

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



T3

1 Número de publicación: **2 608 576**

51 Int. CI.:	
B21B 37/28	(2006.01)
G01L 5/04	(2006.01)
G01N 3/08	(2006.01)
B21B 38/02	(2006.01)

(12)	TRADUCCIÓN DE I	PATENTE E	UROPEA	
96) Fecha de presentación y núr	nero de la solicitud europea:	05.04.2003	E 03007840 (6)	
97) Fecha y número de publicac	ón de la concesión europea:	28.09.2016	EP 1369186	

54 Título: Procedimiento y dispositivo para la medición de la planeidad de cintas

³⁰ Prioridad:	Titular/es:
 64.06.2002 DE 10224938 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 12.04.2017 	BWG BERGWERK- UND WALZWERK- MASCHINENBAU GMBH (100.0%) Mercatorstrasse 74-78 D-47051 Duisburg, DE (72) Inventor/es:
	NOÉ, ANDREAS y NOÉ, ROLF (74) Agente/Representante: LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 608 576 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

Procedimiento y dispositivo para la medición de la planeidad de cintas

10

15

45

La invención se refiere a un rodillo de medición para la medición de la planeidad de cintas, especialmente de cintas 5 metálicas al pasar por laminadores o líneas de proceso de cintas. Con un rodillo de medición como este se determinan, a partir de fuerzas de tracción que actúan sobre la cinta, esfuerzos de tracción al menos por secciones a lo largo de la anchura de cinta.

Después de procesos de conformación, las cintas metálicas presentan en ocasiones errores de planeidad que se pueden atribuir a diferencias de longitud de las distintas tiras de cinta a lo largo de la anchura de cinta. El laminado o el enderezado forman parte de estos procesos de conformación que normalmente se llevan a cabo en laminadores o líneas de proceso de cintas. El calentamiento también puede conducir a irregularidades en la planeidad.

Especialmente en procesos de laminación en frío puede observarse a menudo una cierta ondulación de las cintas que se origina por que se producen extensiones plásticas variables en dirección longitudinal de la cinta a lo largo del grosor de cinta. Además de estos errores de la planitud, también existen como errores de forma variaciones de rectitud, por ejemplo, curvaturas de cinta.

En el estado de la técnica, las mediciones de planeidad se realizan normalmente de manera que la cinta sea sometida a fuerzas de tracción que, divididas entre la anchura de la cinta y el grosor de la cinta, permiten directamente sacar conclusiones sobre el esfuerzo de tracción.

- En el posterior tratamiento de especialmente cintas metálicas en el sector del automóvil, las ondulaciones de cinta
 representan un problema si el defecto de planeidad rebasa ciertos límites. Como medida para variaciones de la planeidad sirve la así llamada unidad I IU, correspondiendo una IU a una diferencia de esfuerzo de tracción de 10⁻⁵. Es decir, que una tira de cinta individual puede presentar unas diferencias de longitud (Δ I/I) de < 10⁻⁵, a fin de poder indicar para el defecto de planeidad el valor de 1 IU.
- Dado que por regla general los fabricantes de material de cinta deben acreditar los valores límite de planeidad antes citados, los errores de planeidad se determinan y, con esta finalidad, se realizan las mediciones de planeidad correspondientes en la mayoría de los casos en el interior del laminador o de una línea de proceso de cinta. Las mediciones correspondientes también pueden utilizarse paralelamente a la optimización de un proceso de conformación.
- En el estado de la técnica existen tanto procedimientos sin contacto para la medición de la planeidad (EP 1 116 952
 A2), como también aquellos que determinan el esfuerzo de tracción con ayuda de rodillos de medición en contacto con la cinta que pasa (compárese sólo a modo de ejemplo el documento DE 199 18 699 A1).

Mientras que en los procedimientos de medición sin contacto, la planeidad se registra casi siempre con ayuda de ondas acústicas, ondas ultrasónicas, así como mediante procesos electromagnéticos, los últimos procedimientos citados recurren a procesos de medición mecánicos y tienen en la práctica la mayor aceptación.

Así, el rodillo de medición según el documento DE 199 18 699 A1 dispone de una pluralidad de sensores de medición que se disponen en escotaduras a distancia respecto a la pared del rodillo de medición. Además también se conoce la posibilidad de dividir en cierto modo el rodillo de medición en así llamados segmentos de disco como se describe en el marco del documento EP 1 182 424 A1.

En ambos casos con ayuda de los sensores se llevan a cabo mediciones dinamométricas radiales en la zona del enlazamiento de cinta. De este modo a partir de la fuerza de tracción parcial así determinada puede deducirse el esfuerzo de tracción local, dividiendo la fuerza de tracción parcial entre la anchura de tira y el grosor de cinta.

Según los errores de planeidad locales debidos a diferencias de longitud, las fuerzas de tracción parciales variables se regulan en el sensor respectivo, correspondiendo a esfuerzos de tracción también variables que representan una medida para las diferencias de dilatación en la cinta metálica y, por consiguiente, para su planeidad. En principio, esta posibilidad se conoce y se describe detalladamente en el artículo "Errores de forma en cintas: clasificación, formación, medición y eliminación, así como métodos de valoración cuantitativos" de Gert Mücke, Kai F. Karhausen

Los métodos de medición mecánicos conocidos conllevan el inconveniente fundamental de que sólo se obtiene un número limitado de puntos de medición a lo largo de la anchura de cinta con valores de esfuerzo de tracción locales.

50 Es decir, una definición suficientemente exacta requiere un gran número de sensores, lo que encarece el rodillo de medición, así como aumenta la complejidad en la valoración. Además hay que añadir que las mediciones en el canto de la cinta resultan problemáticas. Aquí puede suceder que la cinta sólo cubra o rodee parcialmente un sensor correspondiente. Como consecuencia pueden resultar errores. Esto también puede ocurrir si también se mide la posición del canto de cinta.

y Paul-Dieter Pütz (Acero e hierro 122 (2002), número 2, página 33 ss.).

55 Por lo demás, por el documento DE 1 264 100 se conoce una disposición para la medición de la distribución de la tensión de cinta a lo largo de la anchura de cinta con un cilindro de desviación, presentando el cilindro de desviación una zona sensible a la presión que se desarrolla en forma de tornillo en relación con la dirección longitudinal del

cilindro de desviación. Para ello se prevé una ranura en la que se introducen varios sensores de valores de medición.

Finalmente, el documento US 4 445 349 describe un rodillo de medición con una zona de medición inflable hidráulicamente en el marco de un canal que se desarrolla en forma de tornillo helicoidal para la recepción de un medio hidráulico que se puede suministrar bajo presión.

La invención se basa en el problema técnico de perfeccionar un rodillo de medición para la medición de la planeidad de cintas con la configuración descrita al principio, de manera que sea posible determinar con poco esfuerzo la distribución del esfuerzo de tracción con una definición precisa a lo largo de la anchura de cinta y en especial evitar errores en la zona de los cantos de cinta.

- 10 Esta tarea se resuelve gracias a un rodillo de medición con las características de la reivindicación 1. De este modo es posible llevar a cabo un procedimiento para la medición de la planeidad de cintas que se caracteriza por que las fuerzas de tracción se miden sucesivamente a lo largo de la anchura de cinta y, en su caso, se suman y por que a partir de la función de fuerza de sumas así obtenida a lo largo de la anchura de cinta se elimina una función de distribución del esfuerzo de tracción constante o continuo. Por consiguiente, las respectivas fuerzas de tracción
- 15 generalmente se suman, lo que sin embargo no es obligatorio. Si no se produce ninguna formación de sumas, la función de fuerza de sumas corresponde finalmente al desarrollo de las fuerzas de tracción respectivamente medidas a lo largo de la anchura de cinta, a partir del cual puede deducirse la función de distribución del esfuerzo de tracción.
- Por lo tanto, las fuerzas de tracción o, si así se desea, las fuerzas de tracción parciales infinitesimales, se miden en
 las distintas tiras de cinta, partiendo de un canto de cinta de forma sucesiva o continua en dirección de la anchura de cinta, como fuerza de sumas integral. En este caso se utiliza un sensor situado en contacto con la cinta en forma de una barra de medición que registra las fuerzas de tracción que actúan sobre la cinta.

Aquí el sensor mide las fuerzas de tracción a lo largo de la anchura de cinta con una diferencia de tiempo respectiva, determinando de este modo las fuerzas de tracción de canto de cinta a canto de cinta y concretamente a lo largo de la línea de medición o superficie de medición preestablecida, sumándose los valores de tracción registrados a lo largo de la línea de medición o la superficie de medición.

Durante la medición de la planeidad, un punto inicial y un punto final o una zona inicial y una zona extrema del sensor, referido a su sección transversal, forman, junto con el punto central del rodillo de medición o del sensor, un ángulo de medición situado en el interior de un arco abrazado. Dicho de otra forma, el punto inicial y el punto final o

30 la zona inicial y la zona extrema de la línea de medición o del sensor, en una proyección sobre la sección transversal del rodillo de medición, se sitúan en el interior del arco abrazado de la cinta o de la cinta metálica alrededor del rodillo de medición.

La zona de medición registrada por el sensor puede dividirse en varias zonas de medición parciales, cuyas distintas fuerzas de tracción medidas se juntan para la función de fuerza de sumas. Esto se lleva a cabo en la mayoría de los casos en un ordenador de por sí existente.

Además también cabe la posibilidad de determinar en tiras de cinta separadas los valores medios de las fuerzas de tracción (parciales) correspondientes que pasan por la anchura de cinta y deducir a partir de aquí la distribución del esfuerzo de tracción. Esto se explicará más detalladamente en relación con la descripción de las figuras.

En conclusión, la revelación de la invención se caracteriza por que las fuerzas de tracción se miden y suman sucesivamente a lo largo de la anchura de cinta en el caso más sencillo con ayuda de un único sensor. Esto se logra gracias a que en el caso del sensor se trata de una barra de medición en posición inclinada frente a la dirección de marcha de la cinta. Gracias a la posición inclinada frente a la dirección de marcha de la cinta, las fuerzas de tracción parciales que actúan sobre la cinta se registran en cada una de las tiras de cinta por separado con una diferencia de tiempo respectiva y, en concreto, de canto de cinta a canto de cinta a lo largo de la línea de medición.

Dado que el sensor (barra de medición) se encuentra cada vez más en el interior del arco abrazado, la fuerza de tracción registrada por una barra de medición integrada en el rodillo de medición aumenta sucesivamente en dirección de la anchura de cinta como fuerza de sumas integral. En caso de una cinta exactamente plana resulta un aumento lineal de la fuerza de tracción a lo largo de la anchura de cinta. Este no es el caso si una cinta presenta defectos de planicidad.

50 defectos de planicidad.

5

25

35

Naturalmente esta fuerza de sumas medida vuelve a descender una vez alcanzado un nivel determinado o un máximo (cuando la fuerza de tracción actúa por completo sobre el sensor o la barra de medición). En caso de una cinta continua, el rodillo de medición gira saliendo de nuevo del arco abrazado. En el mejor de los casos, los flancos ascendentes y descendentes se configuran respectivamente iguales con inclinaciones diferentes.

55 Por este motivo la invención propone determinar la función de la distribución del esfuerzo de tracción preferiblemente a partir de la deducción de la función de fuerza de sumas de acuerdo con la anchura de cinta. De este modo pueden registrarse sin más las diferencias de la función de fuerza de sumas de la linealidad. Si esta deducción de la función de fuerza de sumas conforme a la anchura de cinta se divide ahora entre el grosor de cinta, se obtiene directamente la distribución del esfuerzo de tracción en la cinta en dependencia de la anchura de cinta.

ES 2 608 576 T3

Por consiguiente, el procedimiento de medición puede funcionar, en el mejor de los casos, con un único sensor (barra de medición) y no conlleva los inconvenientes del estado de la técnica en virtud del número finito de sensores y del límite de la definición asociado al mismo. Más bien, la precisión de la medición depende fundamentalmente de la definición del sensor. En este caso es posible aumentar la definición siempre que el rodillo de medición esté equipado con varias barras de medición o barras de medición parciales a lo largo de la anchura de cinta. Estas barras de medición parciales cubren respectivamente una zona parcial.

Así, en caso de, por ejemplo, tres barras de medición parciales, la fuerza máxima por barra de medición se reduce a 1/3 de la fuerza de tracción de cinta total. Naturalmente, de esta manera también puede incrementarse al mismo tiempo la precisión de la medición en el factor 3.

- Finalmente la definición también se puede aumentar realizando la barra de medición especialmente estrecha y disponiéndola con una inclinación tal que en el marco del arco abrazado de la cinta o de la cinta metálica alrededor del rodillo de medición sólo se registre respectivamente una parte determinada de la barra de medición. A continuación, a partir de los valores medios fluctuantes determinados se deduce directamente la respectiva función de distribución del esfuerzo de tracción.
- 15 Una configuración especialmente estrecha y de poca masa de la barra de medición (parcial) integrada en el rodillo de medición también es recomendable teniendo en cuenta que de este modo se evitan errores de medición o valores falseados, dado que en este sentido las fuerzas centrífugas que actúan sobre la barra de medición durante la rodadura en la cinta metálica no tienen ninguna importancia o sólo una importancia insignificante.
- Como resultado se propone un rodillo de medición para la medición de la planeidad de cintas que convence especialmente por su estructura sencilla. Desde el punto de vista técnico de procedimiento esto se puede atribuir a la función de fuerza de sumas conseguida y a la función de distribución de esfuerzo de tracción derivada.

A continuación la invención se explica con mayor detalle a la vista de un dibujo que sólo representa un único ejemplo de realización; se ve en las

Figuras 1a y 1b el rodillo de medición según la invención para la medición de la planeidad en perspectiva (figura 1a) y en una vista lateral esquemática (figura 1b),

Figura 2 una vista esquemática sobre el objeto según la figura 1 reducida a los componentes esenciales, en una variante de realización no recogida por la invención,

Figura 3 la cinta metálica en distintos momentos durante y antes del proceso de medición,

Figura 4 un diagrama resultante del procedimiento según la figura 3 que muestra la fuerza de tracción determinada F_x a través de la anchura de cinta B o y,

Figura 5 la función de fuerza de sumas registrada F(y) en una cinta plana y una cinta ondulada,

Figura 6 la fuerza de tracción dF/dy como derivación de la función de fuerza de sumas F conforme a la anchura de cinta y,

Figura 7 la función de distribución de esfuerzo de tracción $\sigma_x(y)$ como resulta de la figura 6,

35 Figuras 8 y 9 variantes del rodillo de medición según la invención,

5

25

Figura 10a en sección un rodillo de medición con barra de medición integrada en una proyección vertical,

Figura 10b el objeto según la figura 10a en una vista lateral,

Figura 11 el objeto según la figura 10b en una representación en perspectiva y

Figura 12 una barra de medición con cajas dinamométricas en una vista lateral.

40 En las figuras se representa un dispositivo para la medición de la planeidad de cintas 1 según el ejemplo de realización de cintas metálicas 1. En el marco de la figura 1 se reconoce una parte de una cinta metálica 1 al pasar por una línea de proceso de cinta dentro de la cual la cinta o la cinta metálica 1, por ejemplo, se lamina, calienta al rojo vivo o se somete a otros procesos de tratamiento de cinta comparables.

De la estructura principal del dispositivo forma parte un rodillo de medición 2 que se extiende al menos a través de la anchura de cinta B. En realidad la longitud L de este rodillo de medición 2 se elige de manera que se cumpla:

L <u>></u> B.

Esto lo demuestra directamente la figura 2 que representa la cinta metálica 1 según la figura 1 vista desde arriba y de forma esquemática con el correspondiente rodillo de medición 2. También se puede ver que a la anchura de cinta B pertenece la coordenada de anchura de cinta y, mientras que la dirección de marcha de cinta es la dirección X. De

50 la estructura principal forma finalmente parte un ordenador 3 sólo insinuado que registra y procesa las fuerzas de tracción F_x suministradas por el rodillo de medición 2 y medidas en este punto. Estas fuerzas de tracción o fuerzas de tracción parciales F_x actúan en el marco del ejemplo de realización en dirección X.

El rodillo de medición 2 dispone en su interior de una barra de medición integrada 4. Esta barra de medición 4 se puede extender por toda la longitud L del rodillo de medición 2 de forma regularmente ondulada o inclinada, tal como se indica en la figura 1a. La barra de medición 4 se apoya en este sentido respectivamente por sus extremos en dos cajas dinamométricas 5 o en otros dispositivos de medición de fuerza comparables, que registran esencialmente las fuerzas que actúan radialmente sobre la barra de medición 4 y las transforman en señales eléctricas para su procesamiento por el ordenador 3.

El rodillo de medición 2 sirve para registrar la planeidad de la cinta o de la cinta metálica 1. La invención se aprovecha de que en caso de la aplicación de una tracción a la cinta metálica 1 en dirección X, que sea tan grande que todas las tiras de cinta infinitesimales estén rígidas, las diferencias de longitud Δ I resultantes de las ondulaciones de las distintas tiras de cinta respecto a las diferencias de dilatación (en dirección de marcha de la cinta x) correspondan a

$$\Delta \varepsilon_x = \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

El resultado son diferencias de esfuerzo de tracción (en dirección X) de

5

10

25

50

$$\Delta \sigma_x = \frac{\Delta \ell}{\ell} \cdot \cdot \mathbf{E} \cdot = \frac{\Delta F_x}{B \cdot s} \, .$$

15 siendo E el módulo de elasticidad del material de cinta, F_x la fuerza de tracción en dirección X, B la anchura de cinta y s el grosor de cinta.

De la ecuación indicada en último lugar se deduce que las variaciones del esfuerzo de tracción $\Delta \sigma_x$ resultan de la medición de la fuerza de tracción F_x (si la fuerza de tracción F_x se divide entre la anchura de cinta B y el grosor de cinta s). Esta fuerza F_x o las variaciones de esta fuerza ΔF_x se determinan con ayuda del rodillo de medición 2. La fuerza de tracción F_x correspondiente en dirección de materia de cinta x no se mide directamente, midiéndose más

20 fuerza de tracción F_x correspondiente en dirección de marcha de cinta x no se mide directamente, midiéndose más bien su componente radial F_x^r resultante del rodeo de la cinta 1 alrededor del rodillo de medición 2 (compárese figura 1b).

A la vista de las figuras 2 y 3 se reconoce que la barra de medición 4 se dispone de forma inclinada en comparación con la dirección de marcha de cinta x. En comparación con el estado de la técnica, por ejemplo, según el documento DE 199 18 699 A1, se pueden determinar de esta manera las fuerzas de tracción F_x que actúan respectivamente sobre la cinta 1 no sólo por secciones a través de la anchura de cinta B o y, sino también de modo continuo.

Con esta finalidad, el rodillo de medición 2 registra las fuerzas de tracción F_x con diferencia de tiempo, como se representa en la figura 3. Esta diferencia de tiempo se evidencia a la vista de tres momentos distintos t_1 , t_2 y t_3 que corresponden a diferentes ángulos de giro del rodillo de medición 2 durante el ajuste a la cinta 1 que va pasando.

- 30 En el momento t₁ un punto inicial o una zona inicial A del rodillo de medición 2 o de la barra de medición 4 ha alcanzado un canto de cinta 6 de la cinta 1 dentro de la así llamada longitud de contacto K. Esta longitud de contacto K define una superficie de contacto 7 del tamaño K · B (compárese figura 3) que corresponde a la superficie dentro de la cual se produce un contacto entre la barra de medición 4 y la cinta 1. A la longitud de contacto K corresponde un arco abrazado α (compárese figura 1b).
- 35 Cuando el punto inicial o la zona inicial A de la barra de medición 4 alcanza el canto de cinta 6, las cajas dinamométricas 5 registran una señal a causa del componente radial F_x^r de la fuerza de tracción F_xque actúa ahora sobre la barra de medición 4. Cuando la cinta 1 se sigue desplazando en dirección de marcha de cinta x y el rodillo de medición 2 rueda sobre la cinta 1, la barra de medición 4 se mueve en su disposición inclinada sucesivamente a través de toda la superficie de contacto o superficie de medición 7.
- 40 Esto se expresa en el momento t₂. Dado que durante este movimiento la barra de medición 4 penetra cada vez más en la superficie de contacto o superficie de medición 7, aumenta también la fuerza de tracción F_x medida en las cajas dinamométricas 5. Esto continúa hasta que un punto final o una zona extrema E de la barra de medición 4 o del rodillo de medición 2 abandona la superficie de contacto 7, lo que ocurre a continuación de la situación según la figura 3. Con anterioridad la fuerza de tracción medida F_x alcanza, después de una subida, una especie de nivel determinado, concretamente cuando la barra de medición 4 se encuentra completamente dentro de la superficie de
- 45 determinado, concretamente cuando la barra de medición 4 se encuentra completamente dentro de la superficie de contacto o superficie de medición 7, descendiendo después nuevamente hasta cero cuando la barra de medición 4 sale de la superficie de contacto 7. Este desarrollo se representa esquemáticamente en la figura 4.

Ocurre que con una cinta exactamente plana 1, la fuerza de tracción F_x aumenta de forma lineal puesto que aquí no existen diferencias de dilatación, con lo que el coeficiente $\frac{\Delta \ell}{\ell}$ adopta el valor cero. Por este motivo, tampoco existen diferencias ΔF_x en la fuerza de tracción F_x . Una cinta ondulada, en cambio, da lugar a oscilaciones en la fuerza de tracción F_x como se insinúa también en la figura 4 para una cinta no plana.

Esta diferencia también se reconoce a la vista de la figura 5 que compara una cinta plana (puntos) con una cinta ondulada (cuadrados), precisamente a la vista de una representación de coordenadas de la función de fuerza de

sumas F obtenida a partir de las distintas fuerzas de tracción F_x en dependencia de la anchura de cinta o de la coordenada de anchura de cinta y.

Si se deduce esta función de fuerza de sumas F (y) según la coordenada de anchura de cinta y, es decir, si se forma el coeficiente diferencial dF/dy, se llega a la distribución de fuerzas de tracción frente a la coordenada de anchura de

- 5 cinta y, tal como se representa en la figura 6. También en este caso la curva de puntos se refiere de nuevo a una cinta plana, mientras que una cinta ondulada se caracteriza por medio de cuadrados. Si se dividen estos coeficientes diferenciales dF/dy entre el grosor de cinta s se llega directamente a la función de distribución de esfuerzo de tracción $\sigma_x(y)$ frente a la anchura de cinta o a la coordenada de anchura de cinta y según la figura 7. Las figuras 6 y 7 muestran respectivamente una sección de la figura 4, en concreto el flanco ascendente antes del nivel
- 10 determinado. Como es lógico, de forma alternativa o complementaria también se puede valorar un flanco descendente.

15

20

50

A la vista de la figura 8 se reconoce que el rodillo de medición 2 puede presentar en el marco de una variante varias barras de medición parciales 4a, 4b y 4c. De esta manera el rodillo de medición 2 se puede dividir en varias zonas de medición longitudinales, en este caso en tres. De este modo se puede aumentar la definición, dado que la máxima fuerza de tracción F_x que actúa sobre las respectivas barras de medición parciales 4a, 4b, 4c ya sólo corresponde a una tercera parte de toda la fuerza de tracción de cinta, con lo que se puede incrementar debidamente la precisión de la medición.

En la figura 1b sólo se insinúa otra opción consistente en dotar el rodillo de medición 2 por su lado perimetral de diferentes barras de medición parciales 4. Se representan en total tres barras de medición parciales 4a, 4b, 4c repartidas por el perímetro que colaboran con las respectivas cajas dinamométricas 5. De este modo se puede realizar por cada vuelta del rodillo de medición 2 una pluralidad de mediciones de planeidad.

La figura 9 muestra finalmente que la barra de medición 4 se puede realizar tan estrecha y disponer tan inclinada que durante la medición la barra de medición 4 ya no se dispone ni se introduce con su inicio o zona inicial A y con su extremo o zona extrema E por completo dentro del arco abrazado α , como ocurre en el marco del procedimiento

25 descrito hasta ahora. La longitud de contacto K y por consiguiente la superficie de contacto o superficie de medición 7 más bien adopta un tamaño que al pasar la cinta 1 ya sólo actúa de forma parcial sobre la barra de medición 4, no haciéndolo por completo.

Esto da lugar a que la superficie de contacto 8 marcada en la figura 9 y responsable de la medición de la fuerza de tracción F_x se mantiene en gran medida constante y sólo experimenta una variación al comienzo y al final. El
resultado es un valor respectivo de la fuerza de tracción F_x que corresponde a un valor medio fluctuante medido a través de la anchura de cinta B o y.

Con este método las oscilaciones de la fuerza de tracción F_x pueden interpretarse directamente en el esfuerzo de tracción correspondiente o en la función de distribución del esfuerzo de tracción resultante $\sigma_x(y)$. En caso de una supuesta variación dA de la superficie de contacto 8, las oscilaciones de la fuerza de tracción Δ F_x conducen directamente a variaciones del esfuerzo de tracción Δ $\sigma_x(y)$. De aquí resulta, a través de la anchura de cinta y, la función de distribución del esfuerzo de tracción deseada $\sigma_x(y)$. De un modo u otro, al final de las mediciones de planeidad descritas se obtiene como resultado la función de distribución del esfuerzo de tracción deseada $\sigma_x(y)$ en cuestión en la cinta 1, cuyo aspecto esquemático se insinúa en la figura 1.

Se entiende que el rodillo de medición 2 se dota en general de un revestimiento de, por ejemplo, carburo de wolframio o de una capa de cromo duro. Puede presentar una forma cilíndrica, lo que, sin embargo, no es obligatorio. También es posible imaginar equipar el rodillo de medición 2 con entradas de refrigerante a través de las cuales se introduce un refrigerante, a fin de configurar las mediciones de planeidad lo más exactas posible y de eliminar los efectos de la temperatura. El refrigerante introducido también garantiza que las cajas dinamométricas 5 utilizadas no sufran ningún daño debido a la temperatura. Esto ocurre especialmente si debe trabajarse en un tren laminador en caliente de acuerdo con el procedimiento descrito.

Por último es posible imaginar, formando parte de la idea inventiva, equipar los rodillos de medición 2 con uno o varios sensores de temperatura. De este modo no sólo puede determinarse la temperatura de la cinta o la cinta metálica 1 en marcha y elaborar a continuación un perfil de temperatura. Sino que esta medición de temperatura también proporciona información sobre la eventual necesidad de refrigerante para el rodillo de medición 2 para mantener la temperatura en la zona compatible o reducir los efectos de la temperatura durante la medición a un mínimo.

Como puede verse claramente sobre todo en las figuras 10 y 11, la barra de medición 4 se desarrolla en una proyección vertical con un ángulo oblicuo β preestablecido respecto al eje principal 9 del rodillo de medición 2. Así la barra de medición 4 forma prácticamente un arco en forma de elipse en la superficie del rodillo de medición 2.

55 Para terminar hay que resaltar que con ayuda del procedimiento descrito naturalmente no sólo es posible determinar fuerzas de tracción F_x y funciones de distribución del esfuerzo de tracción $\sigma_x(y)$ en dirección longitudinal de cinta o en dirección x. Sino que de la misma manera también es posible, alternativa o adicionalmente, generar y valorar, por ejemplo, fuerzas de tracción en dirección y.

REIVINDICACIONES

1. Rodillo de medición para la medición de la planeidad de cintas (1) movidas en una dirección de marcha de cinta (x), especialmente de cintas metálicas al pasar por líneas de proceso de cinta o laminadores, con al menos una barra de medición (4) integrada que se extiende a lo largo de la longitud de rodillo (L) en forma de hélice u oblicua,

con respecto a la dirección de marcha de cinta (x), para la determinación de las fuerzas de tracción que actúan sobre la cinta (1) que rodea parcialmente el rodillo de medición (2), disponiéndose la barra de medición (4) durante la determinación de la fuerza de tracción con su zona inicial (A) y su zona extrema (B) al menos parcialmente en el interior del arco abrazado (α) formado por la cinta (1) y apoyándose respectivamente por los extremos en dispositivos dinamométricos del rodillo de medición.

2. Rodillo de medición según la reivindicación 1, configurándose los dispositivos dinamométricos como cajas dinamométricas (5).

- 15 3. Rodillo de medición según la reivindicación 1 ó 2, presentando el rodillo de medición (2) en dirección longitudinal varias barras de medición parciales (4a, 4b, 4c) que dividen el rodillo de medición (2) en distintas zonas de medición longitudinales.
- 4. Rodillo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 3, presentando el rodillo de medición (2) por su lado
 perimetral varias barras de medición parciales (4a, 4b, 4c), de manera que por cada vuelta se lleve a cabo una pluralidad de mediciones de planeidad.

5. Rodillo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 4, desarrollándose la barra de medición (4) en una proyección vertical con un ángulo oblicuo (β) preestablecido respecto al eje principal (9) del rodillo de medición (2).

25

5

6. Rodillo de medición según una de las reivindicaciones 1 a 5, estando formado el rodillo de medición (2) por distintos segmentos de rodillo.















