



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 349**

51 Int. Cl.:
B21B 27/10 (2006.01)
B21B 45/02 (2006.01)
B21B 37/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05809281 .8**
96 Fecha de presentación : **17.11.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1829623**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.09.2007**

54 Título: **Método de alimentación de aceite lubricante dentro del marco de la laminación en frío.**

30 Prioridad: **22.11.2004 JP 2004-337306**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.08.2011

73 Titular/es: **ARCELORMITTAL FRANCE**
1-5, rue Luigi Cherubini
93200 Saint Denis, FR

72 Inventor/es: **Takahama, Yoshiki;**
Shiraishi, Toshiyuki;
Ogawa, Shigeru;
Vanel, Luc y
Hauret, Guy

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 363 349 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

Método de alimentación de aceite lubricante dentro del marco de la laminación en frío.

La presente invención se refiere a un método de alimentación de aceite lubricante en el campo de la laminación en frío y más en particular, se refiere a un método de alimentación de aceite lubricante mediante lubricación de emulsión.

5 En el proceso de laminación en frío de láminas de acero, desde los puntos de vista de la estabilización de la operación de laminación, la forma y la calidad de la superficie del producto, la prevención del agarrotamiento, la mayor duración del cilindro laminador, etc., es necesario mantener el coeficiente de fricción entre el material laminado (lámina de acero) y los cilindros de trabajo en un valor adecuado. Para obtener un coeficiente de fricción adecuado, un aceite lubricante adecuado para la calidad exigida, sus dimensiones y las condiciones de laminado de la lámina obtenida por
10 dicho proceso se selecciona y suministra la lámina en el lado de entrada del bastidor de laminación al material laminado o los cilindros laminadores.

En el proceso de laminado en frío de una lámina de acero, se utiliza la lubricación de emulsión en general. Para obtener un coeficiente de fricción adecuado, se utiliza un modelo para controlar la velocidad de alimentación de la emulsión o la concentración de la emulsión.

15 Como métodos para controlar la lubricación mediante un modelo, se pueden citar:

(1) El método de estimar y controlar la velocidad de alimentación del límite de agarrotamiento a partir de una constante existente para cada condición de laminado, concentración, régimen de laminación, etc. (por ejemplo, véase la publicación de Patente Japonesa (Kokai) nº 2002-224731);

20 (2) El método consistente en determinar las posiciones de las toberas de alimentación de aceite lubricante considerando el tiempo necesario para la separación de aceite-agua en el momento en que las placas de aceite lubricante se desprenden de la lámina de acero, etc., (tiempo de transición de fase) (por ejemplo, véase la publicación de Patente Japonesa (Kokai) nº 2000-094013), etc.

25 En la técnica anterior, no era posible la estimación ni la medición del espesor de la película de aceite, en el momento de la lubricación de emulsión. Fue posible disponer un medidor del espesor de la película de aceite en el lado de salida del bastidor de laminación para medir el espesor de la película de aceite en el lado de salida del bastidor de laminación, pero no era posible conocer el espesor de la película de aceite directamente bajo la mordedura mecánica de los cilindros en un tiempo determinado. En consecuencia, con el método de lubricación convencional anterior, no era posible obtener un espesor de película de aceite adecuado correcto bajo la mordedura de penetración de los cilindros, ni tampoco fue posible controlar la lubricación con una alta precisión.

30 Por lo tanto, con respecto al método anterior (1), puesto que es para la predicción del límite de agarrotamiento, no es posible el uso a una baja velocidad. Por lo tanto, hay espacio para la mejora del consumo de aceite específico en la zona de baja velocidad. Además, con respecto al método anterior (2), se necesita un tiempo de transición de fase para la deposición del aceite lubricante de emulsión. El establecimiento de las posiciones de los extremos de alimentación del aceite lubricante, tomando en consideración el tiempo de transición de fase, es ciertamente efectivo, pero el método para
35 determinar el tiempo de transición de fase no está fijado y por lo tanto, se plantea el problema de que las posiciones no se puedan determinar con precisión.

La presente invención tiene como objetivo resolver el problema anterior y dar a conocer un método para la alimentación de aceite lubricante en el proceso de laminado en frío que permita un control de la lubricación de alta precisión.

40 (1) Un método de alimentación de aceite lubricante con las características estipuladas en la reivindicación 1 en combinación.

45 (2) Un método de alimentación de aceite lubricante, según el apartado (1), que comprende, además, la instalación de un medidor de espesor de la película de aceite, en el lado de salida del bastidor de laminación, que detecta una diferencia entre un valor medido del medidor del espesor de la película de aceite y un valor medido del espesor de la película de aceite, corrigiendo periódicamente la eficiencia de la alimentación especificada por dichas condiciones de lubricación del proceso de laminación y, mientras se hace de este modo, estimar el espesor de la película de aceite de la lubricación de emulsión.

50 (3) Un método de alimentación de aceite lubricante, según lo descrito en los apartados (1) a (2), que comprende, además, hacer que la eficiencia de alimentación, obtenida bajo las condiciones específicas de lubricación en el proceso de laminación, sea una función de la velocidad de laminación, de la alimentación de emulsión, concentración de la emulsión, de la temperatura de la emulsión, longitud de la deposición, de la anchura del material laminado o de la longitud del cilindro laminador, la carga de laminación, la calidad del material laminado y el tipo del aceite lubricante.

El método de alimentación del aceite lubricante de la presente invención utiliza la eficiencia de alimentación determinada por las condiciones específicas de la lubricación del proceso de laminación y espesor de la película de aceite en el momento de la lubricación pura para poder estimar el espesor de la película de aceite en el momento de la lubricación de emulsión y controlar la velocidad de alimentación de la emulsión, etc., en función de este espesor de película de aceite estimado.

La eficiencia de la alimentación es una función de la velocidad de laminación, alimentación de emulsión, concentración de emulsión, longitud de la deposición, temperatura de emulsión, anchura de material laminado o longitud del cilindro de laminación, carga de laminación, calidad del material laminado y tipo del aceite lubricante, de modo que se pueda controlar la lubricación con una alta precisión.

Mediante un control de la lubricación de alta precisión, un espesor de película de aceite adecuado, sin exceso ni merma, se forma directamente bajo la zona de la mordedura de penetración del cilindro y el coeficiente de fricción entre el material laminado y los cilindros laminadores se mantienen en un valor adecuado para las condiciones de laminación. En consecuencia, es posible evitar el deslizamiento entre el material laminado y los cilindros de trabajo y el agarrotamiento del material laminado y realizar un laminado estable. Además, es posible reducir el coste de la laminación y mejorar la calidad del producto.

La Figura 1 es una vista de un ejemplo de la relación entre la velocidad de laminación y la eficiencia de la alimentación cuando se utiliza la alimentación de emulsión y la concentración de emulsión como parámetros.

La Figura 2 es una vista esquemática que representa un ejemplo de una instalación de laminación para utilizar el método de alimentación de aceite lubricante de la presente invención.

En la presente invención, la eficiencia de la alimentación obtenida bajo las condiciones específicas de velocidad de laminación, alimentación de emulsión, concentración de emulsión, longitud de la deposición, temperatura de emulsión, anchura del material laminado, carga de laminación, calidad del material laminado y tipo de aceite lubricante y el espesor de la película de aceite en el momento de la lubricación pura realizada bajo las condiciones específicas de lubricación del proceso de laminación se utilizan para poder estimar el espesor de película de aceite obtenido por lubricación de emulsión bajo las condiciones específicas de la laminación.

Además, al menos uno de los parámetros de la alimentación de emulsión, la concentración de emulsión, temperatura de emulsión y la longitud de la deposición se controla de modo que el espesor de la película de aceite estimado coincida con un espesor de película de aceite objetivo.

En esta descripción, el término "específicas" significa especificadas para cada una de las diversas condiciones de lubricación de la laminación. El término "longitud de deposición" significa la distancia desde la posición de alimentación de emulsión a la entrada de la mordedura de penetración del cilindro, que permite garantizar un tiempo suficiente para que el aceite lubricante, en la emulsión suministrada a la superficie de la lámina de acero deslizante se separe del agua y de la deposición sobre la superficie de la lámina de acero.

Además, es posible establecer la longitud de la deposición considerando el caso de que la alimentación de aceite lubricante a los cilindros sea siempre la misma. La eficiencia de la alimentación se puede calcular como una función de la velocidad de laminación, alimentación de emulsión, etc., mediante un modelo. La eficiencia de la alimentación se puede determinar, por ejemplo, como sigue.

El espesor de la película de aceite introducida en el caso de lubricación pura, bajo determinadas condiciones de laminación, se designa por "hneat", mientras que el espesor de la película de aceite introducida en el caso de lubricación de emulsión (en cualquier concentración), bajo las mismas condiciones de laminación, se designa por "hemu". Bajo las mismas condiciones de lubricación de la laminación, el espesor de la película de aceite en el momento de la lubricación pura es el máximo, por lo que bajo la lubricación de emulsión el espesor de la película de aceite se hace más pequeño que el obtenido en la lubricación pura. Por lo tanto, la eficiencia de la alimentación α se define por la relación de hemu/hneat.

En esta descripción, el valor de "hemu" se puede obtener midiendo el espesor de la película de aceite durante la laminación y el valor "hneat" se puede medir, por anticipado, realizando experimentos de lubricación pura real o se puede calcular por la teoría de la lubricación, etc.

En la lubricación pura, junto con el aumento en la velocidad de laminación, la cantidad de aceite introducido aumenta debido al efecto de acuñamiento del aceite lubricante y la disminución de la magnitud del coeficiente de fricción. A diferencia de lo anterior, en la lubricación de emulsión, en la zona de baja velocidad, la cantidad de aceite introducido aumenta debido al efecto de cuña del aceite lubricante, pero cuando se excede una determinada velocidad de laminación, la lubricación se hace insuficiente, se reduce el espesor de la película de aceite y aumenta el coeficiente de fricción.

Si se calcula la eficiencia de la alimentación para cada velocidad de laminación, según las definiciones anteriores, el resultado obtenido es el que se representa en la Figura 1. Los inventores descubrieron que esta curva difiere dependiendo de la velocidad de alimentación de emulsión, la concentración de emulsión, la longitud de la deposición, la temperatura de emulsión, la anchura del material laminado o la longitud del cilindro de laminación, la carga de laminación, la calidad del material laminado y el tipo del aceite lubricante, pero si estas condiciones de lubricación de la laminación son las mismas, se hace igual en todo momento.

Por lo tanto, creando un modelo de la eficiencia de la alimentación por anticipado dentro del margen de operación, es posible estimar el espesor de la película de aceite directamente bajo la zona de la mordedura de penetración del cilindro, en el momento de la lubricación de emulsión gracias a esta eficiencia de la alimentación y el espesor de la película de aceite, en el momento de la lubricación pura.

Por lo tanto, si se controla la concentración de emulsión o la alimentación de emulsión de modo que el espesor de la película de aceite estimada coincida con el valor objetivo, se hace posible alimentar el aceite lubricante sin exceso ni merma bajo las condiciones de lubricación de la laminación.

Además, los inventores descubrieron que es posible estimar la eficiencia de la alimentación a partir de la velocidad de laminación, la alimentación de emulsión, la concentración de emulsión, la longitud de la deposición, la temperatura de emulsión, la anchura de material laminado o la longitud del cilindro de laminación, la carga de laminación, la calidad del material laminado y el tipo de aceite lubricante. La ecuación para la estimación de la eficiencia de la alimentación se puede establecer determinando los valores obtenidos mediante experimentos por medio de una función adecuada.

Los inventores confirmaron que la eficiencia de la alimentación se puede expresar por al menos una función exponencial para cada zona de baja velocidad y cada zona de alta velocidad. Por supuesto, se puede utilizar cualquier otra función que permita un ajuste adecuado.

Sin embargo, la zona de baja velocidad y la zona de alta velocidad se definen utilizando el valor máximo de la eficiencia de la alimentación como un límite. Es conocido por la técnica anterior que el valor del coeficiente α se puede estimar por una ecuación de modelo, por lo que esta función ($h_{emu} = \alpha \times h_{neat}$) se puede utilizar para estimar el espesor de la película de aceite, en el momento de la lubricación de emulsión, a partir del espesor de la película de aceite en el momento de lubricación pura (realmente medido o utilizando valores de la teoría de lubricación de fluidos) bajo las mismas condiciones que las condiciones de alimentación del aceite lubricante en el momento de la lubricación de emulsión (la alimentación de emulsión, la concentración de emulsión, la temperatura de emulsión y la longitud de la deposición).

Por lo tanto, es posible estimar la eficiencia de la alimentación en línea en todo momento, estimar el espesor de la película de aceite en el momento de la lubricación de emulsión específica y de este modo, controlar la lubricación.

El parámetro más simple, como un factor de control, es la velocidad de alimentación de la emulsión. El número de depósitos de lubricación, etc., se puede utilizar para cambiar la concentración de la emulsión. De forma análoga, las direcciones de las toberas se pueden cambiar para modificar la longitud de la deposición.

La Figura 2 es una vista esquemática que representa un ejemplo de una instalación de laminación para la realización del método de alimentación del aceite lubricante de la presente invención. La instalación de laminación está constituida, por ejemplo, por cinco bastidores. La Figura 2 representa solamente un bastidor de laminación 10 entre ellos. El bastidor de laminación 10 es un bastidor de laminación tipo 4Hi provisto de cilindros de trabajo 12 y cilindros de reserva 14.

La instalación de laminación está provista de depósitos de emulsión 20A y 20B para almacenar la emulsión y un depósito de agua de refrigeración 40. La emulsión almacenada se establece, por anticipado, en su tipo y concentración según las condiciones específicas de lubricación en el proceso de laminación, puesto que difiere el tipo y/o concentración del aceite lubricante.

Los tubos de emulsión 21A y 21B conectados a los depósitos de emulsión 20A y 20B tienen formas de emulsión 22A y 22B y válvulas de ajuste del caudal de emulsión 23A y 23B incorporadas. Además, los tubos de emulsión 21A y 21B están conectados un tubo principal 25.

En el lado de entrada del bastidor de laminación 10, está dispuesta una cabecera de emulsión 30. La cabecera de emulsión 30 está provista de una pluralidad de toberas de emulsión 34 mediante juntas giratorias 32 a lo largo de la dirección de la anchura de la lámina.

Cada tobera de emulsión 34 es capaz de girar mediante la junta giratoria 32 alrededor de un eje de rotación que se extiende horizontalmente en la dirección de la anchura de la lámina. Las toberas de emulsión 34 pueden girarse para cambiar las direcciones de pulverización de la emulsión según se indica por las líneas de trazos y de este modo, ajustar

la longitud de la deposición.

El tubo del agua de refrigeración 41, que se extiende desde el depósito del agua de refrigeración 40, tiene una bomba del agua de refrigeración 42 y una válvula de ajuste del caudal del agua de refrigeración 43 incorporada. Por otro lado, una cabecera del agua de refrigeración 45 está dispuesta en el lado de salida del bastidor de laminación 10. La cabecera del agua de refrigeración 45 presenta el tubo del agua de refrigeración 41 conectado a ella y una pluralidad de toberas de refrigeración 46 incorporadas a lo largo de la dirección de la anchura de la lámina.

La instalación de laminación está provista de un aparato de control de la lubricación 50 constituido por un ordenador. El aparato de control de la lubricación 50 memoriza las ecuaciones de modelos de las condiciones de lubricación de la laminación y la eficiencia de la alimentación α y otros datos. El aparato de control de la lubricación 50 calcula la eficiencia de la alimentación α por las ecuaciones del modelo en función de las condiciones dadas de la lubricación de la laminación.

En la instalación de laminación configurada en la forma anteriormente explicada si, por ejemplo, el EA de emulsión se selecciona en función de las condiciones de la lubricación en el proceso de laminación y la eficiencia de la alimentación α , la bomba de emulsión 22A es conducida y el EA de emulsión se envía desde el depósito de emulsión 20A, a través del tubo de emulsión 21A, al tubo principal 25. La señal de operación desde el aparato de control de la lubricación 50 se puede utilizar para ajustar el flujo de la válvula de ajuste del caudal de la emulsión 23A.

En este momento, la bomba de emulsión 22B interrumpe su funcionamiento y se cierra la válvula de ajuste del caudal de emulsión 23B. El EA de emulsión se suministra a través del tubo principal 25, la cabecera de emulsión 30 y las juntas giratorias 32 desde las toberas de emulsión 34 a la lámina de acero 1, en el lado de entrada del bastidor de laminación. Además, los cilindros de trabajo 12 se enfrían con agua de refrigeración rociada desde las toberas del agua de refrigeración 46.

Las condiciones de lubricación de la laminación cambian en cada instante, por lo que si se calcula una nueva eficiencia de la alimentación α , por ejemplo, es posible dejar las demás condiciones constantes y cambiar solamente la longitud de la deposición para cambiar el espesor de la película de aceite. El parámetro modificado no está limitado a la longitud de la deposición y puede ser también la velocidad de alimentación de emulsión o la temperatura de emulsión. Además, es también posible cambiar varios de estos parámetros.

Además, si cambian las condiciones de lubricación de la laminación y se establece una nueva eficiencia de la alimentación α , la bomba de emulsión 22A interrumpe su funcionamiento y se cierra, en algunos casos, la válvula de ajuste del caudal de emulsión 23A. Además, se impulsa la bomba de emulsión 21B y se utiliza la válvula de ajuste del caudal de emulsión 23B para ajustar el caudal de la emulsión EB.

La emulsión se suministra mientras se conmuta desde la emulsión EA a la emulsión EB y se cambia la alimentación de la emulsión. En este caso, ha de tenerse en cuenta que el aceite lubricante puede ser el mismo o diferente en tipo y la velocidad de alimentación de la emulsión puede ser el mismo. Además, es también posible cambiar la longitud de la deposición.

Cuando se corrige periódicamente la eficiencia de la alimentación (función de captación), se establece un medidor del espesor de la película de aceite 52 en el lado de salida del bastidor de laminación. El valor medido detectado por el medidor del espesor de la película de aceite se envía al aparato de control de la lubricación 50, en donde fue calculada la diferencia entre el valor medido por el medidor del espesor de la película de aceite y el valor estimado del espesor de la película de aceite. Además, en función de la diferencia detectada, la eficiencia de la alimentación, bajo las condiciones de lubricación de la laminación fue, periódicamente corregida mientras se estimaba el espesor de la película de aceite de la lubricación de emulsión.

Debido a lo anteriormente descrito, es posible elevar todavía más la precisión del control de la lubricación. El periodo de la corrección se puede cambiar en alguna manera en función de las condiciones de lubricación de la laminación.

La eficiencia de la alimentación α es un parámetro que indica el estado de lubricación, de modo que se pone en correlación directa con el coeficiente de fricción o el régimen de la alimentación. Estos valores del coeficiente de fricción y del régimen de la alimentación se rigen por la cantidad de aceite de lubricación introducida en la zona de la mordedura de penetración del cilindro. La cantidad de aceite introducida viene afectada por el estado de la alimentación, es decir, la concentración de emulsión, la velocidad de alimentación, la longitud de la deposición, etc., por lo que la relación con la eficiencia de la alimentación α es profunda.

Es posible investigar, por anticipado, el coeficiente de fricción o la velocidad de alimentación y la eficiencia de la alimentación y calcular la eficiencia de la alimentación a partir de las condiciones de alimentación del aceite lubricante para poder estimar el coeficiente de fricción o la relación de avance. Cuando el coeficiente de fricción o la relación de avance que se han calculado no coinciden con el valor objetivo, es posible cambiar la velocidad de alimentación, la

longitud de la deposición u otros parámetros para obtener el estado de lubricación objetivo.

Por lo tanto, en la presente invención, es posible detectar la carga durante la laminación, la velocidad de la lámina lateral de salida y la velocidad de los cilindros laminadores, calcular, en inverso, el coeficiente de fricción a partir del espesor de la lámina lateral de entrada y el espesor de la lámina lateral de salida que se obtiene a partir de la programación de reducción y los parámetros anteriores, memorizar la relación entre el coeficiente de fricción y la eficiencia de la alimentación para cada grado de calidad del material laminado por anticipado en la forma de una tabla, encontrar el coeficiente de fricción, bajo condiciones específicas de laminación, a partir de la eficiencia de la alimentación y controlar al menos uno de los parámetros de alimentación de emulsión, concentración de emulsión, temperatura de emulsión y la longitud de la deposición, de modo que el coeficiente de fricción coincida con un valor objetivo.

Además, es posible detectar la velocidad de la lámina lateral de salida y la velocidad de los cilindros de laminación para calcular la relación de avance, memorizar la relación entre la relación de avance y la eficiencia de la alimentación, para cada grado de calidad del material laminado, por anticipado, en la forma de una tabla, encontrar la relación de avance bajo condiciones específicas de laminación a partir de la eficiencia de la alimentación y controlar al menos uno de los parámetros de alimentación de emulsión, concentración de emulsión, temperatura de emulsión y longitud de la deposición, de modo que la relación de avance coincida con el valor objetivo.

Sin embargo, incluso bajo las mismas condiciones de la alimentación del aceite lubricante, se conoce, en la técnica anterior, que el coeficiente de fricción o la relación de avance cambia según las condiciones de desgaste de los cilindros, el grado de calidad del material laminado, etc. El desgaste de los cilindros debe corregirse por el número de toneladas de laminación del material laminado a partir del intercambio después de la laminación. Los grados de calidad del material laminado, por ejemplo, se clasifican por la resistencia de deformación a menos de 350 MPa, 350 a 600 MPa, 600 a 800 MPa, 800 a 1200 MPa y más de 1200 MPa. No existe ningún problema si se memoriza la relación entre el coeficiente de fricción o la relación de avance y la eficiencia de la alimentación para cada uno de ellos en la forma de una tabla.

La presente invención no está limitada a las formas de realización anteriores. Por ejemplo, el material laminado puede ser, además del acero, también titanio, aluminio, magnesio, cobre u otro metal y las aleaciones de estos metales.

Puede disponerse, además, de tres o más depósitos de emulsión. Además, también es posible utilizar un depósito único para almacenar el aceite lubricante y mezclar el aceite lubricante suministrado desde el depósito con el agua calentada, en la parte media del tubo, para preparar la emulsión.

En este caso, es también posible cambiar la relación de mezcla del aceite lubricante y del agua calentada, en función de las condiciones de lubricación de la laminación y ajustar la concentración de la emulsión y/o cambiar la velocidad de alimentación de la emulsión.

Ejemplos

Un tren de laminación de prueba 4Hi de bastidor único fue utilizado para la laminación de un cilindro. En este experimento, se utilizó aceite de palma como el aceite base del aceite lubricante (la concentración de emulsión del 2%, la longitud de la deposición de 0,3 m, la velocidad de alimentación de 1 litro/minuto por lado, la anchura de la lámina de 50 mm) y se calculó la eficiencia de la alimentación, por anticipado, en un ensayo preliminar dentro del margen de condiciones del ensayo. La laminación fue realizada acelerando, con una velocidad de laminación constante de 1500 mpm durante 10 minutos y luego, desacelerando y finalizando el proceso.

El presente modelo fue aplicado a un primer cilindro (periodo de cálculo de 1 segundo), en donde el coeficiente α tuvo un valor comprendido entre 0,11 a 0,23. La lámina fue laminada mientras se cambiaba la alimentación, de modo que el espesor de la película de aceite estimado (que varía de 0,38 a 0,48 μm) coincidió con el espesor de película de aceite objetivo. El espesor de la película de aceite objetivo fue establecido como un espesor de la película de aceite en el momento del límite de ocurrencia de los defectos de agarrotamiento producidos por la operación realizada hasta este momento. Cuando se utiliza el método presente, fue posible la laminación sin problemas, tales como los defectos del agarrotamiento.

Incluso con las condiciones de laminación ordinarias, el régimen de la alimentación se cambia para cada velocidad de laminación, pero se trata de un control aproximado por los valores de las tablas. Por lo tanto, la laminación no se realiza en el estado próximo al límite de agarrotamiento, en todo momento, como en el modelo presente.

Si se calcula por los valores de las tablas utilizados en la operación ordinaria, se constata que el régimen de la alimentación por el presente experimento es un 92% de la operación ordinaria (después de la corrección de la anchura de la lámina). Podría confirmarse por el presente modelo que se puede reducir el coste sin ninguna dificultad.

A continuación, la eficiencia de la alimentación fue calculada durante la laminación, mientras se realizaban experimentos similares. Para verificar también la precisión de la estimación de la eficiencia de la alimentación, la

combinación de las condiciones de laminación y la anchura y espesor de la lámina se cambió para los cilindros laminadores 23. No se produjo ninguna anomalía en la laminación para cualquier cilindro, incluyendo los defectos de agarrotamiento.

5 De la misma manera que en el momento anterior, si se comparaba la alimentación en el momento de la operación normal, en el presente experimento podía confirmarse que la alimentación era del 93% en una operación normal. El efecto podría confirmarse incluso en el caso de estimación de la eficiencia de la alimentación durante la laminación.

10 Según se explicó anteriormente, la presente invención permite el control de la lubricación con una alta precisión en el control de la laminación. Por lo tanto, la presente invención tiene una gran aplicabilidad en la industria de los metales ferrosos.

REIVINDICACIONES

1.- Un método de alimentación de aceite lubricante en el proceso de laminación en frío mediante lubricación de emulsión, en el lado de entrada del bastidor de laminación, caracterizado porque comprende:

5 utilizando una eficiencia de la alimentación constante obtenida bajo las condiciones específicas de un régimen de laminación, alimentación de emulsión, concentración de emulsión, temperatura y emulsión, longitud de la deposición, anchura del material laminado o longitud del cilindro de laminación, carga de laminación, grado de calidad del material laminado y tipo de aceite lubricante y el espesor de la película de aceite en el momento de la lubricación pura realizada bajo dichas condiciones específicas de lubricación de laminación para estimar el espesor de película de aceite obtenido mediante lubricación de emulsión bajo dichas condiciones específicas de lubricación de laminación y

10 controlar al menos uno de los parámetros de alimentación de emulsión, concentración de emulsión, temperatura de emulsión y longitud de la deposición, de modo que dicho espesor de película de aceite estimado coincida con el espesor de película de aceite objetivo, estando la eficiencia de la alimentación definida por la fórmula (1) siguiente:

$$\alpha = h_{emu} / h_{neat}$$

en donde:

α : eficiencia de la alimentación,

15 h_{emu} : espesor de la película de aceite de lubricación de emulsión obtenida bajo condiciones específicas de lubricación de laminación,

h_{neat} : espesor de la película de aceite de la lubricación pura obtenida bajo condiciones específicas de lubricación de laminación.

20 2.- Un método de alimentación de aceite lubricante según se establece en la reivindicación 1 que comprende, además, establecer un medidor de espesor de la película de aceite, en el lado de salida del bastidor de laminación, detectando una diferencia entre un valor medido por el medidor del espesor de la película de aceite y un valor medido de dicho espesor de película de aceite, corrigiendo periódicamente dicha eficiencia de la alimentación especificada por dichas condiciones de lubricación de laminación y, mientras así se hace, estimar el espesor de la película de aceite de la lubricación de emulsión.

25 3.- Un método de alimentación de aceite lubricante según se establece en cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 que comprende, además, hacer que la eficiencia de la alimentación obtenida bajo dichas condiciones específicas de lubricación de laminación como una función del régimen de laminación, alimentación de emulsión, concentración de emulsión, temperatura de emulsión, longitud de la deposición, anchura del material laminado o longitud del cilindro de laminación, la carga de laminación, el grado de calidad del material laminado y el tipo de aceite lubricante.

30

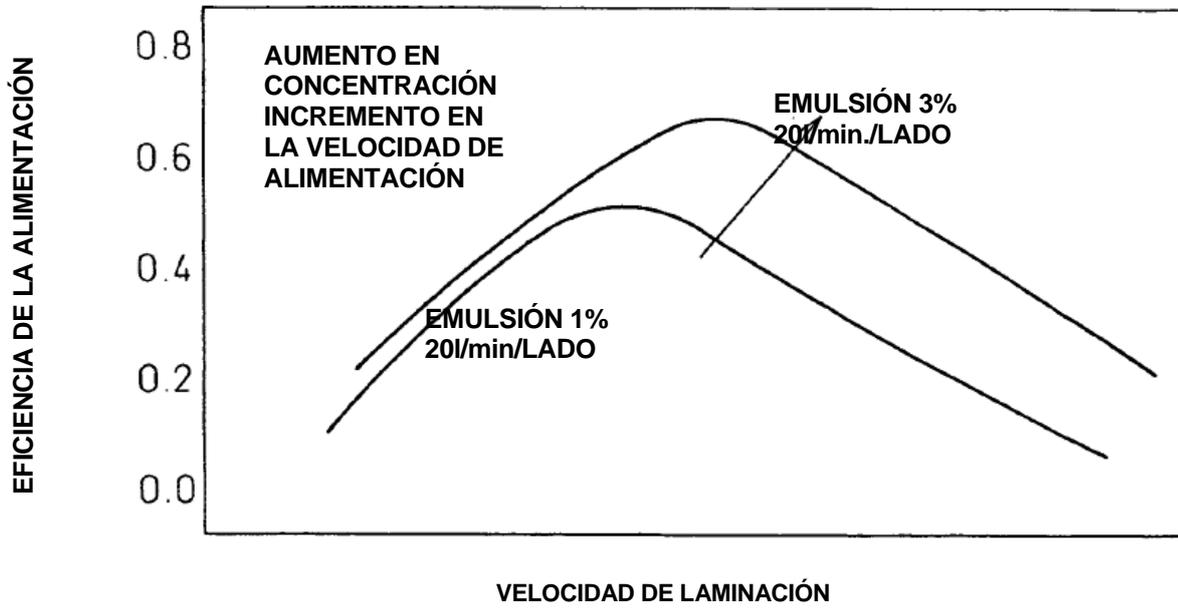


Figura 1

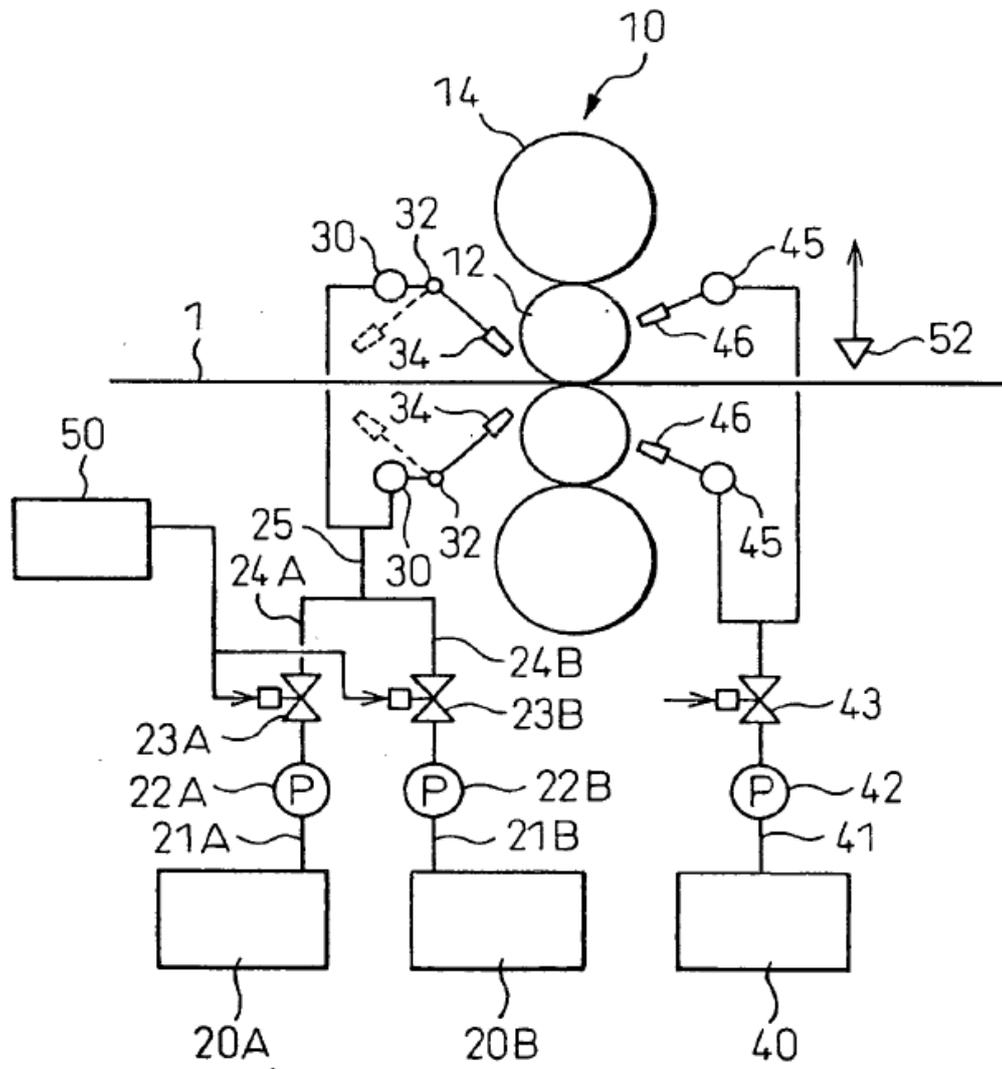


Figura 2