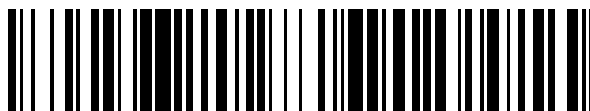


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 741**

51 Int. Cl.:

B21B 27/10 (2006.01)

B21B 45/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/US2014/026343**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14151731**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14720800 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2969278**

54 Título: **Métodos de fabricación y aparato para la lubricación específica en la laminación de metal en caliente**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201361798769 P

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

30.10.2017

73 Titular/es:

**NOVELIS, INC. (100.0%)
3560 Lenox Road, Suite 2000
Atlanta, GA 30326, US**

72 Inventor/es:

JANUSZKIEWICZ, KRZYSZTOF RYSZARD

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 639 741 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

Métodos de fabricación y aparato para la lubricación específica en la laminación de metal en caliente

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de laminación de chapa de metal y a un método de laminación de chapa.

En particular, la invención proporciona métodos de fabricación y un aparato que proporciona lubricación mejorada para mejorar la calidad de la superficie de chapa de metal laminada, tal como aluminio laminado en caliente.

Técnica anterior

- 10 El documento EP 1 193 004 A1 describe un aparato de laminación de chapa de metal de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un método de laminación de chapa que comprende: laminar una chapa de metal entre un par de rodillos de un aparato de laminación de metal; y lubricar una interfaz entre el metal laminado y cada rodillo del par de rodillos con un fluido de lubricación durante el laminado, comprendiendo el fluido de lubricación una mezcla de un fluido de refrigeración y un lubricante jugo.

- 15 Breve descripción

Es un objeto de la presente invención proporcionar un método de fabricación y un aparato de laminación que tiene una lubricación específica mejorada para mejorar la calidad de la superficie de la chapa de metal laminada y la eficiencia en la producción. La invención es particularmente útil en la laminación en caliente de aluminio en un laminador que tiene múltiples cajas de rodillos.

- 20 Este objeto se consigue mediante un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante un método de acuerdo con la reivindicación 4.

- De acuerdo con ciertos aspectos, la invención proporciona el suministro de un lubricante, a menudo un lubricante mal emulsionado, a una o más boquillas de lubricación para descargar en los rodillos, preferiblemente orientadas hacia la línea de contacto o de mordedura entre rodillos (por ejemplo, boquillas de mordedura). En un aspecto, el lubricante mal emulsionado se suministra solamente a cajas de laminación, rodillos o cabezales específicos. En ciertas realizaciones, el lubricante mal emulsionado se puede suministrar a diferentes columnas de rodillos de laminación, rodillos o cabezales en diferentes cantidades o composiciones. Esta lubricación específica permite un control mejorado de la lubricación (por ejemplo, un aumento o disminución de la fricción) en cajas de laminación específicas según sea necesario. En general, la velocidad de suministro de un componente lubricante o lubricante adicional debe ser tal que no exceda la velocidad de adición diaria de lubricante de relleno. La lubricación específica con un lubricante mal emulsionado puede mejorar rápidamente la calidad de la superficie del aluminio laminado y mejorar la uniformidad en la lubricación durante el proceso de laminado. Esta característica también puede usarse para superar otros problemas diferentes de control de laminado disminuyendo o aumentando la fricción entre el rodillo de trabajo y las superficies de la tira de aluminio como se requiere para controlar la fricción diferencial entre el aluminio y los rodillos de trabajo superiores frente a los rodillos inferiores, o problemas de tensión creados por el derrape en algunas cajas de rodillos.
- 25
30
35

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un esquema de un laminador convencional.

- 40 Las figuras 2A-2B muestran esquemas de laminadores en tándem de laminación en caliente de aluminio de acuerdo con ciertos aspectos de la invención.

La figura 3 muestra un cabezal convencional (mostrado en las vistas I, II) y un cabezal modificado (mostrado en la vista III) de acuerdo con aspectos de la invención.

La figura 4 muestra un laminador en tándem con cabezal de pulverización de mordedura adicional de acuerdo con aspectos de la invención.

- 45 La figura 5 ejemplifica gráficamente los efectos de lubricantes que tienen diferentes concentraciones de emulsionante en el espesor de película de aceite durante la laminación en caliente.

La figura 6 ejemplifica gráficamente el efecto de lubricantes que tienen diferentes emulsiones de concentración de aceite-agua en el espesor de película de aceite durante la laminación en caliente.

- 50 La figura 7 compara gráficamente las cargas de laminación en caliente con lubricantes utilizados en forma de emulsión con las cargas de laminación para los mismos lubricantes en forma pura sin agua.

Descripción detallada

Las realizaciones de la invención se refieren a un laminador para laminar en caliente metal, en concreto laminación en caliente de aluminio con un laminador que tiene múltiples cajas de columnas de rodillos, y a métodos para laminar metal, como se describe en el presente documento.

5 La laminación de metales, tales como aluminio, en laminadores de bandas en caliente, es un tipo de proceso de formación de metal que es bien conocido. En un proceso de formación de metal mediante laminación, el material metálico es transportado a través de un par de rodillos, conocidos como columna de rodillos, y laminado en una bobina o cortado en chapas. El tipo de proceso de laminación se clasifica de acuerdo con la temperatura del metal laminado. Si la temperatura del metal sobrepasa su temperatura de recristalización durante la laminación, el proceso se denomina laminación en caliente; si la temperatura permanece por debajo de la temperatura de recristalización, entonces el proceso se denomina laminación en frío. Normalmente, el metal es laminado a través de una pluralidad de cajas de rodillos o columnas de rodillos, reduciéndose el espesor de la chapa de metal a medida que pasa a través de cada columna y formándose una superficie acabada lisa. Las diferentes columnas pueden tener diferentes configuraciones o condiciones de funcionamiento o presión aplicada dependiendo del proceso.

15 La figura 1 representa un laminador convencional que tiene tres columnas de rodillos, la columna A, la columna B y la columna C, a través de las cuales una chapa de metal 1 reduce su espesor en un proceso de formación de metal mediante laminación en caliente. Debido a que la temperatura, la fricción y la deformación del metal entrante durante el laminado crean un calor significativo en el rodillo de cada columna, el laminador incluye un sistema de refrigeración que descarga un fluido de refrigeración, tal como agua, aunque más a menudo emulsión de aceite lubricante en agua, sobre los rodillos para transferir calor y evitar el sobrecalentamiento de los rodillos durante el proceso de formación de metal. Típicamente, el sistema de refrigeración incluye una bomba de refrigerante 10 que bombea el mismo fluido de refrigeración a través de varias boquillas de descarga del sistema de refrigeración. El sistema de refrigeración incluye cabezales de refrigerante de rodillo 23, conteniendo cada uno 2 o 3 filas de boquillas 24 orientadas hacia un lado de entrada de una columna de rodillos que descarga fluido de refrigeración sobre las superficies de rodillo en un lado aguas arriba del par de rodillos. Algunos laminadores pueden tener también boquillas de refrigerante apuntando hacia los rodillos en el lado de salida de metal de cada columna de rodillos.

Con el fin de proporcionar un nivel de fricción constante, se utiliza una emulsión de lubricante en agua que tiene una concentración relativamente baja de lubricante como fluido de refrigeración, el cual se descarga a continuación a través de todas las boquillas del sistema de refrigeración. El lubricante emulsionado proporciona una capa delgada de lubricante sobre la superficie de los rodillos durante la laminación. Debido a que el agua y el lubricante son típicamente inmiscibles, para evitar la separación y asegurar una cantidad constante de lubricante suministrado con el agua de refrigeración, se usan emulsionantes para formar una emulsificación a fin de asegurar una distribución más uniforme de lubricante dentro del agua de refrigeración. Un inconveniente de tales técnicas convencionales es que ciertas formulaciones pueden requerir más emulsionantes de lo que sería deseable, ya que la presencia de emulsionantes puede reducir la eficacia global del lubricante y aumentar aún más los costes. Otro inconveniente es que la emulsión lubricante es descargada desde todas las boquillas de refrigeración con una capacidad limitada para modificar la concentración de lubricante según sea necesario para una columna de rodillos o producto laminado particular. Además, el mantenimiento típico de los refrigerantes de laminación en caliente requiere una descarga parcial del refrigerante en uso cuando se contamina. Esto da lugar a que el lubricante sea desperdiciado proporcionalmente a su concentración en el fluido de refrigeración.

Para evitar depositar más lubricante del necesario, se utiliza generalmente un fluido de refrigeración que tiene un nivel relativamente bajo de lubricante emulsionado. Incluso cuando se utilizan tales técnicas, todavía pueden producirse variaciones en la fricción, lo que deriva en una mala calidad de la superficie del metal laminado y/o cargas de laminación excesivas con fricción o derrape excesivo de los rodillos de trabajo sobre el metal con una fricción inadecuada. En muchos sistemas convencionales, una vez que se observa fricción o dificultades excesivas, se inyecta una cantidad adicional de lubricante (por ejemplo, aceite, aceite sintético o similar) en la línea común de refrigerante de suministro de laminación, a veces sin emulsionantes, para su descarga a través de todos los cabezales y boquillas de refrigerante, un proceso comúnmente conocido como "extracción de jugo". Esto soluciona temporalmente el problema aumentando la capa de lubricación, reduciendo de este modo la fricción en el rodillo de la columna en el que se desea una lubricación adicional, así como en cada uno de los otros rodillos de la columna. Dado que el lubricante se incorpora en el fluido de refrigeración a través del sistema de refrigeración, para evitar sobrepasar la concentración deseada de lubricante en el refrigerante, la adición de lubricante de esta manera generalmente sólo puede hacerse durante un tiempo limitado o a una "velocidad de extracción de jugo" muy baja. Por ejemplo, como se muestra en los resultados experimentales en la Tabla 1, la adición de 1,24919 m³ (330 galones) del Lubricante de Extracción de Jugo (JL = formulación de laminación en caliente a menudo sin emulsionantes) en el lado de succión de la bomba de suministro de refrigerante durante 15 minutos, introduce en el fluido de refrigeración que fluye hacia el laminador sólo aproximadamente un 6,25 % más de aceite en forma de gotitas de aceite sueltas. Tal efecto directo de lubricación dura entre 10 y 15 minutos, que es el tiempo equivalente de laminación de 2 bobinas de chapa de metal. Con una mayor velocidad de bombeo del Lubricante Jugo, se pueden producir incrementos mayores en la cantidad de lubricante que fluye al laminador, por ejemplo, añadiendo un 9,1 % más de lubricante durante 10 minutos.

TABLA 1: Aumento relativo de concentración de aceite durante la extracción de jugo de refrigerante de laminación en caliente

caudal de refrigerante [m ³ /min] [GPM]	0,021622272 (5,712)	
concentración de aceite [%]	8	
caudal de aceite [m ³ /min] [GPM]	1,72993 (457)	
volumen de caja SJ [m ³] ([Gal])	1,24919 (330)	
tiempo acción/efecto [min]	15	10
caudal SJ [m ³ /min] [GPM]	0,0832791 (22)	0,124919 (33)
fracción de aceite como SJ [%]	6,25	9,1

5 Teniendo en cuenta lo anterior, la laminación con métodos de lubricación convencionales aumenta los costes y disminuye el rendimiento, además de complicar el proceso de laminación ya que la laminación de algunos productos debe ser retardada y ajustada cuando se observan problemas asociados a una lubricación insuficiente. Este enfoque también puede requerir una reelaboración o ajuste importante de la composición de refrigerante. Por tanto, existe la necesidad de un aparato de laminación y de métodos que proporcionen una uniformidad y un control mejorados de la lubricación en la laminación en caliente de chapa de metal, que eviten los inconvenientes asociados a métodos convencionales y proporcionen una laminación mejorada sin complicar innecesariamente o aumentar los costes y el tiempo asociados al proceso de laminación. Además, sería adicionalmente deseable que tales métodos o aparato pudieran ser incorporados como una modificación o readaptación de un laminador convencional.

10 En un aspecto, la presente invención permite una lubricación específica de columnas de rodillos y/o boquillas de pulverización de mordedura seleccionadas de un aparato de laminación en caliente, lo que permite una lubricación y un control más constantes de la lubricación en diferentes columnas de rodillos. La lubricación mejorada, permitida por las realizaciones de la invención, proporciona una mejor calidad de la superficie y aumenta el rendimiento y la eficiencia en la producción. En ciertos aspectos, la lubricación específica incluye el suministro de un lubricante mal emulsionado (posiblemente, aunque no necesariamente, con pocos o ningún agente emulsionante) a boquillas de lubricación orientadas hacia la línea de contacto entre rodillos de la columna de rodillos (pulverizaciones de mordedura), las boquillas de lubricación para una columna particular alimentada por un cabezal. Debido a que el suministro del lubricante adicional, en estos aspectos, es específico sólo para las pulverizaciones de mordedura y sólo para los cabezales específicos, la cantidad total de lubricante suministrado es menor que la de las prácticas actuales de extracción de jugo "no específicas". Esto permite utilizar una "lubricación específica" o "extracción de jugo" durante un período de tiempo más largo, mejorando así la calidad de la superficie de un mayor número de bobinas. Por ejemplo, con un flujo de pulverización de mordedura de 1,24919 (330 GPM) a través de ambas boquillas, el efecto directo de los mismos 1,24919 m³ (330 galones) de Lubricante de extracción de jugo se puede extender a 188 minutos (suponiendo que la tasa de inyección produzca 6,25 % de aceite adicional con relación al aceite originalmente presente en el refrigerante) o se puede extender a 125 minutos con la tasa de inyección produciendo un 9,1 % de aceite adicional. Estos aumentos en la duración del efecto permitirían una producción diaria de laminación mejorada de bobinas (CES) de material para tapas de lata o de otras aleaciones sensibles a la superficie que normalmente requieren técnicas convencionales de extracción de jugo.

30 En las figuras 2A-4, se representan realizaciones de la invención, de acuerdo con los aspectos descritos anteriormente. La figura 2A ilustra un laminador que proporciona un suministro específico y controlado de lubricante a columnas de rodillos. El sistema de canalización ha sido modificado de manera que las boquillas de descarga de refrigeración de rodillos de trabajo que previamente descargaron el mismo fluido de refrigeración a través de todas las agrupaciones de boquillas (refrigerante y pulverizaciones de mordedura) están configuradas para descargar una emulsión suelta de lubricante formada en un mezclador estático a través de las boquillas de pulverización de mordedura y fluido de refrigeración a través de las boquillas de refrigerante.

35 La configuración de laminador en la figura 2A, similar a la de la figura 1, se ha modificado para proporcionar un suministro específico de lubricante a columnas de rodillos seleccionadas. El laminador incluye una bomba de lubricación independiente 20 y una bomba de fluido de refrigeración 10. La bomba de fluido de refrigeración 10 se acoplada de manera fluida con el conjunto de boquillas de pulverización de refrigerante 24 del cabezal 23 para cada columna a través de un sistema de canalización. El sistema de canalización incluye un mezclador en línea 22 en columnas seleccionadas para permitir la formación de la emulsión suelta para su descarga en la columna seleccionada cuando se desee. En esta realización, el laminador está configurado con un conjunto de boquillas de lubricación de mordedura 25 en la entrada de la columna A que descargan refrigerante directamente hacia la mordedura de los rodillos de la columna A y el metal laminado 1. La bomba de lubricación 20 se acopla de manera fluida a las boquillas de lubricación de mordedura 25 a través de una sección de lubricación del sistema de canalización que incluye el mezclador estático en línea 22.

40 En lugar de introducir una emulsión de lubricante en la línea de suministro del fluido de refrigeración, el lubricante se introduce en la sección de lubricación a través de una línea independiente y se mezcla en el mezclador en línea 22 con el fluido de refrigeración. La introducción de lubricante en el flujo de refrigerante se controla de manera selectiva a través de una válvula 21. El lubricante se mezcla con el agua de refrigeración para formar una emulsión suelta, que es una emulsión que contiene gotitas de lubricante relativamente grandes que pueden unirse y separarse del agua de refrigeración. La emulsión suelta es descargada después a través de las boquillas de lubricación en los

rodillos de la columna de rodillos seleccionados, en esta realización, descargada en el espacio entre rodillos a través de las boquillas de lubricación de mordedura 25. De este modo, al introducirse de manera selectiva lubricante en la mezcla estática en línea, la lubricación en el espacio entre rodillos puede controlarse fácilmente a lo largo del proceso de laminación sin alterar de otro modo el flujo o la composición del agua de refrigeración descargada a través de las boquillas restantes.

En un modelo de funcionamiento de un laminador ejemplar, el diseño del sistema asegura un flujo de refrigerante de pulverización de mordedura de 1,24919 m³/min (330 GPM) y una inyección de hasta 0,0113562 m³/min (3 GPM) de aceite poco emulsionable ("lubricante jugo") a una presión de funcionamiento de 150 psi. Dadas estas características de funcionamiento, un mezclador estático de 4" de diámetro y 40" de longitud permite una incorporación suficiente del aceite inyectado y el agua de refrigeración para formar una emulsión suelta para su descarga a través de las boquillas de lubricación. La velocidad lineal calculada de flujo de refrigerante a través del mezclador sería de 2,52984 m/s (8,3 ft/s) con una caída de presión de 5,5 psi. Generalmente, se recomienda un caudal mínimo de 0,3048 m/s (1 ft/s) para mantener un flujo turbulento en el mezclador estático, aunque para la mayoría de las aplicaciones de mezcla un caudal de 0,6096-0,9144 m/s (2-3 ft/s) debería ser suficiente. En algunas realizaciones, un caudal de 2,1336-2,4384 m/s (7-8 ft/s) puede ser particularmente adecuado para crear dispersiones líquido-líquido. Se aprecia que pueden usarse mezcladores de diversos tamaños y formas de acuerdo con los principios de la presente invención. Generalmente, una bomba 20 capaz de suministrar un flujo de lubricante de 0,0113562 m³/min (3 galones por minuto) a una presión de 170 psi sería adecuada para inyectar el lubricante puro delante del mezclador estático, aunque pueden utilizarse otras bombas diferentes dependiendo del sistema particular y las características de funcionamiento asociadas. Antes del puerto de inyección de lubricante, parte de la corriente de suministro de caja de refrigerante de laminador es dividida a partir de la línea de suministro de refrigerante de caja de 6" u 8" típica en una línea de suministro de pulverización de mordedura independiente de diámetro menor, tal como un diámetro de 4", que está provista del tubo mezclador estático 22. El lubricante jugo se suministra desde el depósito de lubricante puro y se inyecta en la línea de suministro de pulverización de mordedura justo aguas arriba del mezclador estático. Típicamente, esto utiliza una bomba especialmente seleccionada que tiene la presión adecuada y un caudal controlado con precisión. El lubricante se mezcla con el refrigerante en el mezclador estático 22 y luego es llevado por la corriente de refrigerante de pulverización de mordedura al cabezal 23 y descargado a través de las boquillas de pulverización de mordedura 25.

En otros aspectos, el sistema de laminación está adaptado para permitir un suministro específico del lubricante entre dos o más columnas de rodillos de un laminador. En algunas realizaciones, el sistema puede incluir una pluralidad de bombas de lubricante, cada una acoplada de manera fluida con las boquillas de lubricación en una o más columnas o en diferentes columnas de rodillos. Esta característica permite el suministro de diferentes cantidades y/o tipos de lubricantes a una o más columnas seleccionadas. En otras realizaciones, el sistema puede incluir una o más válvulas adicionales entre la bomba de lubricante y las boquillas de lubricación asociadas con cada columna, de manera que el ajuste de la una o más válvulas adicionales permite el suministro de diferentes cantidades/concentraciones de lubricante a una o más columnas, a columnas diferentes o variar durante el proceso de laminación según sea necesario. El ajuste de una o más válvulas puede realizarse ya sea mediante control de entrada de usuario o mediante un algoritmo de control automático basado en diversas características de funcionamiento.

La figura 2B ilustra otra realización en la que el sistema de canalización incluye un mezclador estático 22 en múltiples columnas para permitir una lubricación selectiva, según sea necesario, en una columna de rodillos particular. El sistema de canalización ha sido modificado de manera que las boquillas de descarga de refrigeración de rodillos de trabajo que previamente descargaron el mismo fluido de refrigeración a través de todas las agrupaciones de boquillas (refrigerante y pulverizaciones de mordedura) están configuradas para descargar una emulsión suelta de lubricante formada en el mezclador estático 22 a través de las boquillas de pulverización de mordedura en cada columna, mientras que el fluido de refrigeración continúa descargándose a través de las boquillas de refrigerante. Mediante el uso de las válvulas 21, el lubricante jugo se introduce selectivamente de manera que la emulsión suelta se forma para su descarga sólo en las columnas seleccionadas. Esto puede ser útil durante un procedimiento de laminación en el que se desea lubricación adicional en un espacio entre rodillos de boquillas aguas abajo en ciertos momentos durante el proceso de laminación. Además, la lubricación en cada columna se puede ajustar fácilmente, ya sea manual o automáticamente, en respuesta a una fricción o resbalamiento excesivo observado o determinado en una columna particular.

Dado que el suministro de lubricante es específico, el lubricante puede ser suministrado al lugar en el que tenga el mayor efecto sobre la calidad de la superficie del metal laminado y sobre el rendimiento de laminación del laminador. Por ejemplo, la calidad de la superficie relaminada en la mayoría de los laminadores se puede mejorar notablemente orientando las pulverizaciones de refrigerante de mordedura/lubricación hacia la línea de contacto entre rodillos. Además, durante la laminación, sólo algunas cajas pueden funcionar en condiciones de falta de lubricación, lo que deriva en un acabado de superficie de mala calidad. En base a los datos empíricos mostrados en los gráficos de las figuras 5 y 6, el espesor óptimo de lubricante en los rodillos puede variar de acuerdo con la velocidad de laminación. Las cajas con velocidades de laminación más altas pueden tener una cantidad insuficiente de lubricante liberado en los rodillos o en la línea de contacto entre rodillos. También es posible que, en algunas cajas, la temperatura de la línea de contacto entre rodillos pueda ser tan alta que el lubricante sea volatilizado y degradado. La presente invención permite que sea suministrado lubricante adicional a los rodillos que tienen velocidades de laminación más

altas, sin “extraer el jugo” del fluido de refrigeración para las otras cajas o para toda la línea de suministro de refrigeración.

Muchos laminadores de laminación en caliente convencionales utilizan agrupaciones de boquillas de pulverización de refrigeración y de lubricación de mordedura. En tales laminadores, ambos tipos de boquillas se alimentan desde una cavidad común en el cabezal de refrigerante. En un aspecto, la invención proporciona un cabezal modificado en el que la cámara de cabezal y la lógica de control pueden ser modificadas para permitir alimentaciones independientes a la cavidad de pulverización de refrigeración y a la cavidad, válvulas y boquillas de pulverización de mordedura. Por ejemplo, el cabezal modificado puede incluir una separación dentro de la cavidad de cabezal para definir una primera parte independiente de una segunda parte de manera que la entrada de agua de refrigeración en la primera parte de la cavidad de cabezal que alimenta las boquillas de descarga de refrigeración no se mezcle con fluido de lubricación en la segunda parte que alimenta las boquillas de lubricación de mordedura. Tal como se muestra en el ejemplo de la figura 3, un cabezal convencional 23', tal como el mostrado en la vista I, incluye una o más entradas i a través de las cuales se suministra agua de refrigeración para su descarga a través de las boquillas 24, 25. Como puede verse en la vista en sección transversal (II), el cabezal convencional 23' incluye una cavidad de cabezal común de tal manera que el fluido de refrigeración dentro de la cavidad es común a todas las boquillas de descarga. Un cabezal de laminación modificado 23, tal como el ilustrado en la vista III, permite alimentar de manera independiente boquillas de descarga de refrigeración 24 y boquillas de lubricación de mordedura 25 mediante el uso de una separación entre la parte inferior de la cavidad de cabezal (para pulverización de mordedura) y la cavidad superior (para pulverización de refrigerante). Dado que muchos laminadores convencionales incluyen dos agrupaciones de boquillas de refrigeración y una agrupación de boquillas de pulverización/lubricación de mordedura, el cabezal modificado incluye uno o varios puertos que alimentan la cavidad de cabezal conectada a través de válvulas de entrada i_1 a cada una de las dos agrupaciones de boquillas de refrigeración, separada de un puerto o varios puertos que alimentan la cavidad de cabezal conectada a través de válvulas i_2 a la agrupación de boquillas de pulverización/lubricación de mordedura. La separación entre los puertos y las cavidades de cabezal permite alimentar las boquillas de refrigeración y las boquillas de lubricación de mordedura con dos fluidos diferentes. Este cabezal de laminación modificado puede reemplazar fácilmente a un cabezal de laminación convencional, permitiendo de ese modo la retroadaptación de laminadores convencionales para proporcionar lubricación específica de acuerdo con los principios de la presente invención.

En otro aspecto, el sistema puede incluir modificaciones adicionales para proporcionar lubricación específica de espacio entre rodillos en laminadores convencionales que todavía no tienen pulverizaciones de mordedura. En laminadores sin pulverizaciones de mordedura y con control de nivel de refrigeración, el concepto “lubricación específica” puede ser explorado de manera limitada inyectando lubricante adicional en líneas que alimentan cabezales de entrada de cajas individuales. En este caso, el efecto de lubricación probablemente disminuiría y su duración se reduciría en proporción al caudal de refrigerante a través de estos cabezales, como se muestra a continuación en la Tabla 2. Para recibir flujo de refrigerante adicional sin caída de presión excesiva, el tamaño del mezclador estático puede ser aumentado. Por ejemplo, se puede usar un dispositivo mezclador estático con un diámetro de 6” y una longitud de 60” para recibir 4,163953 m³/min (1100 GPM) de flujo de refrigerante con una caída de presión de 11 psi y puede aumentarse un tamaño de la bomba inyectora de aceite para manejar 0,0227125-0,0340687 m³/min (6-9 GPM) de aceite adicional mal emulsionado.

Tabla 2: Efecto directo de lubricante del aceite inyectado durante una lubricación específica a través de cabezales de refrigerante laterales de entrada seleccionados o pulverizaciones de mordedura específicas

Emplazamiento de cabezal	Caudales [m3/min] ([GPM])				Tiempo de suministro 1,124919 m ³ (330 gal) [min]	
	Refrigerante	Aceite	LJ en 6,25 % de aceite	LJ en 9,1 % de aceite	LJ en 6,25 % de aceite	LJ en 9,1 % de aceite
Entrada F1	2,76714 (731)	0,219554 (58))	0,0105992 (2,8	0,00794936 (2,1)	117	156
Suministro F1	4,198022 (1109)					
Entrada F2	4,198022 (1109)	0,336902 (89)	0,0162773 (4,3)	0,0121133 (3,2)	77	103
Suministro F2	4,198022 (1109)					
Entrada F3	4,198022 (1109)	0,336902 (89)	0,0162773 (4,3)	0,0121133 (3,2)	77	103
Suministro F3	2,06305					

	(545)					
Pulverización de mordedura adicional	1,24919 (330)	0,0984207 (26)	0,00492104 (1,3)	0,00378541 (1,0)	260	346

5 Las ventajas del suministro de lubricante específico pueden realizarse también dirigiendo o concentrando el suministro de lubricante sobre la línea de contacto entre rodillos y la chapa de metal. Dado que el aparato de laminación convencional a menudo incluye boquillas de lubricación que descargan generalmente hacia los rodillos y no hacia el espacio entre rodillos, tal aparato puede ser modificado de acuerdo con aspectos de la invención también para el suministro específico de lubricante a la parte de contacto o mordedura. Para tales laminadores que carecen de pulverizaciones de mordedura y tienen control de nivel de refrigeración, se pueden diseñar e instalar cabezales adecuados que proporcionen una corriente de descarga mezclada con lubricante y dirigida al espacio entre rodillos. La figura 4 representa la retroadaptación de pulverizaciones de mordedura en el laminador en tándem sin las pulverizaciones de mordedura, mostrando modificaciones de placas de guía y protección adicionales que dirigen la descarga mezclada con lubricante al espacio entre rodillos. El lubricante puede suministrarse de diversas maneras, tal como alimentado directamente a través del cabezal, suministrado como una emulsión suelta desde un depósito de almacenamiento de lubricante a través de un mezclador en línea o suministrado utilizando cualquier otro medio adecuado para mezclarse con una corriente de refrigerante de pulverización de mordedura en una o más columnas seleccionadas.

15 En otro aspecto, el sistema puede incluir dos secciones independientes para los rodillos superiores e inferiores de tal manera que la lubricación específica pueda diferir entre la superficie superior de la tira de metal y la superficie inferior de la tira de metal durante la laminación. Este aspecto se puede usar para proporcionar un control mejorado de la calidad de la superficie, así como control de fricción entre el lado superior y el lado inferior de la plancha.

20 Las figuras 5-7 demuestran las ventajas de usar un lubricante puro o una emulsión suelta con poco o ningún agente emulsionante en un laminador de acuerdo con el aspecto de la invención. La figura 5 ilustra el efecto de la concentración de emulsionante no iónico a 50 °C en la formación de película de aceite (fuente de datos: Cambiella, A., Benito, JM, Pazos, C, Coca, J., Ratoi, M, Spikes, HA, Tribol. Lett., 22, 53-65, 2006). La figura 6 ilustra el efecto de la concentración de aceite-agua en emulsiones en la formación de una película de aceite (fuente de datos: Yang, H., Schmid, SR, Reich, RA, Kasun, TJ, Tribol, 47, 123-129, 2004). La figura 7 ilustra cargas de laminación medidas en el laminador de laboratorio con lubricantes puros y sus emulsiones asociadas de aceite en agua, la distancia desde la diagonal a cada punto de datos aumenta junto con diferencias crecientes en las propiedades antifricción entre los aceites puros y sus emulsiones correspondientes.

25 En comparación con las emulsiones de refrigerante (fluidos de refrigeración) utilizadas en la línea de suministro de refrigeración en laminadores convencionales, el suministro de una pequeña cantidad de una emulsión suelta (lubricante mal emulsionado que incluye una combinación de aceite-agua con pocos o ningún agente emulsionante) ofrece diferentes mejoras en la lubricación. En particular, cuando se suministra al espacio entre rodillos de una columna de rodillos seleccionados, tal emulsión proporciona mejores propiedades antifricción y mejor calidad de superficie relaminada. Los estudios han demostrado que la cantidad de aceite suministrado desde emulsiones de aceite en agua al contacto tribológico entre un disco plano y una bola aumenta a medida que disminuye la cantidad de emulsionante y aumenta la concentración de aceite, tal como se indica en las figuras 5 y 6.

30 Tal como se muestra en la figura 7, los resultados de laboratorio indicaron que la laminación en caliente con lubricantes puros proporciona un efecto antifricción más fuerte que las emulsiones de refrigerante y las emulsiones inestables o sueltas (es decir, con gotitas de aceite grandes) proporcionan una mejor lubricación (liberación de aceite) que las emulsiones estables (con gotitas de aceite pequeñas). Además, la inyección de una pequeña cantidad de lubricante sin emulsionantes (“jugo”, “superjugo”, lubricante jugo”) en la línea de suministro de refrigerante de laminador ha demostrado mejoras rápidas en la calidad de la superficie de la relaminación en laminadores en caliente. De este modo, la lubricación específica con una emulsión suelta, como proporciona la presente invención, proporciona una calidad de superficie mejorada de manera más constante durante el proceso de laminación. Además, el hardware requerido para el suministro de lubricante específico al refrigerante (“lubricación específica”) se puede modificar fácilmente para alimentar agua caliente o agua caliente con emulsionantes selectivamente en pulverizaciones de mordedura seleccionadas. Esto debería dar lugar a un aumento de la fricción, permitiendo el enhebrado del laminador sin rechazos, así como el control de fricción diferencial, tal como entre rodillos superiores e inferiores y entre cajas. De este modo, los principios de la presente invención se pueden usar para modificar laminadores convencionales y proporcionar las ventajas y beneficios descritos en el presente documento.

35 Se han descrito varias realizaciones de la invención en cumplimiento de los diversos objetivos de la invención. Debe reconocerse que estas realizaciones son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Numerosas modificaciones y adaptaciones de las mismas serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica sin apartarse del espíritu y ámbito de aplicación de la presente invención como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de laminación de metal, comprendiendo dicho aparato:

al menos una caja de laminación que tiene un par de rodillos entre los que se lamina una chapa de metal para reducir su espesor, en el que el par de rodillos incluye un rodillo superior y un rodillo inferior;

5 una bomba de fluido de refrigeración (10) adaptada para bombear fluido de refrigeración a una o más boquillas de refrigeración a través de un sistema de canalización;

una bomba de lubricante (20) adaptada para bombear un lubricante jugo en el sistema de canalización,

10 un conjunto de boquillas de lubricación de mordedura adaptadas para descargar un fluido de lubricación en un lado de entrada de cada rodillo superior e inferior del par de rodillos, comprendiendo el conjunto de boquillas de lubricación de mordedura una o más boquillas de lubricación de mordedura (25) orientadas hacia una zona de mordedura de rodillos del par de rodillos y a la chapa de metal;

15 un conjunto de boquillas de refrigeración adaptadas para descargar el fluido de refrigeración sobre una superficie de rodillo del rodillo superior por encima de la pulverización de mordedura y descargar el fluido de refrigeración sobre una superficie de rodillo del rodillo inferior por debajo de la pulverización de mordedura, comprendiendo el conjunto de boquillas de refrigeración una o más boquillas de refrigeración (24);

caracterizado por que

20 el sistema de canalización está configurado de manera que el lubricante jugo se mezcla con el fluido de refrigeración para formar el fluido de lubricación antes de la descarga a través de una o más boquillas de lubricación de mordedura mientras el fluido de refrigeración fluye a las boquillas de refrigeración de manera que el fluido de lubricación descargado es un fluido de lubricación producido por la mezcla del fluido de refrigeración con el lubricante jugo.

2. Aparato de laminación de chapa de metal según la reivindicación 1, en el que el sistema de canalización incluye una sección de refrigeración y una sección de lubricación,

25 acoplado de manera fluida la sección de refrigeración, la bomba de fluido de refrigeración (10) a las boquillas de refrigeración (24), y acoplado de manera fluida la sección de lubricación, la bomba de lubricante (20) y la bomba de refrigerante (10) a las boquillas de lubricación de mordedura (25).

3. Aparato de laminación de chapa de metal según la reivindicación 2, en el que las boquillas de lubricación de mordedura (25) están configuradas de manera que el fluido descargado de las mismas es orientado hacia una mordedura de rodillos donde el par de rodillos se pone en contacto con la chapa de metal.

30 4. Aparato de laminación de chapa de metal según la reivindicación 2 o 3, en el que la sección de lubricación incluye un mezclador estático en línea (22) dispuesto entre la válvula (21) y las boquillas de lubricación (25) de tal manera que el fluido de refrigeración y el lubricante se mezclan dentro del mezclador para formar una emulsificación del fluido de refrigeración y el lubricante para descargar a través de las boquillas de lubricación (25).

35 5. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además:

un cabezal de laminación (23) que tiene una cámara de fluido de lubricación y una cámara de fluido de refrigeración, estando las cámaras separadas, en el que la cámara de fluido de lubricación está acoplada de manera fluida a las boquillas de lubricación (25) y la cámara de fluido de refrigeración está acoplada de manera fluida a las boquillas de refrigeración (24).

40 6. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el aparato está adaptado para la laminación en caliente de chapa de aluminio.

7. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el fluido de refrigeración comprende una emulsión acuosa o diluida y estanca de agua en aceite y el lubricante comprende aceite.

45 8. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que al menos una caja de laminación comprende dos o más cajas, teniendo cada una un par de rodillos entre los que se lamina la chapa de metal para reducir su espesor después de ser laminada a través de la primera caja de laminación;

50 uno o más conjuntos adicionales de boquillas de lubricación, teniendo cada conjunto boquillas de lubricación de mordedura adaptadas para descargar un fluido de lubricación en un lado de entrada del par de rodillos de una o más cajas de laminación seleccionadas, estando las boquillas de lubricación de cada conjunto acopladas tanto a la bomba de lubricante como a la bomba de fluido de refrigeración a través del sistema de canalización.

9. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que las boquillas de lubricación (25) suministran pulverizaciones de mordedura.
- 5 10. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el primer conjunto de boquillas de lubricación comprende una o más boquillas de descarga de fluido que dirigen fluido descargado desde las boquillas de descarga hacia una parte de contacto del par de rodillos.
11. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el sistema de canalización está configurado de manera que una concentración del lubricante y del fluido de refrigeración descargada de las boquillas de refrigeración es diferente de una concentración del lubricante y del fluido de refrigeración descargada del conjunto de boquillas de lubricación de mordedura.
- 10 12. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el sistema de canalización está configurado de manera que una composición del lubricante en el fluido de lubricación y del lubricante en el fluido de refrigeración son diferentes.
13. Aparato de laminación de chapa de metal según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que la canalización, las válvulas y el sistema de bombeo de lubricante jugo están configurados de manera que el fluido de lubricación puede contener una concentración de lubricante y una composición diferentes en cada caja de laminación.
- 15 14. Método de laminación de chapa realizado utilizando el aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicho método:
laminar una chapa de metal entre un par de rodillos de un aparato de laminación de metal; y
20 lubricar una interfaz entre el metal laminado y cada rodillo del par de rodillos con un fluido de lubricación durante el laminado, comprendiendo el fluido de lubricación una mezcla de un fluido de refrigeración y un lubricante jugo, siendo bombeados el fluido de refrigeración y el lubricante jugo, respectivamente, en un sistema de canalización por una bomba de fluido de refrigeración (10) y una bomba de lubricación (20),
25 y mezclados dentro del sistema de canalización antes de ser descargados a través de un conjunto de boquillas de lubricación de mordedura (25).
15. Método según la reivindicación 14, comprendiendo, además:
mezclar el lubricante y el fluido de refrigeración en el sistema de canalización dentro de un mezclador estático para formar una emulsión suelta de lubricante y fluido de refrigeración.
16. Método según la reivindicación 14 o 15, comprendiendo además dicho método:
30 laminar la chapa de metal entre un par de rodillos de una o más cajas adicionales del aparato de laminación de metal después de la laminación a través de la primera caja;
lubricar una interfaz entre el metal laminado y cada uno del par de rodillos de cualquier caja de laminación seleccionada o de todas con un fluido de lubricación durante la laminación.
- 35 17. Método según la reivindicación 16, en el que la mezcla de fluido lubricante y fluido de refrigeración descargada de las boquillas de lubricación de mordedura es la misma en cada caja de laminación.
18. Método según la reivindicación 16, en el que la mezcla de fluido lubricante y fluido de refrigeración descargada de las boquillas de lubricación de mordedura es diferente en cada caja de laminación.
19. Método según la reivindicación 14, en el que el aparato comprende al menos dos columnas de rodillos, comprendiendo cada una un par de rodillos y de boquillas de lubricación de mordedura asociadas, en el que la canalización incluye un mezclador estático entre una fuente de lubricante jugo y las boquillas de lubricación de mordedura para cada columna de rodillos, comprendiendo el método, además:
40 lubricar de manera selectiva una columna de rodillos seleccionada mediante la introducción de lubricante jugo en el mezclador estático asociado con las boquillas de mordedura de lubricante para la columna de rodillos seleccionada.
- 45 20. Método según la reivindicación 14, en el que el aparato comprende al menos dos columnas de rodillos, comprendiendo cada una un par de rodillos y un conjunto asociado de boquillas de lubricación, teniendo cada conjunto de boquillas de lubricación un cabezal, comprendiendo además el método:
lubricar de manera selectiva una columna de rodillos seleccionada mediante la introducción de lubricante jugo en el cabezal del conjunto de boquillas de lubricación asociadas con la columna de rodillos seleccionada.

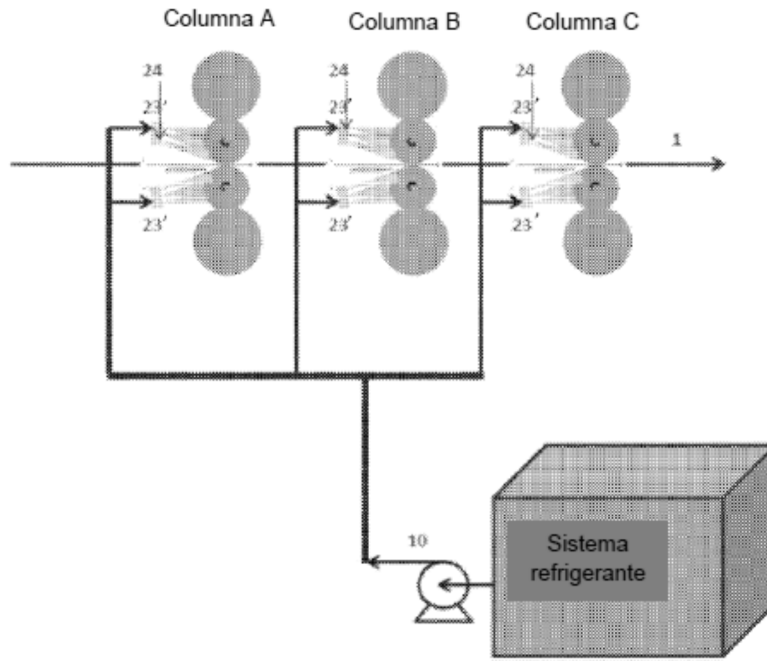


FIG. 1

Estado de la técnica

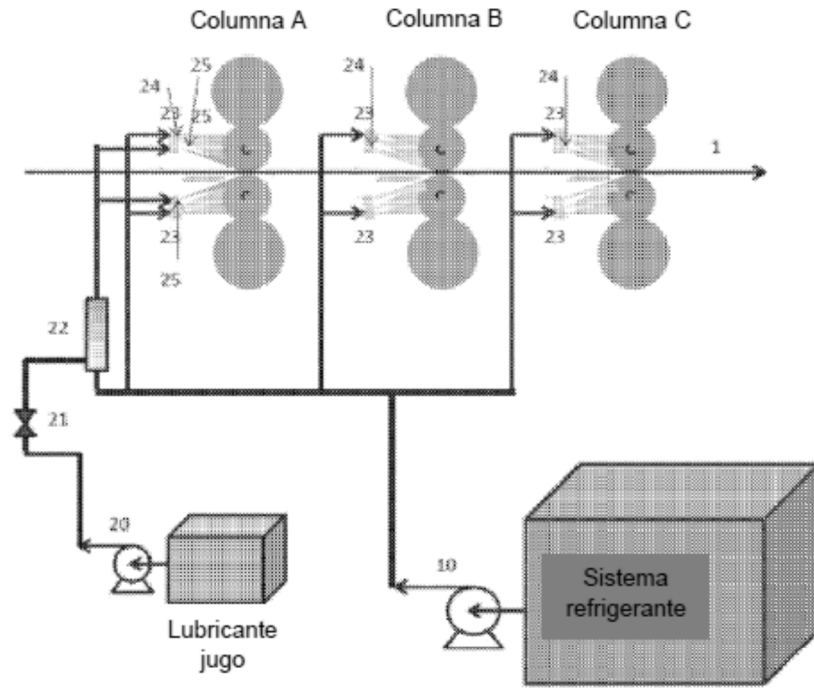


FIG. 2A

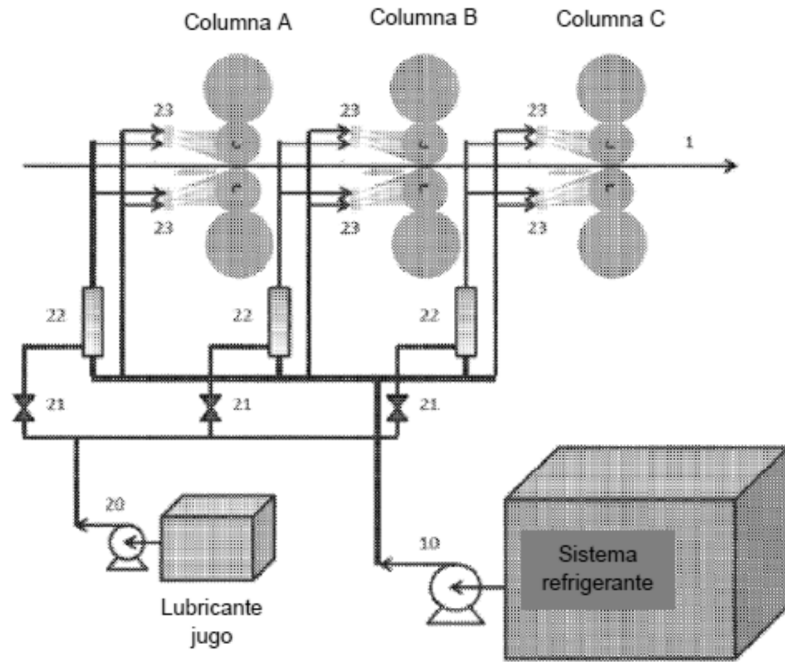


FIG. 2B

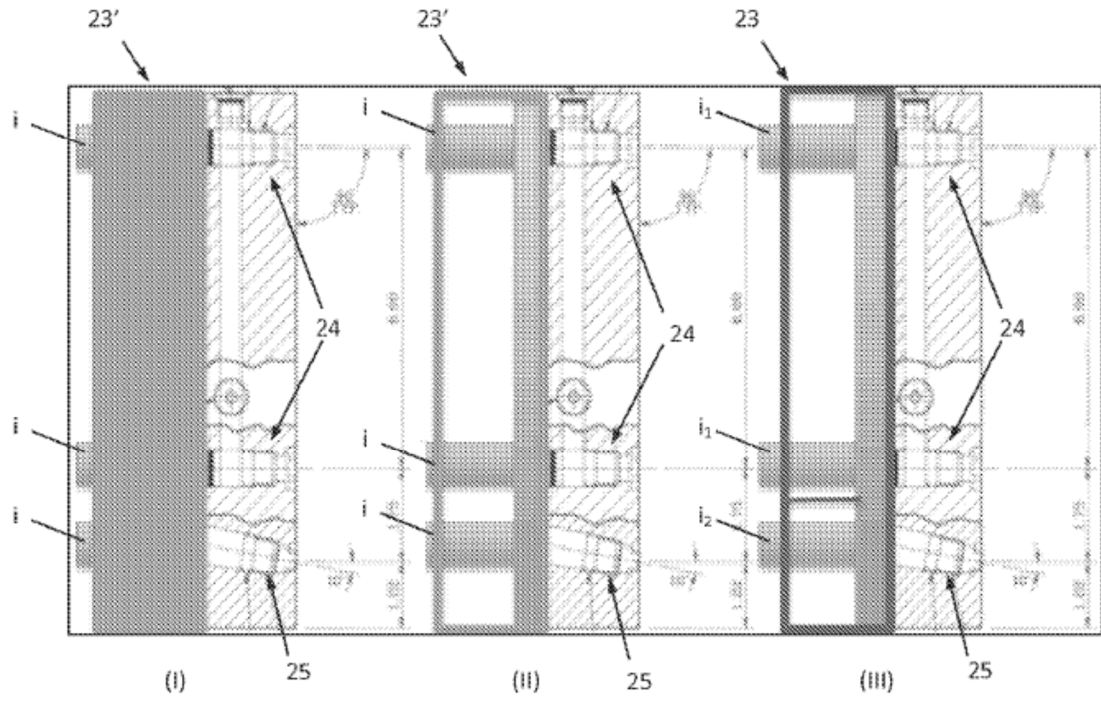


FIG. 3

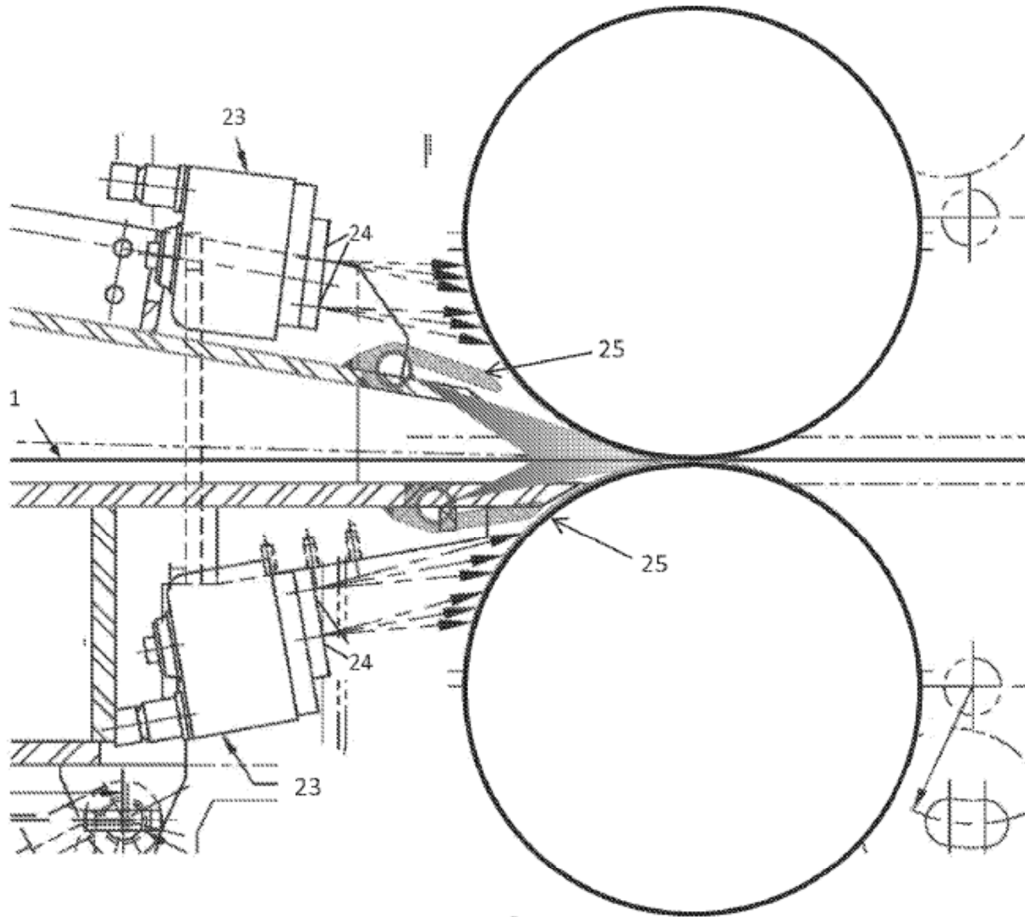


FIG. 4

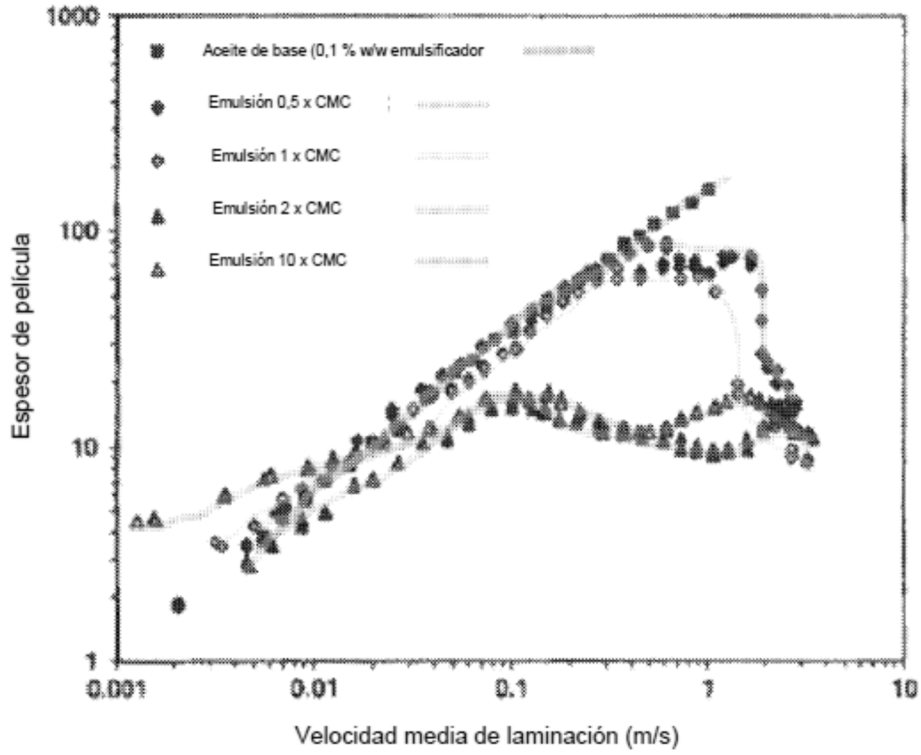


FIG. 5

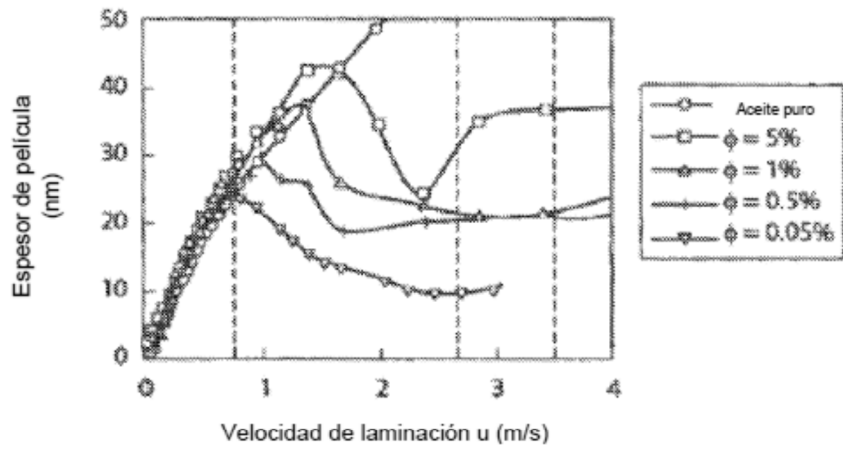


FIG. 6

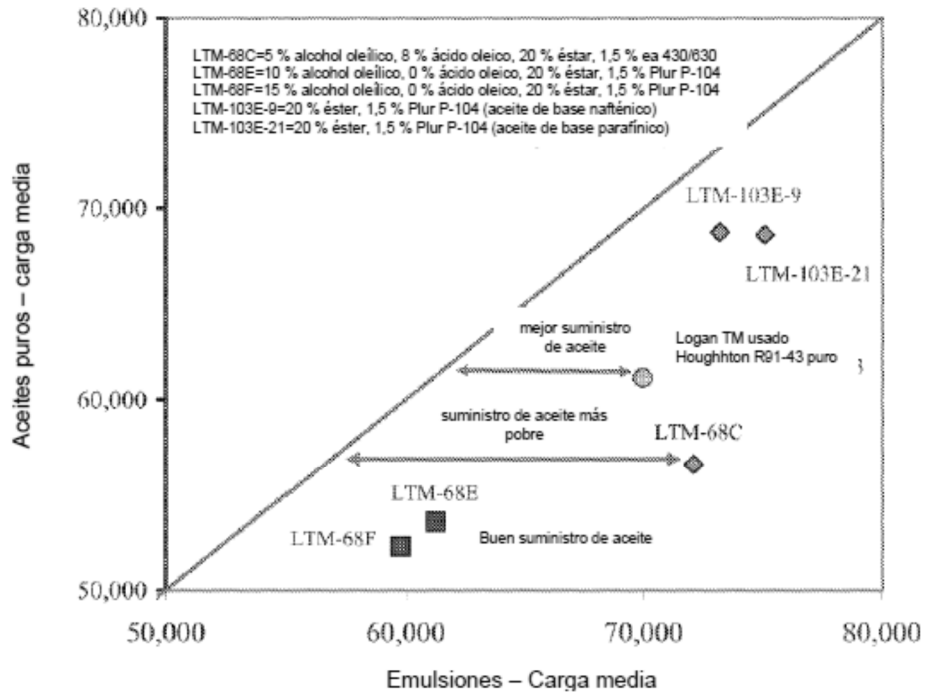


FIG. 7