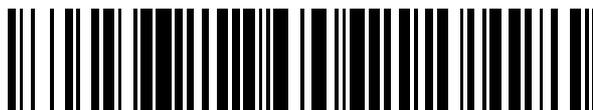


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 856**

51 Int. Cl.:

**B21B 27/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05809725 .4**

96 Fecha de presentación: **17.11.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1829625**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.09.2007**

54 Título: **Método de suministro de aceite lubricante en la laminación en frío**

30 Prioridad:

**22.11.2004 JP 2004337305**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**14.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**14.12.2012**

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL FRANCE (100.0%)  
1 à 5, rue Luigi Cherubini  
93200 Saint Denis , FR**

72 Inventor/es:

**TAKAHAMA, YOSHIKI;  
SHIRAISHI, TOSHIYUKI;  
OGAWA, SHIGERU;  
VANEL, LUC;  
HAURET, GUY;  
LAUGIER, MAXIME y  
MASSON, PASCAL**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 392 856 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 suministro de aceite lubricante en la laminación en frío.

5 La presente invención se refiere a un método de suministro de aceite lubricante para suministrar aceite lubricante a un lado de entrada de un bastidor de laminación en la laminación en frío de una chapa metálica.

10 Por ejemplo, en la laminación en frío de chapa de acero, desde el punto 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 vida útil del tren de laminación, etc., es preciso mantener el coeficiente de fricción entre el material laminado (chapa de acero) y los cilindros de trabajo en un valor adecuado. Para obtener un coeficiente de fricción adecuado, se selecciona un aceite lubricante adecuado para el grado y la dimensión de la chapa laminado y las condiciones de laminación, y se alimenta en el lado de entrada del bastidor de laminación a la chapa de acero laminado y los cilindros. En los trenes de laminación en frío continuos, se utiliza por regla general lubricación en emulsión.

15 Para obtener un coeficiente de fricción adecuado, el aumento de la velocidad de suministro de la emulsión o la concentración de la emulsión es un medio eficaz para mejorar la untuosidad y reducir el coeficiente de fricción, pero esto provoca un aumento de coste. Adicionalmente, en la situación actual existe un límite para el aumento en la velocidad de suministro de la emulsión o la concentración de la emulsión, debido a limitaciones en las instalaciones. 20 En cuanto a la limitación de las instalaciones, por ejemplo, en el caso de una emulsión de alta concentración, a veces llegan a obstruirse las tuberías, o la capacidad de un agitador en el tanque deteriora la homogeneidad de la emulsión de concentración elevada. Adicionalmente, el límite superior de la velocidad de suministro de la emulsión está determinado por la capacidad de la bomba.

25 Recientemente, acero de alta resistencia a la tracción, acero TRIP, y otros materiales denominados materiales difíciles de producir están siendo laminados con tendencia creciente. Con los materiales difíciles de producir, la carga de laminación se hace mayor, por lo que hay necesidad de reducir el coeficiente de fricción y reducir asimismo la carga de laminación en los bastidores del extremo anterior (v.g. los bastidores primero y/o segundo) en el tren de laminación en frío continuo, y prevenir el agarrotamiento por reducción del coeficiente de fricción y supresión del 30 calor de fricción en los bastidores del extremo posterior que hace mayor la velocidad de laminación. Es decir, hay necesidad de reducir el coeficiente de fricción en toda la región de velocidad de laminación comparado con un acero dulce cuando se lamina una chapa de acero difícil de producir.

35 Si se representa esquemáticamente el caso de utilización de un aceite lubricante A en el que el coeficiente de fricción se mantiene dentro del campo permisible con respecto a un acero dulce, el resultado viene a ser como se muestra en FIG. 9. El límite inferior del campo permisible del coeficiente de fricción es el límite para el cual el coeficiente de fricción ya no puede reducirse más debido a la eficiencia del aceite lubricante, las condiciones restrictivas de la instalación, etc., explicadas anteriormente. Adicionalmente, se produce deslizamiento aun cuando no existen problemas de restricción en las instalaciones, por lo que a veces el coeficiente de fricción ya no puede 40 reducirse más. Por otra parte, el límite superior está determinado por la resistencia al agarrotamiento de la región de fricción límite del aceite lubricante. Partiendo de la experiencia con operaciones realizadas hasta ahora, se ha determinado el límite superior. Las condiciones de laminación se establecen de tal manera que el coeficiente de fricción sea algo menor que dicho valor. Hasta ahora, se había laminado en la mayoría de los casos acero dulce, por lo que el aceite lubricante A por sí solo era capaz de gestionarlo. Sin embargo, como resulta claro por FIG. 9, para la laminación de acero hiperresistente a la tracción con una resistencia a la tracción de, por ejemplo, 1270 MPa o más, el aceite lubricante A por sí solo no es suficiente para obtener un coeficiente de fricción adecuado. 45

50 Para resolver este problema, puede considerarse el método de utilización de una pluralidad de tipos de aceite lubricante. Por ejemplo, existe el método de preparación de una baja concentración y una alta concentración de aceite lubricante con el mismo aceite lubricante y suministrarlo a diferentes lugares de suministro (por ejemplo, véase JP-A-59-33023) o el método de uso selectivo de acuerdo con el espesor de la chapa de acero (por ejemplo, véase JP-A-8-155.510). Sin embargo, en cuanto a estos métodos, aun cuando se utiliza el mismo aceite lubricante y se cambia la concentración, considerando las limitaciones en las instalaciones del tren de laminación o el coste, es difícil gestionar la actual pluralidad de las chapas de acero laminado.

55 Además, en otro método de suministro del aceite lubricante, se ha propuesto el método de preparación de 4 tanques, que prescribe 3 tipos diferentes de aceite lubricante, utilización selectiva de los mismos de acuerdo con el espesor de la chapa de acero (por ejemplo, véase JP-A- 59-199.109). Éste método utiliza 4 tanques y 3 tipos de aceite lubricante y una solución detergente, pero no se hace descripción alguna del espesor de película o el coeficiente de fricción. Además, el método de clasificación del grado y el aceite lubricante es también grosero. Se tropieza con los problemas de que es difícil controlar suficientemente la lubricación para cumplir todos los requisitos estrictos de calidad de la superficie en los últimos años o todos los pequeños lotes de diversos tipos de chapa de 60 acero laminado y es difícil el control fino.

65 Por otra parte, existe también el método de cambiar la ratio de mezcla de al menos 2 tipos de aceite lubricante para cambiar la composición del aceite lubricante de acuerdo con las características de calidad requeridas de la banda de

acero laminado en caliente para cada banda de acero laminado en caliente y suministrar el aceite de laminación comprendido por el aceite lubricante y agua a al menos 1 bastidor de laminación (por ejemplo, véase JP-A- 2000-351.002). Con este método, la velocidad de suministro del aceite lubricante se controla de acuerdo únicamente con las características de calidad requeridas, por lo que no era posible un control fino.

5 La presente invención tiene por objeto proporcionar un método de suministro de aceite lubricante capaz de gestionar una pluralidad de grados de chapas metálicas (acero) sin verse limitado por el aparato de aceite de lubricación o el sistema de control de lubricación en la laminación en frío de una chapa metálica (acero). El objeto arriba indicado puede conseguirse por las características especificadas en las reivindicaciones.

10 Particularmente, un método de suministro de aceite lubricante de un primer aspecto de la invención proporciona un método de suministro de aceite lubricante para suministrar juntos una emulsión de un aceite lubricante y agua caliente mezclados a un lado de entrada de bastidores de laminación de un tren de laminación en la laminación en frío de una chapa de acero, que comprende almacenar 2 o más tipos de aceites lubricantes de composiciones diferentes en tanques separados, seleccionar uno de los aceites lubricantes almacenados de acuerdo con un coeficiente de fricción entre la chapa de acero laminado y los cilindros de trabajo, y suministrar una emulsión constituida por el aceite de lubricación seleccionado y agua caliente mezclados a un lado de entrada del tren de laminación.

15 Un método de suministro de aceite lubricante de un segundo aspecto de la invención proporciona un método de suministro de aceite lubricante para suministrar una emulsión constituida por un aceite lubricante y agua caliente mezclados a un lado de entrada de un bastidor de laminación en la laminación en frío de una chapa de acero, que comprende almacenar 2 o más tipos de aceite lubricante de composiciones diferentes y al menos 1 tipo de aceite lubricante y al menos 1 tipo de aditivo en tanques separados, mezclar 2 o más tipos de aceite lubricante seleccionados de los aceites lubricantes almacenados de acuerdo con el coeficiente de fricción entre la chapa de acero laminado y los cilindros de trabajo, mezclar al menos 1 aceite lubricante seleccionados y al menos 1 aditivo seleccionado para obtener un aceite mixto, y suministrar una emulsión constituida por este aceite mixto mezclado con agua caliente a un lado de entrada de un bastidor de laminación.

20 En los métodos de suministro de aceite lubricante del primer aspecto de la invención y el segundo aspecto de la invención, al menos uno de los aceites lubricantes puede incluir un aditivo. Adicionalmente, el método de suministro de aceite lubricante del segundo aspecto de la invención puede comprender además controlar la velocidad de suministro del aceite lubricante y/o la concentración de la emulsión de acuerdo con la velocidad de laminación.

35 Un método de suministro de aceite lubricante del tercer aspecto de la invención proporciona un método de suministro de aceite lubricante para suministrar una emulsión constituida por un aceite lubricante y agua caliente mezclados a un lado de entrada de un bastidor de laminación en la laminación en frío de una chapa de acero, que comprende almacenar 2 tipos de aceites lubricantes de composiciones diferentes y un aceite lubricante y aditivo en tanques separados, establecer previamente 2 ratios de mezcla de una primera ratio de mezcla y una segunda ratio de mezcla de acuerdo con el coeficiente de fricción para los 2 tipos de aceite lubricante o un aceite lubricante y aditivo, suministrar una primera emulsión producida por la primera ratio de mezcla al lado de entrada del bastidor de laminación, aumentar la velocidad de suministro de la emulsión para reducir el coeficiente de fricción cuando el coeficiente de fricción estimado durante la laminación es mayor que un coeficiente de fricción diana, cambiar a una segunda emulsión producida por la segunda ratio de mezcla y suministrar la segunda emulsión al lado de entrada del bastidor de laminación cuando el aumento de la velocidad de suministro de la emulsión reduce el coeficiente de fricción, y cambiar la segunda emulsión a la primera emulsión para reducir la velocidad de suministro de la emulsión y suministrar la primera emulsión al lado de entrada del bastidor de laminación cuando el coeficiente de fricción estimado durante la laminación es menor que el coeficiente de fricción diana.

50 En el método de suministro de aceite lubricante del tercer aspecto de la invención, al menos uno de los aceites lubricantes puede incluir un aditivo.

La invención se describe en detalle en asociación con los dibujos, en los cuales:

55 FIG. 1 es un gráfico que muestra la interrelación entre los campos de aplicación RA y RB de aceites lubricantes A y B de diferentes composiciones y 2 tipos de acero (acero dulce y acero hiperresistente a la tracción) en una realización del primer aspecto de la invención,

60 FIG. 2 es una vista que muestra esquemáticamente una instalación de laminación para la puesta en práctica del método del primer aspecto de la invención,

FIG. 3 es un gráfico que muestra la interrelación entre el campo de aplicación RA del aceite lubricante A y 2 tipos de acero (acero dulce y acero de alta resistencia a la tracción de grado bajo y medio),

FIG. 4 es un gráfico que muestra la interrelación entre los campos de aplicación RA y RC de aceites lubricantes A y C de composiciones diferentes y 2 tipos de acero (acero dulce y acero de alta resistencia a la tracción de grado bajo y medio) en una realización del segundo aspecto de la invención,

5 FIG. 5 es una vista que muestra esquemáticamente una instalación de laminación para la puesta en práctica del método del segundo aspecto de la invención,

FIG. 6 es una vista que muestra esquemáticamente la mezclado de 2 tipos de aceite lubricante y la mezclado del aceite mixto y agua caliente en la instalación de laminación de FIG. 5,

10 FIG. 7 es un gráfico que muestra la interrelación entre el campo de aplicación RA del aceite lubricante A y dos tipos de acero (acero dulce y acero de alta resistencia a la tracción de grado bajo y medio),

15 FIG. 8 es un gráfico que muestra la interrelación entre los campos de aplicación RA y RD de aceites lubricantes A y D de diferentes composiciones y dos tipos de acero (acero dulce y acero de alta resistencia a la tracción de grado bajo y medio) en una realización del tercer aspecto de la invención,

20 FIG. 9 es un gráfico de la interrelación entre el campo de aplicación RA de un tipo de aceite lubricante A y 2 tipos de acero (acero dulce y acero hiperresistente a la tracción) en el método convencional de suministro de aceite lubricante.

(Realización del Primer Aspecto de la Invención)

25 En la laminación en frío de chapa de acero, se laminan acero dulce y acero hiperresistente a la tracción. Se utilizan 2 tipos de aceites lubricantes constituidos por un aceite lubricante A y un aceite lubricante B de composiciones diferentes y se guardan por separado en 2 tanques. En cuanto al aceite lubricante, pueden utilizarse aceite mineral, aceite natural, éster sintético, etcétera. Dependiendo de las condiciones de laminación, estos aceites lubricantes pueden contener también un agente emulsionante, un agente de extrema presión, un agente de untuosidad, u otros aditivos añadidos a ellos en cantidades de 1 a 5% en volumen poco más o menos con respecto al aceite base.

30 Adicionalmente, el aceite lubricante base no tiene que estar limitado a dos tipos. Son favorables más de 2 tipos en el sentido de que aumentan el grado de libertad de la selección. Sin embargo, para dar una explicación con respecto a más de dos tipos, dicha explicación resultaría complicada, por lo que, a fines de simplificación, la explicación siguiente se dará para dos tipos de aceite lubricante.

35 El aceite lubricante A y el aceite lubricante B se alimentan en forma de emulsión a un lado de entrada de una máquina de laminación y se utilizan en el campo de aplicación del aceite lubricante. En esta memoria, la expresión "campo de aplicación del aceite lubricante" significa un campo en el cual la emulsión de aceite lubricante proporciona un coeficiente de fricción tolerable en términos de la operación de laminación y la calidad del producto. El campo de aplicación del aceite lubricante está determinado por el tipo de aceite lubricante, la velocidad de suministro de la emulsión, y la concentración de la emulsión.

40

45 Como se muestra en FIG. 1, el campo de aplicación RA del aceite lubricante A y el campo de aplicación RB del aceite lubricante B son mutuamente independientes y no se solapan en ninguna proporción. El acero dulce está completamente cubierto por el campo de aplicación RA, mientras que el acero hiperresistente a la tracción está cubierto completamente por el campo de aplicación. Por consiguiente, los 2 tanques de aceite lubricante se conmutan de acuerdo con el coeficiente de fricción entre la chapa de acero laminado y los cilindros de trabajo para seleccionar el aceite lubricante a suministrar. La interrelación entre la velocidad de laminación y el coeficiente de fricción y el campo de aplicación de cada aceite lubricante se determinan previamente por un test de laminación o por registros de operación y se guardan en un formato tabular o por ecuaciones numéricas en un aparato de control de la lubricación constituido por ejemplo por una computadora.

50

55 El aceite lubricante seleccionado y agua caliente se mezclan y se alimentan en forma de emulsión al lado de entrada de la máquina de laminación. Un valor adecuado de la ratio de mezcla del aceite lubricante y el agua caliente se determina previamente por un test de laminación o por registros de operación y se establece como una concentración estándar de la emulsión en el aparato de control de la lubricación. La temperatura del agua caliente es 50 a 90 °C poco más o menos.

60 FIG. 2 muestra un ejemplo de una instalación de laminación en frío para la puesta en práctica del método de suministro de aceite lubricante del primer aspecto de la invención. La instalación de laminación está constituida por ejemplo por 5 bastidores. FIG. 2 muestra únicamente el bastidor del extremo anterior 10 y el último bastidor del bastidor de laminación 12. Las máquinas de laminación 10 y 12 son bastidores de laminación que tienen 4 cilindros, cilindros de trabajo 14 y cilindros de respaldo 16.

65 La instalación de laminación está provista de tanques de aceite lubricante 20A y 20B para almacenar los aceites lubricantes A y B, un tanque de agua caliente 40, y un tanque de agua de refrigeración 50. Los tanques de aceite lubricante 20A y 20B están conectados por tuberías de aceite lubricante 21A y 21B a una tubería principal 25,

mientras que la tubería principal 25 está conectada a un mezclador de aceite lubricante y agua caliente 30 constituido por un mezclador estático. Las tuberías de aceite lubricante 21A y 21B tienen bombas de aceite lubricante 22A y 22B, válvulas reguladoras de la velocidad de flujo de aceite lubricante 23A y 23B, y válvulas de retención 24A y 24B unidas a ellas. Además, el tanque de agua caliente 40 está conectado por una tubería de agua caliente 41 a la cual están unidas una bomba de agua caliente 42 y una válvula de regulación de la velocidad de flujo del agua caliente 43 a la tubería principal 25.

Los bastidores del extremo anterior de la laminación 10 y los bastidores del extremo posterior del bastidor de laminación 12 tienen cabezales de emulsión 45 dispuestos en los lados de entrada. Los cabezales de emulsión 45 de los bastidores del extremo anterior del bastidor de laminación 10 están situados próximos a la chapa de acero 1 y los cilindros de trabajo 14 y están provistos de una pluralidad de toberas de emulsión 47 a lo largo de la dirección de anchura de la chapa. Los cabezales de emulsión 45 de los bastidores del extremo posterior de velocidad de laminación más alta del bastidor de laminación 12 están dispuestos a una distancia respecto al lado de aguas arriba del agarre del laminación considerando el tiempo de chapado y están provistos de una pluralidad de toberas de emulsión 47 a lo largo de la dirección de anchura de la chapa. La distancia entre las toberas de emulsión 47 y el agarre del tren de laminación es aproximadamente 0,2 a 3 m. El mezclador de aceite lubricante y agua caliente 30 está conectado a los cabezales de emulsión 45 por las tuberías de suministro de emulsión 31.

Los bastidores de laminación 10 y 12 están provistos en sus lados de salida con cabezales de agua de refrigeración 55. Cada cabezal de agua de refrigeración 55 está provisto de una pluralidad de toberas de refrigeración 57 dispuestas a lo largo de la dirección de anchura de la chapa. El tanque de agua de refrigeración 50 está conectado a una tubería de agua de refrigeración 51 con una bomba de agua de refrigeración 52 y una válvula de regulación de la velocidad de flujo de agua de refrigeración 53 unida a ella.

La instalación de laminación está provista de un aparato de control de la lubricación 60 constituido por una computadora. El aparato de control de la lubricación 60 se ajusta previamente con la velocidad de suministro de emulsión, la concentración estándar de la emulsión, etcétera. Basándose en estos puntos, el mismo emite señales operativas a las válvulas reguladoras de la velocidad de flujo del aceite lubricante 23A y 23B, la válvula reguladora de la velocidad de flujo de agua caliente 43, etc.

En una instalación de laminación configurada de este modo, cuando la chapa de acero 1 es acero dulce, el aceite lubricante A se envía desde el tanque de aceite lubricante 20A a través de la tubería de aceite lubricante 21A a la tubería principal 25 por la bomba de aceite lubricante 22A. Obsérvese que la válvula reguladora de la velocidad de flujo de aceite lubricante 23B del aceite lubricante B está cerrada y la v velocidad de flujo es entonces 0. Por otra parte, el agua caliente es enviada desde el tanque de agua caliente 40 a través de la tubería de agua caliente 41 a la tubería principal 25 por la bomba de agua caliente 42. El agua caliente se calienta en el tanque de agua caliente 40 y se mantiene, por ejemplo, a 65 °C. El aceite lubricante A y el agua caliente se mezclan en la tubería principal 25 y fluyen al mezclador de aceite lubricante y agua caliente 30.

La mezcla de aceite lubricante A y agua caliente se agita en el mezclador de aceite lubricante y agua caliente 30 para producir la emulsión EA del aceite lubricante A. Se utiliza la señal de operación procedente del aparato de control de la lubricación 60 para ajustar las velocidades de flujo de la válvula reguladora de la velocidad de flujo del aceite lubricante 23A y la válvula reguladora de la velocidad de flujo de agua caliente 43 y se ajusta a la concentración estándar de la emulsión CA (ratio de mezcla). La emulsión EA se suministra a través de las tuberías de suministro de emulsión 31 y los cabezales de emulsión 45 desde las toberas de emulsión 47 a los lados de entrada de los bastidores de laminación. Adicionalmente, los cilindros de trabajo 14 están refrigerados por agua de refrigeración pulverizada desde las toberas de agua de refrigeración 57.

En el caso del acero hiperresistente a la tracción, la válvula reguladora de la velocidad de flujo de lubricante 23A está cerrada y el aceite lubricante B se suministra desde el tanque de aceite lubricante 20B a través de la tubería de aceite lubricante 21B a la tubería principal 25. La emulsión del aceite lubricante B se produce y se suministra a los lados de entrada de los bastidores de laminación del mismo modo que en el caso del aceite lubricante A.

(Realización del segundo Aspecto de la Invención)

En la laminación actual, el ratio de acero hiperresistente a la tracción es aproximadamente varios %. Prácticamente la totalidad de éste es acero hiperresistente a la tracción de grado bajo y medio, y acero dulce con una resistencia a la tracción de hasta 600 MPa. El campo del coeficiente de fricción requerido en el acero hiperresistente a la tracción de grado bajo y medio se muestra en FIG. 3. En el acero hiperresistente a la tracción de grado bajo y medio, el aumento de peso en la parte de velocidad baja de los bastidores del extremo anterior en un tren continuo de laminación en frío es menor que en el caso del acero dulce, por lo que es suficiente que se alcance el coeficiente de fricción de la magnitud del acero dulce. No obstante, si se intenta realizar laminación a velocidad alta, es probable que se produzca agarrotamiento, por lo que es necesario reducir el coeficiente de fricción para suprimir la generación de calor por fricción. En este caso, con el aceite lubricante A utilizado hasta ahora, el campo del coeficiente de fricción requerido en el campo de velocidad de la velocidad media o mayor no puede satisfacerse, por

lo que actualmente tiene que utilizarse laminación a baja velocidad, y no puede realizarse laminación a velocidad alta.

En esta realización, pueden mezclarse 2 tipos de aceites lubricantes de diferentes composiciones para realizar la laminación a baja velocidad y laminación a velocidad alta. Por ejemplo, se utiliza un aceite lubricante C capaz de obtener un campo del coeficiente de fricción como se representa en FIG. 4. El aceite lubricante C contiene grandes cantidades de un agente de extrema presión, un agente de untuosidad, u otro aditivo, comparado con un aceite lubricante A, y es caro por regla general. Por esta razón, cuanto mayor es la cantidad de utilización de aceite lubricante C, tanto mayor es el coste incurrido. Por consiguiente, el aceite lubricante A y el aceite lubricante C se mezclan y el acero se lamina desde la velocidad baja a la velocidad alta por una simple ratio de mezcla en un campo de coeficiente de fricción apto para ser adoptado por el aceite lubricante A y el aceite lubricante C.

Los autores la invención han descubierto que, excepto en casos especiales, aun cuando se mezclen el aceite lubricante A y el aceite lubricante C, sin que tenga lugar ninguna reacción química, el coeficiente de fricción en el momento de la mezcladura está comprendido entre los coeficientes de fricción del aceite lubricante A y aceite lubricante C. En cuanto al método de mezcla, se preparan 2 tanques de aceite lubricante que almacenan el aceite lubricante A y el aceite lubricante C, se conmuta la ratio de suministro de los tanques de aceite lubricante de acuerdo con la ratio requerida, y los aceites se mezclan en la parte media de la tubería y son agitados por el mezclador estático de aceite lubricante para producir un aceite mixto. A continuación, el aceite mixto y el agua caliente se mezclan y se agitan en el mezclador estático de aceite mixto y agua caliente para obtener una emulsión que se alimenta al lado de entrada del tren de laminación.

En particular, cuando el campo de aplicación del aceite lubricante A y el campo de aplicación del aceite lubricante C se superponen parcialmente como en FIG. 4, puede utilizarse una ratio de mezcla simple para realizar la lubricación en la mayoría de los casos. Aun cuando los campos de aplicación de los 2 estén separados, si los dos están suficientemente próximos, es posible ajustar un tipo de ratio de mezcla. Las ratios de mezcla que pueden cumplir los campos de aplicación y laminación a velocidad baja y velocidad alta se encuentran previamente por una laminación de test. El establecimiento previo de un solo tipo de ratio de mezcla dependiendo del acero es sencillo de controlar. Dado que el tipo de chapa de acero está almacenado en el aparato de control de la lubricación, sin tener que depender del operador, es posible laminar la chapa de acero mientras se ajusta la ratio de mezcla de acuerdo con el coeficiente de fricción entre la chapa de acero laminado y los cilindros de trabajo.

Cuando la velocidad de suministro de emulsión y la concentración de la emulsión son las mismas que en el caso de utilización del aceite lubricante A, a veces, manteniendo simplemente constante la ratio de mezcla del aceite lubricante A y del aceite lubricante C, a veces no es posible obtener un coeficiente de fricción suficientemente pequeño cuando se realiza por ejemplo laminación a velocidad alta. En el caso de la laminación ordinaria utilizando el aceite lubricante A, se ajustan muchas veces tanto la velocidad de suministro de emulsión como la concentración de la emulsión de modo que sean inferiores a los valores máximos, siendo entonces posible cambiar la velocidad de suministro de la emulsión con respecto a los valores en el caso del uso del aceite lubricante A. Por esta razón, es posible cambiar la velocidad de suministro de emulsión o la concentración de la emulsión de acuerdo con la velocidad de laminación a fin de realizar la laminación a velocidad alta. En general, el factor fácil de cambiar de acuerdo con la velocidad de laminación es la velocidad de suministro de la emulsión. Por tanto, en primer lugar, se cambia la velocidad de suministro de la emulsión. Cuando el coeficiente de fricción requerido no puede obtenerse ni aun así, es deseable adoptar el método de cambio de la concentración de la emulsión.

Para controlar la velocidad de suministro de la emulsión o la concentración de la emulsión, se mide el coeficiente de fricción en línea y se hace que el coeficiente de fricción medido coincida con el valor diana cambiando la velocidad de suministro de la emulsión o la concentración de la emulsión o hallando previamente la interrelación entre la velocidad de laminación y el coeficiente de fricción y controlando la velocidad de suministro de la emulsión o la concentración de la emulsión de acuerdo con la velocidad de laminación. Obsérvese que cuando se mide el coeficiente de fricción, existe la posibilidad de que el desgaste de los cilindros tenga cierto efecto. El desgaste de los cilindros está fuertemente correlacionado con el tonelaje de laminación, por lo que se halla previamente la interrelación entre el tonelaje de laminación y la cantidad de desgaste, y se corrige el desgaste de los cilindros en el control de la lubricación de acuerdo con la velocidad de laminación.

FIG. 5 muestra un ejemplo de una instalación de laminación en frío para la puesta en práctica del método de suministro de aceite lubricante del segundo aspecto de la invención. En FIG. 5, se han asignado a los aparatos y miembros similares a los trenes de laminación representados en FIG. 2 los mismos números de referencia, y se omiten explicaciones detalladas. Cuando la chapa de acero laminado es acero dulce, se suministra la emulsión del aceite lubricante A a los lados de entrada de los trenes de laminación del mismo modo que en el primer aspecto de la invención.

En FIG. 5, las tuberías de aceite lubricante 21A y 21C de los depósitos de aceite lubricante 20A y 20 C están conectadas a una tubería de mezcla de aceite lubricante, 27. La tubería de mezcla del aceite lubricante 27 está conectada a un mezclador de aceite lubricante 33, mientras que el mezclador de aceite lubricante 33 está conectado a través de una tubería principal 34 a la que está unida una válvula de retención 35 a un mezclador de aceite lubricante y agua caliente 36. La tubería principal 34 entre la válvula de retención 35 y el mezclador de aceite

lubricante y agua caliente 36 tiene una tubería de agua caliente 41 conectada a ella. El mezclador de aceite lubricante y agua caliente 36 está conectado a través de las tuberías de suministro de emulsión 37 a los cabezales de emulsión 45.

5 En la instalación de laminación configurada de este modo, cuando la chapa de acero laminado es acero de alta resistencia a la tracción, en la región de velocidad baja en la que el coeficiente de fricción cae dentro del campo de aplicación RA del aceite lubricante A, el aceite lubricante A se suministra desde el tanque de aceite lubricante 20A a través de la tubería de aceite lubricante 21A y la tubería de mezcla 27 a la tubería principal 34. En la tubería principal 27, se mezclan el aceite lubricante A y el agua caliente procedente del depósito de agua caliente 40. A  
10 continuación, el aceite lubricante A y agua caliente mezclados son agitados por el mezclador de aceite lubricante y agua caliente 36 para producir una emulsión EA del aceite lubricante A. La válvula reguladora de la velocidad de flujo del aceite lubricante 23A y la válvula reguladora de la velocidad de flujo de agua caliente 43 se ajustan en sus velocidades de flujo para ajustar la ratio de mezcla del aceite lubricante A y el agua caliente. La emulsión EA del  
15 aceite lubricante A se alimenta a través de las tuberías de suministro de emulsión 37 y los cabezales de emulsión 45 por las toberas de emulsión 47 a los lados de entrada de los bastidores de laminación 10 y 12.

En FIG. 4, en la región de velocidad intermedia en la que el coeficiente de fricción no cae dentro de los campos de aplicación RA y RC del aceite lubricante A y el aceite lubricante C, se utiliza un aceite mixto del aceite lubricante A y el aceite lubricante C. El aceite lubricante A se suministra desde el tanque de aceite lubricante 20A a través de la  
20 tubería de aceite lubricante 21A a la tubería de mezcla 27, o el aceite lubricante C se suministra desde el tanque de aceite lubricante 20 C a través de la tubería de aceite lubricante 21 C a la tubería de mezcla 27. Como se muestra en FIG. 6, el aceite lubricante A y el aceite lubricante C se mezclan en la tubería de mezcla 27 y el aceite mixto MAC se envía a la tubería principal 34. Por otra parte, se alimenta agua caliente desde el tanque de agua caliente 40 a través de la tubería de agua caliente 41 a la tubería principal 34 y se mezcla con el aceite mixto MAC. El aceite  
25 mixto MAC y el agua caliente son agitados por el mezclador de aceite lubricante y agua caliente 36 para producir una emulsión EAC del aceite mixto MAC del aceite lubricante A y el aceite lubricante C. Las válvulas reguladoras de la velocidad de flujo del aceite lubricante 23A y 23 C y la válvula reguladora de la velocidad de flujo de agua caliente 43 se ajustan en sus velocidades de flujo para ajustar la ratio de mezcla del aceite lubricante A y el aceite lubricante C. La emulsión EAC del aceite mixto MAC se suministra a través de las tuberías de suministro de emulsión 37 y los  
30 cabezales de emulsión 45 desde las toberas de emulsión 47 a los lados de entrada de los bastidores de laminación 10 y 12.

En la región de velocidad alta, el coeficiente de fricción cae completamente dentro del campo de aplicación RC del aceite lubricante C, por lo que se sigue el mismo procedimiento que en el caso del aceite lubricante A en la región  
35 de velocidad baja para producir una emulsión MAC del aceite lubricante C y suministrar la a los lados de entrada de los bastidores de laminación 10 y 12.

En esta realización, los 2 tanques de aceite lubricante almacenan ambos aceite lubricante, pero la invención no se limita a esto. Es asimismo posible tener un solo tanque de almacenamiento de aceite lubricante y destinar el otro  
40 tanque para almacenar el aditivo, mezclar el aceite lubricante y el aditivo, y suministrar una emulsión del aceite mixto. Pueden existir también 3 o más tanques. Por ejemplo, cuando se utilizan 4 tanques, es posible hacer que 3 tanques almacenen 3 tipos de aceite lubricante de diferentes composiciones y destinar el tanque restante para almacenar el aditivo o destinar 2 tanques para almacenar 2 tipos de aceite lubricante de diferentes composiciones y destinar los otros 2 tanques para almacenamiento de 2 tipos de aditivo de diferentes composiciones. En este caso,  
45 pueden mezclarse 3 tipos de aceite lubricante, pueden mezclarse 3 tipos de aceite lubricante y un tipo de aditivo, pueden mezclarse 2 tipos de aceite lubricante y 2 tipos de aditivos, o pueden mezclarse otras combinaciones.

(Realización del Tercer Aspecto de la Invención)

50 Dependiendo del tipo de aceite lubricante, como se muestra por el aceite lubricante D representado en FIG. 7, algunas veces el campo de aplicación RD está lejos del campo de aplicación RA del aceite lubricante A. En este caso, dependiendo del acero, algunas veces no es suficiente una sola ratio de mezcla individual para realizar la laminación desde la velocidad baja a la velocidad alta.

55 En esta realización, para acero dulce, se utiliza el aceite lubricante A en toda la región de velocidades de laminación. Para acero de alta resistencia a la tracción de grado bajo y medio, como se muestra en FIG. 8, se establecen previamente 2 ratios de mezcla de la primera ratio de mezcla y la segunda ratio de mezcla. La segunda ratio de mezcla debería establecerse para cualquier ratio de acuerdo con la chapa de acero laminado, etc. Opcionalmente, se selecciona una ratio de mezcla a partir de las 2 ratios de mezcla de acuerdo con el coeficiente de fricción, y se  
60 suministra la emulsión EAD del aceite mixto MAD de los aceites lubricantes A y D mezclados en la ratio de mezcla D seleccionada al lado de entrada del tren de laminación por la velocidad de suministro de emulsión utilizada en la emulsión EA del aceite lubricante A.

Adicionalmente, dado que la cantidad de aceite introducida en el agarre de los cilindros no aumenta aun cuando se  
65 incremente la velocidad de suministro de la emulsión, a veces el coeficiente de fricción no caerá por debajo de un cierto valor. FIG. 8 presenta dos campos de aplicación RAD1 y RAD2 que consideran este caso. Cuando el

coeficiente de fricción no disminuye incluso aumentando la velocidad de suministro de emulsión, la concentración de la emulsión aumenta.

5 Adicionalmente, cuando el coeficiente de fricción no disminuye aun cuando se incremente la concentración de la emulsión, se utiliza una segunda ratio de mezcla aumentando el aceite lubricante de untuosidad satisfactoria D. Cuando al aumentar la velocidad de laminación desde una laminación a baja velocidad a una de velocidad alta, se mide el coeficiente de fricción en línea. Si el coeficiente de fricción no cambia incluso con un aumento de la velocidad de suministro de emulsión, se cambia a una segunda ratio de mezcla preestablecida para laminación a velocidad alta. Cuando se cambia la bobina o se vuelve en cualquier otro caso a laminación a baja velocidad, con la  
10 segunda ratio de mezcla, el coeficiente de fricción llega a ser demasiado pequeño y existe el riesgo de deslizamiento. En este caso, la ratio de mezcla se reajusta volviendo a la primera ratio de mezcla original. Las ratios de mezcla preparadas previamente no precisan ser de dos tipos. En tal caso, si por ejemplo al aumentar la ratio del aceite lubricante D de untuosidad satisfactoria en el orden de la segunda ratio de mezcla y la tercera ratio de  
15 mezcla, si el coeficiente de fricción es grande incluso con la segunda ratio de mezcla, se cambia a la tercera ratio de mezcla. Si el coeficiente de fricción es alto incluso con la tercera ratio de mezcla, se cambia a la cuarta ratio de mezcla.

El aceite lubricante D puede estar constituido también por el aceite lubricante A más un aditivo. Actualmente se utilizan con frecuencia aditivos para controlar el coeficiente de fricción durante la laminación a velocidad alta. Los aditivos son generalmente caros, por lo que en esta invención, no se utilizan aditivos en la laminación a velocidad  
20 baja, utilizándose únicamente en laminación a velocidad alta. Debido a esto, es posible mantener la cantidad de uso de los aditivos y reducir los costes de laminación.

Obsérvese que el método de suministro de lubricación del tercer aspecto de la invención puede ser puesto en práctica por una instalación de laminación como se muestra en FIG. 5 utilizada para poner en práctica el segundo aspecto de la invención.

25 Esta invención no se limita a la realización arriba indicada. La chapa de acero laminado puede ser, además de acero, titanio, aluminio, magnesio, cobre, u otro metal y aleaciones de estos metales.

El aceite lubricante almacenado en un tanque puede contener aditivos añadidos previamente al mismo. En cuanto a los aditivos, pueden utilizarse un emulsionante, un agente de extrema presión, un agente de untuosidad, u otro aditivo. Cuando se mezclan dos tipos de aceite lubricante en el segundo aspecto de la invención o el tercer aspecto  
30 de la invención, ambos pueden ser aceites lubricantes que contienen aditivos, ambos pueden ser aceites lubricantes que no contienen aditivos, o sólo uno puede ser un aceite lubricante que contenga aditivos. Adicionalmente, cuando se mezclan un aceite lubricante y aditivos, los aditivos mezclados con los aditivos mezclados en el aceite lubricante con anterioridad pueden ser iguales o diferentes.

## EJEMPLOS

35 Se utilizó un tren de laminación de test de un solo bastidor, 4 Hj para laminar dos bobinas unidas para simular la laminación en frío ordinaria. La chapa de acero laminado, el aceite lubricante, la velocidad de suministro de emulsión y el campo de velocidad de laminación eran como sigue.

Chapa de acero laminado: acero dulce y acero de alta resistencia a la tracción, de 590 MPa.

Aceite lubricante:

40 Aceite lubricante A (aceite lubricante que contenía aceite de palma en una cantidad de 35% y éster sintético en una proporción de 65% y que tenía una viscosidad a 40°C de 39 cSt)

Aceite lubricante B (aceite lubricante constituido por éster sintético en una cantidad de 100% y que tenía una viscosidad a 40°C de 80 cSt)

Velocidad de suministro de emulsión: 5 litros/min

Intervalo de velocidad de laminación: 200 a 1500 mpm

- (1) Se utilizó una emulsión del aceite lubricante A a una concentración de 5% para laminar acero dulce. Como resultado, la laminación fue posible sin problema alguno de fallos de agarrotamiento desde la región acelerada/desacelerada de 200 mpm a la velocidad máxima de 1500 mpm.
- 5 (2) Se utilizó una emulsión del aceite lubricante B a una concentración de 5% para laminar acero dulce. Como resultado, el coeficiente de fricción era demasiado pequeño y se produjo deslizamiento.
- (3) Se utilizó una emulsión del aceite lubricante B a una concentración de 3% para laminar acero dulce. Como resultado, no se produjeron deslizamiento ni agarrotamiento.
- 10 (4) Se utilizó una emulsión del aceite lubricante B a una concentración de 2,5% para laminar acero dulce. Como resultado se produjeron fallos de agarrotamiento durante la laminación a 1500 mpm. Una ojeada a los precios de compra del aceite lubricante A y el aceite lubricante B muestra que el precio del aceite lubricante B es 2,2 veces el del aceite lubricante A, por lo que a partir de los resultados de (1) y los resultados de (3), podría confirmarse que en el caso del acero dulce, el uso de aceite lubricante A es económico.
- 15 (5) Se utilizó una emulsión del aceite lubricante A a una concentración de 3% para laminar acero de alta resistencia a la tracción de 590 MPa. No se produjo fallo de agarrotamiento alguno a 500 mpm.
- (6) Se utilizó una emulsión del aceite lubricante B a una concentración de 3% para laminar acero de alta resistencia a la tracción de 590 MPa. Como resultado, no se produjo fallo de agarrotamiento alguno desde 200 mpm a 1500 mpm.
- 20 (7) En lo que respecta a los costes, la utilización del aceite lubricante B en toda la región de velocidades no es sensata. Si se utiliza el aceite lubricante B en toda la región de velocidades, existe también el riesgo de deslizamiento, por lo que los autores de la invención estudiaron mezclar el aceite lubricante A con el aceite lubricante B. El aceite lubricante A y el aceite lubricante B se mezclaron en cantidades de 50% de cada uno para producir un aceite mixto. Se utilizó una emulsión de este aceite mixto en una concentración de 3% para laminar acero de alta resistencia a la tracción de 590 MPa. Como resultado, no se produjeron fallos de agarrotamiento ni deslizamiento de ningún tipo desde 200 mpm a 1800 mpm.
- 25

El método de suministro de aceite lubricante del primer aspecto de la invención comprende seleccionar uno de dos o más tipos de aceite lubricante de acuerdo con el coeficiente de fricción entre una chapa de acero laminado y cilindros de trabajo y suministrar una emulsión del aceite lubricante seleccionado al lado de entrada de un bastidor de laminación. Por tanto, ello tiene los efectos de que el aparato suministrador de aceite lubricante resulta sencillo y el control de la lubricación se hace fácil.

30

El método de suministro de aceite lubricante del segundo aspecto de la invención comprende mezclar dos o más tipos de aceites lubricantes seleccionados de aceites lubricantes almacenados de acuerdo con un coeficiente de fricción entre una chapa de acero laminado y cilindros de trabajo o mezclar al menos un aceite lubricante seleccionado y al menos un aditivo seleccionado para obtener un aceite mixto y suministrar una emulsión de este aceite mixto al lado de entrada de los trenes de laminación. En este momento, por la preparación de dos o más tipos de aceites mixtos capaces de conseguir el coeficiente de fricción requerido preciso, es posible obtener un aceite mixto capaz de conseguir un coeficiente de fricción más próximo al requerido. De este modo, se hace posible un control fino de la lubricación.

35

Un método de suministro de aceite lubricante de un tercer aspecto de la invención comprende establecer previamente dos ratios de mezcla de una primera ratio de mezcla y una segunda ratio de mezcla de dos tipos de aceite lubricante o un aceite lubricante y un aditivo de acuerdo con el coeficiente de fricción, seleccionar una de las dos ratios de mezcla de acuerdo con el coeficiente de fricción estimado durante la laminación, y suministrar una emulsión del aceite mixto producido por la ratio de mezcla seleccionada. Debido a esto, aun cuando el coeficiente de fricción requerido cambie dentro de cierto campo, es posible seleccionar un aceite mixto próximo al coeficiente de fricción requerido. De este modo, se exhibe el efecto de que es posible controlar finamente la lubricación con precisión elevada.

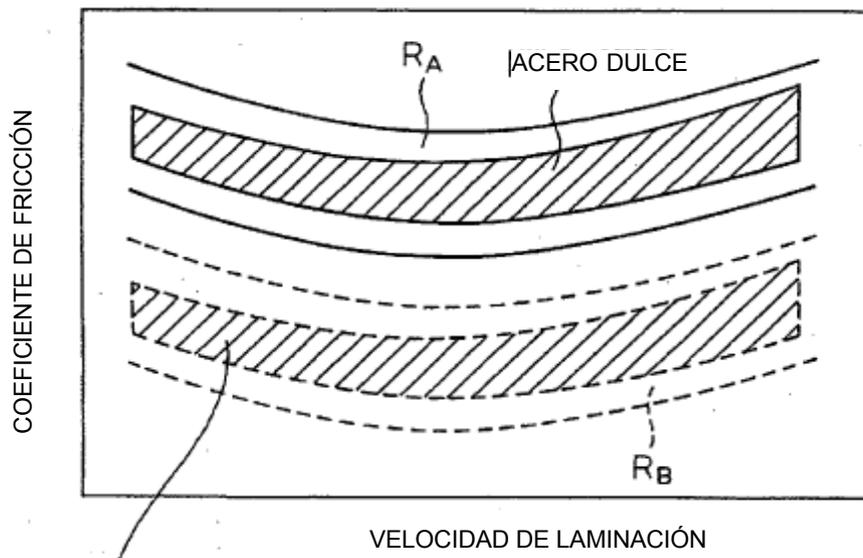
40

45

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de suministro de aceite lubricante para suministrar una emulsión a un lado de entrada de un bastidor de laminación en la laminación en frío de una chapa metálica, en el cual dicha emulsión se obtiene por mezcla de agua caliente con:
- 5 - uno o más aceites lubricantes seleccionados de acuerdo con un coeficiente de fricción entre la chapa metálica laminado y los cilindros de trabajo, entre al menos dos tipos de aceites lubricantes de diferentes composiciones almacenados en tanques separados y
- opcionalmente con uno o más aditivos de diferentes tipos almacenados en tanques separados,
- incluyendo opcionalmente dichos aceites lubricantes un aditivo.
- 10 2. Un método de suministro de aceite lubricante en la laminación en frío de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- ajustar previamente dos ratios de mezcla de una primera ratio de mezcla y una segunda ratio de mezcla de acuerdo con el coeficiente de fricción para dichos dos tipos de aceites lubricantes o un aceite lubricante y un aditivo,
- 15 - suministrar una primera emulsión producida por dicha primera ratio de mezcla al lado de entrada del bastidor de laminación, aumentar la velocidad de suministro de emulsión para reducir el coeficiente de fricción cuando el coeficiente de fricción estimado durante la laminación es mayor que un coeficiente de fricción diana,
- cambiar a una segunda emulsión producida por dicha segunda ratio de mezcla y suministrar la segunda emulsión al lado de entrada del bastidor de laminación cuando el aumento de dicha velocidad de suministro de la emulsión reduce el coeficiente de fricción, y
- 20 - cambiar dicha segunda emulsión a dicha primera emulsión para reducir la velocidad de suministro de emulsión y
- suministrar la primera emulsión al lado de entrada del bastidor de laminación cuando el coeficiente de fricción estimado durante la laminación es menor que el coeficiente de fricción diana.
- 25 3. Un método de suministro de aceite lubricante en la laminación en frío de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende adicionalmente controlar la velocidad de suministro de aceite lubricante en emulsión y/o la concentración de la emulsión de acuerdo con la velocidad de laminación.

Fig.1



MATERIAL DIFÍCIL DE PRODUCIR  
(ACERO HIPERRESISTENTE A  
LA TRACCIÓN)



Fig.3

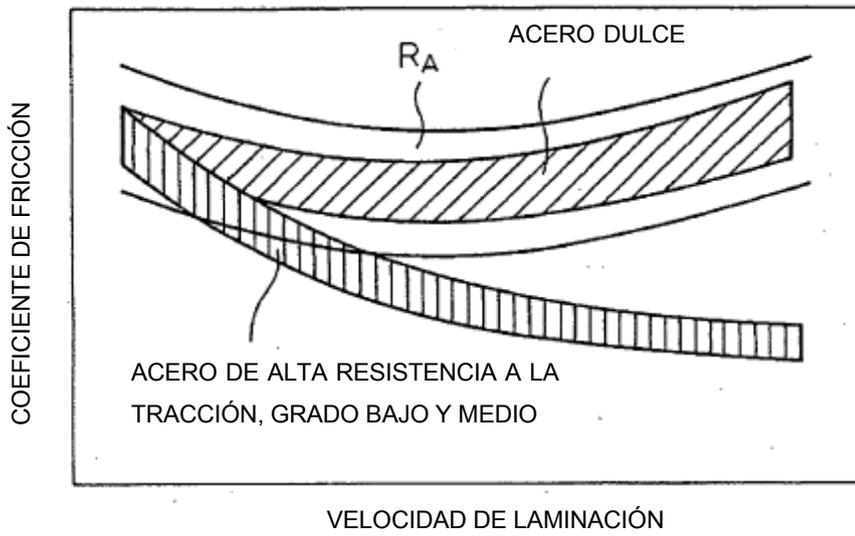
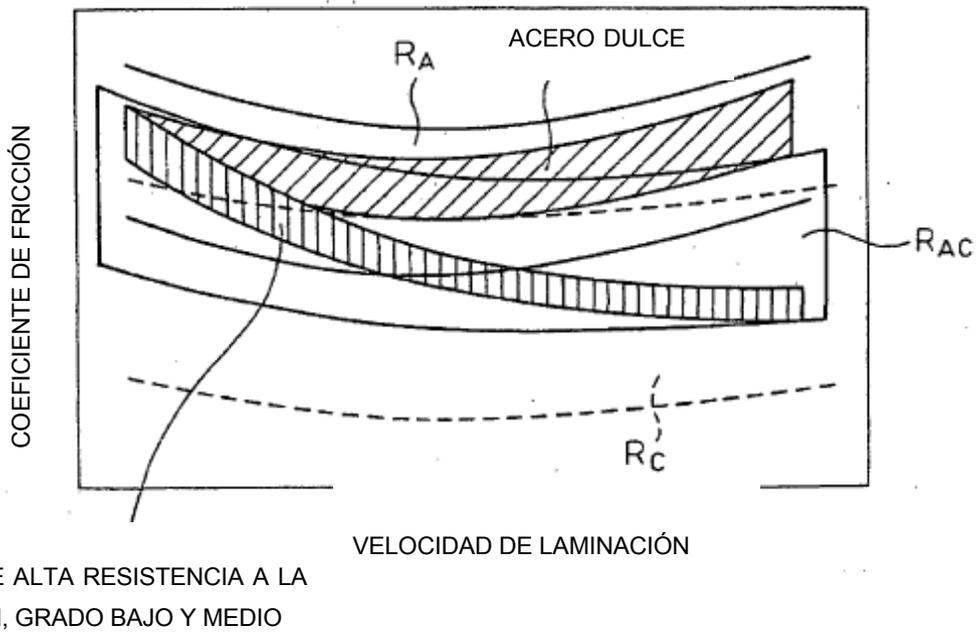


Fig.4



ACERO DE ALTA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, GRADO BAJO Y MEDIO

Fig.5

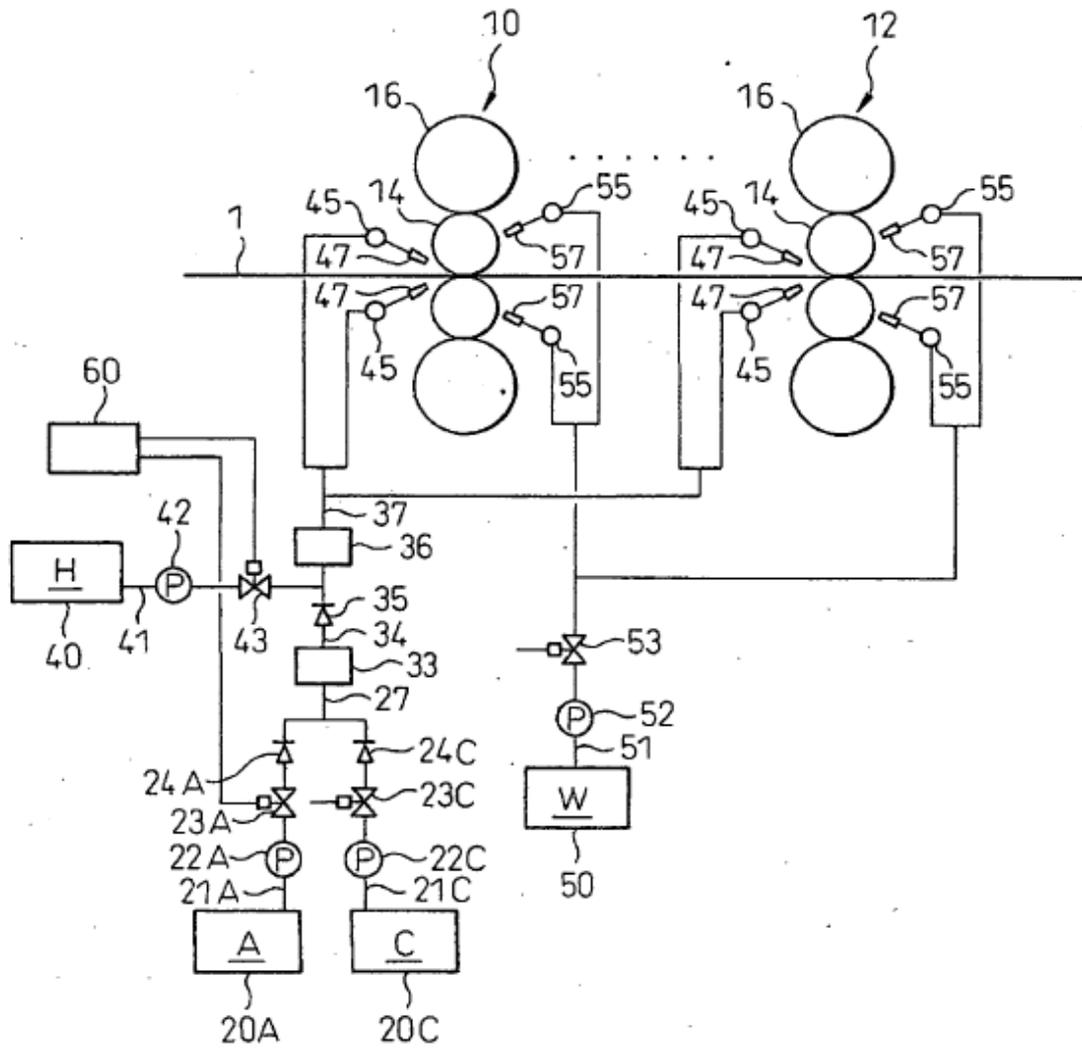


Fig.6

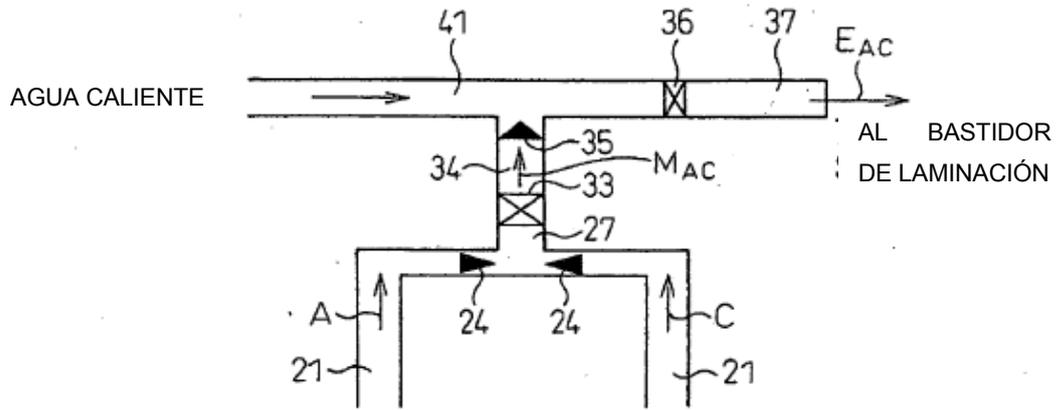


Fig.7

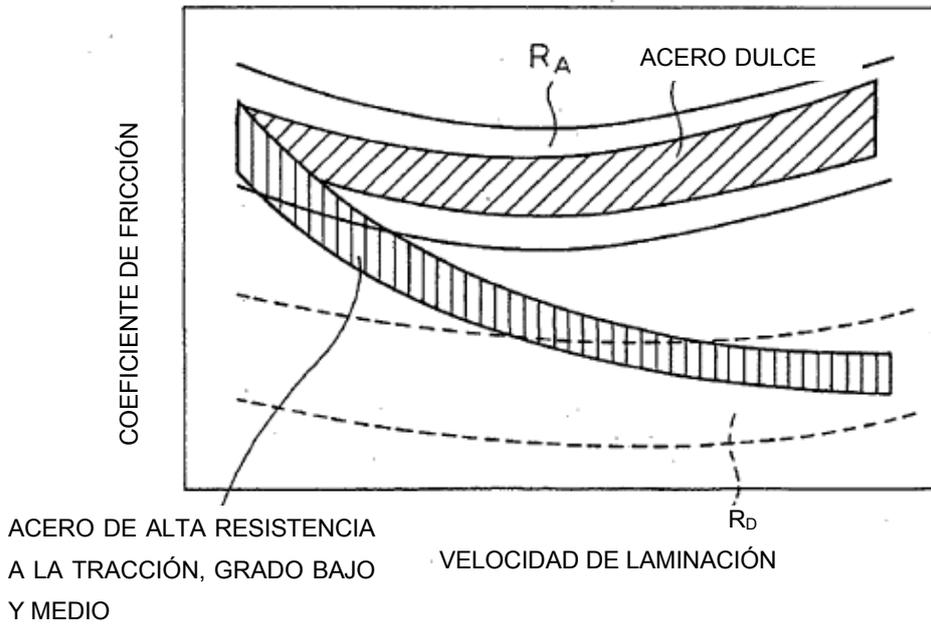
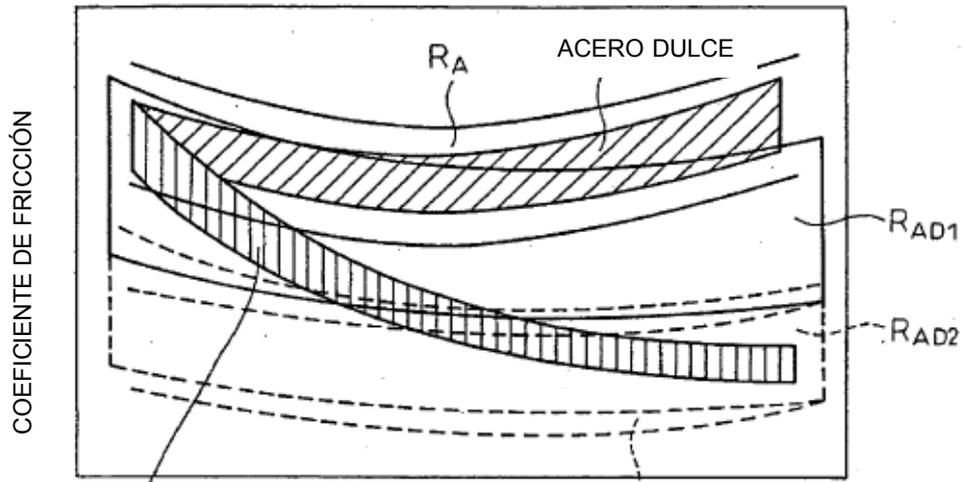


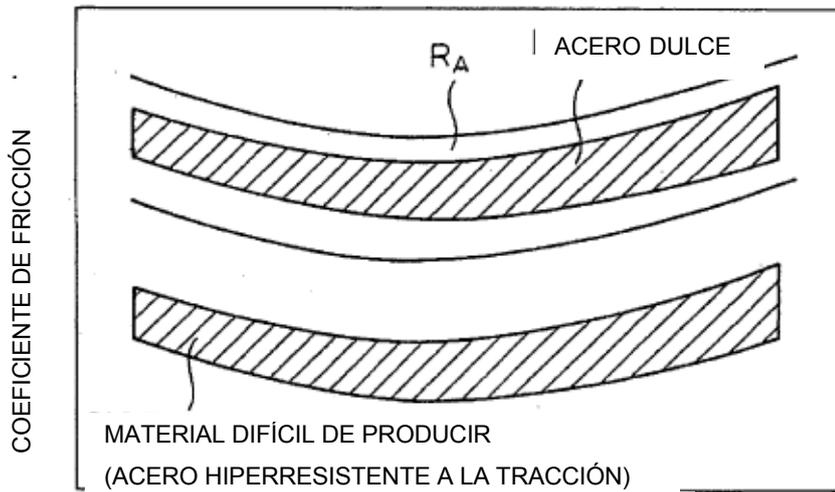
Fig.8



ACERO DE ALTA RESISTENCIA  
A LA TRACCIÓN, GRADO BAJO  
Y MEDIO

VELOCIDAD DE LAMINACIÓN

Fig.9



MATERIAL DIFÍCIL DE PRODUCIR

(ACERO HIPERRESISTENTE A LA TRACCIÓN)

VELOCIDAD DE LAMINACIÓN