

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 631**

51 Int. Cl.:
B21B 27/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07855376 .5**
96 Fecha de presentación: **20.12.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2114584**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.11.2009**

54 Título: **DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO DE ENFRIAMIENTO DE CILINDROS DE LAMINADO EN RÉGIMEN ALTAMENTE TURBULENTO.**

30 Prioridad:
09.02.2007 BE 200700055

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.01.2012

73 Titular/es:
**Centre De Recherches Metallurgiques ASBL -
Centrum Voor Research In De Metallurgie vzw
Boulevard de la Plaine 5
1050 Bruxelles, BE**

72 Inventor/es:
**UIJTDEBROEKS, Hugo;
VAN POECKE, Patrick;
VANDERSCHUEREN, Dirk y
NOVILLE, Jean-François**

74 Agente: **Curell Aguilá, Mireya**

ES 2 372 631 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

Dispositivo y procedimiento de enfriamiento de cilindros de laminado en régimen altamente turbulento.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención se refiere a un nuevo procedimiento de enfriamiento de los cilindros (o rodillos) de laminado, eventualmente de diámetro variable, basado en un régimen de flujo altamente turbulento (*high turbulence cooling*, HTC). El procedimiento se denomina enfriamiento de rodillos de trabajo en régimen altamente turbulento (*high turbulence work roll cooling*, HTRC).

La invención se refiere asimismo al dispositivo para la realización del procedimiento.

El documento JP-A-03142009 describe una caja de laminación según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 **Antecedentes tecnológicos y estado de la técnica**

El calentamiento de los cilindros de laminado en caliente se debe a la transmisión de calor a los rodillos por conducción a partir del producto, tal como una banda metálica, en curso de laminado. Estos últimos años, el enfriamiento de los cilindros de laminado ha sido estudiado de forma intensiva a causa de la gran influencia de éste en la degradación de dichos cilindros (desgaste) a consecuencia de la fatiga termomecánica generada y en el control del abombado de los cilindros. La degradación de los cilindros tiene una gran influencia en la calidad del producto.

Una instalación típica de enfriamiento de cilindros de trabajo de una caja de laminación se describe por ejemplo en los documentos JP-A-2001 340908, JP-A-2001 001017, JP-A-07 116714, JP-A-05 104114, JP-A-63 39712, JP-A-61 176411, etc. Unos tubos o módulos o cubetas de agua de enfriamiento están equipados con pulverizadores y colocados alrededor de cada cilindro, con unos medios de alimentación de agua de enfriamiento. En asociación con el cilindro superior y el cilindro inferior están dispuestas unas placas de guiado del agua de enfriamiento. Estas placas están provistas de un rascador, por ejemplo recubierto de caucho, asociado a cada uno de los cilindros para impedir que el agua fluya sobre el producto en curso de laminado.

Un problema importante a resolver en el caso del enfriamiento de cilindros de trabajo es la obtención de un enfriamiento homogéneo sobre la anchura y sobre la circunferencia. Existen unas soluciones en las que los flujos proporcionados por los diferentes aspersores de un módulo de enfriamiento se regulan individualmente, en función de datos proporcionados por un sensor tal como un termómetro infrarrojo (por ejemplo JP-A-12 24105). Otra solución consiste en utilizar unos cabezales que presentan unos orificios de inyección de agua repartidos según un diseño apropiado, en la dimensión axial y en la dimensión circunferencial (JP-A-10 291 011). Una tercera solución es utilizar un cabezal de aspersor motorizados sobre unas guías laterales (EP-A-0 599 277).

Unos autores recientes reconocen por una parte que un impacto de los aspersores que se encuentran lo más cerca posible de la separación entre cilindros (rollgap) se traduce por una mayor eficacia y por otra parte que el enfriamiento intensivo por aspersores planos tiene una menor influencia en la temperatura del rodillo que la superficie cubierta (YE, X, y SAMAVASEKARA, I.V, *The Role of Spray Colling on Thermal Behaviour and Crown Development in Hot Strip Mill Work Rolls*, Transactions of the ISS, Julio 1994, p. 49). Una posible consecuencia de la aplicación del enfriamiento del rodillo en la proximidad del punto de salida del rodillo es un aumento del gradiente de tensiones en la superficie del rodillo y una agravación del fisurado ("fire crazing"), pero con una temperatura bajo la superficie de rodillo más baja (SEKIMOTO *et al*, SEISI Quarterly, Abril 1977, p. 48).

Es conocido que el tipo de inyector (o aspersor) utilizado en el enfriamiento de rodillos tiene un efecto significativo sobre los valores HTC VAN STEDEN y TELLMAN, en *A new method of designing work roll cooling system for improved productivity and strip quality*, Fourth International hot Rolling Conference, Deauville, Francia, 1987, han comparado las prestaciones de aspersores con chorro plano, cuadrado u oval midiendo la respuesta térmica de una placa fijada a un cilindro después de un calentamiento a 400°C seguido de un enfriamiento por pulverización de agua, cuando el cilindro es puesto en rotación. Se han obtenido unos valores que van hasta 140 kW/m².K para la gama de aspersores considerados. Este trabajo ha mostrado que el valor HTC más alto, relativo al pico de pulverización es alcanzado por el aspersor de tipo de chorro plano. Sin embargo, este estudio ignora manifiestamente el hecho de que las mismas prestaciones de enfriamiento se pueden obtener por un aspersor que tiene un valor HTC de pico menor, pero cuyo chorro es aplicado sobre una parte mucho más grande de la superficie del rodillo. Se constatan por tanto diferencias significativas en la bibliografía en lo que se refiere a la vez al valor HTC relacionado con el aspersor y la adecuación de diferentes tipos de aspersores para el enfriamiento efectivo de rodillos.

Es cierto que, en el laminado de bandas planas, se pueden mejorar aún los sistemas de enfriamiento basados en unos aspersores de chorro plano. Sin embargo, estas mejoras son limitadas y los costes son muy importantes por cuanto que se trabaja a altas presiones y a altas velocidades de flujo.

En los últimos años, se han patentado diferentes tecnologías de enfriamiento alternativas sobre la base de cabezales situados en la proximidad de la superficie del cilindro de trabajo y con una circulación de flujo (por ejemplo EP-A-919 297, JP-A-11 033 610). No se conoce sin embargo ninguna aplicación industrial de estos sistemas de enfriamiento. Así, se conocen también unos dispositivos de enfriamiento de rodillo en los que un cabezal de enfriamiento está conformado para asegurar un guiado del agua en la superficie del rodillo. La superficie del cabezal está separada del rodillo por un intervalo en el que circula el agua de enfriamiento, creando una especie de "encamisado" (JP-A-61 266 110, JP-A-63 303 609, JP-A-20 84205). El agua puede o bien ser traída por un extremo del cabezal y evacuada por el otro extremo (JP-A-20 84205), o bien ser conducida por los dos extremos y ser evacuada por el centro (EP-A-919 297, siendo la evacuación realizada a través del cabezal mismo impidiendo unos sistemas de rascadores la fuga a lo largo de la circunferencia de los rodillos. La evacuación hacia el exterior puede también ser efectuada entre un extremo del cabezal y la superficie del rodillo (JP-A-11 277 113). En el documento JP-A-58 047502, se describe además una zapata de enfriamiento deformable por medio de resortes para poder adaptarse a la superficie del rodillo.

En estos sistemas, no hay pulverizadores de alimentación de agua repartidos sobre toda la superficie del cabezal de enfriamiento, sino en general un solo pulverizador.

El solicitante ha empezado a examinar las tecnologías alternativas de enfriamiento en 1993. Se han realizado unos ensayos con un cabezal de enfriamiento en régimen altamente turbulento y a baja presión (*High Turbulence Low Pressure* HTLP) y con un cabezal de enfriamiento con cojín de agua (*Water Pillow Cooling*, WPC), situado más allá del rascador. Estas dos tecnologías permiten crear una gran turbulencia en la superficie del rodillo. De esta manera, se obtiene un motivo de enfriamiento muy homogéneo. Unas simulaciones previas de enfriamiento altamente turbulento han mostrado el potencial de esta tecnología para el enfriamiento de los cilindros de trabajo. El enfriamiento altamente turbulento reduce la fatiga térmica y por consiguiente, la degradación de la superficie del cilindro de trabajo. Además, para el mismo flujo de calor disipado durante el enfriamiento, esta tecnología requiere una velocidad de flujo y una presión menores en comparación con las configuraciones tradicionales de enfriamiento por vaporización con chorro plano.

Objetivos de la invención

La presente invención prevé proporcionar una solución que permita liberarse de los inconvenientes del estado de la técnica.

En particular, la presente invención tiene por objetivo proporcionar un enfriamiento eficaz de los cilindros de laminado garantizando al mismo tiempo una reducción de la fatiga termomecánica y por consiguiente, una degradación menor de la superficie de los cilindros.

La invención tiene asimismo por objetivo requerir, con intercambio técnico equivalente, una velocidad de flujo y una presión de agua menores que los sistemas de enfriamiento del estado de la técnica, en particular los de chorro plano.

La presente invención tiene asimismo por objetivo concebir un dispositivo de enfriamiento capaz de adaptarse fácilmente a unos cilindros de diámetro variable.

Principales elementos característicos de la invención

Un primer objeto de la presente invención se refiere a un dispositivo de enfriamiento de un cilindro de trabajo que pertenece a una caja de laminación de un producto largo o plano, caracterizado porque comprende un cabezal de enfriamiento que se presenta en forma de un cajón esencialmente estanco en sí mismo, con excepción de una cara delantera que se encuentra a corta distancia de dicho cilindro y en la que se ha mecanizado una pluralidad de aspersores o posicionada según un diseño en dos dimensiones, siendo dicho cajón, provisto de medios de alimentación de líquido de enfriamiento, cóncavo y cilíndrico a nivel de su cara delantera con un radio tal que, cuando el dispositivo está en posición de trabajo, la distancia según la dirección radial entre dicha cara delantera y la superficie del cilindro va creciendo a partir del extremo del cajón más próximo a la separación entre cilindros y alejándose del producto en curso del laminado.

Según la invención, el cabezal de enfriamiento está equipado con una placa inferior transversal dispuesta longitudinalmente con respecto al cilindro y situada a una distancia del cilindro tal que dicha placa inferior coopera con la cara delantera del cajón, de manera que asegure el control del flujo del líquido de enfriamiento y el confinamiento de éste en forma de un cojín de agua altamente turbulento. La presencia de esta placa inferior transversal es obligatoria en el caso de cilindros de pequeño diámetro.

Ventajosamente, el cabezal de enfriamiento está provisto además de placas laterales regulables dispuestas por el lado de los extremos transversales del cilindro y situadas a una distancia del cilindro tal que dichas placas laterales cooperen con la cara delantera del cajón y con la placa inferior transversal, de manera que aseguren el control del

flujo de líquido de enfriamiento y el confinamiento de éste en forma de un cojín de agua altamente turbulento.

Ventajosamente, la curvatura de las placas laterales corresponde con la curvatura máxima de los cilindros utilizados en la instalación.

5 Según una forma de realización preferida, la cara delantera comprende una placa o una chapa en la que están posicionados o mecanizados los aspersores, cuyos orificios están constituidos por pequeños orificios de sección axial recta.

10 Preferentemente también, los orificios de los aspersores son de sección transversal redonda, cuadrada u oval.

Ventajosamente, el radio de la superficie cóncava cilíndrica de la cara delantera tiene un valor superior a un valor máximo de radio de cilindro predeterminado, que limita la gama de tamaño de cilindros que se puede utilizar.

15 Siempre según la invención, el diseño de mecanizado de los aspersores se elige para hacer el enfriamiento del cilindro lo más homogéneo posible en toda la superficie del cilindro y en particular sobre la anchura del cilindro.

Ventajosamente, el diseño de mecanizado de los aspersores está definido por el número, la posición y el diámetro o el tamaño de los orificios en la placa de dicha cara delantera.

20 Según otra forma de realización preferida, los orificios se mecanizan según una red determinada y el diseño citado se obtiene obturando algunos orificios.

Ventajosamente, el líquido de enfriamiento comprende agua.

25 Otro objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento de enfriamiento de un cilindro de trabajo que pertenece a una caja de laminación de un producto largo o de un producto plano, en particular de una banda metálica, que utiliza el dispositivo citado, caracterizado porque:

30 - se dispone el cabezal de enfriamiento en la proximidad de la superficie del cilindro para crear un espacio comprendido entre 5 y 200 mm entre la cara delantera del cajón y dicha superficie del cilindro, creciendo dicho espacio a partir de la separación entre cilindros y alejándose del producto en curso de laminado;

35 - se alimenta el cabezal de enfriamiento con líquido de enfriamiento, preferentemente agua, y se inyecta este agua en dicho espacio a través de aspersores que presentan un orificio de diámetro comprendido entre 1 y 6 mm;

- se regula la presión de líquido de enfriamiento a un valor comprendido entre 1 y 6 bar y el caudal específico entre 100 y 500 m³/hora/m², para crear en el espacio citado un cojín de líquido en régimen altamente turbulento.

40 Preferentemente, la presión de líquido de enfriamiento en el cajón es inferior a 4 bar.

Preferentemente también, la presión de líquido de enfriamiento está comprendida entre 2 y 4 bar.

45 Siempre según el procedimiento de la invención, se regula la distancia entre la placa inferior transversal y el cilindro de manera que se obtenga en el intersticio un caudal de líquido específico comprendido entre 2 y 10 m/s, y preferentemente superior a 3 m/s.

Preferentemente, las placas laterales están reguladas para tener una abertura mínima comprendida entre 0 y 10 mm.

50 **Breve descripción de las figuras**

Las figuras 1A y 1B representan esquemáticamente dos formas de realización que muestran el principio de un cabezal de enfriamiento de cilindros de trabajo sobre una línea de laminado en caliente según el estado de la técnica (aspersores planos).

Las figuras 2A a 2D representan esquemáticamente varias formas de realización que muestran el principio de dicho cabezal de enfriamiento en el caso de la presente invención (enfriamiento altamente turbulento).

60 La figura 3 representa gráficamente la evolución de la temperatura en el curso del tiempo, en diferentes posiciones del cilindro de trabajo respectivamente en una instalación convencional a 8 bar de presión y en el caso de la instalación HTRC según la presente invención, a 2,4 bars de presión y con unas placas de guiado del agua.

La figura 4 muestra una implantación industrial de un cabezal de enfriamiento HTRC.

65 La figura 5 muestra gráficamente las características de enfriamiento de la instalación según la invención a baja

presión (únicamente a nivel del cilindro inferior) por comparación con el enfriamiento con chorro plano a alta presión según el estado de la técnica.

5 La figura 6 muestra la degradación de la superficie de los cilindros superior e inferior respectivamente en el caso de 3 configuraciones HTRC y una configuración según el estado de la técnica.

La figura 7 muestra el estado de superficie de un cilindro después de una campaña de laminado utilizando respectivamente un enfriamiento según el estado de la técnica (a la izquierda) y un enfriamiento HTRC según la presente invención (a la derecha).

10

Descripción de una forma de realización según el estado de la técnica.

15 Las figuras 1A y 1B muestran esquemáticamente una instalación de enfriamiento de rodillos de trabajo en un laminador, según el estado de la técnica, con, en este ejemplo, o bien unos aspersores montados sobre unos tubos independientes (figura 1A), o bien unos aspersores dispuestos sobre un módulo (figura 1B). El par de rodillos comprende un rodillo superior 1 y un rodillo inferior 2 que gira en sentido contrario para hacer avanzar la banda de acero 3. A nivel del rodillo superior se encuentra un dispositivo de enfriamiento 4A, con sus accesorios de regulación, provistos de aspersores planos 40 que están frente al rodillo superior 1. A nivel del rodillo inferior se encuentra un dispositivo de enfriamiento 4B, con sus accesorios de regulación, provistos de aspersores planos 40 que están frente al rodillo inferior 2.

20

En el dispositivo de la figura 1A, los aspersores están dispuestos sobre 4 tubos mientras que en el dispositivo de la figura 1B, los aspersores están dispuestos en un módulo 4A, 4B.

25 En general, la distancia entre los aspersores y el cilindro es de 150-500 mm, lo cual no permite utilizar unos cilindros de diferentes diámetros con un solo dispositivo de enfriamiento.

Descripción de varias formas de realización preferidas de la invención.

30 Según la invención, representada en las figura 2A a 2D, el cabezal de enfriamiento está concebido para utilizar la tecnología WPC, es decir con vistas a crear un cojín de agua altamente turbulento entre el cabezal de enfriamiento y la superficie del rodillo de trabajo. La turbulencia es provocada por la inyección de agua a baja presión en el cojín de agua a través de los aspersores de chorro recto desarrollados por el solicitante.

35 Según las figuras 2A a 2D, la instalación de enfriamiento según la invención se compone de un cajón superior 6A que está frente al rodillo superior 1 y de un cajón inferior 6B que está frente al rodillo inferior 2. Cada cajón 6A, 6B, comprende una superficie cóncava 42 enfrentada al rodillo correspondiente 1, 2. Esta superficie cóncava 42 está constituida por una pared provista de una pluralidad de orificios de tamaño determinado que forman unos aspersores rectos 41 y que forman un diseño determinado. La superficie cóncava 42 puede cubrir ventajosamente una mayor parte de circunferencia en el caso del cilindro superior 1 que en el caso del cilindro inferior 2.

40

El cojín de agua está formado en el espacio limitado por el rodillo y el cabezal de enfriamiento, pero también, en caso necesario, por una guía inferior transversal 7 (figura 2B) y/o por unas guías transversales 5, 7 y laterales 8 (figuras 2C y 2D). Eventualmente, las guías laterales 8 pueden estar montadas de manera ajustable en función del diámetro del rodillo. Las propiedades del cojín de agua son también función del caudal de agua. El agua calentada fluye hacia el exterior por gravedad o bajo el efecto de la presión a nivel de los intersticios entre los cilindros y las guías, sin ningún dispositivo de evacuación suplementario.

45

La forma del cabezal de enfriamiento así como el diseño de distribución de los aspersores de chorro recto son específicos del presente desarrollo, en particular en lo que se refiere a la consideración de las variaciones de diámetro, de los cambios automáticos de rodillos de trabajo, para el control de los perfiles de rodillos, las exigencias de mantenimiento, así como el desplazamiento y la curvatura de los rodillos de trabajo.

50

Según la invención, la forma del cabezal de enfriamiento ha sido mecanizada para obtener un enfriamiento intensivo próximo a la separación entre rodillos. La distancia entre la superficie del cabezal y la superficie del rodillo de trabajo va así disminuyendo en dirección al extremo del cabezal más próximo a la separación entre rodillos 9, donde esta distancia es la más pequeña. Con vistas a considerar las variaciones de diámetro, el radio de la parte cóncava del cabezal de enfriamiento debe ser mayor que el radio máximo posible del rodillo de trabajo. Además, como se ya ha mencionado, unas placas transversales 5, 7 y laterales 8 adaptables han sido previstas para controlar el flujo de agua pero también para asegurar la formación y la estabilización del cojín de agua (figuras 2C y 2D).

55

60

El diseño de distribución de los aspersores de chorro recto ha sido seleccionado para obtener una homogeneidad óptima de la turbulencia en el cojín de agua y también para controlar la evolución térmica y el abombado del cilindro, tomando en cuenta la distribución de agua diferencial sobre toda la anchura del rodillo de trabajo.

65

La figura 3 muestra una comparación de la disminución de temperatura en el curso del tiempo de la sonda Cryotron

5 utilizada para determinar el coeficiente de transferencia, entre una instalación convencional 21 (en gris) de enfriamiento con aspersores planos que trabajan bajo una presión de agua de 8 bar y una instalación 22 (en negro) según la invención, con placas tales como las descritas, que trabajan bajo una presión de 2, 4 bar (únicamente a nivel del cilindro inferior). Se han trazado diferentes curvas en cada caso que corresponde a diferentes puntos de medición sobre la circunferencia del cilindro. La figura 3 muestra que hay una homogeneidad de enfriamiento mucho mayor en el caso del dispositivo de la invención.

10 Se ha realizado un ensayo industrial con éxito en un laminador en caliente con un prototipo de cabezal HTRC (véase la figura 4, módulo HTRC sobre el cilindro inferior y módulo de enfriamiento convencional sobre el cilindro superior). Las principales ventajas del nuevo sistema son un consumo bajo de energía, la homogeneidad de la distribución del agua de enfriamiento, un mayor rendimiento de enfriamiento y una dispersión menor en la temperatura medida en la superficie del cilindro.

15 La figura 5 muestra el diferencial de temperatura entre los cilindros inferior y superior en función de la posición de la medición en anchura sobre el rodillo, contada a partir del lado del motor (cuadrados: HTRC sobre cilindro inferior; triángulos: estado de la técnica). Las prestaciones son muy similares. Si se efectúa un enfriamiento HTRC a la vez a nivel del cilindro superior y del cilindro inferior, la temperatura del cilindro es inferior en por lo menos 7°C con respecto a las presentaciones obtenidas con los sistemas del estado de la técnica (no representados).

20 En comparación con los sistemas de enfriamiento del estado de la técnica, es suficiente una presión de flujo de agua más baja y ventajosamente comprendida entre 2 y 4 bar. Esto permite sustanciales ahorros en un periodo de un año por ejemplo.

25 Desde los primeros ensayos, se ha constatado una tendencia a un desgaste menor de los rodillos de trabajo utilizando la instalación según la presente invención. La figura 6 muestra el efecto del enfriamiento sobre la degradación de la superficie de los rodillos de trabajo (instalación de la figura 4). Las cuatro vistas superiores corresponden a un enfriamiento con aspersores planos del rodillo superior según el estado de la técnica. Las vistas inferiores nº 1, 2 y 4 corresponden a un enfriamiento del rodillo inferior según la presente invención; la vista nº 3 corresponde a un enfriamiento del rodillo inferior según el estado de la técnica. La figura 7 muestra en detalle el estado de superficie respectivamente del rodillo superior (enfriamiento clásico, a la izquierda) y del rodillo inferior (enfriamiento HTRC a la derecha), después de una campaña de laminado típica.

35 Recientemente, se ha puesto en marcha un nuevo proyecto para determinar la aptitud del enfriamiento HTC para el caso del laminado de productos largos.

REIVINDICACIONES

1. Caja de laminación para el laminado de un producto largo o plano que comprende un cilindro de trabajo (1, 2) y un dispositivo de enfriamiento de dicho cilindro de trabajo (1, 2), comprendiendo la caja de laminación un cabezal de enfriamiento que se presenta en forma de un cajón esencialmente estanco en sí mismo (6A, 6B), excepto en una cara delantera (42) que se encuentra a corta distancia de dicho cilindro (1, 2) y en la que se han mecanizado o posicionado una pluralidad de aspersores (41) según un diseño bidimensional, estando dicho cajón (6A, 6B) provisto de medios de alimentación de líquido de enfriamiento, caracterizada porque dicho cajón (6A, 6B) es cóncavo y cilíndrico a nivel de su cara delantera (42) con un radio tal que, cuando el dispositivo está en posición de trabajo, la distancia según la dirección radial entre dicha cara delantera (42) y la superficie del cilindro (1, 2) va creciendo a partir del extremo del cajón (6A, 6B) más próximo a la separación entre rodillos (9) y alejándose del producto en curso de laminado.
2. Caja de laminación según la reivindicación 1, caracterizada porque el cabezal de enfriamiento (6A, 6B) está equipado con una placa inferior transversal (5, 7) dispuesta longitudinalmente con respecto al cilindro (1, 2) y situada a una distancia del cilindro (1, 2) tal que dicha placa inferior (5, 7) coopera con la cara delantera (42) del cajón, de manera que aseguren el control del flujo de líquido de enfriamiento y el confinamiento de éste en forma de un cojín de agua altamente turbulento.
3. Caja de laminación según la reivindicación 2, caracterizada porque el cabezal de enfriamiento (6A, 6B) está provisto además de placas laterales regulables (8) dispuestas por el lado de los extremos transversales del cilindro (1, 2) y situadas a una distancia del cilindro (1, 2) tal que dichas placas laterales (8) cooperan con la cara delantera (42) del cajón y con la placa inferior transversal (5, 7), de manera que aseguren el control del flujo de líquido de enfriamiento y el confinamiento de éste en forma de un cojín de agua altamente turbulento.
4. Caja de laminación según la reivindicación 3, caracterizada porque la curvatura de las placas laterales (8) corresponde a la curvatura máxima de los cilindros (1, 2) utilizados en la instalación.
5. Caja de laminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la cara delantera (42) comprende una placa o una chapa en la que están posicionados o mecanizados los aspersores (41), cuyos orificios están constituidos por pequeños orificios de sección axial recta.
6. Caja de laminación según la reivindicación 5, caracterizada porque los orificios de los aspersores (41) son de sección transversal redonda, cuadrada u oval.
7. Caja de laminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el radio de la superficie cóncava cilíndrica de la cara delantera (42) tiene un valor superior a un valor máximo de radio de cilindro (1, 2) predeterminado, que limita la gama de tamaño de cilindros que se puede utilizar.
8. Caja de laminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el diseño de mecanizado de los aspersores (41) se elige para hacer el enfriamiento del cilindro lo más homogéneo posible sobre toda la superficie del cilindro (1, 2) y en particular sobre la anchura del cilindro.
9. Caja de laminación según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizada porque el diseño de mecanizado de los aspersores (4) está definido por el número, la posición y el diámetro o el tamaño de los orificios en la placa de dicha cara delantera (42).
10. Caja de laminación según la reivindicación 9, caracterizada porque los orificios están mecanizados según una red determinada, y porque el diseño citado se obtiene obturando algunos orificios.
11. Caja de laminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el líquido de enfriamiento comprende agua.
12. Procedimiento de enfriamiento de un cilindro de trabajo que pertenece a una caja de laminación de un producto largo o de un producto plano, en particular de una banda metálica (3), que utiliza el dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque:
- se dispone el cabezal de enfriamiento en la proximidad de la superficie del cilindro para crear un espacio comprendido entre 5 y 200 mm entre la cara delantera (42) del cajón (6A, 6B) y dicha superficie del cilindro (1, 2), creciendo dicho espacio partiendo de la separación entre rodillos (9) y alejándose del producto en curso de laminado;
 - se alimenta el cabezal de enfriamiento con líquido de enfriamiento, preferentemente agua, y se inyecta este agua en dicho espacio a través de aspersores (41) que presentan un orificio de diámetro comprendido entre 1 y 6 mm;
 - se regula la presión de líquido de enfriamiento a un valor comprendido entre 1 y 6 bar y el caudal específico entre

100 y 500 m³hora/m², para crear en un espacio citado un cojín de líquido en régimen altamente turbulento.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque la presión de líquido de enfriamiento en el cajón (6A, 6B) es inferior a 4 bar.

5 14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado porque la presión de líquido de enfriamiento está comprendida entre 2 y 4 bar.

10 15. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque se regula la distancia entre la placa inferior transversal (5, 7) y el cilindro (1, 2) de manera que se obtenga en el intersticio un caudal de líquido específico comprendido entre 2 y 10 m/s, y preferentemente superior a 3 m/s.

16. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque las placas laterales están reguladas para tener una abertura mínima comprendida entre 0 y 10 mm.

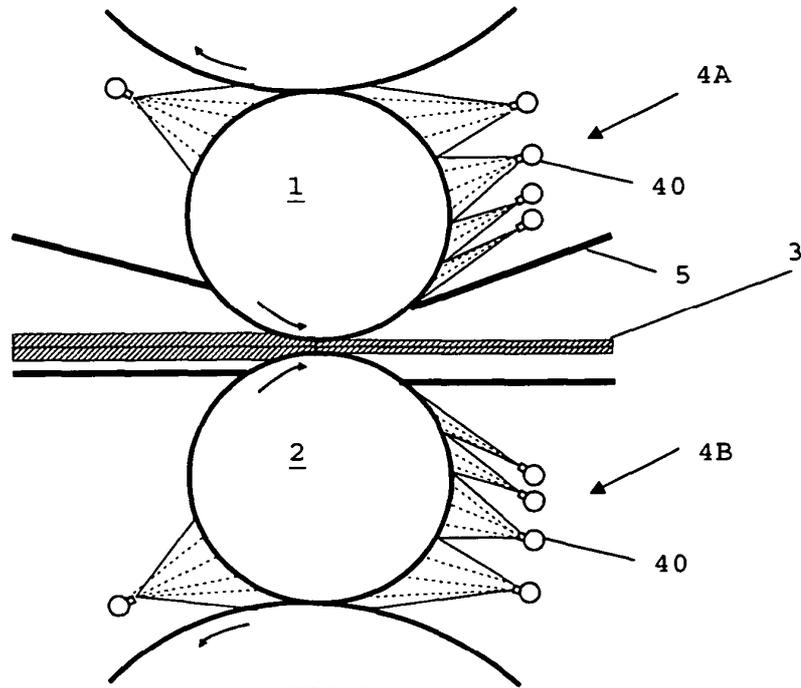


FIG. 1

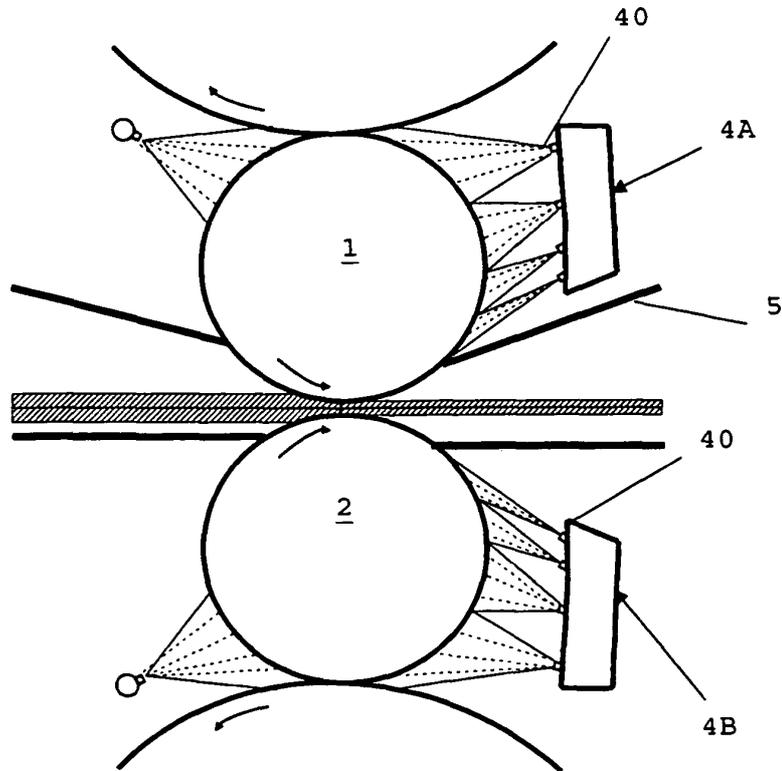


FIG. 2

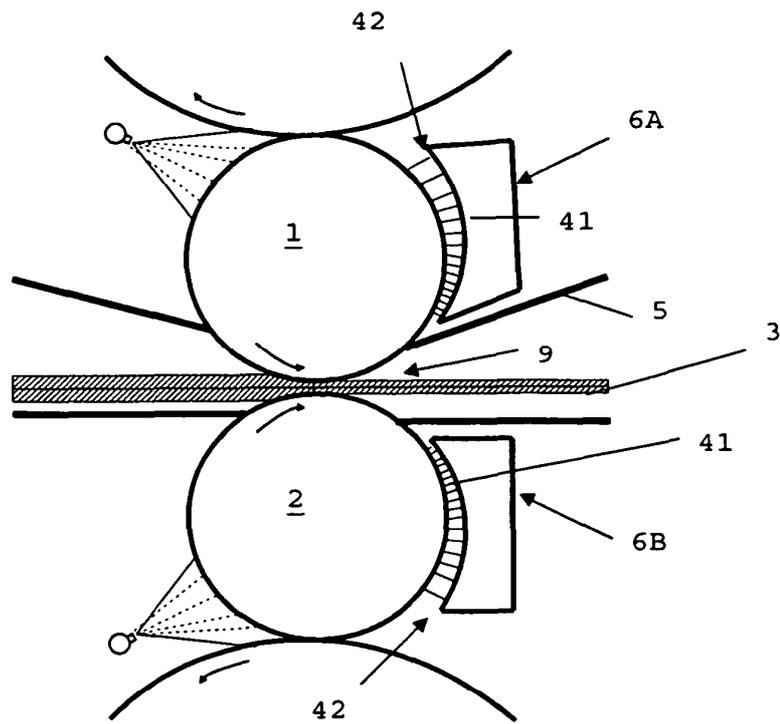


FIG. 2A

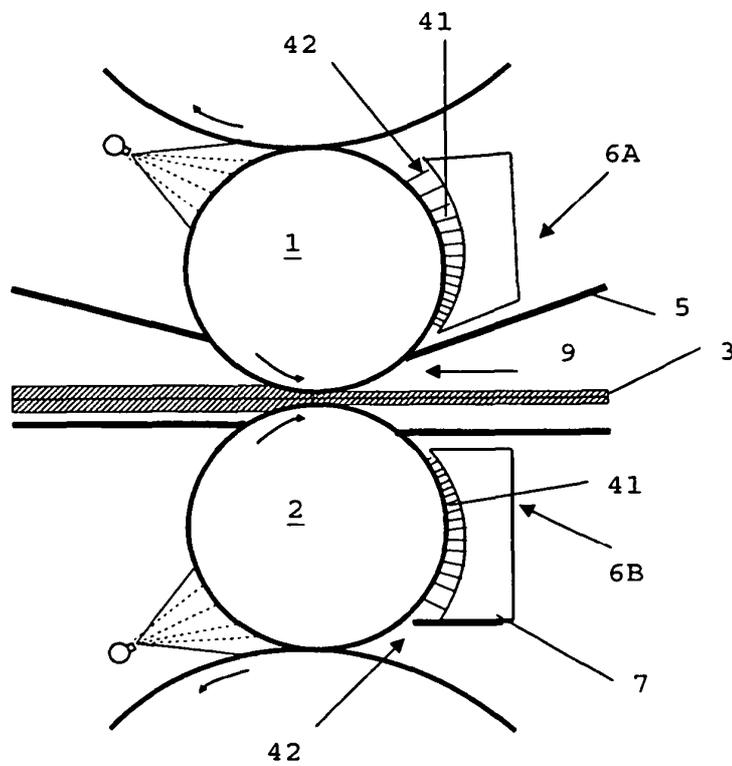


FIG. 2B

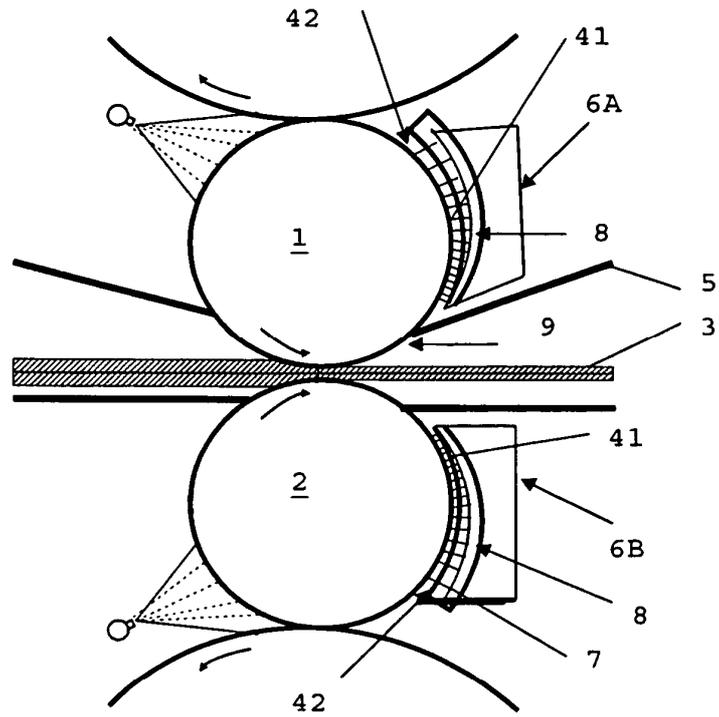


FIG. 2C

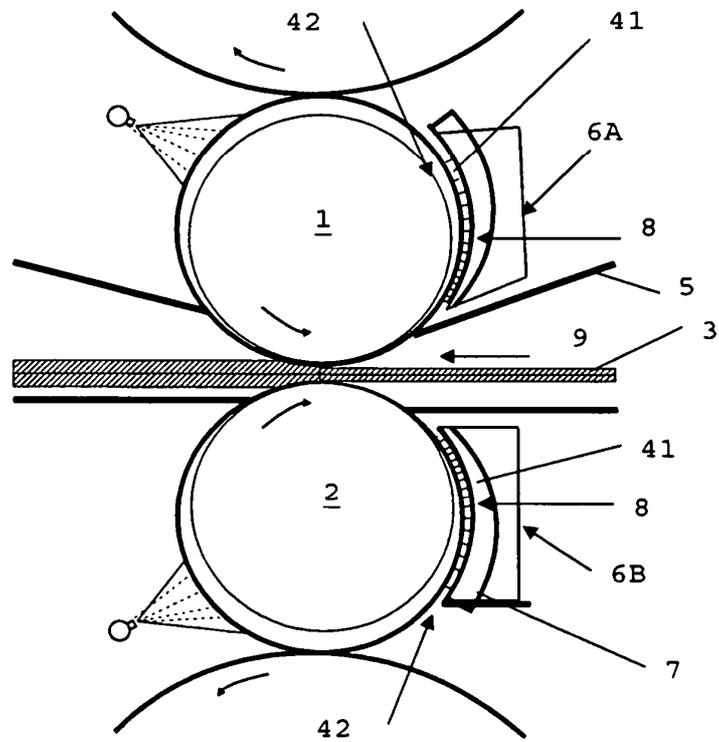


FIG. 2D

Centro: Bajo HTRC 2,4 bar \leftrightarrow Bajo clásico 8 bar

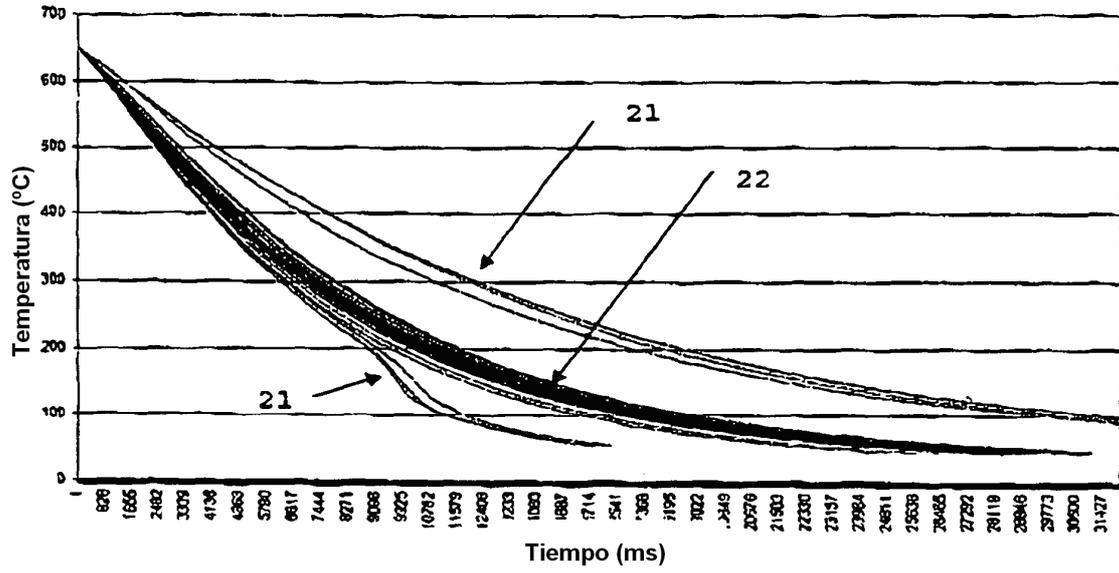


FIG. 3

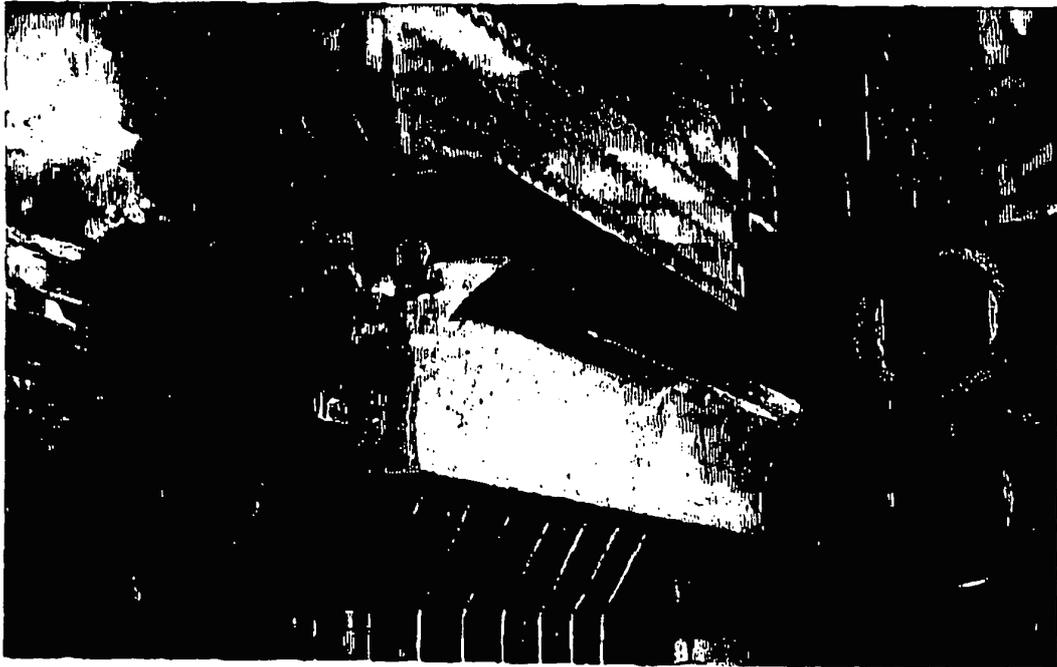


FIG. 4

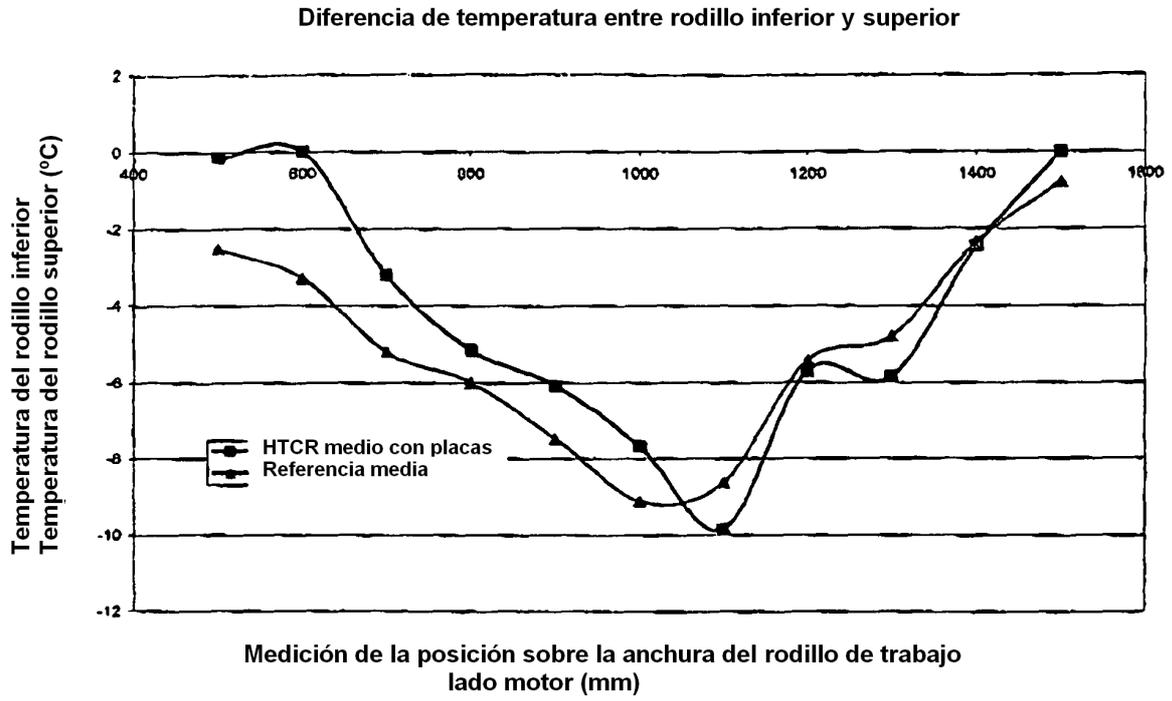


FIG. 5

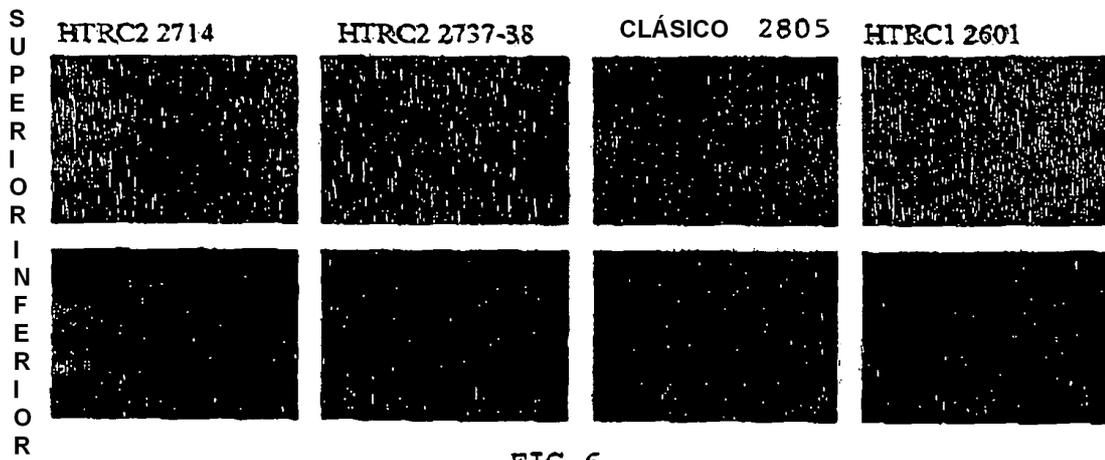


FIG. 6

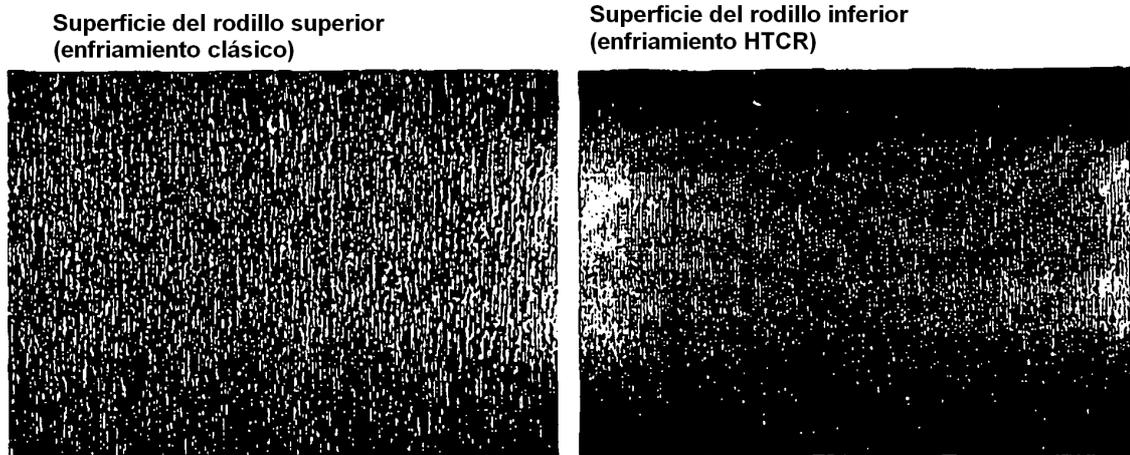


FIG. 7