

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 909**

51 Int. Cl.:

B21C 47/00

(2006.01)

B21C 47/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09708830 .6**

96 Fecha de presentación: **16.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2237902**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.10.2010**

54

Título: **MÉTODO Y MÁQUINA CURVADORA PARA EL CURVADO PREVIO PROGRESIVO DE UNA BANDA DE METAL EN LA ZONA DE ENTRADA DE UNA BOBINADORA SIN MANDRIL PARA ENROLLAR BANDAS.**

30

Prioridad:
08.02.2008 AT 2072008

73

Titular/es:
**Siemens VAI Metals Technologies GmbH
Turmstrasse 44
4031 Linz, AT**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.01.2012

72

Inventor/es:
**MINICHMAYR, Robert y
SEILINGER, Alois**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.01.2012

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 371 909 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y máquina curvadora para el curvado previo progresivo de una banda de metal en la zona de entrada de una bobinadora sin mandril para enrollar bandas.

5 Método y máquina curvadora para el curvado previo progresivo de una banda de metal en la zona de entrada de una bobinadora sin mandril para enrollar bandas:

Área técnica

10 La presente invención hace referencia a un método para el curvado previo progresivo de una banda de metal, preferentemente de una banda en caliente, en particular una banda de acero laminada en caliente, en la zona de entrada de una bobinadora sin mandril para enrollar bandas, en donde la banda de metal es conducida y curvada por rodillos curvadores accionados por rotación. Para la aplicación de dicho método se recomienda una máquina curvadora para el curvado previo progresivo de una banda de metal en la zona de entrada de una bobinadora sin mandril para enrollar bandas, con una pluralidad de rodillos curvadores accionados por rotación.

Estado del arte

15 En las instalaciones de laminación, una banda de metal laminada en caliente que se puede enrollar, después de salir de una caja de laminación o después de salir de la última caja de laminación de un tren laminador, se enrolla en una bobinadora para enrollar bandas conformando un rollo. Dicho proceso de enrollamiento se puede realizar ya sea con el acoplamiento de un mandril de bobinadora o sin mandril. En el caso de un enrollamiento de la banda de metal, sin utilizar mandril en una bobinadora para bandas (caja de bobinas), resulta necesario precurvar la banda de metal entrante en una máquina curvadora, de manera que en la bobinadora para bandas se pueda conformar un rollo enrollado de manera compacta.

20 De la patente DE 20 59 711 A1 se conoce una máquina curvadora conforme a este tipo, dispuesta en la entrada de una bobinadora para bandas. La máquina curvadora comprende dos rodillos curvadores accionados, dispuestos por la parte superior de un paso para la banda, y un rodillo curvador accionado y ajustable dispuesto por la parte inferior del paso para la banda, que se encuentra en el sentido de la marcha de la banda de metal en un trayecto entre ambos rodillos curvadores dispuestos por encima. Con el rodillo curvador ajustable, se ajusta el radio de curvado previo de la banda de metal a precurvar, en donde se pueden considerar los grosores de banda variables. Generalmente, a los rodillos curvadores superiores accionados se les asigna una unidad de accionamiento común con un transmisor de fuerza, y al rodillo curvador inferior se le asigna un accionador individual. Dado que la banda de metal durante su transporte a través de la máquina curvadora presenta diferentes radios de curvatura en las respectivas líneas de contacto con los rodillos curvadores, se produce localmente un deslizamiento entre el rodillo curvador y la banda de metal, que genera un daño en la superficie (formación de estrías) de la banda de metal.

30 De la patente JP 62-279021 A2, se conoce hacer referencia al grosor de la banda de metal como criterio para la medición de diferentes velocidades de accionamiento para el rodillo curvador inferior individual y para el rodillo curvador superior de la caja de flexión, del lado de salida. De esta manera, resulta necesario que la banda de metal precurvada presente en la línea de contacto con ambos rodillos curvadores, radios de curvatura con un centro instantáneo de rotación en común. Sin embargo, dicha suposición no corresponde a la realidad del recorrido de la banda a lo largo del paso para la banda predeterminado mediante las posiciones de los rodillos curvadores.

Un método conforme al concepto general de la reivindicación 1 se conoce, por ejemplo, de la patente US-A-2877821.

40 Presentación de la presente invención

Por lo tanto, el objeto de la presente invención consiste en evitar las desventajas del estado del arte conocido, y recomendar un método así como una máquina curvadora mediante los cuales se evite en gran parte un deslizamiento entre la banda de metal y los rodillos de curvado previo, y los daños que resulten en la superficie de la banda de metal.

45 Dicho objeto se resuelve mediante las características de las reivindicaciones independientes 1 y 6. Las formas de ejecución ventajosas se encuentran en las reivindicaciones relacionadas.

En un método de la clase mencionada en la introducción, la velocidad periférica de todos los rodillos curvadores accionados, en la respectiva línea de contacto con la superficie de la banda de metal, se ajusta a la velocidad superficial de la banda de metal en la línea de contacto.

- El paso para la banda de metal entre los rodillos curvadores, no sólo se determina mediante la posición de los rodillos curvadores entre sí, sino que también mediante las condiciones de entrada que se obtienen de la última caja de laminación o de la vía de rodillos de entrada, y que se modifica esencialmente mediante las condiciones de salida, o bien mediante los efectos de reacción a partir de la formación del rollo, como por ejemplo, el diámetro instantáneo del rollo. Dichas relaciones complejas condicionan una activación individual de los rodillos curvadores accionados, para poder ajustar las condiciones óptimas para el respectivo estado de funcionamiento. Dicha activación se garantiza en tanto que la velocidad periférica de cada rodillo curvador accionador en la máquina curvadora, se ajuste o se regule con la velocidad superficial de la banda de metal, en la respectiva línea de contacto.
- Para cumplir con los comportamientos del material y las condiciones límite condicionadas por la producción, conforme a la presente invención, se determina la velocidad superficial de la banda de metal en la línea de contacto con los rodillos curvadores, en relación con las posiciones instantáneas de los rodillos curvadores que intervienen en el proceso de curvado previo, y en relación con las variables de estado de la banda de metal en un modelo matemático, y de acuerdo con ello se ajusta la velocidad periférica o la velocidad de rotación de cada rodillo curvador accionado.
- Una banda de metal curvada, observada en una sección longitudinal en relación con la curvatura realizada, presenta en el lado interior de la curvatura compresiones, y en el lado exterior de la curvatura extensiones en las respectivas zonas próximas a la superficie. En correspondencia, el modelo matemático comprende una regla de cálculo para la determinación de las extensiones y compresiones que se producen en la línea de contacto de los rodillos curvadores accionados y la superficie de la banda de metal, y/o del radio de curvatura de la banda de metal que se ajusta, y en relación con dichos valores calculados se determina y se ajusta la velocidad periférica o la velocidad de rotación de cada rodillo curvador accionado.
- Las variables de estado de la banda de metal relevantes para el sistema se incluyen en el modelo matemático como valores predeterminados o valores de medición, al menos, el grosor de la banda de metal, la temperatura de la banda de metal y la calidad de dicha banda, en donde entre ellas se deben considerar, particularmente, las propiedades del material en relación con la temperatura. Por otra parte, resulta también importante el ángulo de entrada y de salida de la banda de metal hacia o desde la máquina curvadora. En particular, el ángulo de salida desde la máquina curvadora se modifica esencialmente mediante el diámetro instantáneo del rollo, y modifica el comportamiento de paso de la banda en la máquina curvadora.
- En este aspecto, ha resultado conveniente ajustar la posición instantánea de, al menos, uno de los rodillos curvadores durante el proceso de la bobinadora, en relación con el diámetro del rollo en constante aumento de la banda de metal enrollada en la bobinadora para bandas.
- Para garantizar un transporte de la banda en gran parte libre de deslizamientos, a través de la máquina curvadora, resulta conveniente medir continuamente el par motor instantáneo o una variable correlacionada con dicho par, de uno o una pluralidad de rodillos curvadores accionados, y que ante una disminución del par motor o ante un descenso por debajo de un par teórico, se modifique o se ajuste la velocidad de rotación de los accionamientos de rotación (motores de accionamiento) o bien, de los rodillos curvadores, o la velocidad periférica de los rodillos curvadores, con el fin de lograr una optimización de la distribución del par motor. Preferentemente, se mide constantemente la velocidad de rotación de los rodillos curvadores y, como variables correlacionadas para el par motor, el consumo de corriente de los accionamientos giratorios, y se toma como base el ajuste. De esta manera, se pueden monitorizar continuamente y analizar las condiciones de deslizamiento entre los rodillos curvadores y la banda de metal, y se pueden iniciar las medidas para la eliminación de errores. Eventualmente, también se pueden generar señales de alarma que permiten además una intervención manual.
- En el caso de una máquina curvadora para el curvado previo progresivo de una banda de metal de la clase mencionada en la introducción, que se encuentra equipada de una pluralidad de rodillos curvadores accionados por rotación en la zona de entrada de una bobinadora sin mandril, cada rodillo curvador accionado se encuentra conectado a un accionamiento giratorio que se activa independientemente, y se asigna un dispositivo de control común para todos los accionamientos giratorios, para la determinación de las velocidades periféricas individuales o de las velocidades de rotación individuales para cada rodillo curvador. De esta manera, existe la posibilidad de considerar continuamente diferentes radios de curvado o radios que varían a lo largo de un ciclo de enrollamiento de la banda de metal, en la línea de contacto de los rodillos curvadores con la superficie de la banda de metal, y de intervenir para corregir en el caso de un comportamiento de deslizamiento no previsible que se presente repentinamente. Las variaciones en el comportamiento de deslizamiento se pueden producir mediante las condiciones variables de fricción entre el rodillo y la banda de metal.
- De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de control comprende una unidad de cálculo con, al menos, un modelo matemático para la determinación de la velocidad de rotación o de la velocidad periférica de cada rodillo curvador accionado en relación con la respectiva línea de contacto con la superficie de la banda de metal, en donde la velocidad de rotación o la velocidad periférica se determina en relación con las posiciones instantáneas de los rodillos curvadores que intervienen en el proceso de curvado previo, y en relación con las variables de estado de la

banda de metal. El modelo matemático se basa en el fundamento del principio de la resistencia de materiales, y considera el comportamiento del material de la banda de metal en los aspectos elástico y plástico.

La máquina curvadora comprende, al menos, tres rodillos curvadores accionados, que se pueden activar independientemente unos de otros. Además, la activación de los rodillos curvadores hace referencia exclusivamente al accionamiento giratorio de los rodillos curvadores. Adicionalmente se puede proporcionar, por ejemplo, del lado de la entrada de la máquina curvadora, al menos, otro rodillo curvador o un rodillo de transporte que estabilice la entrada de la banda de metal.

A cada accionamiento giratorio de un rodillo curvador se le asignan dispositivos de medición para la detección de la velocidad de rotación del rodillo curvador o del accionamiento giratorio, y del par motor o de una variable del accionamiento giratorio correlacionada con dicho par, así como un regulador para la regulación de la velocidad de rotación del rodillo curvador. La detección del par motor instantáneo se puede realizar, por ejemplo, mediante una medición del consumo de corriente con un instrumento de medición para el consumo de corriente.

Para la optimización de la entrada de la banda en la bobinadora para bandas, en particular para el ajuste de un radio de curvado previo ventajoso que resulta determinante para la conformación de un rollo enrollado firmemente, al menos, uno de los rodillos curvadores accionados se encuentra apoyado en soportes de cojinete para el desplazamiento paralelo al eje del rodillo curvador, en donde los soportes de cojinete se encuentran conectados a un dispositivo de ajuste, y el dispositivo de ajuste comprende un elemento de ajuste y un posicionador, y dicho elemento de ajuste se encuentra conectado de manera operativa con el dispositivo de control. A los soportes de cojinete se les asignan guías. Dichas guías se pueden encontrar dispuestas de la misma manera en bloques de guía especiales que no conforman al mismo tiempo los soportes de cojinete.

De acuerdo con una forma de ejecución preferida, dos rodillos curvadores superiores accionados se apoyan en soportes de cojinete para el desplazamiento paralelo al eje de los rodillos curvadores. De esta manera, se pueden posicionar ambos rodillos curvadores superiores de manera tal que se imprima una curvatura predeterminada en la banda de metal que atraviesa, del lado de la salida. Los dispositivos de ajuste asignados a los soporte de cojinete se pueden activar independientemente unos de otros. Preferentemente, ambos rodillos curvadores superiores accionados se apoyan y se conducen en un bastidor portante común.

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características de la presente invención se deducen de la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución que no resultan limitativos, en donde se remite a las siguientes figuras que muestran lo siguiente:

Fig. 1 una bobinadora para bandas sin mandril, con una máquina curvadora conforme a la presente invención para el curvado previo de una banda de metal, en una representación esquemática del lado de la salida de una caja de laminación,

Fig. 2 el paso progresivo curvado de la banda de metal a través de la máquina curvadora conforme a la presente invención.

Ejecución de la presente invención

La figura 1 muestra en una representación esquemática la disposición esencial de una máquina curvadora 1 en la zona de entrada 2 de una bobinadora 3 para bandas sin mandril, que se conecta a una caja de laminación 4 o a una última caja de laminación 4 de un tren laminador. Una banda de metal 5 que se puede enrollar laminada en caliente en la caja de laminación 4, se suministra a través de una vía de rodillos 6 y dispositivos de guía 7 de la máquina curvadora 1 conformados de diversas maneras, y se curva durante el paso a través de la máquina curvadora 1 y se provee de una curvatura, que después de la entrada de la banda de metal en la bobinadora 3 para bandas sin mandril, permite el enrollamiento de la banda de metal logrando un rollo 8 enrollado de manera compacta. El rollo 8 se indica con una línea discontinua para un diámetro reducido en una posición intermedia del proceso de enrollamiento, y con una línea de puntos para su diámetro máximo. Durante el proceso de enrollamiento, el rollo enrollado se apoya sobre dos rodillos de apoyo 10 pivotantes.

La máquina curvadora 1 comprende tres rodillos curvadores 11, 12, 13 accionados por rotación, de los cuales dos rodillos curvadores se encuentran dispuestos por encima, y un rodillo curvador por la parte inferior de un paso para la banda 14. De esta manera, la banda de metal que atraviesa es sometida a una flexión de tres puntos. A cada rodillo curvador 11, 12, 13 se asigna un accionamiento giratorio conformado por un electromotor 15, 16, 17, en donde los accionamientos giratorios se pueden activar independientemente unos de otros, de acuerdo a la necesidad. Los accionamientos giratorios se encuentran conectados a un dispositivo de control 18 común para todos los accionamientos giratorios, a través de líneas de señales para la transmisión de valores reales de los accionamientos giratorios hacia el dispositivo de control, y variables de ajuste desde el dispositivo de control hacia

los accionamientos giratorios. Los rodillos curvadores 11, 12, 13 se encuentran alojados de manera pivotante en soportes de cojinete 19, 20, 21 que, por su parte, se encuentran apoyados en una carcasa no representada en detalle de la máquina curvadora. Al menos uno, en la forma de ejecución representada dos de dichos soportes de cojinete 19, 20 se encuentran apoyados en guías 22 de manera que los rodillos curvadores 11, 12 se puedan desplazar paralelamente al eje, y se encuentran conectados respectivamente con un dispositivo de ajuste 23 para la aplicación de variaciones de la posición de los rodillos curvadores 11, 12. Los dispositivos de ajuste 23 comprenden respectivamente un elemento de ajuste 24 conformado por un cilindro de presión al cual se le asigna un posicionador 25. Desde el posicionador se puede transmitir al dispositivo de control 18 la respectiva posición real del rodillo curvador, y se pueden emitir posteriormente variables de ajuste en el elemento de ajuste 24. Mediante el posicionamiento regulado de los rodillos curvadores 11, 12 en relación con otro rodillo curvador 13, se puede predeterminar la curvatura de la banda de metal en la salida de la máquina curvadora en relación con las diferentes variables de influencia.

La presente invención no se limita de ningún modo al posicionamiento de los rodillos curvadores superiores 11, 12, en relación con otro rodillo curvador 13. Para lograr un curvado previo deseado de la banda de metal cuando ingresa en la bobinadora, se puede realizar el ajuste de los rodillos curvadores entre sí, de manera que se logre aproximadamente el mismo efecto, mediante el desplazamiento de uno o una pluralidad de rodillos curvadores que conforman la máquina curvadora. De esta manera, el ajuste se puede realizar mediante diferentes soluciones constructivas, por ejemplo, de manera lineal como se representa en la figura 1, o con una palanca o un sistema de palanca.

La figura 2 muestra el paso de la banda de metal curvada progresivamente, a través de la máquina curvadora a lo largo del paso para la banda 14. La banda de metal laminada sale de la caja de laminación con la velocidad de transporte de la banda v , atraviesa la máquina curvadora con dicha velocidad, e ingresa en la bobinadora para bandas con dicha velocidad de transporte de la banda. La velocidad de transporte de la banda v hace referencia a la fibra neutra de la banda de metal. Mientras más reducido sea el radio de la curvatura r , r_{11} , r_{12} , r_{13} de la banda de metal, mayores serán las extensiones y compresiones, por lo tanto, las prolongaciones y reducciones de la banda de metal en la superficie de la banda y en la zona de la banda de metal próxima a las superficies, por lo cual en relación con la velocidad constante de transporte de la banda, en el lado exterior de la curvatura de la banda de metal se logra un incremento de la velocidad, y en el lado interior de la curvatura se logra una reducción de la velocidad, que dependen en primer lugar del grosor de la banda y del radio de curvatura instantáneo. Cada rodillo curvador 11, 12, 13 se encuentra dispuesto a lo largo de una línea de contacto BL_{11} , BL_{12} , BL_{13} que en la figura 2 se extiende normalmente en relación con el plano de la imagen, en contacto con la superficie de la banda de metal que atraviesa. En las líneas de contacto, la banda de metal presenta velocidades superficiales instantáneas V_{11} , V_{12} , V_{13} que presentan diferentes magnitudes en los diferentes radios de curvaturas, que se representan respectivamente a partir de la distancia normal del centro instantáneo de rotación MP_{11} , MP_{12} , MP_{13} de la línea de contacto correspondiente BL_{11} , BL_{12} , BL_{13} . Sin embargo, la transmisión de un par motor en gran parte sin deslizamiento, desde el rodillo curvador accionado hacia la banda de metal, sólo resulta posible cuando la velocidad superficial de la banda de metal en la línea de contacto del rodillo curvador con la superficie de la banda de metal, corresponde a la velocidad periférica del rodillo curvador, o cuando se considera el diámetro de los rodillos corresponde a la velocidad de rotación n_{11} , n_{12} , n_{13} del rodillo curvador accionado.

En ningún caso resulta obligatorio que todos los rodillos curvadores de la máquina curvadora sean rodillos accionados. De todas formas, se encuentra dentro del ámbito del alcance de la protección de la presente invención, cuando uno o una pluralidad de rodillos curvadores conforman rodillos que rotan sólo junto con la banda de metal que, sin embargo, contribuye para el curvado previo de la banda de metal.

El dispositivo de control 18 comprende una unidad de cálculo 26 (ordenador de procesos), en la cual se encuentra almacenado, al menos, un modelo matemático para el cálculo de extensiones y compresiones en la superficie de la banda, o bien de la velocidad instantánea superficial V_{11} , V_{12} , V_{13} en las líneas de contacto BL_{11} , BL_{12} , BL_{13} de los rodillos curvadores con la superficie de la banda de metal. A partir de las variables de entrada predeterminadas o medidas, como por ejemplo, el ancho de la banda, el grosor de la banda, la calidad del acero, la temperatura de entrada, el radio de curvado previo deseado y las posiciones fijas de los rodillos curvadores, de acuerdo con los fundamentos del principio de resistencia de los materiales y considerando el comportamiento plástico de la banda de metal, se calculan las extensiones y compresiones en la superficie de la banda, o bien los valores de la velocidad instantánea superficial en las líneas de contacto de los rodillos curvadores con la superficie de la banda de metal. Además, en un modelo matemático de esta clase también se puede realizar una optimización del paso para la banda y del radio de curvado previo en el rodillo curvador del lado de la salida de la máquina curvadora. Adicionalmente, se pueden establecer y considerar condiciones de entrada y se salida que se obtienen, por ejemplo, mediante la longitud de la banda en el recorrido de la banda en el lado de la entrada, o mediante fuerzas condicionadas por el transporte, o que se presentan en el lado de la salida mediante el diámetro del rollo que aumenta continuamente.

A los accionamientos giratorios se les asigna un dispositivo antideslizante. Por lo tanto, las velocidades de rotación de los rodillos curvadores individuales o de los accionamientos giratorios, y los valores de consumo de corriente de los accionamientos giratorios se detectan continuamente y se suministran para los reguladores con el fin de regular

la velocidad de rotación. En la velocidad superficial esperada, las velocidades de rotación teóricas reguladas de los rodillos curvadores individuales, se pueden predeterminar como valores empíricos o se pueden calcular mediante el modelo matemático. Las variaciones repentinas en el consumo de corriente de los rodillos curvadores individuales, representan un criterio para la aparición de un deslizamiento e inician la regulación. Esto se puede realizar, por ejemplo, mediante señales de corrección de la tensión.

Lista de símbolos de referencia:

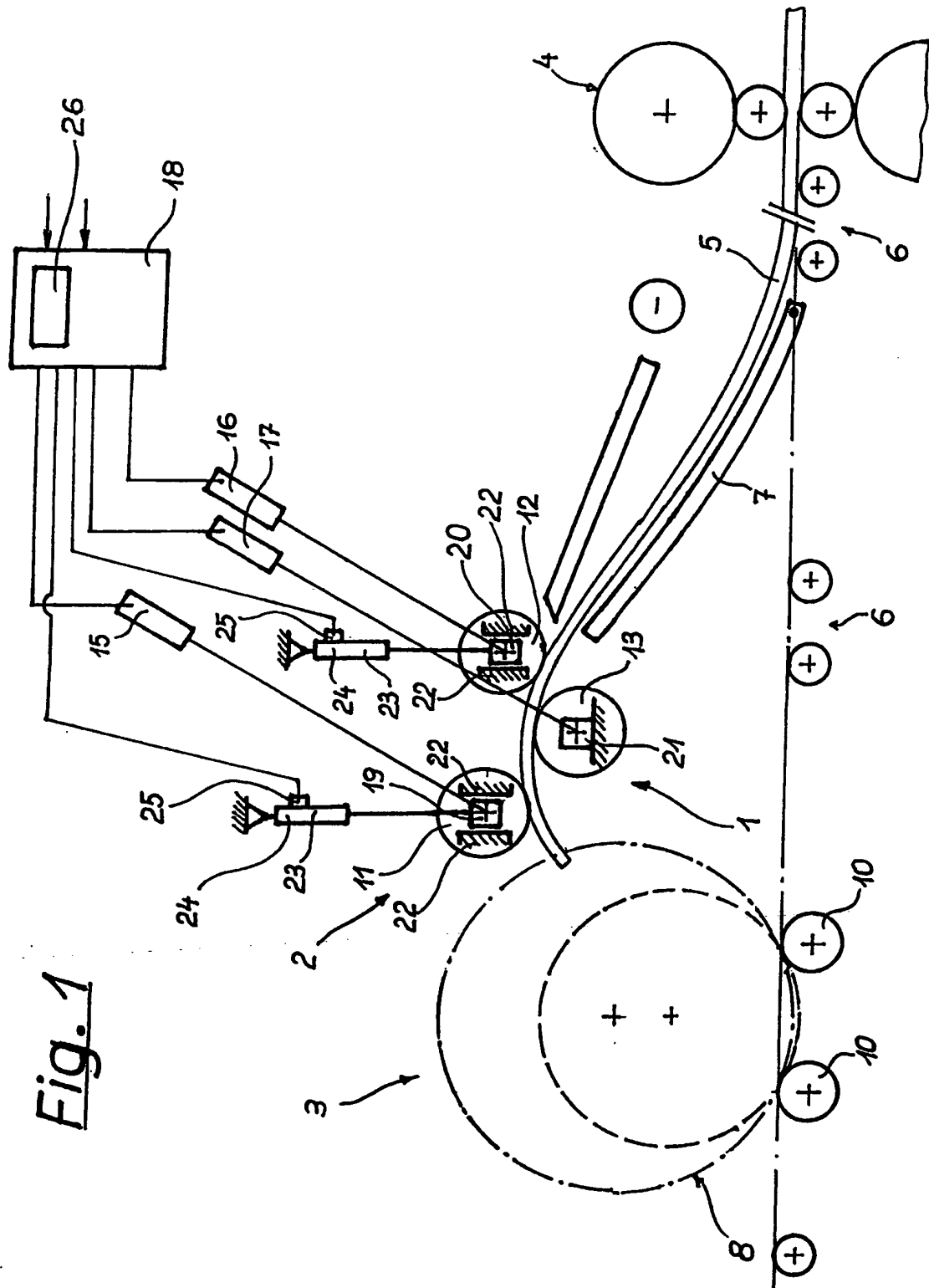
- 1 Máquina curvadora
- 2 Zona de entrada de la bobinadora para enrollar bandas
- 3 Bobinadora para enrollar bandas
- 10 4 Caja de laminación
- 5 Banda de metal
- 6 Vía de rodillos
- 7 Dispositivo de guía
- 8 Rollo
- 15 10 Rodillos de apoyo
- 11, 12, 13 Rodillos curvadores
- 14 Paso para la banda
- 15, 16, 17 Accionamientos giratorios
- 18 Dispositivo de control
- 20 19, 20, 21 Soportes de cojinete
- 22 Guías del soporte de cojinete
- 23 Dispositivo de ajuste
- 24 Elemento de ajuste
- 25 Posicionador
- 25 26 Unidad de cálculo
- v Velocidad de transporte de la banda
- $r, r_{11}, r_{12}, r_{13}$ Radio de curvatura
- V_{11}, V_{12}, V_{13} Velocidad superficial instantánea
- $BL_{11}, BL_{12}, BL_{13}$ Línea de contacto del rodillo curvador y la superficie de la banda de metal
- 30 $MP_{11}, MP_{12}, MP_{13}$ Centro instantáneo de rotación del radio de curvatura
- n_{11}, n_{12}, n_{13} Velocidad de rotación de los rodillos curvadores

REIVINDICACIONES

1. Método para el curvado previo progresivo de una banda de metal (5), preferentemente de una banda en caliente, en la zona de entrada de una bobinadora sin mandril (3) para enrollar bandas, en donde la banda de metal es conducida y curvada por rodillos curvadores (11, 12, 13) accionados por rotación, en donde la velocidad periférica de todos los rodillos curvadores accionados (11, 12, 13), en la respectiva línea de contacto (BL_{11} , BL_{12} , BL_{13}) con la superficie de las bandas de metal, se ajusta a la velocidad superficial (V_{11} , V_{12} , V_{13}) de la banda de metal en la línea de contacto, **caracterizado porque** la velocidad superficial (V_{11} , V_{12} , V_{13}) de la banda de metal (5) en la línea de contacto (BL_{11} , BL_{12} , BL_{13}) con los rodillos curvadores (11, 12, 13) se determina en relación con las posiciones instantáneas de los rodillos curvadores que intervienen en el proceso de curvado previo, y en relación con las variables de estado de la banda de metal en un modelo matemático, y de acuerdo con ello se ajusta la velocidad periférica o la velocidad de rotación (n_{11} , n_{12} , n_{13}) de cada rodillo curvador accionado.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el modelo matemático comprende una regla de cálculo para la determinación de las extensiones y compresiones que se producen en la línea de contacto (BL_{11} , BL_{12} , BL_{13}) de los rodillos curvadores accionados (11, 12, 13) y la superficie de la banda de metal, y/o del radio de curvatura ajustado (r_{11} , r_{12} , r_{13}) de la banda de metal (5), y en relación con dichos valores calculados se determina y se ajusta la velocidad periférica o la velocidad de rotación (n_{11} , n_{12} , n_{13}) de cada rodillo curvador accionado (11, 12, 13).
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** en el modelo matemático se incluyen como valores predeterminados o valores de medición, variables de estado de la banda de metal, al menos, el grosor de la banda de metal, la temperatura de la banda de metal y la calidad de dicha banda, así como las propiedades del material en relación con la temperatura.
4. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la posición instantánea de, al menos, uno de los rodillos curvadores (13) durante el proceso de la bobinadora, se ajusta en relación con el diámetro del rollo en constante aumento de la banda de metal enrollada en la bobinadora para bandas.
5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se mide continuamente el par motor instantáneo o una variable correlacionada con dicho par, de uno o una pluralidad de rodillos curvadores accionados (11, 12, 13), y ante una disminución del par motor o ante un descenso por debajo de un par teórico, se ajusta la velocidad de rotación (n_{11} , n_{12} , n_{13}) de los accionamientos giratorios o la velocidad periférica de los rodillos curvadores, con el fin de lograr una optimización de la distribución del par motor.
6. Máquina curvadora para el curvado previo progresivo de una banda de metal (5), preferentemente de una banda en caliente, en la zona de entrada de una bobinadora sin mandril (3) para enrollar bandas, con una pluralidad de rodillos curvadores (11, 12, 13) accionados por rotación, en donde cada rodillo curvador accionado (11, 12, 13) se encuentra conectado a un accionamiento giratorio que se activa independientemente (15, 16, 17), y se asigna un dispositivo de control (18) común para todos los accionamientos giratorios, para la determinación de las velocidades periféricas individuales o las velocidades de rotación individuales (n_{11} , n_{12} , n_{13}) para cada rodillo curvador, **caracterizado porque** el dispositivo de control (18) comprende una unidad de cálculo (26) con, al menos, un modelo matemático para la determinación de la velocidad de rotación (n_{11} , n_{12} , n_{13}) o de la velocidad periférica de cada rodillo curvador accionado (11, 12, 13) en relación con la respectiva línea de contacto (BL_{11} , BL_{12} , BL_{13}) con la superficie de la banda de metal, en donde la velocidad de rotación o la velocidad periférica se determina en relación con las posiciones instantáneas de los rodillos curvadores que intervienen en el proceso de curvado previo, y en relación con las variables de estado de la banda de metal.
7. Máquina curvadora de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicha máquina comprende, al menos, tres rodillos curvadores (11, 12, 13) accionados, que se pueden activar independientemente unos de otros.
8. Máquina curvadora de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado porque** a cada accionamiento giratorio (15, 16, 17) de un rodillo curvador (11, 12, 13) se le asignan dispositivos de medición para la detección de la velocidad de rotación del rodillo curvador o del accionamiento giratorio, y/o del par motor o de una variable del accionamiento giratorio correlacionada con dicho par, así como un regulador para la regulación de la velocidad de rotación (n_{11} , n_{12} , n_{13}) y/o del par motor de los rodillos curvadores.
9. Máquina curvadora de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado porque**, al menos, uno de los rodillos curvadores accionados (11, 12, 13) se encuentra apoyado en soportes de cojinete (19, 20) para el desplazamiento paralelo al eje del rodillo curvador, porque los soportes de cojinete (19, 20) se encuentran conectados a un dispositivo de ajuste (23), y porque el dispositivo de ajuste (23) comprende un elemento de ajuste (24) y un posicionador (25), y dicho elemento de ajuste se encuentra conectado de manera operativa con el dispositivo de control (18).

10. Máquina curvadora de acuerdo de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** dos rodillos curvadores superiores accionados (11, 12) se apoyan en soportes de cojinete (19, 20) para el desplazamiento paralelo al eje, de los rodillos curvadores (11, 12).

Fig. 1



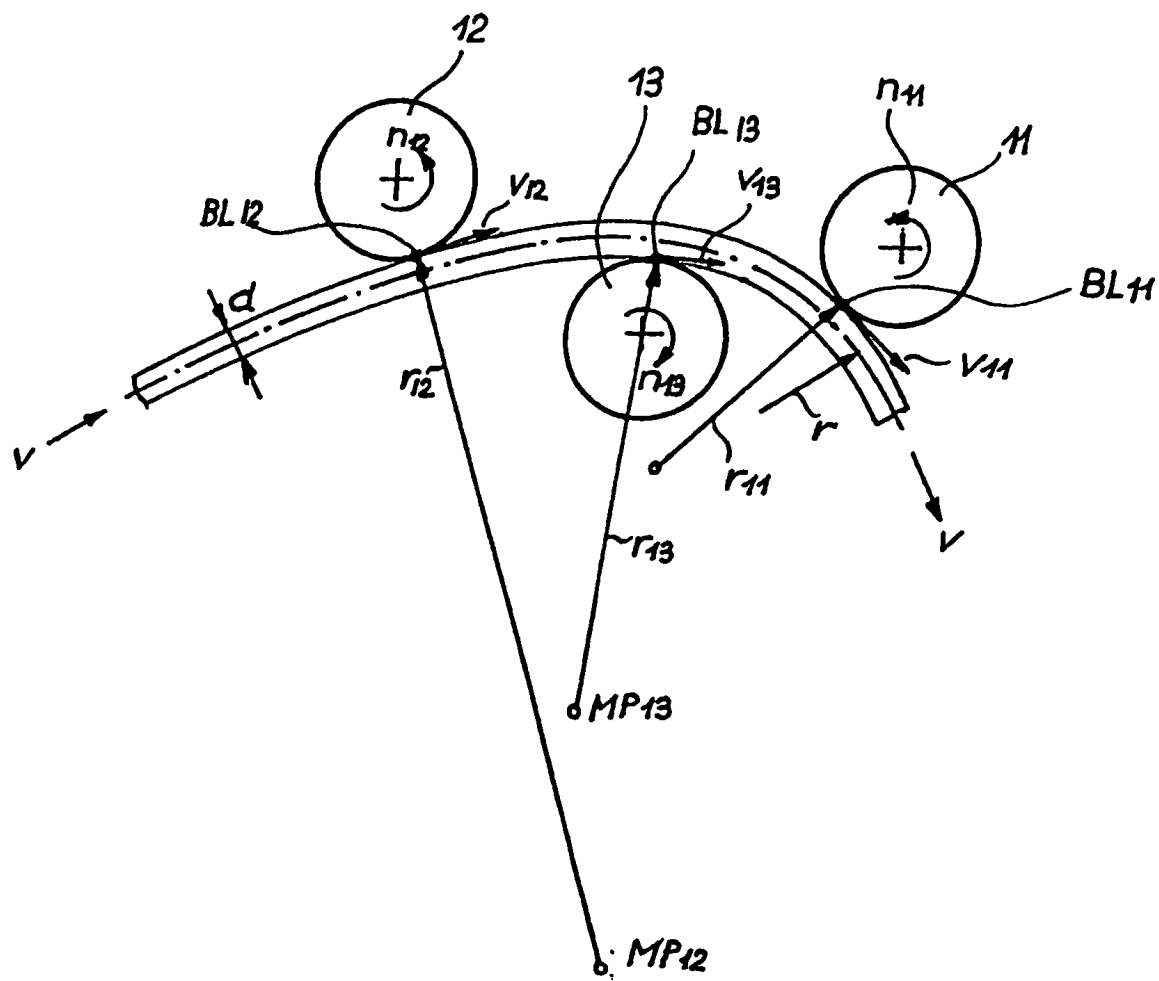


Fig.2