significativa en la superficie de la banda.

10 La línea según el procedimiento objeto de la presente invención comprende una zona de enfriamiento rápido capaz de producir pendientes de enfriamientos rápidos, típicamente más allá de 500 °C o posiblemente excediendo 1000 °C/s fabricadas según el estado de la técnica, por ejemplo, según el procedimiento descrito en la patente FR 2 809 418 o la patente FR 2 940 978. El agua pura o desmineralizada usada en el contexto de este procedimiento según el estado de la técnica se reemplaza, por ejemplo, por una mezcla de agua pura o desmineralizada y uno o varios ácidos o una combinación de ácidos y aditivos tales como, por ejemplo, los inhibidores que reducirán los óxidos formados por la pulverización de fluidos sobre la banda para implementar un procedimiento de decapado y/o de prevención de la oxidación de la banda.

15 La presencia de aditivos no es obligatoria porque los ácidos y compuestos orgánicos residuales se destruyen por la temperatura del baño de zinc. Sin embargo, los agentes inhibidores pueden usarse para limitar la acción del ácido después del ataque de los óxidos y proteger el metal de soporte.

20 Por este procedimiento, la presencia de óxidos en la superficie de la banda se ha reducido o anulado en gran medida, lo que permite realizar el revestimiento metálico de la banda por inmersión en la misma instalación durante el mismo proceso, esto sin generar un defecto de revestimiento con los niveles de calidad actuales. Por este procedimiento, el enfriamiento de la banda, según el estado de la técnica para permitir su decapado a baja temperatura, y su calentamiento, desde temperatura ambiente o cerca de temperatura ambiente para el revestimiento, ya no son necesarios. El procedimiento de recocido y galvanizado es continuo. La pérdida significativa de energía del procedimiento según el estado de la técnica se suprime porque los tiempos para realizar las diferentes operaciones sobre diferentes equipos ya no son necesarios. La realización del revestimiento metálico mediante galvanizado por inmersión según las técnicas actuales permite conservar los niveles de calidad esperados por la industria aguas abajo, lo que no era el caso con electrogalvanizado.

25 La invención consiste, aparte de las disposiciones mencionadas anteriormente, en un cierto número de otras disposiciones que se discutirán más explícitamente a continuación en relación con realizaciones ejemplares descritas con referencia a los dibujos adjuntos, pero que no son en absoluto limitantes. En estos dibujos:

- 35
- La Fig. 1 es una vista esquemática de una línea continua, según el estado de la técnica, para el tratamiento térmico de una banda de acero.
 - La Fig. 2 es una vista similar a la Fig. 1 de una línea continua, según la invención, para el tratamiento térmico de una banda de acero.
 - 40 - La Fig. 3 es una vista frontal de una parte vertical de la banda de acero con zonas de tipo tablero de ajedrez para el control de las boquillas de proyección proporcionadas por un algoritmo de pilotaje, y
 - La Fig. 4 es una representación gráfica de diferentes curvas de enfriamiento de la banda, siendo el tiempo representado en la abscisa y la temperatura de la banda en la ordenada.

45 La Fig. 1 presenta una línea de recocido-galvanizado vertical según el estado de la técnica. Se entiende que el mismo procedimiento puede realizarse en una línea horizontal.

50 La banda de acero 1 pasa sucesivamente a través de una cámara de precalentamiento 2 y luego una cámara de calentamiento 3 sobre conjuntos de rodillos 4. En este ejemplo, la banda luego pasa a través de la cámara 5 que corresponde al enfriamiento lento, la cámara 6, que corresponde al enfriamiento clásico o rápido por chorros de gas sobre la banda a partir de las cajas de enfriamientos 7, y la cámara 8, que es una cámara de mantenimiento. La banda es llevada por una funda debajo de la atmósfera 9 y sumergida en uno de sus extremos en un baño de zinc o metales fundidos 11 a través de un rodillo 10.

55 Las cámaras de enfriamiento rápido por pulverización de líquido sobre la banda están aisladas de las cámaras aguas arriba y aguas abajo del horno mediante esclusas de separación de atmósfera. Para la implementación del procedimiento según la invención, esta estanqueidad se refuerza con el fin de evitar la salida de vapores, por ejemplo, de agua y de ácido presentes en la cámara de enfriamiento rápido, en particular mediante el uso de esclusas 14, 17 (Fig. 2) tales como las descritas en FR 2 903122 o de tecnologías comparables. La función de estas esclusas es separar la atmósfera de la cámara de enfriamiento húmeda de las cámaras aguas arriba y aguas abajo y limitar el paso de atmósfera que contiene vapores de ácidos o compuestos químicos utilizados para la reducción de óxidos presentes en la superficie de la banda. Las extracciones de atmósfera 13, 16 (Fig. 2) permiten evacuar los vapores de ácidos hacia un sistema de retratamiento fuera de la zona de enfriamiento.

65 También se entiende que la línea que implementa el procedimiento según la invención está equipada con un circuito de tratamiento (no representado) del líquido de enfriamiento del tipo conocido para el enfriamiento, la separación de

los productos químicos formados por la reducción de óxidos, así como de posibles cuerpos extraños, pero también de equipos específicos (no representados) para el control de la composición del líquido de enfriamiento, en particular, del valor de pH en función del estado de la banda y de su nivel de oxidación en la entrada a la zona de enfriamiento.

5 La zona de enfriamiento rápida húmeda con presencia de soluciones ácidas o corrosivas se realiza de materiales resistentes a estos compuestos químicos, en fase líquida o de fase vapor, en particular, aceros inoxidable o materiales sintéticos para las tuberías de alimentación y de retorno de los productos de enfriamiento.

10 Los enfriamientos rápidos, tales como los implementados en la invención, provocan restricciones significativas que pueden llegar a provocar deformaciones permanentes en la superficie del producto, pudiendo estas deformaciones ser prohibitivas para la producción de productos de calidad comercial.

15 Según la invención, la parte de la banda presente en la zona de enfriamiento está dividida (Fig. 3) por el cálculo según la altura de la banda y su anchura, cada una de las cajas así obtenidas está sujeta a una determinación de las restricciones en el material causadas por el enfriamiento para verificar que estas restricciones estén por debajo del límite admisible por el material. A propósito de eso, puede hacerse referencia al documento EP 1994188/WO 2007 096502, a nombre de la empresa de solicitante. El resultado de este cálculo se entrega al ordenador (no representado) de la línea con el fin de modular de los parámetros de enfriamiento, tales como la velocidad del gas de enfriamiento y la cantidad de agua o de líquido proyectada sobre la banda. Por este medio, cada parte de la banda está sujeta a un cálculo de optimización de enfriamiento para respetar los objetivos metalúrgicos sin provocar deformación permanente en la superficie de la banda.

La Fig. 2 presenta una línea de galvanizado vertical según la invención. Las cámaras aguas arriba y aguas abajo de la zona de enfriamiento rápido 6 no cambian, con respecto a la Fig. 1.

25 La zona de enfriamiento rápido 6 se aísla de las cámaras aguas arriba 5 y aguas abajo 8 mediante las esclusas 14 y 16 según tecnologías conocidas, en particular según el documento FR 2 809 418 con una extracción de gas 13 y 15 destinada a garantizar la ausencia de comunicación entre las atmósferas de la cámara de enfriamiento húmeda 6 y las cámaras aguas arriba y aguas abajo.

30 Un túnel de comunicación 17 entre las cámaras aguas arriba 5 y aguas abajo 8 de la cámara de enfriamiento rápido 6 permite evitar las comunicaciones de atmósferas entre estas cámaras en caso de que haya una diferencia de presión entre las cámaras 5 y 8.

35 El enfriamiento rápido de la banda 1 se obtiene por proyección de un líquido sobre la banda, de una combinación de proyección de líquido por una serie de boquillas (no visibles) y de atmósfera por una serie independiente de boquillas o por la creación de una mezcla de atmósfera y de líquido por una serie de boquillas combinadas. Estos equipos están representados por las cajas 12 dispuestas a lo largo de la banda sobre una hebra vertical, la banda desfila de forma preferente en vertical de arriba a abajo para que el flujo por gravedad del líquido de enfriamiento pueda efectuarse hacia las temperaturas de bandas más frías.

40 Cada uno de los procedimientos de enfriamiento enumerados anteriormente está equipado con medios de regulación de su eficacia que permiten controlar el coeficiente de intercambio de calor con la banda en función de su temperatura, del tipo de curva de enfriamiento a realizar para obtener la estructura metalúrgica deseada y evitar la formación de defectos superficiales tales como pliegues u ondulaciones.

45 La Fig. 3 presenta el principio de funcionamiento de este sistema de control de enfriamiento de la banda. Se ve en la vista frontal la parte de la banda 1 presente en la zona de enfriamiento rápido 6 con el rodillo superior 18 e inferior 19. En esta sección de banda, una parte denotada L corresponde a la zona de las cajas de enfriamiento. Esta longitud L se divide verticalmente en una pluralidad de segmentos L1, L2... L7 en este ejemplo y horizontalmente según tres partes para el lado de Operadores O, para el Centro C y para el lado del Motor M. Esto da las zonas en este ejemplo 50 las zonas L4O, L4C y L4M. El número de zonas horizontales y verticales no está limitado, cada zona puede tener una dimensión diferente de las otras zonas para corresponder a la disposición de las cajas de enfriamiento, singularidades tales como, en particular, la presencia de rodillos estabilizadores, o para permitir una precisión de control más significativa, en particular, en las zonas donde el riesgo de formación de pliegues u ondulaciones sobre la superficie de la banda es significativo.

Los medios de enfriamiento están diseñados para corresponder al corte por zonas de la parte enfriada de la banda, en particular, con válvulas de regulación pilotadas por el sistema de control de línea para ajustar la presión o el caudal del fluido en función del coeficiente de intercambio a obtener.

60 El sistema de control de línea comprende un conjunto de algoritmos para calcular las restricciones inducidas en el material de la banda en función del enfriamiento deseado, por ejemplo, pasar una banda de temperatura de 850 °C a 470 °C en aproximadamente 1,5 segundos, y optimizará la curva de enfriamiento para limitar las restricciones en la banda durante este enfriamiento.

65 La Fig. 4 presenta este tipo de enfriamiento entre 850 °C y 470 °C durante un tiempo t:

- La curva C1 muestra bajas pendientes de enfriamiento para altas temperaturas vecinas de 850 °C y mayores pendientes para temperaturas vecinas de 470 °C,
- La curva C2 muestra una pendiente de enfriamiento lineal entre la temperatura inicial de 850 °C y la temperatura final de 450 °C, Nota: o menos si el ciclo térmico lo hace necesario.
- La curva C3 presenta mayores pendientes de enfriamiento para las temperaturas más altas alrededor de 850 °C y pendientes más bajas en las proximidades de 470 °C.

10 La curva de enfriamiento longitudinal se puede optimizar para pilotar los accionadores, y las boquillas de proyección líquida, que equipan las zonas L1 a L7 para obtener el resultado final sin provocar defectos superficiales sobre la banda.

15 Asimismo, el perfil de temperatura transversal de la banda, por ejemplo, en la entrada del horno o en la entrada de la sección de enfriamiento, se puede integrar en el cálculo para pilotar los accionadores y las boquillas de las zonas transversales para compensar un perfil preexistente o crear voluntariamente un perfil de temperatura deseado sobre la banda.

20 Los medios de medición de temperatura (no representados) pueden usarse aguas arriba o aguas abajo de la zona de enfriamiento por el sistema de control del horno con el fin de, en particular, compensar un nivel o perfil de temperatura existente en la entrada de la zona de enfriamiento o, mediante una medición a la salida de esta zona de enfriamiento, modificar las instrucciones de los accionadores para obtener el efecto requerido.

25 Según una variante de implementación de la invención, se tiene en cuenta la eficacia del decapado y la reducción de los óxidos obtenidos al implementar el procedimiento. Se hace posible abandonar las zonas de calentamiento, correspondientes a las cámaras 3 y 5, con atmósferas menos elaboradas, por ejemplo, con una tasa de hidrógeno más reducido, típicamente inferior al 5 %, por lo tanto, menos reductoras, posiblemente incluso con aire. La oxidación superficial de la banda obtenida durante el calentamiento se facilita en estas atmósferas menos reductoras, y tiene el efecto de aumentar el coeficiente de emisividad de la banda, lo que aumenta la eficacia del calentamiento radiativo y permite reducir el tamaño y el coste de las instalaciones. Dicha línea será más compacta y, por lo tanto, con un menor coste de inversión y menor coste operativo, al tiempo que permite la realización de acero mejorado con respecto al estado de la técnica.

30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento térmico continuo de una banda de acero según el cual:

- 5 - la banda pasa a través de cámaras sucesivas de tratamiento térmico,
- un enfriamiento rápido de la banda, en particular, superior a 200 °C/s, se efectúa en al menos una de las cámaras por proyección sobre la banda de líquido, o proyección de un fluido compuesto de gas y líquido o proyección de una combinación de gas y líquido de tipo niebla,
- 10 - y, después del enfriamiento rápido, se deposita una capa metálica protectora sobre la banda por inmersión,

caracterizado por que:

- 15 - el fluido proyectado para el enfriamiento rápido de la banda es un fluido con propiedad decapante con respecto a óxidos de hierro u otros elementos de aleaciones contenidos en el acero a tratar, para limitar la oxidación de la banda y reducir los óxidos que pueden haberse formado sobre la banda para reducir o anular los defectos superficiales durante la operación de revestimiento metálico por inmersión,
- el fluido se proyecta a una presión y a una distancia de la banda tales que el efecto combinado de la propiedad decapante y de la acción mecánica del fluido proyectado reduce la capa de óxidos en la superficie de la banda,
- 20 - y por que la temperatura de la banda al final del enfriamiento rápido es superior a 200 °C y es la necesaria para realizar el ciclo de tratamiento deseado, en particular comprendida entre 200 y 750 °C.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, que consta de una implementación de un sistema de control de los parámetros del procedimiento de reducción, en particular, la proyección del fluido sobre la banda, con el fin de alcanzar las cantidades de óxidos residuales compatibles con el procedimiento o la calidad del producto buscados.

25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en donde el fluido de enfriamiento es proyectado por unas boquillas sobre la banda, que consta de una adaptación de los parámetros de enfriamiento de la banda por el ajuste de las cantidades de líquido inyectado sobre la banda por cada boquilla y por cada sección de la anchura de la boquilla con el fin de realizar una curva teórica de enfriamiento en función del procedimiento metalúrgico a realizar.

30 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el líquido con propiedad decapante proyectado sobre la banda es una solución ácida de pH inferior a 5, en particular, una solución de ácido fórmico o bórico.

35 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el líquido proyectado sobre la banda comprende aditivos, en particular, tensioactivos o agentes humectantes, en particular, inhibidores de corrosión, en particular, benzotriazol.

40 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el líquido se proyecta a una presión inferior a 1 bar para los procedimientos a bajas presiones y a una distancia de la banda comprendida entre 40 y 250 mm.

45 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el líquido se proyecta a una presión superior a 5 bar para los procedimientos a altas presiones y a una distancia de la banda comprendida entre 40 y 250 mm.

50 8. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde las zonas de calentamiento situadas aguas arriba de la zona de enfriamiento rápido se encuentran en una atmósfera poco reductora con una tasa de hidrógeno inferior al 5 % o con aire, de manera que se facilite la formación de óxidos, mejorando la capa de óxidos la eficacia de los intercambios térmicos en la o las cámaras de calentamiento, y reduciéndose a continuación estos óxidos formados por la proyección del fluido de enfriamiento con el fin de alcanzar las cantidades de óxidos residuales compatibles con el procedimiento o la calidad del producto buscado.

55 9. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la altura de la banda enfriada por el fluido de enfriamiento se ajusta en función de la velocidad de la línea o de las características de la banda o de las temperaturas de entrada y de salida de la banda.

60 10. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, que consta de una implementación de un algoritmo de cálculo del riesgo de formación de pliegues en la superficie de la banda para ajustar las pendientes de enfriamiento longitudinales y transversales.

11. Línea continua de tratamiento térmico de una banda de acero, para la implementación de un procedimiento según la reivindicación 1, que consta de:

- 65 - cámaras sucesivas de tratamiento térmico atravesadas por la banda,
- constando al menos una de las cámaras de medios de enfriamiento rápido, en particular, superior a 200 °C/s,

comprendiendo estos medios de enfriamiento boquillas para una proyección sobre la banda de líquido, o una proyección de fluido compuesto de gas y de líquido o de una proyección de una combinación de gas y de líquido de tipo niebla,

5 - y, a continuación de las cámaras, un equipo para depositar una capa metálica protectora sobre la banda, en particular, un equipo de revestimiento metálico por inmersión,

10 **caracterizada por que** consta de medios de alimentación de las boquillas de proyección de un líquido con propiedad decapante con respecto a los óxidos de hierro u otros elementos de aleaciones contenidos en el acero a tratar, habiendo podido formarse sobre la banda, siendo dichas boquillas adecuadas para proyectar una solución ácida de pH inferior a 5,

15 y por que la presión de alimentación de las boquillas y la distancia de las boquillas a la banda son cada una suficiente, independientemente entre sí, para que el efecto combinado de la propiedad decapante y de la acción mecánica del líquido proyectado elimine la capa de óxidos de hierro u otros elementos de aleaciones contenidos en el acero a tratar, que se ha podido formar sobre la banda, conservando una temperatura de banda, al final del enfriamiento rápido, superior a 200 °C.

20 12. Línea según la reivindicación anterior, en donde las zonas de tratamientos situadas aguas arriba de la zona de enfriamiento rápido se encuentran en una atmósfera poco o nada reductora, en particular, con una tasa de hidrógeno inferior al 5 %, o con aire para favorecer la formación de óxidos en la superficie de la banda durante el calentamiento, realizándose la reducción de estos óxidos por la proyección del fluido de enfriamiento con el fin de alcanzar las cantidades de óxidos residuales compatibles con el procedimiento o la calidad del producto buscados.

25 13. Línea según la reivindicación 11 o 12, que comprende al menos una esclusa de separación de atmósfera (14, 16) en la entrada y salida de la cámara de enfriamiento (6) para aislar esta cámara que constituye una zona húmeda, estando las cámaras aguas arriba (5) y aguas abajo (8) en una atmósfera seca.

30 14. Línea según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el control de las boquillas de proyección del fluido de enfriamiento está asegurado por un algoritmo de pilotaje de tipo tablero de ajedrez que permite controlar el enfriamiento de la sección de banda presente en esta zona de enfriamiento según una dirección paralela al eje de la banda y una dirección perpendicular al eje de la banda con el fin de reducir la aparición de deformaciones en la superficie de la banda.

35 15. Línea según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, que comprende una zona de enjuague y secado de la banda en la salida de la zona de enfriamiento rápido.

Fig. 1

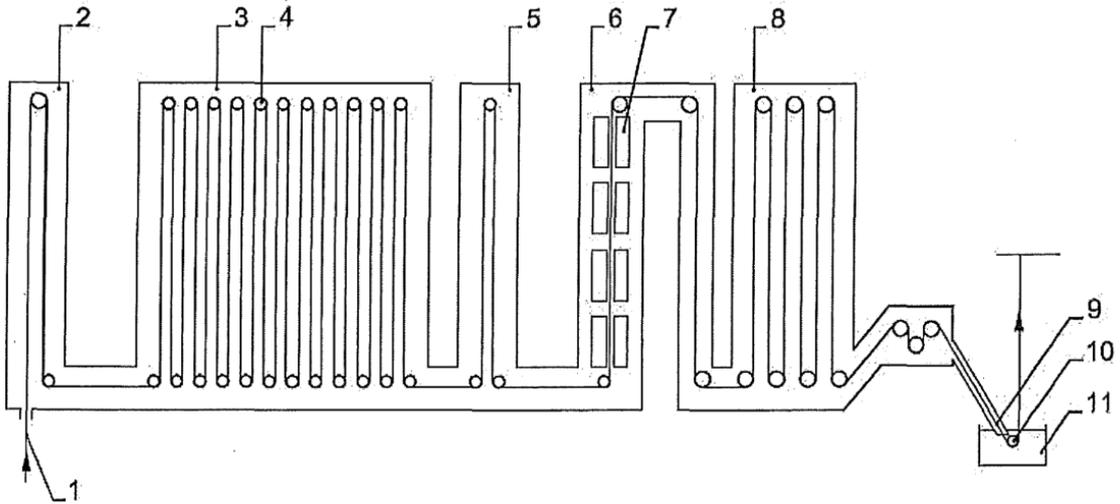


Fig. 2

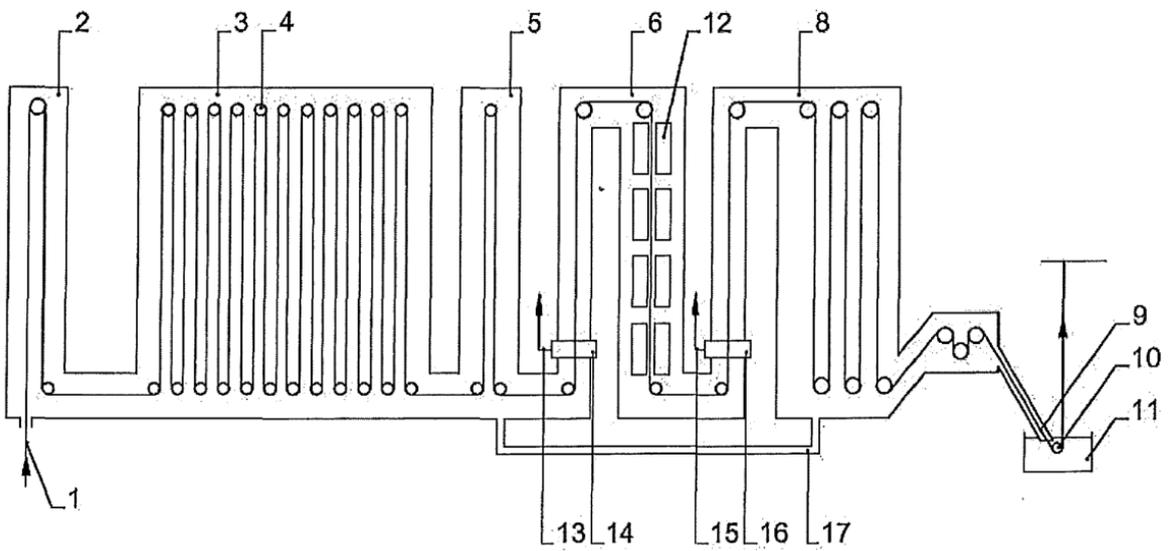


Fig. 3

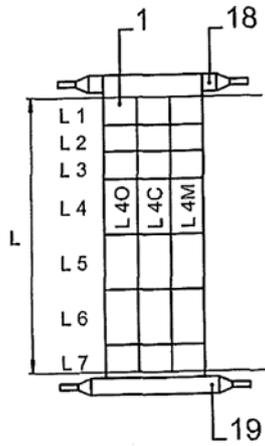


Fig. 4

