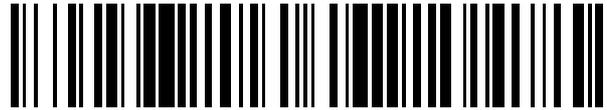


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 648**

51 Int. Cl.:

B21B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.01.2015 PCT/EP2015/050065**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2015 WO15104244**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2015 E 15700041 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 3092087**

54 Título: **Barra de laminación como herramienta interior en la fabricación de cuerpos huecos metálicos sin costura y método para producir un cuerpo hueco metálico**

30 Prioridad:

07.01.2014 DE 102014100107

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

03.07.2018

73 Titular/es:

**VALLOUREC DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Theodorstrasse 109
40472 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**SCHÄFER, NILS;
KÜMMERLING, ROLF;
DEMARS, STÉPHANIE y
DALMONT, HÉLÈNE**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 674 648 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).

Barra de laminación como herramienta interior en la fabricación de cuerpos huecos metálicos sin costura y método para producir un cuerpo hueco metálico

Descripción

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- [0001]** La invención se refiere a una barra de laminación como herramienta interior en la fabricación de cuerpos huecos metálicos sin costura, en particular en el estiramiento de los bloques huecos metálicos de tubos sin costura por medio de una multi-caja de laminación, con una capa de nitruro que tiene una superficie. La invención se refiere además a un método para producir un cuerpo hueco metálico laminado en caliente, en particular un tubo de acero, en el que un bloque hueco previamente producido se estira en un tren de laminado multiestrato mediante una barra de laminación enroscada en él según la presente invención, y la barra de laminación se inserta antes. Por lo tanto, el comienzo de enhebrar en el bloque hueco, provisto de un lubricante líquido y que luego se seca. El preámbulo de la reivindicación 1 se basa en el documento EP 0 601 932. Siguiendo la invención de los hermanos Mannesmann, para producir un tubo de bloque hueco de pared gruesa rodando desde un bloque calefactado, ha habido varias propuestas para estirar este tubo de bloque hueco en el mismo calor en otra etapa de trabajo en caliente. Una reducción del diámetro exterior al diámetro acabado del tren de laminación tiene lugar en una tercera etapa de laminación. Las palabras clave son el método del paso del peregrino, el método del banco de impacto, el método de balanceo del tapón y el método de balanceo de barras. En la primera etapa de laminación, un tren de laminación cruzada produce un bloque hueco llamado bloque generalmente masivo. En casos excepcionales, se pueden usar bloques pretaladrados en lugar de bloques sólidos. En la segunda etapa de laminación se estira el bloque hueco, utilizándose hoy en día predominantemente molinos de varillas de múltiples soportes. El estiramiento de la entrada en el laminador de aproximadamente 1000 a 1200°C de bloqueo en caliente tiene lugar a través de una barra de laminación. Para este fin, la barra de laminación se enrosca en el bloque hueco y generalmente se transporta mediante un rodillo de transporte accionado al primer soporte de laminación. El número de rollos por andamio suele ser de al menos dos, hoy en día a menudo tres, siendo el flujo del proceso del siguiente modo. Los laminadores de barras se distinguen, por un lado, por la forma en que se controla la velocidad de la barra y, por el otro, por el número de rollos por soporte, por lo que pueden estar presentes dos o tres rollos. Siempre hay varios andamios conectados en serie. En la variante de proceso considerada aquí, la barra de laminación se mueve durante el proceso de laminación real a una velocidad constante a través del tren de laminación. Para este propósito, debe ser retenido por un sistema electromecánico y controlado por la velocidad constante de la barra antivuelco. El sistema de restricción se llama retenedor. Para que el bloque hueco pueda enrollarse después del enroscado de la barra de laminación en el bloque hueco durante el estiramiento longitudinal durante el laminado, la barra de laminación puede deslizarse, debe estar previamente provista de un lubricante. Normalmente, un lubricante que contiene grafito en forma líquida se pulveriza sobre la barra de laminación y se seca a temperaturas de 80 a 130°C. A temperaturas más bajas, el lubricante no se seca completamente por completo. A temperaturas más altas, se produce el llamado efecto Leidenfrost, lo que significa que no se produce una capa uniforme y partes de la superficie permanecen sin lubricar. Por lo tanto, se intenta llevar a cabo el secado a temperaturas por debajo de 100°C.
- [0002]** Además de la lubricación de la barra del rodillo, de acuerdo con la especificación de patente europea EP 1.775.038 B1 antes del proceso de estiramiento en el tren de laminación de varilla, se rocía el interior de los bloques huecos con un agente de oxidación (por ejemplo bórax) para disolver la escala formada después del laminado del bloque hueco, con lo que la escala disuelta actúa como una lubricación adicional. La desventaja aquí es el uso de bórax, que puede actuar como alteración genética y, por lo tanto, se debe renunciar a su uso.
- [0003]** El bloque hueco situado en la barra del rodillo se enrolla a continuación en el molino de barras en un denominado tubo madre. Se denomina tubo madre, porque en la tercera etapa de rodadura puede ser producido por calibración o estiramiento reducido de los mismos tubos de dimensión del tubo madre con diferentes diámetros acabados. La barra de laminación en sí consiste generalmente en una parte de trabajo y una parte ciega. La parte ficticia es necesaria para salvar las distancias de proceso necesarias. En la parte ciega de la barra de laminación, por lo tanto, no está enrollada. En lo sucesivo, en aras de la simplicidad, el término longitud de barra se usará para la longitud de la parte de trabajo.
- [0004]** Aunque se usa comúnmente como un material de varilla de acero de alta temperatura basado en cromo-molibdeno, los materiales difíciles de conformar son especialmente problemáticos para rodar. Tales materiales a menudo contienen cromo, tal como 100 Cr6 o aceros resistentes a la corrosión para el sector de la energía con contenidos de cromo superiores al 5% en peso. La barra de laminación está sometida a tensiones por estos materiales excesivamente térmicos y abrasivos, y reduce significativamente la vida útil de la barra de laminación. A medida que el contenido de cromo de los aceros aumenta, este problema aumenta. Además, el riesgo de errores en la superficie interna de los tubos se ve significativamente aumentado por las barras rápidamente desgastadas.
- [0005]** Con el fin de minimizar el coeficiente de fricción el documento DE 37 42 155 A1, describe el cromado de la superficie de la barra del rodillo y la aplicación de un lubricante. Sin embargo, el cromado libera cromo VI tóxico y dañino para el medio ambiente, por lo que se buscaron soluciones alternativas.
- [0006]** Con el fin de aumentar la vida útil de estos altos bastidores rodantes reivindicados térmicos y abrasivos

durante la laminación, en particular de los aceros que contienen cromo y para minimizar el error de fricción inducido en las superficies interiores de los tubos, la publicación de patente japonesa JP 06262220 A describe bastidores de laminación en lugar de cromado con una capa de nitruración, teniendo una rugosidad de 0,5 a 5,0 μm . No se proporciona información sobre los espesores de capa requeridos.

5 [0007] En la publicación de patente japonesa JP 2009045632 A para lograr una excelente durabilidad de la barra del rodillo, la capa nitrurada se complementa con una capa de óxido aplicada sobre la misma. El espesor de la capa de nitruración se especifica como 50-500 micrómetros, la capa de óxido como 3-20 micrómetros.

10 [0008] Los experimentos han demostrado que en el momento del desgarro de la película lubricante durante la laminación, si bien las superficies nitruradas poseen propiedades de funcionamiento de emergencia, no se pudo mejorar sustancialmente la vida útil de las barras antivuelco, y no se pudo reducir sustancialmente el error en las superficies internas de los tubos.

15 [0009] La dificultad de utilizar bastidores de laminación de superficie nitrurada consiste en sintonizar todo el proceso, desde la producción de los bastidores de laminación en el pretratamiento del bloque de cavidad, la lubricación de la varilla y el proceso de laminación en sí mismo, de tal modo que se garantice un proceso de laminación seguro tanto para tuberías de acero no aleado hasta aceros de cromo termoformables pesados.

20 [0010] Por otra parte, la patente alemana DE 197 14 317 C1 describe un mandril de laminación, el cual está provisto con una capa superficie de base-CrN por medio de un PVD (Physical Vapor Deposition).

25 [0011] El objeto de la invención por lo tanto consiste en proporcionar una barra de laminación como herramienta interior en la fabricación de cuerpos huecos metálicos sin costura, en particular en el estiramiento de los bloques huecos metálicos de tubos sin costura por medio de una multi-caja de laminación, y un método para producir un cuerpo hueco metálico laminado en caliente sin costuras, en particular un tubo de acero, con lo que materiales de tubería difíciles de deformar, en particular materiales de tubería que contienen cromo, obtienen una vida útil mejorada de la barra de laminación y se puede minimizar o evitar eficazmente errores de laminación en la superficie interna del tubo. A continuación se debe lograr, en comparación con las barras de laminación nitruradas conocidas, una vida comparable o mejor que renuncia a la desoxidación de la superficie interna del bloque hueco con agentes que contienen bórax.

35 [0012] Para la barra del rodillo, este objeto se consigue con las características de la reivindicación 1. Para el método, este objeto se logra mediante las características de la reivindicación 7. Los desarrollos ventajosos de la barra de laminación y el método son objeto de reivindicaciones dependientes.

40 [0013] De acuerdo con la enseñanza de la invención se emplea una barra de laminación utilizada como herramienta interior en la fabricación de cuerpos huecos metálicos sin costura, en particular en el estiramiento de los bloques huecos metálicos de tubos sin costura por medio de una multi-caja de laminación, con una superficie de capa nitrurada, con lo que la barra del rodillo tiene un material de acero resistente al calor

- con un equivalente de cromo Cr_{ac} . de más de 6,5, calculado de acuerdo con $Cr_{ac} = \% Cr + \% Mo + 1,5 \times \% Si + 0,5 \times \% Nb + 2 \times \% Ti$ (1),
- con una dureza mínima de 200 HV 0,5, medida 0,5 mm por debajo de la superficie de la barra de laminación,
- con un límite elástico de al menos 450 MPa a 500°C y
- con una resistencia a la tracción de al menos 600 MPa a 500°C, y
- la capa de nitruración, comenzando desde la superficie, tiene una profundidad de más de 0,15 mm y una dureza de nitruración de más de 950 HV 0,5.

50 [0014] Además, la invención proporciona un método para producir un cuerpo hueco metálico laminado en caliente sin costuras, en particular un tubo de acero, en el que un bloque hueco generado previamente a través de un punzonado en el mismo y la barra del rodillo de acuerdo con la invención descrita anteriormente se somete a un proceso de estirado en un molino de multi-caja de laminación, y la barra antivuelco antes de la inserción de rodillo, es decir, al comienzo del roscado en el bloque hueco, está provista de un lubricante líquido y que finalmente se seca, donde la barra de laminación se enhebra con una holgura circunferencial al diámetro interno del bloque hueco de al menos 10 mm y el bloque hueco inmediatamente antes del comienzo del roscado de la barra tiene una temperatura promedio de al menos 1.000°C y la velocidad de la barra V_{ST} cuando se lamina en un tren de laminación de barra en el sentido de una velocidad máxima cumple las siguientes condiciones:

60 - $V_{STmax} = 0,9 \times \text{longitud de barra} / \text{tiempo de laminación de último armazón}$ (3),

- $V_{STmax} = 0,9 \times V_{Mmin}$ (4)

65 donde V_{Mmin} es la velocidad mínima del material del tubo cuando se lamina en el tren de laminación de barras.

ES 2 674 648 T3

[0015] Para los fines de la invención, se debe obtener una varilla debajo de una barra de laminación que, al contrario que una barra de mandril, no tiene una cabeza con un diámetro agrandado sino que es una barra con una sección transversal redonda de tamaño uniforme.

5 **[0016]** El método propuesto y la barra del rodillo utilizada para este propósito tienen la ventaja de que ahora también se puede producir económicamente cuerpos huecos de materiales difíciles de procesar con una superficie interna óptima, mientras que la vida útil de la barra de laminación aumenta significativamente.

10 **[0017]** Se ha encontrado sorprendentemente en experimentos que con una multi-caja de laminación, es particularmente ventajosa la combinación de las características inventivas del material de la barra del rodillo, nitruración y la longitud de la parte de trabajo de la barra del rodillo.

15 **[0018]** Dentro del alcance de los ensayos llevados a cabo se seleccionaron, en una primera etapa a partir de la gama de aceros para herramientas de trabajo en caliente, aquellas que son adecuadas para la nitruración, y tienen una dureza básica adecuada para el proceso de laminación. De la Tabla 1 se puede ver que para esto se requiere un equivalente de cromo superior a 6,5, por lo que el equivalente de cromo se calcula aquí de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Cr_{ac.} = \% Cr + \% Mo + 1,5 \times \% Si + 0,5 \times \% Nb + 2 \times \% Ti \quad (1)$$

20 **[0019]** Con el fin de garantizar con éxito la retracción de bastidores de laminación, antes de la nitruración de la superficie de barra, se ha de tener una cierta dureza mínima. Las investigaciones han demostrado que este límite es de 200 HV 0,5 y está 0,5 mm por debajo de la superficie de la varilla no nitrurada. Es ventajoso si esta dureza mínima se extiende dentro del núcleo de la barra, con lo que un 50% del diámetro de la barra de laminación debería ser al menos el 60% de la dureza mínima.

25 **[0020]** La aplicación de la capa de nitruración en la barra del rodillo se realiza de acuerdo con un desarrollo ventajoso de la invención a una temperatura que es como máximo 20% por debajo de la temperatura de hibridación del material de acero de la barra del rodillo.

30 **[0021]** Para la nitruración, no importa si el método se basa en gas o plasma. El único factor importante es la formación de la capa de nitruración en la forma requerida. Esto debería tener ventajosamente una profundidad de dureza de nitrógeno de más de 0,15 mm. Además, es necesaria una dureza cercana a la superficie de más de 950 HV 0,5, medida en las secciones transversales de las muestras de referencia que siguen el proceso de nitruración. La siguiente Tabla 1a muestra la composición química de diversos materiales de varillas probados.

Material		C	Si	Mn	Cr	Mo	V
A	min	0,3	0,7	0,4	4,5	1	0,8
	max	0,4	1,2	0,6	5,5	1,2	1
B	min	0,33	0,8	0,25	4,8	1,1	0,3
	max	0,41	1,2	0,5	5,5	1,5	0,5
C	min	0,35	0,8	0,25	4,8	1,2	0,85
	max	0,42	1,2	0,5	5,5	1,5	1,15
D	Ref.	0,32	0,2	0,2	3	2,8	0,5
E	Ref.	0,55	0,3	0,8	1,1	0,45	0,1

50 **[0022]** La siguiente Tabla 1 b muestra los valores calculados para el equivalente de cromo $Cr_{ac.}$ - calculado según la ecuación (1) $Cr_{ac.}$ (% En peso) = % Cr + % Mo + 1,5 x % Si + 0,5 x % Nb + 2 x % Ti y si se alcanzó un espesor suficiente de la capa de nitruración, la profundidad de la capa de nitruración y la dureza básica.

Material		$Cr_{ac.}$	suficiente espesor de la capa de nitruración, profundidad de la capa de nitruración y dureza básica
A	min	6,6	si
	max	8,5	
B	min	7,1	si
	max	8,8	
C	min	12	si
	max	8,8	
D	Ref.	6,1	no
E	Ref.	2,0	no

[0023] Los materiales A, B y C tienen un equivalente de cromo, que está por encima del valor requerido de 6,5, mientras que los materiales de referencia tienen valores D y E más bajos.

5 **[0024]** Para los dos primeros materiales de varilla A, B de acuerdo con las Tablas 1a y 1b, la figura 1 muestra la dureza y la profundidad de capa de nitruración que se pretende obtener con la nitruración. Se puede ver que la dureza mínima requerida de 200 HV 0,5 se logra de manera fiable incluso a profundidades superiores a 0,5 mm, comenzando desde la superficie de la barra de laminación.

10 **[0025]** Puesto que los bastidores de laminación se calientan marcadamente en la superficie durante la laminación, por lo general por encima de 500°C, y, para que este calentamiento no conduzca a pérdidas de fuerza o daños, el acero para trabajo en caliente utilizado tiene, además del equivalente de cromo ya mencionado, un límite elástico de al menos 450 MPa y una resistencia a la tracción de al menos 600 MPa a 500°C.

15 **[0026]** Además, el lubricante debe cumplir ciertas condiciones. Al rociar sobre la barra de laminación, los lubricantes aún contienen agua, que se debe evaporar por completo, si es posible, antes de enroscarla en el bloque hueco. Para garantizar la evaporación completa, la temperatura de la superficie de la barra antivuelco debe ser de al menos 70°C antes de aplicar el lubricante.

20 **[0027]** En los experimentos, también se ha encontrado que se requiere un peso por unidad de superficie de al menos 40 g/m² de lubricante en la barra del rodillo para poder garantizar un efecto de lubricación suficiente durante la laminación de la barra. Particularmente ventajosamente, se ha encontrado durante la laminación de aceros que tienen un contenido de cromo de más de 5% en peso, si se aplica a la barra de rodillo al menos el doble de la gran cantidad seca de lubricante medio, es decir, al menos 80 g/m². Aquí la cantidad aplicada de lubricante está relacionada con la superficie de la barra de laminación.

25 **[0028]** Además, se ha encontrado que se requiere en los ensayos un tiempo después del final de la tarea de lubricación de la barra de rodillo hasta el principio de la rosca de la barra del rodillo en el bloque hueco de al menos 60 segundos que se requiere para que el lubricante pueda secarse suficientemente.

30 **[0029]** Para la vida útil de la varilla es preferible que la carga se distribuya sobre la longitud más grande posible. Por otro lado, la parte de trabajo de la barra antivuelco L_{ST} no debe ser demasiado larga, de lo contrario, los pesos de la barra serán demasiado grandes. Se ha demostrado particularmente ventajoso si la longitud de la barra está limitada a un máximo del 50% de la longitud de laminación máxima posible en el tren de laminación de barras.

35 **[0030]** Para esto, esta fórmula se aplica:

$$- L_{STmax} = 0,5 \times \text{longitud máxima de tubería, último armazón de tren de laminación (2)}.$$

40 **[0031]** Aquí, la barra de laminación consiste en una parte de trabajo y una parte ciega, en donde se proporciona al menos la parte de trabajo con la capa de nitruración.

45 **[0032]** Al mismo tiempo la velocidad de la varilla de V_{ST} no debe superar un valor máximo para la relación de longitud de barra/tiempo de laminación, porque se supera de lo contrario la zona de trabajo de las varillas durante la laminación. Como tiempo de rodaje aquí, se define el tiempo de laminación del último soporte del tren de barras.

[0033] Para un flujo de proceso seguro, sin embargo, se recomienda no explotar plenamente la velocidad posible, y no exceder de un límite máximo del 90% de este valor.

50 Se aplica la fórmula: $V_{STmax} = 0,9 \times \text{longitud de barra/ tiempo de laminación último armazón}.$

[0034] Además, la velocidad de varilla V_{ST} nunca excede de la velocidad V_M del material de la tubería en el tren de laminación de barras, ya que de lo contrario se invertiría la dirección de las fuerzas de fricción. Nuevamente, tiene sentido una limitación al 90% del valor máximo permitido de la velocidad mínima del material del tubo V_{Mmin} .

55 Se aplica la fórmula: $V_{STmax} = 0,9 \times V_{Mmin}$

[0035] Otros dos tamaños, que tienen una influencia decisiva en el uso exitoso de barras de rodillo nitruradas, son la diferencia del diámetro interno del bloque hueco al diámetro de la barra antivuelco, llamado juego, y la temperatura del bloque hueco en el momento de enhebrar la barra antivuelco.

60 **[0036]** Para evitar una posible extracción del lubricante a partir de la barra del rodillo durante el roscado en el bloque hueco y para asegurar un roscado seguro, este juego debe ser de al menos 10 mm y la temperatura media del bloque de cavidad más de 1.000°C.

65 **[0037]** Aunque ya se puede obtener tiempos de vida útil excelentes de las barra del rodillo con las barras de rodillo de la invención y el método de laminación de acuerdo con la invención, sin la necesidad de una desoxidación

adicional de la superficie interior de los bloques huecos, puede ser ocasionalmente beneficioso en el caso de materiales muy difíciles de transformar realizar una desoxidación adicional, con lo que el peso base del medio de desoxidación será al menos de 100 g/m² y el tiempo entre el final de la aplicación del agente desoxidante y el comienzo de la laminación en la barra de laminación será de al menos 30 s. La cantidad aplicada de agente desoxidante se basa en la superficie interna del bloque hueco.

5 [0038] Resultados de estudio del comportamiento de fricción de barras de rodillos no tratados, cromados y nitrurados en relación con diferentes lubricantes son mostrados en la Fig. 2

10 [0039] Se ha encontrado que la superficie de cromo-plateada y lubricada dan valores incluso más bajos para el indicador de coeficiente de fricción que la superficie no tratada lubricada (no se muestra en la Figura 2). También se puede ver que la superficie nitrurada y no lubricada tiene muy buenas propiedades de funcionamiento de emergencia. El indicador de coeficiente de fricción correspondiente ya está muy por debajo de los valores de las superficies lubricadas y cromadas después de un corto tiempo. Estas dependencias son en gran medida
15 independientes de los diferentes lubricantes 1 o 2.

[0040] Este comportamiento también se conoce de la práctica. El lubricante se adhiere pobremente a las varillas recién cromadas, de modo que aquí la desoxidación del bloque hueco, que causa una película lubricante adicional, debe soportar la lubricación. Además, a menudo se utilizan otras medidas, como la doble lubricación o los
20 lubricantes especiales, para retraer la barra de laminación, que es muy compleja y ocasiona costos adicionales.

[0041] En una forma de realización ventajosa de la invención, la nitración de la superficie de la barra de laminación moderna de invención se lleva a cabo de manera que se promueve la formación de poros abiertos hacia la superficie, que actúan como bolsillos o depósitos de lubricante, y así se incrementa la vida útil de la barra del rodillo
25 con una lubricación mejora.

30

35

40

45

50

55

60

65

Reivindicaciones

- 5 1. La barra de laminación como herramienta interna en la producción de cuerpos huecos metálicos sin costura, en particular la conformación por estiramiento de bloques metálicos huecos para formar tubos sin costura por medio de un tren de laminación de múltiples soportes, que tiene una superficie que comprende una capa de nitruración, **caracterizada porque** la barra de laminación consiste en un material de acero resistente al calor que tiene un equivalente de cromo Cr_{eq} de más de 6,5, calculado de acuerdo con $Cr_{eq} = \% Cr + \% Mo + 1,5 \times \% Si + 0,5 \times \% Nb + 2 \times \% Ti$ (1), que tiene una dureza mínima de 200 HV 0,5, medida 0,5 mm por debajo de la superficie de la barra de laminación, que tiene un límite elástico de al menos 450 MPa a 500°C y con una resistencia a la tracción de al menos 600 MPa a 500°C, y a partir de la superficie, la capa de nitruración tiene una profundidad de más de 0,15 mm y una dureza de nitruración superior a 950 HV 0,5.
- 10 2. La barra de laminación según la reivindicación 1, **caracterizada porque** al menos el 60% de la dureza mínima todavía está presente en el 50% del diámetro de la barra de laminación.
- 15 3. La barra de laminación según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** la barra de laminación presenta una capa de nitruración que se aplica como máximo un 20% por debajo de la temperatura de revenido del material de acero.
- 20 4. La barra de laminación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** un lubricante que se aplica sobre la superficie de la barra de laminación y se seca antes del comienzo de la laminación tiene un peso superficial de al menos 40 g/m².
- 25 5. La barra de laminación según la reivindicación 4, **caracterizada porque** para el laminado de aceros que tienen contenidos de cromo de más de 5% en peso, el peso superficial del lubricante aplicado sobre la barra de laminación es de al menos 80 g/m².
- 30 6. El laminador de múltiples apoyos con una barra de laminación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** la barra de laminación consiste en una parte de trabajo y una pieza en blanco y la parte de trabajo de la barra de laminación LST tiene una longitud máxima, calculada de acuerdo con la ecuación $L_{ST\ max} = 0,5 \times$ longitud máxima de desagüe del tubo, último soporte de un laminador de múltiples apoyos (2).
- 35 7. El método para producir un cuerpo hueco metálico laminado en caliente, en particular un tubo de acero, en el que un bloque hueco previamente producido se somete a un procedimiento de estiramiento en un tren de laminación de múltiples soportes por medio de una barra de laminación de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 5 que están enroscados en el mismo, y antes del comienzo de la laminación, es decir, el comienzo del enroscado de la barra de laminación en el bloque hueco, la barra de laminación está provista de un lubricante líquido y posteriormente seco, **caracterizado porque** la varilla de laminación se enrosca con una holgura con respecto al diámetro interior del bloque hueco de al menos 10 mm, e inmediatamente antes del comienzo de la rosca de la varilla, el bloque hueco tiene una temperatura promedio de al menos 1.000°C y la velocidad de la varilla VST durante el laminado en un laminador de barras satisface como máximo las siguientes condiciones: $V_{ST\ max} = 0,9 \times$ longitud de varilla/tiempo de laminación de la última base (3), $V_{ST\ max} = 0,9 \times V_{M\ min}$ (4), donde $V_{M\ min}$ es el mínimo del material de la tubería durante el laminado en el tren de laminación de barras.
- 40 8. El método según la reivindicación 7, **caracterizado porque** se mantiene un tiempo de secado entre el extremo de lubricación de la barra de laminación y antes del primer inicio de laminación de al menos 60 segundos.
- 45 9. El método según la reivindicación 7 y 8, **caracterizado porque** el lubricante líquido se aplica sobre la barra de laminación a una temperatura superficial de la barra de laminación de al menos 70°C.
- 50 10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** la cantidad de lubricante líquido aplicado se dosifica de tal forma que después del secado se consigue un peso superficial de al menos 40 g/m².
- 55 11. El método según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la cantidad de lubricante líquido aplicado para el laminado de aceros que tienen una proporción de cromo superior al 5% se dosifica de tal forma que después del secado se alcanza un peso superficial de al menos 80 g/m².
- 60 12. El método según las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado porque** el interior del bloque hueco tiene un desoxidante aplicado antes del enroscado de la barra de laminación, en el que la cantidad de desoxidante es de al menos 100 g/m² y el tiempo transcurrido entre el final de la aplicación de desoxidante y el inicio de la rodadura es de al menos 30 s.
- 65

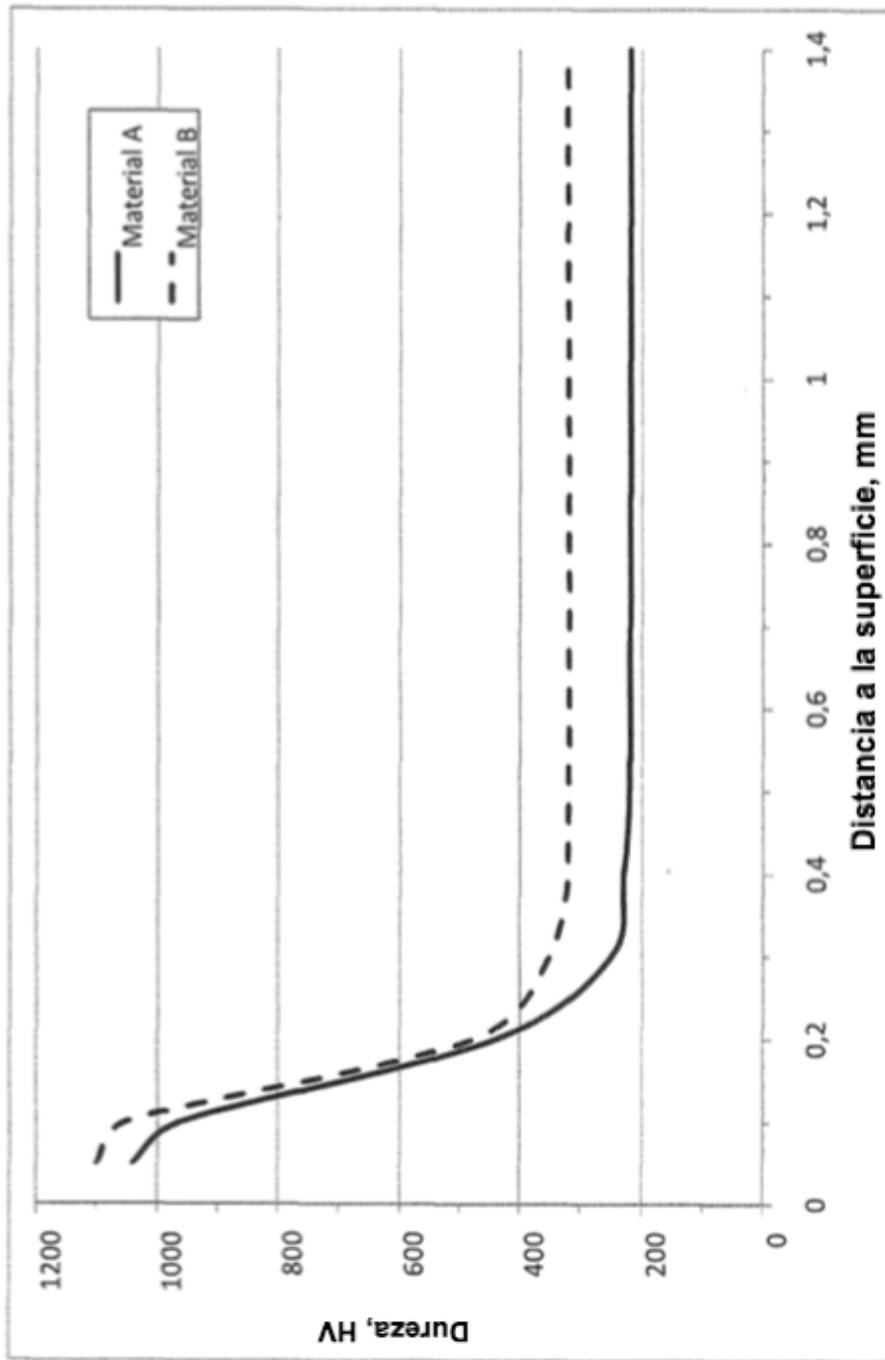


Figura 1

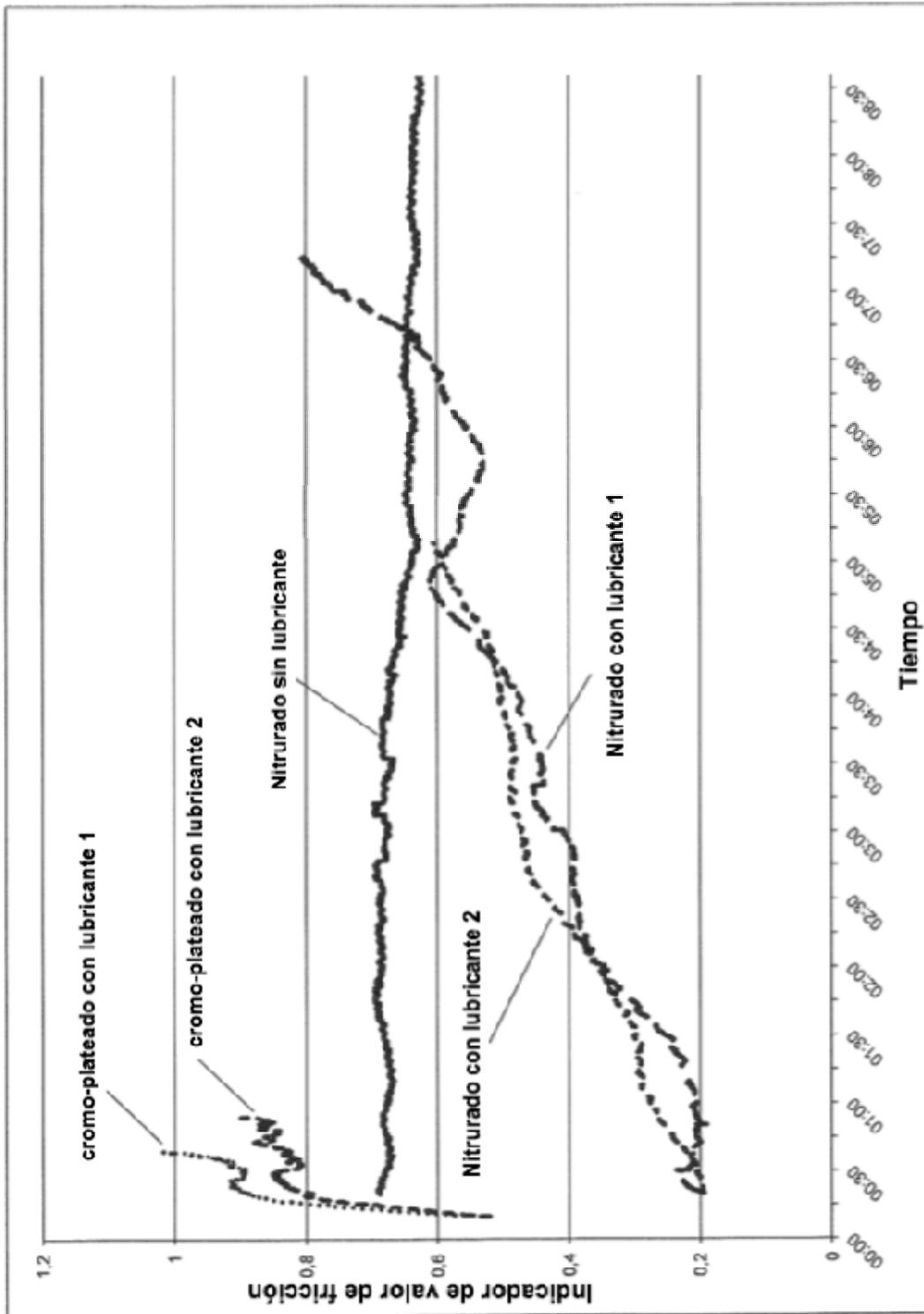


Figura 2