(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 546 577**

(21) Número de solicitud: 201530294

(51) Int. CI.:

B21B 27/02 (2006.01)
B21B 1/16 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN B1

(22) Fecha de presentación:

06.03.2015

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

24.09.2015

Fecha de la concesión:

05.05.2016

(45) Fecha de publicación de la concesión:

12.05.2016

(73) Titular/es:

LA FARGA LACAMBRA, S.A.U. (100.0%)
Ctra. C-17, km. 73,5
08509 Les Masies de Voltregà (Barcelona) ES

(72) Inventor/es:

GUIXÀ ARDERIU, Oriol;
VILA SUBIRANA, Benito;
RIERA FONTANA, Lluis;
FONT PUIG, Gabriel y
GARCÍA ZAMORA, Miquel

(74) Agente/Representante:

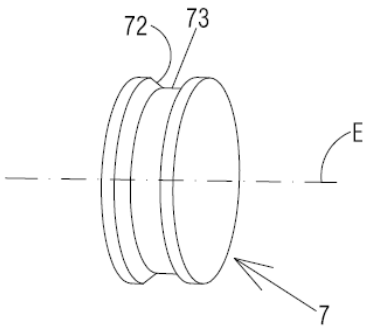
ISERN JARA, Jorge

(54) Título: **Rodillo de laminación en caliente para barras de cobre térmico, uso de dicho rodillo de laminación y procedimiento de laminación asociado**

(57) Resumen:

Rodillo de laminación en caliente para barras de cobre térmico, uso del mismo y procedimiento de laminación asociado, siendo el rodillo de laminación del tipo diseñado para rotar alrededor de un eje de rotación y vinculable a un contra-rodillo de laminación tal que se permite el paso de la barra entre ambos, estando dotado el rodillo de laminación con al menos una banda de rodadura que comprende a su vez una acanaladura anular para el paso de la barra, presentando la acanaladura anular una sección transversal que comprende una base opuesta a una embocadura, en el que la base comprende una porción paralela al eje de rotación, presentando la base en su porción paralela una anchura que es por lo menos la mitad de la anchura de la embocadura, siendo ambas anchuras paralelas al eje rotación.

FIG.6



ES 2 546 577 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Rodillo de laminación en caliente para barras de cobre térmico, uso de dicho rodillo de laminación y procedimiento de laminación asociado.

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente solicitud tiene por objeto el registro de un rodillo de laminación y de un procedimiento de laminación para la obtención de alambrón de cobre térmico que incorpora notables innovaciones.

Más concretamente, la invención propone el desarrollo de un rodillo de laminación para barras de cobre térmico principalmente procedente de colada continua, así como un procedimiento seguido para la laminación que permite laminar barras de cobre térmico sin defectos estructurales, y el uso de dicho rodillo de laminación.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

El laminado es un proceso de deformación volumétrica en el que se reduce el espesor inicial del material trabajado, mediante las fuerzas de compresión que ejercen dos o más rodillos/aros sobre el material. Los rodillos/aros giran en sentidos opuestos entre sí para que fluya el material entre ellos, ejerciendo fuerzas de compresión y de cizallamiento, originadas por el rozamiento que se produce entre los rodillos y el material que está siendo laminado, presentando dichas fuerzas al menos una componente horizontal y/o vertical.

El proceso de laminación es un caso particular de los procesos incluidos en el ámbito del llamado trabajo en caliente de metales. Los procesos de laminado en caliente se utilizan típicamente como 1er paso en la conversión de barra o lingote colado en su forma final.

En el proceso de laminación del cobre procedente de colada continua para la obtención de un alambrón (sección circular), se emplea una secuencia de conjunto de rodillos que configuran formas intermedias para lograr una deformación uniforme a través de las secciones transversales de cada pasada de laminación (reducción).

El laminado en caliente se desarrolla siempre a temperaturas superiores a 2/3 veces la temperatura de fusión del metal laminado que en el caso del Cu son los 800 ºC (1073 K); y a velocidades de deformación en el rango 0,5 a 500 1/s (porcentaje por segundo). El límite inferior de temperatura de laminado viene determinado por el punto en el cual el ritmo de recristalización del metal es suficientemente rápido para eliminar el endurecimiento por deformación que se produce en el proceso de laminado.

A continuación se expondrán los fundamentos que se aplican en los procedimientos de laminación para barras de cobre.

En primer lugar se detallarán los símbolos que se emplearán en la presente descripción:

Símbolo	Descripción	Unidades
α	Ángulo entre el punto de contacto lamina-rodillos y la vertical	Rad
τ	Esfuerzo de cizalladura	Pa
σ_0	Limite elástico	Pa
b	Ancho de la pieza a laminar	m
h	Espesor de lámina, disco a laminar, etc.	m
Lp	Longitud proyectada del arco de contacto de un rodillo de laminación	m
p	Esfuerzo de compresión aplicado	Pa
P	Carga de laminación	N
Pr	Fuerza dirigida según el radio del rodillo de laminación	N
r	Distancia radial	m
R	Radio del rodillo de laminación	m
Tm	Temperatura de fusión	K
μ	Coeficiente de fricción	adimensional
σ	Carga mecánica sobre el material	Pa
σ_z	Esfuerzo axial compresivo	Pa
v	Velocidad lineal del material	m/s

Tal y como se ha mencionado anteriormente, en la laminación se produce un rozamiento/fricción entre la barra y los rodillos de laminación que intervienen cuando se lleva a cabo la reducción. A continuación tendremos en cuenta esta fricción haciendo referencia a las figuras 7-9 y 13-14.

Considérese la compresión de un cilindro de cobre de radio r y altura h tales que no presenta abarrilamiento bajo la compresión y el esfuerzo axial compresivo σ_z es constante a través de la altura h (en la figura 13 se han representado los esfuerzos en relación con un sistema de referencia tridimensional). En las superficie superior e inferior del cilindro, las zonas de contacto entre los elementos compresores y el cilindro, se creará una fuerza friccional paralela a estas superficies que evita el desplazamiento de las bases superior e inferior del cilindro bajo compresión; esta fricción a su vez generará un esfuerzo cizallador τ.

Así se define el coeficiente de fricción de Coulomb tal y como se ha representado en la figura 14:

$$\mu = \frac{\tau}{p}$$

El esfuerzo cizallador producido por la fricción se traduce en una fuerza dirigida hacia el centro del cilindro que se opone al flujo radial de material. Esta fuerza se traduce en una presión lateral que es 0 sobre la circunferencia exterior del cilindro y se incrementa hacia el centro. Realizando el cálculo de esta presión sobre la dirección radial sobre la base de un proceso en equilibrio (la fricción equilibra la tendencia a la expansión lateral) se obtiene la llamada “colina” de fricción tal como muestra la gráfica adjunta en la figura 8. El valor de la presión compresiva se determina por la expresión desarrollada en la literatura especializada[1] :

$$p = \sigma_0 e^{\frac{2\mu(r-x)}{h}}$$

En que x es la distancia al centro del disco. El valor medio de p sobre x se determina por integración de la expresión de p sobre la superficie del disco de radio a πr^2 resultando:

$$\bar{p} = \frac{\sigma_0}{2}\left(\frac{h}{2r}\right)^2 * \left[e^{\frac{2\mu r}{h}} - \frac{2\mu r}{h} - 1\right] \quad (101)$$

Esta expresión conduce a que p para relaciones r/h grandes (pequeños espesores comparados con radios) y $\mu > 0{,}05$, producen p medias muy superiores a σ_0. La figura 9 muestra este comportamiento. En el caso de los laminadores en caliente la razón r/h se puede asimilar a la razón entre el ancho del rodillo y el paso o "gap" entre rodillos (los rodillos no llegarían a contactar directamente entre ellos como se representa en las figuras 3-5), para barras en que la razón r/h sea inferior a 2 no cabe esperar variaciones muy bruscas de $\bar{\mathbf{p}}$ en función de μ. En la figura 9 se representan las curvas de la relación p/σ_0 en función de r/h.

Ahora a continuación, se desarrollarán las fuerzas y relaciones geométricas que intervienen en los procesos de laminado.

Un proceso simple de laminado en una pasada implica básicamente que una lámina metálica de espesor y velocidades iniciales h_0 y v_0 pasa a través de un par de rodillos separados por una distancia $h_{f,}$ por lo tanto la lámina/barra metálica abandona el laminador con un espesor h_f y una velocidad final v_f. La lámina se considera que no sufre expansión lateral en este proceso y simplemente se alarga en la dirección de avance AV de la lámina por lo tanto:

$$bh_0v_o = bh_fv_f$$

Tal y como se cita en el listado inicial de símbolos b es el ancho de la pieza a laminar.

De la expresión anterior se deduce que:

$$v_f = \frac{h_0}{h_f}$$

Por lo tanto la v del material aumenta conforme avanza entre los rodillos del laminador. Existe un punto en que la velocidad tangencial de los rodillos del laminador iguala la velocidad lineal del material, a este punto se le conoce como punto neutro o de deslizamiento nulo.

En cualquier punto a lo largo de la superficie de contacto entre rodillo de laminación y lámina (barra) como el punto A existen dos fuerzas: la fuerza Pr dirigida radialmente según el rodillo y la $F=\mu Pr$, fuerza de fricción tangencial entre lámina y rodillo (figura 10). La fuerza F debido

a la diferencia de velocidades entre lámina y rodillo actúa en la dirección del diferencial de velocidades: tirando de la lámina hacia el interior cuando la velocidad tangencial del rodillo > velocidad de la lámina y viceversa más allá del punto neutro.

La componente vertical de Pr, P es conocida como la carga de laminación, es la fuerza de compresión ejercida por los rodillos sobre la lámina o pieza bajo proceso de laminación que a su vez por el principio de acción y reacción es igual a la fuerza que trata de mantener los rodillos separados por esta razón a P se le conoce también como fuerza separadora. La presión específica de laminado p es la carga de laminación P dividida por el área de contacto:

$$\text{área contacto} \approx b[R(h_0 - h_f)]^{1/2} = bL_p$$

Por lo que p es:

$$p = \frac{P}{bL_p}$$

El ángulo α entre el punto de contacto lámina-rodillos y la vertical se llama ángulo de contacto o ángulo de mordedura. Se puede observar que $P_r\sin(\alpha)$ (la componente horizontal de Pr) tiende a expulsar la lámina (barra) de los rodillos, por otra parte la componente horizontal de la fuerza de rozamiento: $\mu P_r\cos(\alpha)$ tiende a introducir la lámina en los rodillos, para que la lámina entre por sí sola se requiere que estas fuerzas sean a lo sumo iguales o que la fuerza de rozamiento sea mayor que la de expulsión :

$$\mu P_r \cos(\alpha) = P_r \sin(\alpha)$$

O

$$\mu = \tan(\alpha)$$

(es decir, α queda definido por el coeficiente de rozamiento).

Y una pieza no puede ser introducida entre los rodillos de un laminador si α es mayor que un valor tal que la igualdad superior no se cumple, lo que implica que a mayor μ mayor α. A

mayor radio de rodillos e igualdad de coeficiente de rozamiento, más gruesa puede ser la lámina o pieza a laminar.

Considerando que:

$$\tan(\alpha) = \frac{L_p}{R - \Delta h/2} \approx \frac{\sqrt{R\Delta h}}{R - \Delta h/2} \approx \sqrt{\frac{\Delta h}{R}} = \mu$$

Y por lo tanto se deduce que:

$$\Delta h_{máximo} = \mu^2 R$$

Que es la relación entre Δh, μ y R.

A continuación se describe el cálculo de presiones durante la laminación.

Si se considera el proceso de laminado puro sin considerar fricción, la carga de laminación necesaria en un paso de reducción Δh realizada por medio de dos rodillos de radio R, y ancho b sobre un material con límite elástico $p=\sigma_0$ es:

$$P = pbL_p = \sigma_0 b\sqrt{R\Delta h} \quad (102)$$

Si se considera la influencia de la fricción representada por un coeficiente de fricción superficies metal-rodillo μ y aplicando el concepto "colina" de fricción desarrollado anteriormente se tiene que la presión media de deformación pasa a ser:

$$\bar{p} = \frac{\sigma_0}{Q}\left(e^Q - 1\right)$$

Siendo Q

$$Q = \frac{\mu L_p}{\bar{h}}$$

Donde $\bar{h}$ es el espesor medio entre salida y entrada.

Aplicando $P = \bar{p}bL_p$

$$P = \frac{\sigma_0 b}{Q}\left(e^Q - 1\right)\sqrt{R\Delta h} \quad (103)$$

Si se analiza esta expresión se ve que si μ->0 $Q \rightarrow 0$ y aplicando límites : $P \rightarrow \sigma_0 b\sqrt{R\Delta h}$

Si μ-> ∞ Q->∞ y P->∞

Si el espesor medio $\bar{h}$ es pequeño o $\bar{h}$ ->0 entonces P->∞ ya que Q->∞
Si R crece para Δh y μ constantes Q crece y P crece por lo tanto, a rodillos mayores mayor fuerza para laminar se requiere.

Volviendo al estado de la técnica, la laminación de cobre en caliente ha sido un motivo de investigación técnica desde el inicio de este proceso metalúrgico. En las primeras décadas del siglo XX, el método tradicional de obtención de alambrón de cobre para aplicaciones eléctricas era la laminación en caliente de “wire-bars”, los trenes de laminación generalmente poseían una zona de laminación-desbaste con reducciones de sección transversal entre el 35 al 45%, pasando posteriormente a una zona acabadora con unos rebajes menores, entre un 20 a un 30%.

Para permitir la entrada de la barra en la siguiente pasada de reducción era necesario una proporción adecuada entre el diámetro de los rodillos laminadores que diera suficiente fuerza de arrastre, según figura 10.

La forma de las gargantas de los aros de laminación estaba diseñada para permitir la fluencia del material en sentido longitudinal de la laminación.

Existe gran bibliografía y patentes respecto a la laminación en caliente de “wire-bars” de cobre, esta documentación permite introducirse en la complejidad de la laminación en caliente del cobre. En cuanto a los documentos de patentes conocidas por el solicitante se encuentran las siguientes:

US33177994. Esta patente americana solicitada en el 1964 describe un procedimiento para la obtención de alambrón de cobre electrolítico en el que se emplean aros elípticos.

ES0371038 Esta patente española de los años 60 describe un método para la obtención de alambrón de cobre electrolítico que combina aros con secciones transversales sustancialmente elípticas y aros con secciones transversales sustancialmente redondas.

GB1434454: En esta patente británica de los años 70 se presenta un sistema de guiado y de reducción de sección de una barra metálica. Para la reducción se emplean un conjunto de rodillos que no tienen pestañas (paredes laterales), por lo que no se controla de forma precisa la sección de dicha barra y su posible expansión lateral.

GB 2047591. Esta patente británica solicitada en el 1980 describe un procedimiento para obtener tiras de varios metales, entre ellos de cobre, que presenta una pluralidad de rodillos, algunos de los cuales son planos ya que el producto final es un tira y no un alambrón.

GB2059306: Esta patente británica solicitada en el 1980 presenta un método para la obtención de barra de cobre (que puede contener impurezas, con lo que podría incluir el cobre térmico o cobre aleado) en un proceso de colada continua en el que las reducciones son muy pequeñas en los dos primeros pasos (del 15 al 20% de la sección en cada paso) para evitar grietas en el material. Por tanto, el diseño presentado en esta patente se limita a un máximo de reducción del 20%. Dicho valor es relativamente pequeño.

En la década de los 50 Ilario Properzi introdujo la colada continua de cobre para la obtención de alambrón. Durante los años 60 se instalaron diversas plantas industriales, pero realmente la introducción a gran escala de la colada continua de cobre para la obtención de alambrón se hizo en la década de los setenta del siglo pasado.

Las coladas continuas iniciales necesitaron evolucionar, por una parte para permitir reducciones importantes en las primeras pasadas de laminación, por otra para permitir diámetros de aros de laminación de suficiente diámetro que permitieran introducir la barra en el laminador, y por último formas de garganta adecuadas a la plasticidad del material.

Estos procesos estaban indicados para laminar cobre obtenido por refino electrolítico de alta pureza, Cu+Ag>= 99,99 % y conductividad >=101% IACS a 20ºC (conocido por ejemplo como Cu-ETP1/Cu-ETP o cobre electrolítico con distintos niveles de pureza), puesto que debido a las extremas condiciones que se exigía al material en el proceso de colada y su posterior laminación en caliente, emplear materiales con un mayor contenido de impurezas suponía la obtención de alambrón con grietas, resultado de una deficiencia de ductilidad del material sometido a laminación a la temperatura en la que se realiza el proceso.

Así por ejemplo, en el estado de la técnica, el procedimiento de laminado de una barra de cobre electrolítico emergente de la rueda de colada se lamina en una primera etapa/pasada de laminación en la que pasa de una sección transversal trapezoidal a una forma más rectangular. En esta primera pasada de laminación la barra emergente sufre una compresión lateral en el sentido de avance de la barra.

A continuación se somete a la barra de cobre electrolítico a una serie de etapas/pasadas de laminación verticales/horizontales (en el sentido de avance de la barra) en las cuales va adoptando la forma definitiva de alambrón circular, así se emplea un par de rodillos de laminación respectivamente con unas acanaladuras de sección transversal curva (semi-elipse), que en combinación resultan en una forma elíptica. El paso por entre estos rodillos proporciona una compresión vertical/horizontal para reducir la sección transversal de la barra de cobre electrolítico y conformar una sección transversal circular.

Esta compresión de la barra entre los rodillos de laminación dotados de acanaladuras curvas puede emplearse en coladas de cobre electrolítico ya que al ser un material con más fluencia que el cobre térmico, presenta un proceso de laminación con menor riesgo de roturas y grietas cuando se somete la barra a la compresión con los rodillos del estado de la técnica.

Los cobres con mayor contenido de impurezas o cobres térmicos se obtienen a partir de la colada continua de cobre utilizando cobres líquidos con contenidos de impurezas elevados, es decir, mayores de 100 partes por millón (ppm) y de hasta 1000 ppm. Este tipo de cobre procede de materiales de recuperación como las chatarras de cobre con contenido en cobre >90%, que mediante el refino pirometalúrgico alcanzan unas propiedades particulares: Cu+Ag>= 99,90 % y conductividad >=100 % IACS a 20ºC (conocido por ejemplo como cobre térmico “Fire Refine High Conductivity” o Cu- FRHC).

Este contenido mayor en impurezas no permite obtener alambrón de calidad si se siguen los procedimientos de laminación conocidos hasta la fecha para el cobre electrolítico, por ello los documentos anteriores no resultan adecuados para la obtención de alambrón de cobre Cu FRHC o térmico ya que emplean rodillos de laminación dotados en su banda de rodadura de acanaladuras (o gargantas) con una geometría curvada para comprimir las barras, lo cual provoca la aparición de grietas y otros defectos como roturas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se ha desarrollado con el fin de proporcionar un rodillo de laminación en caliente, el uso del mismo y un procedimiento de laminación que resuelva los inconvenientes anteriormente mencionados, aportando, además, otras ventajas adicionales que serán evidentes a partir de la descripción que se acompaña a continuación.

Es por tanto un primer objeto de la presente invención un rodillo de laminación en caliente para barras de cobre térmico, especialmente procedentes de colada continua, para la aplicación de compresión sobre la barra en una segunda pasada o posteriores de laminación-desbaste, del tipo diseñado para rotar alrededor de un eje rotación y es vinculable a un contra-rodillo de laminación tal que se permite el paso de la barra entre ambos, estando dotado el rodillo de laminación con al menos una banda de rodadura que comprende a su vez una acanaladura anular para el paso de la barra, presentando la acanaladura anular una sección transversal que comprende una base opuesta a una embocadura, en el que la base comprende una porción paralela al eje de rotación, presentando la base en su porción paralela una anchura que es por lo menos la mitad de la anchura de la embocadura, siendo ambas anchuras paralelas al eje rotación.

Gracias a estas características se consigue un rodillo de laminación para barras de cobre térmico, especialmente procedentes de colada continua, y destinadas para la obtención de alambrón, que evita la aparición de grietas y roturas en la barra durante la segunda pasada de laminado-desbaste y posteriores en caliente, que aparecerían si se utilizasen los rodillos conocidos en el estado de la técnica para cobre electrolítico. Todo esto con reducciones de sección transversal en cada pasada (primera, segunda y posteriores) superiores al 30%, como se demostrará más adelante, mejorando sustancialmente el estado de la técnica conocido.

De manera aún más ventajosa, la anchura de la porción paralela es entre 0,50 y 0,57 veces la anchura de la embocadura.

El rodillo de laminación puede estar configurado tal que se establece un coeficiente de fricción entre la barra y el rodillo de laminación entre 0,1 y 0,5 y de forma más ventajosa se establece entre 0,2 y 0,4.

De acuerdo con un aspecto de la invención la sección transversal de la acanaladura puede presentar una configuración en forma trapezoidal o rectangular, siendo la trapezoidal la más preferida puesto que ayuda a posicionar correctamente a la barra respecto a los laterales de la embocadura, vistos en sección transversal.

Es otro objeto de la presente invención un procedimiento de laminación para barras de cobre térmico, especialmente procedentes de colada continua, que comprende una primera pasada de laminación-desbaste, comprendiendo posteriormente al menos una segunda pasada de laminación-desbaste (o varias etapas de compresión vertical/horizontal alternativamente sobre la barra) en la que la barra discurre entre al menos un par de rodillos de laminación como el definido anteriormente.

Cabe mencionar que en la presente solicitud, el sentido vertical o horizontal (entendido como lateral) es en relación a la dirección de avance de la barra de cobre durante el proceso de laminación, y que la fuerzas aplicadas en dicho sentido vertical o horizontal se referirán a fuerzas que comprenden por lo menos una componente vertical y/o una componente horizontal, respectivamente.

Gracias a este procedimiento de laminación se optimiza la calidad del alambrón de cobre térmico obtenido, evitando las grietas y roturas que se producen al emplear los procedimientos conocidos del estado de la técnica y por tanto, maximizando la eficiencia del proceso.

De forma ventajosa la segunda pasada de laminación-desbaste se puede llevar a cabo sobre una barra a una temperatura de entre 825 y 875 ºC, y se puede someter ventajosamente a la barra a una reducción en su sección transversal del 30 % al 40%. Además durante la segunda pasada de laminación-desbaste, la barra se puede desplazar entre los rodillos de laminación a una velocidad de 0,1 y 0,75 m/s.

Es también objeto de la presente invención el uso de un rodillo de laminación según se ha descrito anteriormente para la aplicación de compresión (ya sea vertical y/u horizontal) sobre barras de cobre térmico en una segunda pasada o posteriores de laminación-desbaste en caliente.

Otras características y ventajas del rodillo de laminación así como el procedimiento de laminación objetos de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1.- Es una vista esquemática de un sistema de colada continua y laminación de barras de cobre;

Figura 2.- Es una vista de sección transversal de una barra de cobre emergida de la rueda de colada;

Figura 3.- Es una vista esquemática del paso de la barra 2 entre un par de rodillos del estado de la técnica para una segunda pasada de laminación-desbaste o posterior;

Figura 4.- Es una vista esquemática del paso de la barra 2 entre un par de rodillos según una primera realización de la invención para una segunda pasada de laminación-desbaste o posterior;

Figura 5.- Es una vista esquemática del paso de la barra 2 entre un par de rodillos según una segunda realización de la invención para una segunda pasada de laminación-desbaste o posterior;

Figura 6.- Es una vista esquemática en perspectiva del rodillo de la figura 5;

Figura 7.- Es una vista esquemática de la compresión de un cilindro para la definición del coeficiente de fricción de Coulomb;

Figura 8.- Es una gráfica en la que se representa una “colina” de fricción;

Figura 9.- Es una gráfica en la que se representa unas curvas de relación p/σ_0 en función de r/h del rodillo de laminación;

Figura 10.- Es un esquema de las fuerzas y relaciones geométricas en los procesos de laminado;

Figura 11.- Es una gráfica en la que se representa las curvas de deformación para el cobre térmico a 900 ºC;

Figura 12.- Es una gráfica en la que se representa la comparativa de las curvas de deformación entre el cobre térmico y el cobre electrolítico;

Figura 13.- Es una representación esquemática de donde se representan los esfuerzos tridimensionales (x, y, z) a los cuales se somete un cilindro de cobre de radio r y altura h; y

Figura 14.- Es una vista esquemática de la compresión de un cilindro para la definición del coeficiente de fricción de Coulomb, incluyendo un vector del esfuerzo de cizalladura τ;

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

Tal como se muestra en las figuras adjuntas se ilustran unas realizaciones preferentes pero no exclusivas del objeto de la presente invención.

En la figura 1 se ha representado de forma esquemática un sistema implantado para la laminación de cobre, ya conocido en el estado de la técnica. Puede observarse una rueda de colada 31 que recibe el metal fundido de un horno (no representado), y la debida rotación de la rueda de colada permite emerger a la barra 2 conformada como se aprecia en la figura 2. A continuación la barra 2 pasa por una cizalla 32 y una unidad de preparación 33 siguiendo una dirección de avance AV, en las cuales no se entrará con mayor detalle pues son cualquiera disponible en el mercado. Posteriormente la barra 2 se somete a una primera pasada de laminación-desbaste con unos rodillos no representados del estado de la técnica para cobre electrolítico y a continuación llega a la segunda etapa de laminado en caliente que se realiza en el laminador-desbastador 34, que es donde se hallan los rodillos de laminación 6, 7 en el caso del cobre térmico. En el caso del cobre electrolítico se pueden emplear los rodillos de laminación 5 para la segunda pasada o posteriores. Concretamente el ilustrado en la figura 3 (rodillo 5) es adecuado para la aplicación de compresión vertical y/u horizontal sobre la barra 2, cuando el alambrón (no representado) se va a producir a partir de cobre electrolítico como ya se ha comentado anteriormente; si se emplea un cobre térmico aparecen grietas y otros defectos como roturas. Finalmente la barra 2 llega a un laminador de acabado 35, en el que se realizan las últimas etapas de reducción, que podrá ser de cualquier tipo disponible en el mercado por lo que no se entrará con más detalles.

En las figuras 4 y 5 se muestran las dos realizaciones preferidas que se van a describir de los rodillos de laminación 6, 7 de la presente invención, en lugar del rodillo de laminación 5 que se emplea para cobre electrolítico.

De esta forma puede verse en las figuras 4 y 5, que el rodillo de laminación 6, 7 según la invención es adecuado para barras de cobre térmico, especialmente procedentes de colada continua. El rodillo de laminación 6, 7 es del tipo diseñado para rotar alrededor de un eje rotación E y que es vinculable a su vez con un contra-rodillo de laminación que preferentemente es otro rodillo de laminación 6, 7 de iguales características, de manera tal

que se permite el paso de la barra 2 entre el rodillo de laminación 6, 7 y su correspondiente contra-rodillo de laminación.

El rodillo de laminación 6, 7 está dotado preferentemente con al menos una banda de rodadura 64, 74 que comprende a su vez una acanaladura 62, 72 anular para el paso de la barra 2. Esta acanaladura 62, 72 presenta una sección transversal que comprende una base 63, 73 opuesta a una embocadura 61, 71, en el que la base 63, 73 comprende una porción paralela 65, 75 al eje de rotación E, presentando la base 63, 73 en su porción paralela 65, 75 una anchura D2 que es por lo menos la mitad de la anchura D1 de la embocadura 61, 71, siendo ambas anchuras D1, D2 paralelas al eje rotación E.

De una manera aún más preferida la anchura D2 es entre 0,50 y 0,57 veces la anchura D1 de la embocadura 61, 71; un ejemplo más preferido puede presentar una relación de 0,51 veces. La sección transversal de la acanaladura 62, 72 presenta una configuración en forma trapezoidal (figura 5) o rectangular (figura 4). Como ya se ha puntualizado anteriormente la forma trapezoidal es la más preferida puesto que ayuda a posicionar la barra a su paso por la acanaladura 72.

Por otro lado, el rodillo de laminación 6, 7 está configurado tal que se establece un coeficiente de fricción entre la barra 2 y el propio rodillo de laminación 6, 7 de entre 0,1 y 0,5, y de forma aún más preferida el coeficiente de fricción se establece entre 0,2 y 0,4; un ejemplo más preferido puede presentar un coeficiente de 0,25.

El coeficiente de fricción rodillo-metal no puede ser ni muy pequeño (la barra 2 de cobre no entra entre los dos rodillos de laminación 6, 7) ni muy grande (la barra 2 se puede desgarrar o romperse); en el caso del ejemplo numérico que se expondrá más adelante, este coeficiente se ha establecido en 0,5 basándose en el comportamiento de la barra 2 frente a distintos perfiles de rodillo. Dicho coeficiente de fricción se empleará para calcular los esfuerzos de laminación.

Cabe mencionar por otro lado que el número de rodillos de laminación 6, 7 podrá escogerse en función de las necesidades particulares de cada caso, y dispuestos preferentes por parejas en trenes de laminado.

El procedimiento de laminación comprende una primera pasada de compresión (o primera etapa de laminación-desbaste) de la barra 2, que puede efectuarse como en el caso del cobre electrolítico. Posteriormente el procedimiento comprende por lo menos una segunda pasada de compresión vertical y/u horizontal (o segunda etapa de laminación-desbaste) en la que la barra 2 discurre entre al menos un par de rodillos de laminación 6, 7. Se puede ver mejor esta segunda pasada en las figuras 5 y 6. Si el usuario emplease los rodillos de laminación 5 representados en la figura 3, para la laminación de barras 2 de cobre térmico, se producirían grietas y otros defectos debido a los esfuerzos generados, que se describirán a continuación. A esta segunda pasada de laminación-desbaste puede seguir más de una pasada adicional de laminación-desbaste, alternando compresiones verticales y horizontales. Este número de pasadas variará en función de la velocidad de producción, que preferentemente puede ir entre 2 y 50 tn/h.

De forma preferida la segunda pasada de laminación-desbaste se lleva a cabo sobre la barra 2 de cobre térmico a una temperatura de entre 825 y 875 ºC, y la barra se desplaza entre los rodillos de laminación 6, 7 a una velocidad de 0,1 y 0,75 m/s. Además ventajosamente en dicha segunda pasada de laminación-desbaste, se somete a la barra 2 a una reducción en su sección transversal del 30 % al 40%.

Finalmente se obtiene un alambrón (no representado) de cobre térmico según el procedimiento de laminación en caliente detallado anteriormente, en el que se evitan roturas o grietas en la estructura del material.

A continuación se justificará la adopción de las relaciones geométricas, así como los distintos parámetros para llevar a cabo la invención, partiendo de la base expuesta en los antecedentes de esta solicitud y aplicándolos en un caso práctico de laminado en caliente habitual para colada continua (de cobre térmico); en este caso todas los valores han de tomarse a modo de ejemplo y en ningún caso son exclusivos porque podrán cambiarse atendiendo a las características de cada tren de laminado.

Supongamos un barra 2 que ha emergido de la rueda de colada 31 como la que aparece en la figura 2, la cual presenta una sección transversal trapezoidal con las siguientes dimensiones a modo de ejemplo (pueden variar dependiendo de las necesidades):

B1: 107 mm; B2: 97,5 mm y H: 60 mm; lo cual implica una sección inicial de: 5.400 mm^2.

Primera pasada de laminación-desbaste

En la primera pasada esta sección transversal trapezoidal es reducida a 3.720 mm^2 por medio de la compresión horizontal (lateral) efectuada a través de los rodillos de laminación convencionales empleados con el cobre electrolítico. Se requiere compresión lateral ya que la sección de salida de la barra 2 de la colada continua es muy “rectangular”, y se requiere su aproximación a una sección más cuadrada para una correcta laminación y obtención final del alambrón (la sección final a la salida del laminador de acabado 35 es circular).

La barra 2 mantiene su dimensión H (la altura del trapecio inicial) a 60 mm y es comprimida lateralmente de forma que su anchura es reducida a 62 mm en su parte más ancha de los aproximadamente 102 mm de anchura promedio originales, el rodillo de laminación 4 tiene un radio de 180 mm. Por lo tanto aplicando a este caso la fórmula descrita anteriormente:

$$P = \frac{\sigma_0 b}{Q}\left(e^{Q} - 1\right)\sqrt{R\Delta h} \qquad (103)$$

b=0,060m

$$L_p = \sqrt{0{,}18 * 0{,}040} = 0{,}084 \text{ m}$$

en el que 0,18 es el radio del rodillo en m y 0,04 es la reducción en altura en m;

σ_0 =45 MPa (Cu térmico a 900 ºC, valor tomado a partir de la figura 12 con una velocidad de deformación de 1) resultando una carga de laminación P sin considerar la fricción de:

$$P = 45 * 10^6 * 0{,}060 * 0{,}084 = 0{,}227 \text{ MN o } 227 \text{ kN}$$

Considerando un μ=0,5 para un $\bar{h} = 0{,}084$ (la media entre 0,107 y 0,062 m en que se reduce la sección transversal de la barra 2), aplicamos la fórmula:

$$Q = \frac{\mu L_p}{\bar{h}}$$

y se obtiene entonces el valor de Q:

$$Q = \frac{0{,}50 * 0{,}084}{0{,}084} = 0{,}5$$

Sustituyendo Q en la fórmula (103):

$$P = \frac{\sigma_0 b}{Q}\left(e^{Q} - 1\right)\sqrt{R\Delta h} \quad (103)$$

, se tiene que la carga de laminación a la que se somete la barra 2 durante la etapa de compresión horizontal (lateral) en los rodillos de laminación comunes al cobre electrolítico es de:

$$P = 227 * \frac{1}{0{,}5}(e^{0{,}5} - 1) = 227 * 1{,}297 = 294\ \text{kN}$$

En la primera pasada de laminación-desbaste la barra 2 sufre una deformación aproximada del 31% en 0,4 segundos lo que da una velocidad media de deformación de 0,75 1/s, un valor relativamente pequeño. Si se superan los 2 1/s, se produciría la rotura del cobre térmico.

La figura 11 muestra las curvas de deformación típica de un cobre térmico en función de la velocidad de deformación.

Segunda pasada de laminación-desbaste

La barra 2 se somete a una segunda pasada de laminación-desbaste procedente de la primera pasada de laminación-desbaste, y en la que la barra 2 del ejemplo presenta una sección transversa de 1.984 mm^2. La dimensión vertical h se reduce a 32 mm y la horizontal b se mantiene a 62 mm. El espesor vertical de la barra resultante es de 32 mm. Los rodillos son de radio 180 mm como los de la primera etapa; el Δh medio es de: 28 mm. Como el material está más frio que en la primera pasada, se considera que la temperatura de la barra es de 850 ºC lo que implica una σ_0 del orden de 60 MPa considerando la velocidad de deformación de 1 (dato obtenido a partir de la figura 11).

Realizando de nuevo los cálculos de la pasada anterior se tiene que:

b=0,062 m

$L_p = \sqrt{0{,}18 * 0.028} = 0.071\ \text{m}$

en el que 0,18 es el radio del rodillo en m y 0,028 es la reducción en altura en m;

La carga de laminación sin fricción en este caso es de:

P=60*106*0,062*0,071=0,252 MN o 264 kN.

Si se considera el rozamiento con μ=0,5 los valores de Q son:

$$Q = \frac{0.5 * 0.071}{0.032} = 1{,}1$$

Y

$$P = 264 * \left(\frac{e^{1{,}1} - 1}{1{,}1}\right) = 480 \text{ kN}$$

Se comprueba entonces que en la primera pasada las fuerzas generadas sobre la barra 2 (294 kN) son menores que las producidas durante la compresión en la segunda pasada (480 kN), por lo que no se llega a una condición crítica de agrietamiento. Esto permite emplear los rodillos de laminación del estado de la técnica en una primera pasada de laminación-desbaste, mientras que no resulta posible hacerlo en una segunda pasada con los rodillos de laminación 5 empleados para barras 2 de cobre electrolítico.

Consecuencias de la geometría de las acanaladuras de laminación

Si ahora se considera el esfuerzo que genera la carga de laminación sobre la barra 2 se tiene:

$$\sigma = \frac{P * \mu}{s}$$

Donde s es la superficie de contacto rodillo de laminación /barra

Primera etapa: $\sigma = \frac{294.000 * 0{,}50}{0{,}0054} = 27{,}2 \text{ MPa}$

Segunda etapa: $\sigma = \frac{480.000 * 0{,}50}{0{,}0044} = 54{,}5 \text{ MPa}$

Se observa un fuerte aumento del esfuerzo generado sobre la barra 2 en la segunda pasada por causa de su menor altura, menor temperatura y menor sección. El esfuerzo desarrollado

sobre la barra 2 por la combinación de la carga de laminación y la fricción no debe superar la carga de rotura del material bajo proceso de laminación ya que se produciría su rotura.

La carga de rotura varía con la temperatura. Cuanto más baja es la T más alta es la carga de rotura. La carga de rotura del Cu FRHC (térmico) a 850ºC es de 60 MPa. En el ejemplo anterior:

54,5 MPa< 60 MPa

Es decir con el diseño de las acanaladuras 62, 72 se consigue que la barra 2 de cobre térmico no se vea sometida a un esfuerzo por la combinación de la carga de laminación y la fricción que supere la carga de rotura del cobre térmico. Gracias a sus configuraciones definidas en el juego de reivindicaciones, se garantiza que el esfuerzo en todos los puntos del material no supere en ningún caso el valor límite que marca la aparición de grietas y roturas en la pieza.

Si se emplease un rodillo de laminación 5 de la figura 3, como el empleado en el estado de la técnica para realizar la segunda pasada en una aplicación para cobre electrolítico, la altura h de la barra 2 se reduce muy rápidamente, lo cual desgarraría al material.

El esfuerzo que se crea por razón de la carga de laminación en unos rodillos de laminación 5 con una acanaladura 52, es decir sin la porción paralela al eje de rotación E como la definida en la presente invención, se puede representar por:

$$\sigma = \sigma_0\left(e^{Q} - 1\right) \quad (104)$$

Recordando que $Q = {\mu L_p}/{h}$ donde h es ahora la distancia entre rodillos en la zona en que se determina σ. La expresión (104) muestra que σ depende de $e^{1/h}$ lo que implica que en las zonas en que la sección transversal de los rodillos de laminación 5 se acercan (perfil curvado) el esfuerzo aumenta muy rápidamente, pudiendo desgarrar el material.

La diferencia fundamental entre el cobre electrolítico (Cu-ETP/Cu-ETP1) y el cobre térmico (Cu-FRHC) en referencia a la actual solicitud es la σ_0 (el limite elástico a la temperatura de laminación) que es mayor en el caso del cobre térmico respecta al del cobre electrolítico.

Cobre electrolítico limite elástico (σ_0) a ε'=0.3/s		Cobre térmico limite elástico (σ_0) a ε'=0.3/s	
Temperatura ºC	Limite elástico MPa	Temperatura ºC	Limite elástico MPa
900	28	900	34
850	37	850	45
800	43	800	55
750	52	750	63
700	61	700	74

Las diferencias son del orden de un 20% más grandes para el cobre térmico.

Por tanto, si σ_0 es mayor, mayor es la σ, y por tanto, el esfuerzo que se crea en la superficie de la barra 2. Este esfuerzo, como se comenta anteriormente, no debe superar la carga de rotura del material en ningún punto de la barra 2 para evitar los desgarros. Como que σ también depende de h (a menor h mayor σ), en el caso del cobre térmico, ya en peores condiciones que el cobre electrolítico por su mayor σ_0, los perfiles de las acanaladuras 6, 7, evitan las reducciones bruscas de h y por tanto, las roturas del alambrón. Con el empleo de los rodillos de laminación de la figura 3 para la segunda pasada de laminación-desbaste de una barra de cobre térmico, se producen roturas especialmente en los extremos de la sección transversal donde la h es muy pequeña.

La geometría de los rodillos de laminación 6, 7 (la función que define h(x) donde x es la distancia transversal desde el centro de presión del rodillo) tiene una importancia igualmente fundamental ya que el esfuerzo de laminación tiene dependencia exponencial respecto a 1/h y esta cantidad h puede llegar a ser muy pequeña en un proceso de laminación.

Expansión horizontal/lateral

En los procesos de laminado tanto en caliente como en frio no se considera la expansión horizontal. En el proceso de laminado en caliente siempre se produce una recristalización dinámica, que el caso del Cu térmico (figura 12) presenta oscilaciones de σ_0 más intensas que en caso del Cu electrolítico, por esta razón y asociado con la "colina" de fricción (figura 8) la presión ejercida por los rodillos de laminación 5, en especial en la periferia de la barra 2 laminada por causa de la menor distancia entre rodillos de laminación 5, el material puede

presentar y de hecho presenta en numerosas ocasiones una cierta tendencia a expansionarse lateralmente lo que tiende a “llenar” más el espacio entre rodillos de laminación 5 y por lo tanto a reducir menos de lo previsto la sección transversal de la barra 2 laminada y en consecuencia reducir algo la velocidad lineal de avance de la barra 2 bajo proceso de laminación. Esto es debido a la forma conjunta de elipse de las acanaladuras 52 que forman dos rodillos de laminación 5 cuando rotan de forma coordinada para permitir el paso entre ambos de la barra 2.

Igualmente esta tendencia a la expansión horizontal/lateral del material por razón de su mayor σ_0 es la causante que se lamine en zonas en la que la separación entre rodillos de laminación 5 es demasiado pequeña y por lo tanto someta el material en el borde de la barra 2 a esfuerzos mayores que σ_0 y, en consecuencia, originen desgarros en forma de grietas verticales observables en la barra 2. La aparición de este defecto es evitada por la geometría de las acanaladuras 62, 72 de la presente invención para la compresión de la barra 2. Se demuestra que el “perfil elíptico” de las acanaladuras 52 no es adecuado para la compresión de la barra 2 de cobre térmico en una segunda pasada de laminación-desbaste.

La utilización de cobre térmico frente a cobre electrolítico puede producir cierta expansión horizontal de la barra 2 que debe ser considerada en el ajuste de las velocidades de los rodillos de laminación 6, 7 ya que el ritmo de avance de la barra 2 se ve algo reducido en caso de utilizar cobre térmico.

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los materiales empleados en la fabricación del rodillo de laminación y el procedimiento de laminación de la invención podrán ser convenientemente sustituidos por otros que no se aparten del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación.

REFERENCIAS

[1] Mechanical Metallurgy; George E. Dieter; Editorial Macgraw Hill; 1986

REIVINDICACIONES

1. Rodillo de laminación (6, 7) en caliente para barras (2) de cobre térmico, especialmente procedentes de colada continua, para la aplicación de compresión sobre la barra (2) en una segunda pasada o posteriores de laminación-desbaste, del tipo diseñado para rotar alrededor de un eje rotación (E) y es vinculable a un contra-rodillo de laminación tal que se permite el paso de la barra (2) entre ambos, estando dotado el rodillo de laminación (6, 7) con al menos una banda de rodadura (64, 74) que comprende a su vez una acanaladura (62, 72) anular para el paso de la barra (2), caracterizado por el hecho de que la acanaladura (62, 72) anular presenta una sección transversal que comprende una base (63, 73) opuesta a una embocadura (61, 71), en el que la base comprende una porción paralela (65, 75) al eje de rotación (E), presentando la base (63, 73) en su porción paralela (65, 75) una anchura (D2) que es por lo menos la mitad de la anchura (D1) de la embocadura (61, 71), siendo ambas anchuras (D1, D2) paralelas al eje rotación (E).

2. Rodillo de laminación (6, 7) en caliente para barras (2) de cobre térmico según la reivindicación 1 en el que la anchura (D2) de la porción paralela (65, 75) es entre 0,50 y 0,57 veces la anchura (D1) de la embocadura (61, 71).

3. Rodillo de laminación (6, 7) en caliente para barras (2) de cobre térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el rodillo de laminación (6, 7) está configurado tal que se establece un coeficiente de fricción entre la barra y el rodillo de laminación entre 0,1 y 0,5.

4. Rodillo de laminación (6, 7) en caliente para barras (2) de cobre térmico según la reivindicación 3 en el que el coeficiente de fricción se establece entre 0,2 y 0,4.

5. Rodillo de laminación (7) en caliente para barras (2) de cobre térmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la sección transversal de la acanaladura (72) presenta una configuración en forma trapezoidal.

6. Rodillo de laminación (6) en caliente para barras (2) de cobre térmico según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 en el que la sección transversal de la acanaladura (62) presenta una configuración en forma rectangular.

7. Procedimiento de laminación en caliente para barras (2) de cobre térmico, especialmente procedentes de colada continua, que comprende una primera pasada de laminación-desbaste, caracterizado por el hecho de que comprende posteriormente al menos una segunda pasada de laminación-desbaste en la que la barra (2) discurre entre al menos un par de rodillos de laminación (6, 7) como el definido según cualquiera de las reivindicaciones 1-6.

8. Procedimiento de laminación para barras (2) de cobre térmico según la reivindicación 7 en el que la segunda pasada de laminación-desbaste se lleva a cabo sobre una barra (2) a una temperatura de entre 825 y 875 ºC.

9. Procedimiento de laminación para barras (2) de cobre térmico según cualquiera de las reivindicaciones 7-8 en el que durante la segunda pasada de laminación-desbaste se somete a la barra (2) a una reducción en su sección transversal del 30 % al 40%.

10. Procedimiento de laminación para barras (2) de cobre térmico según cualquiera de las reivindicaciones 7-9 en el que durante la segunda pasada de laminación-desbaste, la barra (2) se desplaza entre los rodillos de laminación (6, 7) a una velocidad de entre 0,1 y 0,75 m/s .

11. Uso de un rodillo de laminación (6, 7) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6 para la aplicación de compresión sobre barras (2) de cobre térmico en una segunda pasada o posteriores de laminación-desbaste en caliente.

FIG. 1

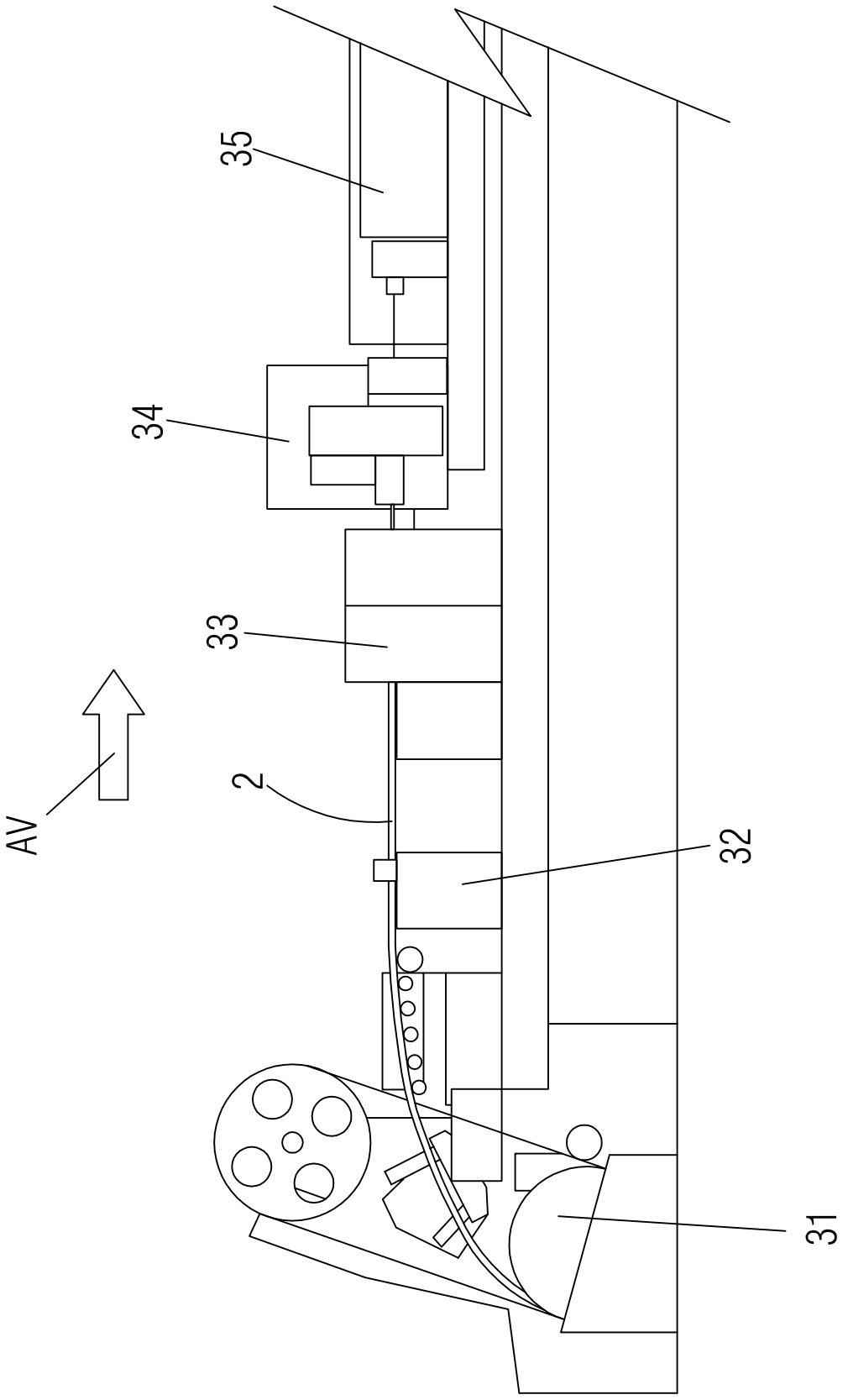


FIG.2

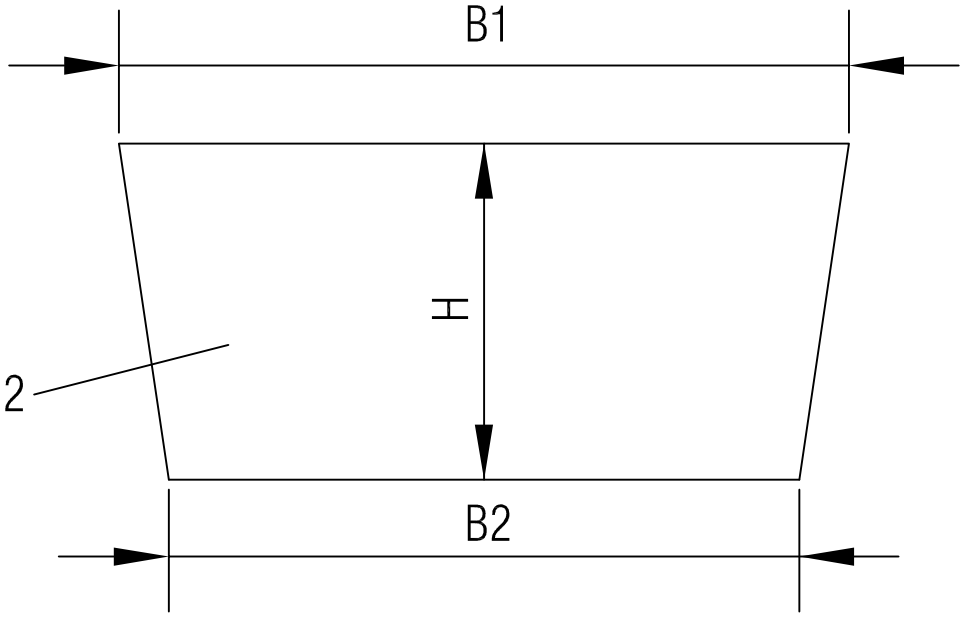


FIG.3

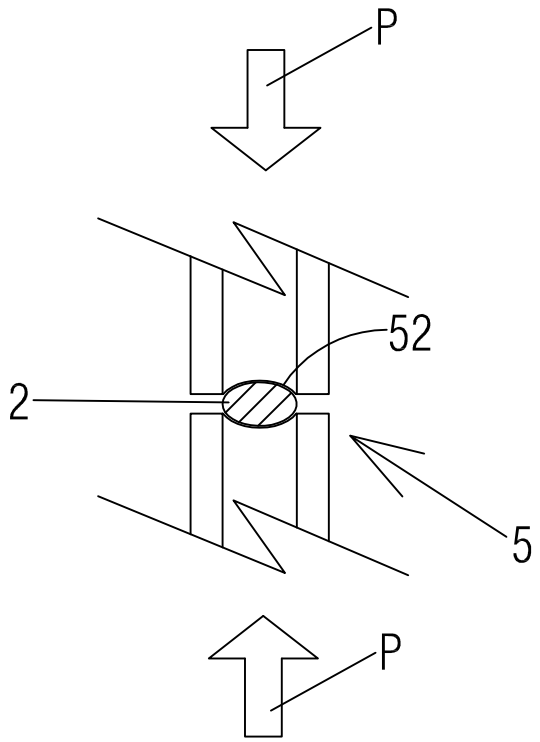


FIG.4

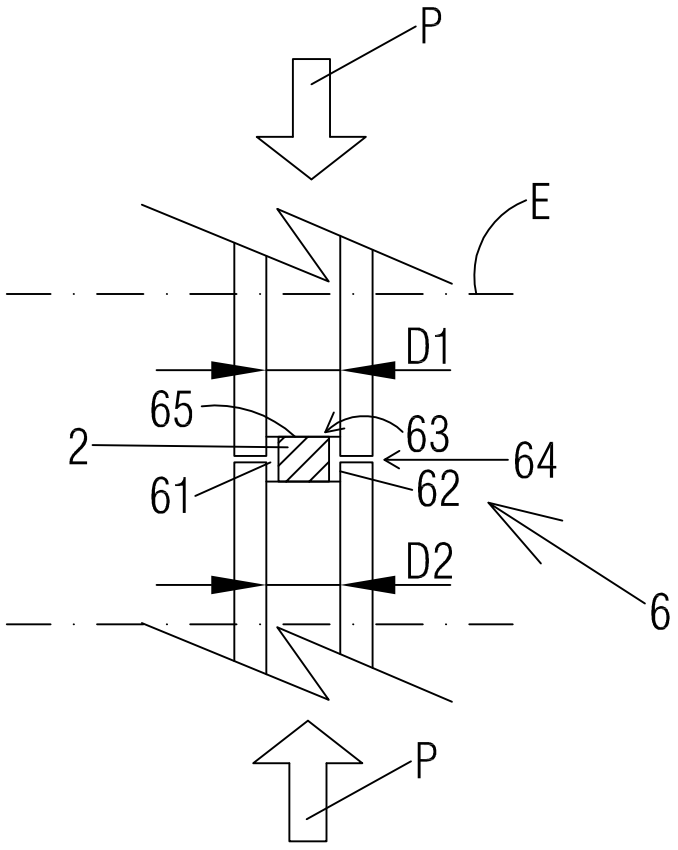


FIG.5

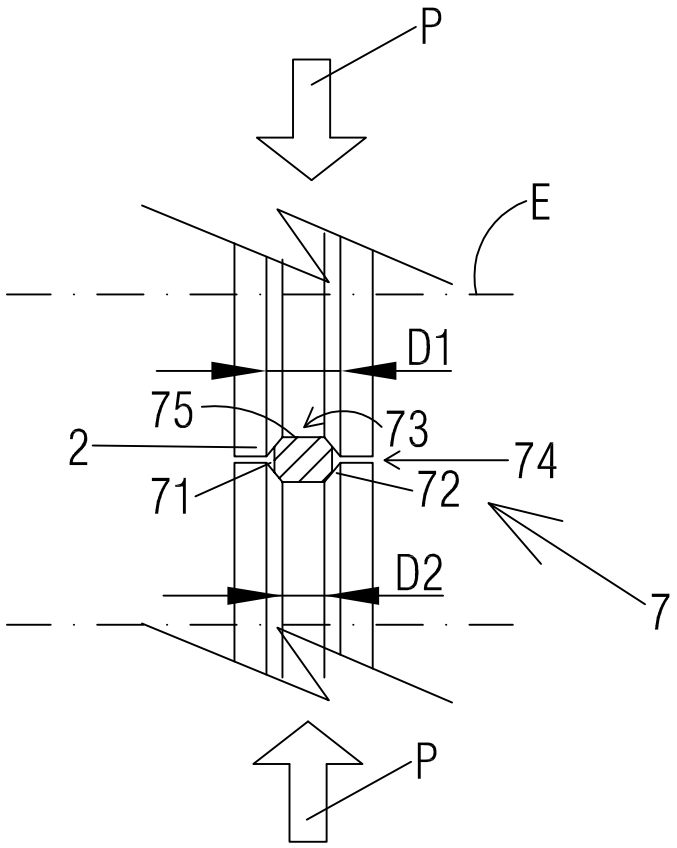


FIG.6

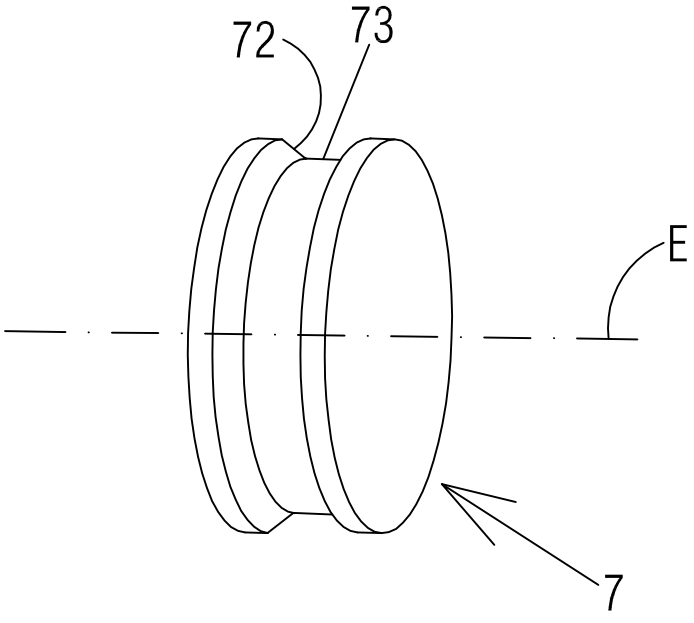


FIG.7

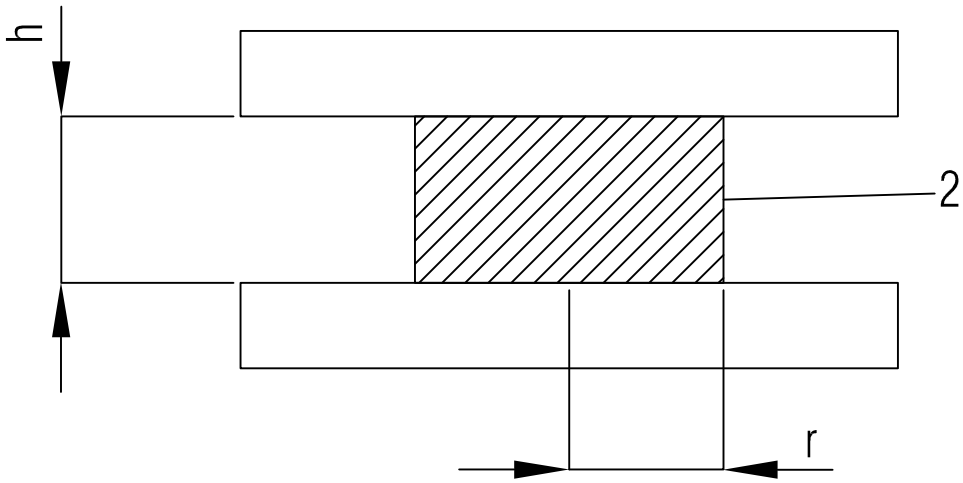


FIG.8

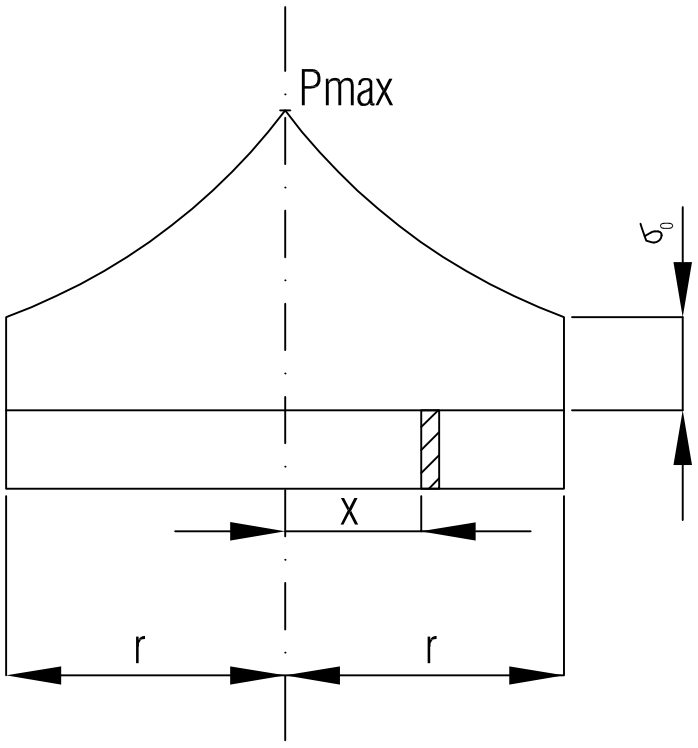


FIG. 9

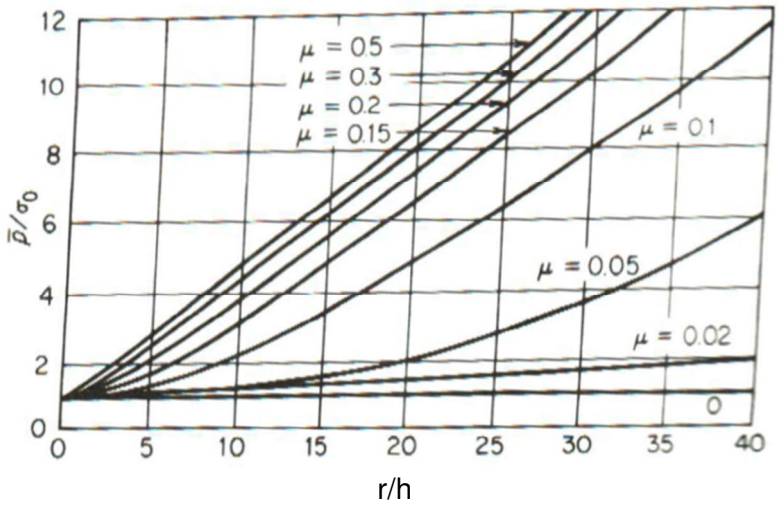

12
10
8
6
4
2
0
$\bar{p}/\sigma_0$
$\mu = 0.5$
$\mu = 0.3$
$\mu = 0.2$
$\mu = 0.15$
$\mu = 0.1$
$\mu = 0.05$
$\mu = 0.02$
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
r/h

FIG. 10

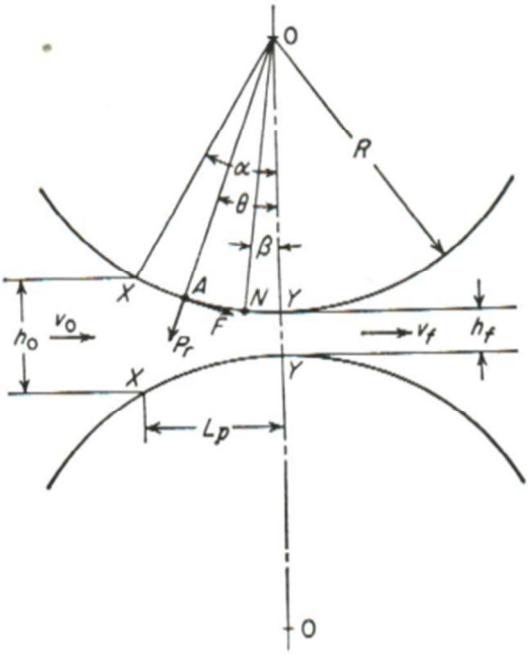

O
R
α
θ
β
X
A
N
Y
F
P_r
v_0
h_0
v_f
h_f
X
Y
L_p
O

FIG. 11

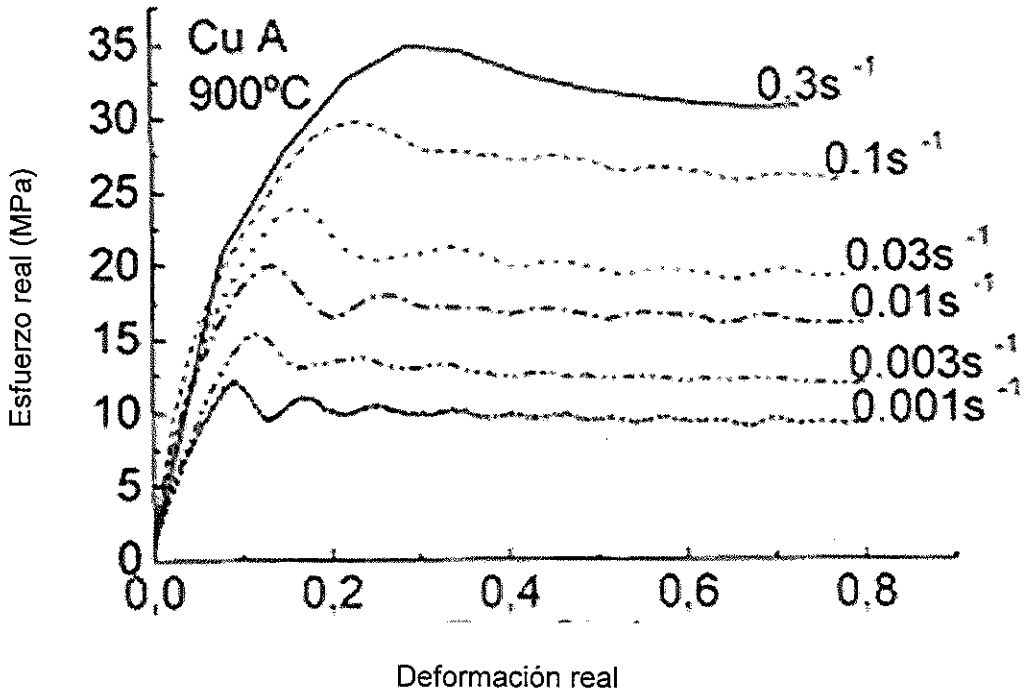

Cu A
900ºC
0.3s -1
0.1s -1
0.03s -1
0.01s -1
0.003s -1
0.001s -1
Esfuerzo real (MPa)
Deformación real
0
5
10
15
20
25
30
35
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8

FIG. 12

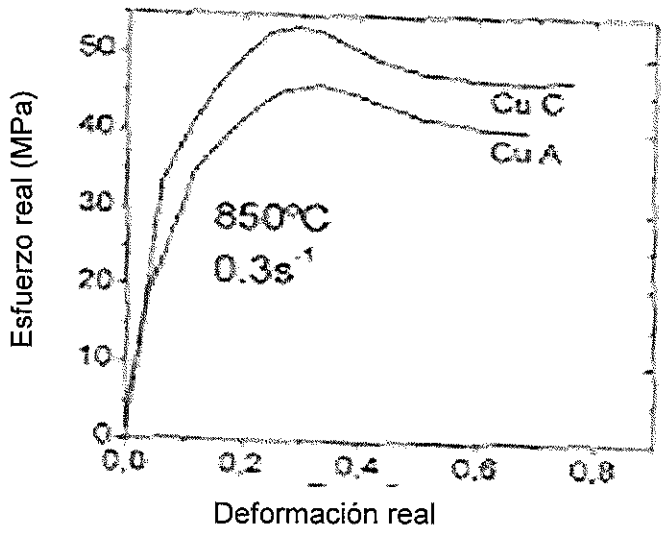

Cu C
Cu A
850ºC
0.3s -1
Esfuerzo real (MPa)
Deformación real
0
10
20
30
40
50
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8

FIG. 13

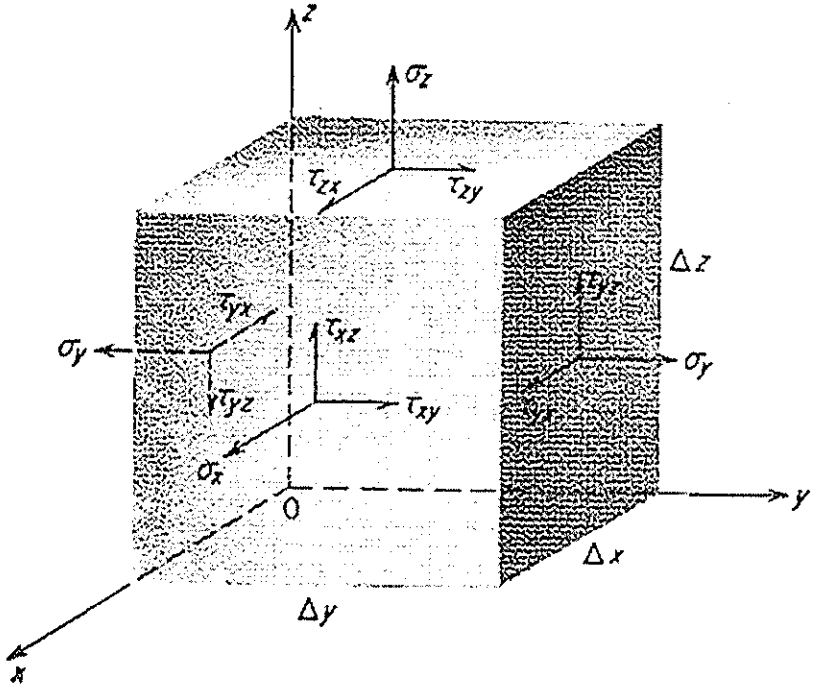


FIG.5

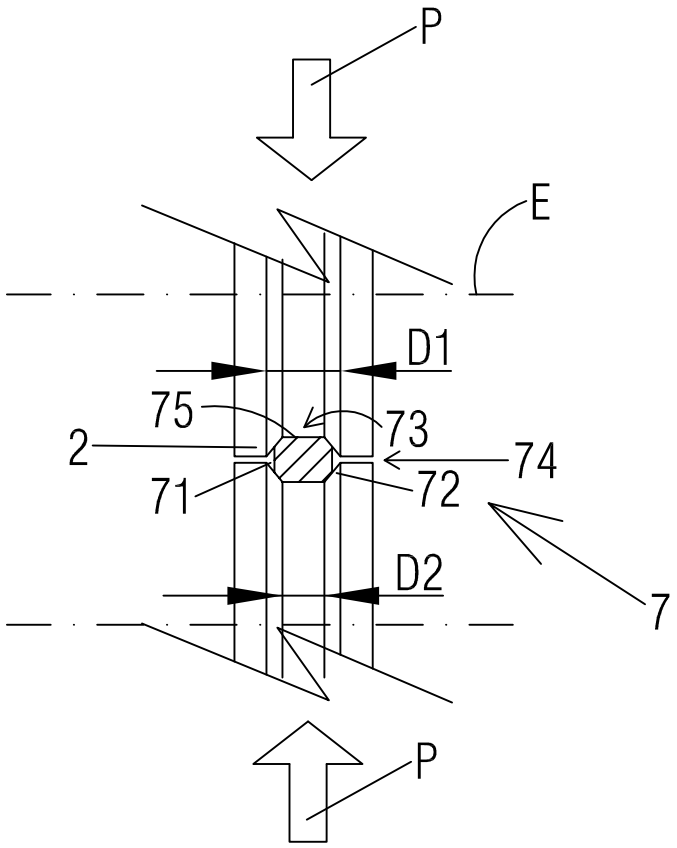
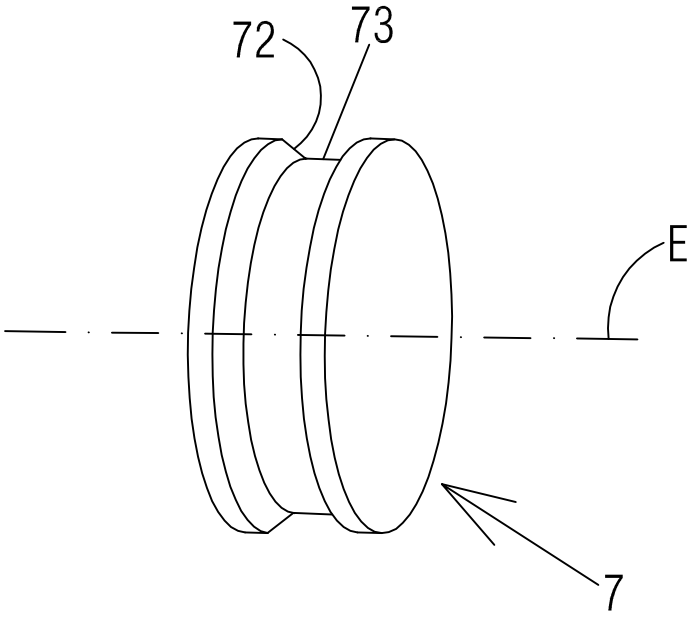


FIG.6



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201530294

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 06.03.2015

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***B21B27/02*** (2006.01)
B21B1/16 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	**(56) Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
A	DE 3220920 A1 (KOCKS TECHNIK) 08.12.1983, resumen; figuras.	1-11
A	DE 4113713 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 07.11.1991, resumen; figuras.	1-11
A	US 6216517 B1 (HEIN GERALD) 17.04.2001, columnas 4-6; figuras.	1-11
A	SU 1163925 A1 (DO NII CHERNOJ METALLURGII) 30.06.1985, resumen; figuras.	1-11
A	JP S571506 A (HITACHI LTD) 06.01.1982, resumen; figuras.	1-11
A	JP S56160801 A (HITACHI LTD) 10.12.1981, resumen; figuras.	1-11

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
17.09.2015	A. Pérez Igualador	1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B21B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 17.09.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-11	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	1-11	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	DE 3220920 A1 (KOCKS TECHNIK)	08.12.1983
D02	DE 4113713 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG)	07.11.1991
D03	US 6216517 B1 (HEIN GERALD)	17.04.2001
D04	SU 1163925 A1 (DO NII CHERNOJ METALLURGII)	30.06.1985
D05	JP S571506 A (HITACHI LTD)	06.01.1982
D06	JP S56160801 A (HITACHI LTD)	10.12.1981

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Los documentos citados en el Informe sobre el Estado de la Técnica, muestran, al igual que la solicitud, rodillos de laminación. Sin embargo, a diferencia de la misma, ninguno de ellos divulga las características funcionales, de figura, de dimensión y de coeficiente de fricción precisadas en la solicitud.
Por tanto, los documentos citados se consideran únicamente una muestra del estado de la técnica y, en consecuencia, a la vista de los mismos, se considera que las reivindicaciones del rodillo (1ª a 6ª) presentan novedad y actividad inventiva según los artículos 6 y 8 de la Ley 11/1986 de Patentes.
El resto de las reivindicaciones (7ª a 11ª), por ser referentes al procedimiento y uso del rodillo, también presentan novedad y actividad inventiva.