República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0414749-9 B1

(22) Data do Depósito: 28/09/2004

(45) Data de Concessão: 21/03/2017

(54) Título: PROCESSOS PARA AUMENTAR O CONTROLE EM MÁQUINAS NIVELADORAS E INSTALAÇÃO DE NIVELAMENTO COM ROLOS PARALELOS

(51) Int.Cl.: B21D 1/02

(30) Prioridade Unionista: 13/10/2003 FR 0312012

(73) Titular(es): PRIMETALS TECHNOLOGIES FRANCE SAS

(72) Inventor(es): ANDRZEJ FARNIK

"PROCESSOS PARA AUMENTAR O CONTROLE EM MÁQUINAS NIVELADORAS E INSTALAÇÃO DE NIVELAMENTO COM ROLOS PARALELOS"

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um processo para aumentar a precisão de controle do trajeto de um produto em uma máquina de nivelar com rolos acoplados e de uma instalação de nivelamento que permite a realização do presente processo.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Para o nivelamento de produtos planos e, em particular, das bandas metálicas laminadas, utiliza-se freqüentemente uma niveladora de rolos múltiplos que compreende dois aparelhos de nivelamento, compreendendo cada um deles uma série de rolos com eixos paralelos e dispostos, respectivamente, acima e abaixo da banda, rolos esses que estão deslocados longitudinalmente e verticalmente de modo a se acoplarem estabelecendo um trajeto ondulado da banda, a qual fica, assim, submetida a efeitos de tração-flexão em sentidos alternados.

O funcionamento dessa máquina foi objeto de abordagens teóricas avançadas. Essas teorias relacionadas ao nivelamento se baseiam no cálculo das curvaturas máximas da chapa da niveladora, curvaturas essas que geram uma plastificação da matéria na espessura do produto que condiciona o relaxamento das tensões na largura e na espessura. Qualquer niveladora pode ser dividida em duas zonas cujas funções, apesar de muito diferentes, são complementares e interativas. A zona de entrada, que compreende os três ou quatro primeiros rolos, é uma zona de plastificação importante na qual são eliminados os defeitos visíveis de planeidade, tais como as bordas longas ou o centro longo, os defeitos "quarto de banda", bem como qualquer distribuição transversal heterogênea das tensões longitudinais. A zona de saída, que

compreende os três ou quatro últimos rolos, tem por função reduzir os gradientes das tensões normais e transversais na espessura, conferindo à chapa uma ondulação côncava residual quase nula.

É conhecido, fazer cálculos teóricos eficazes que permitem obter um resultado teórico preciso e que pode servir para a pré-regulagem das máquinas. O princípio se baseia na diminuição progressiva da taxa de plastificação. Isso só pode ser obtido com máquinas que compreendem um número suficiente de rolos niveladores e que permitem uma regulagem adequada do acoplamento de cada um desses rolos. Se a precisão exigida para os primeiros rolos é relativamente baixa, pois se busca uma taxa de plastificação elevada, a precisão que é necessária para a regulagem dos rolos da zona de saída é elevada, principalmente pelo fato das espessuras das chapas que são aplainadas são mais finas. É portanto, desejável dispor de máquinas cujos rolos apresentem uma regulagem independente, que seja de precisão suficiente, confiável e repetitiva.

Uma instalação de nivelamento compreende, portanto, de modo geral, uma gaiola de suporte fixa, dois aparelhos de nivelamento com rolos paralelos dispostos respectivamente acima e abaixo da banda, cujos rolos estão acoplados de modo a determinar um trajeto ondulado da banda e dos meios de regulagem e de manutenção do afastamento dos referidos conjuntos através do apoio sobre a gaiola fixa, regulando o acoplamento dos rolos, e cada aparelho de nivelamento compreende uma fileira de rolos ativos paralelos que se apóiam sobre uma estrutura de suporte por meio de pelo menos uma fileira de rolos de apoio e montados de modo rotativo em suas extremidades, sendo cada um fica sobre dois mancais que definem um eixo de rotação perpendicular à direção de deslocamento, e os referidos mancais são sustentados, respectivamente, por suas peças laterais fixadas na estrutura de suporte.

Na maioria das vezes, o conjunto de nivelamento inferior está em uma posição fixa, e o aparelho superior pode se deslocar verticalmente para a regulagem do acoplamento. Para esse fim, são utilizados, geralmente, quatro acionadores mecânicos ou hidráulicos montados nos cantos da estrutura e que permitem regular o nível geral do aparelho regulável em relação ao aparelho inferior fixo e, conseqüentemente, o acoplamento dos rolos. Além disso, os acionadores na entrada e na saída podem ser regulados diferentemente, o que permite determinar um balanço, em geral, necessário para a relação dos dois efeitos de nivelamento estabelecidos pela teoria e expostos acima. Os acionadores podem também ser regulados de modo diferente de um lado em relação ao outro pela introdução de um balanço lateral, de modo a distribuir corretamente o efeito de nivelamento sobre a largura do produto a ser nivelado.

Os esforços desenvolvidos para o nivelamento são muito elevados, em particular quando essa operação é realizada em uma chapa resistente, após laminação a quente e resfriamento acelerado, ou então em uma chapa fria. Por esse motivo, procura-se dar às niveladoras uma estrutura tão rígida quanto possível de modo a permitir o controle dos efeitos de nivelamento. A deformação sob esforço das diferentes partes da máquina (também chamada cedência) compromete a precisão de controle da posição dos rolos de nivelamento e, portanto, o valor exato de curvatura obtido por cada rolo. A cedência global da máquina modifica a taxa de plastificação desejada e pode não eliminar completamente os defeitos de planeidade na zona de entrada. Ela modifica também a taxa de redução da plastificação e, portanto, a transição com a zona de saída pode não eliminar completamente as tensões residuais como previsto. Além disso, pode ocorrer uma cedência transversal, de um lado sobre o outro, que vai modificar a taxa de plastificação na zona de entrada e sua homogeneidade na largura do produto, podendo criar defeitos de planeidade.

Para corrigir esses inconvenientes, foram desenvolvidas máquinas niveladoras com controle hidráulico para o deslocamento do aparelho de nivelamento móvel, e também para o controle individual de cada rolo de nivelamento, e foram associados um modelo de cedência baseado nas medidas de esforço e um cálculo teórico das deformações da máquina sob esforço para compensar essas deformações, como na patente FR 2 732 913 da própria Depositante.

Mas todas essas compensações estão eivadas de erros devidos às não linearidades da cedência da máquina e que têm origem nos atritos que existem entre as partes fixas e as partes móveis da máquina. Além disso, o módulo de cedência de uma máquina niveladora, mesmo de concepção robusta, é da ordem de 100 t/mm por coluna, ora o esforço de nivelamento para uma chapa de 3 metros de largura pode ser de 1000 toneladas a 2500 toneladas o que conduz a uma cedência (sem compensação) de 2,5 mm a 5 mm. A precisão exigida não é muito elevada na zona de entrada da máquina e poderia ser atingida a contento por uma simples compensação de cedência, mas haveria o risco de ocorrerem recusas de introdução do produto em uma máquina dotada, por precaução, de um ajuste muito apertado. Em compensação, a precisão necessária nas curvaturas para a eliminação das tensões residuais na zona de saída requer uma precisão de controle da posição dos rolos de alguns décimos de milímetros. O controle da zona de transição implica finalmente em ter um controle preciso sobre praticamente todos os rolos, principalmente pelo fato de, para certas aplicações, serem feitas variações no passo dos rolos mantidos rigidamente em posição, de modo a aumentar a capacidade da niveladora, como consta da patente FR 2 732 913. Isso tem por efeito deslocar a zona de entrada e a zona de saída e, portanto, também contribui para uma busca de maior precisão de controle da posição de todos os rolos da niveladora.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

A presente invenção, portanto, tem por objetivo aumentar a precisão de controle dessas máquinas niveladoras e prover uma máquina dotada de um novo dispositivo de controle que permite resolver a totalidade dos problemas acima destacas sem acarretar complicações nem custo excessivo dos dispositivos utilizados.

A compensação das cedências é substituída por um modelo em tempo real de pré-regulagem da posição dos rolos de nivelamento associado a uma mensuração direta do afastamento dos rolos ativos.

Em um processo, de acordo com a presente invenção, instala-se um modelo teórico de pré-regulagem que fornece pelo menos um valor de referência para a pré-regulagem dos acoplamentos e mede-se diretamente pelo menos um valor do afastamento dos rolos de nivelamento, sendo comparado com os valores de referência e atuando-se sobre os órgãos de regulagem da posição dos rolos de nivelamento para manter os valores mensurados iguais aos valores de referência, de modo a manter o trajeto do produto a ser nivelado no interior da máquina de acordo com a ondulação prevista pelo modelo para realizar o nivelamento. Em particular, são realizadas duas mensurações do valor de afastamento dos rolos de nivelamento, uma primeira na entrada da máquina e, respectivamente, uma segunda na saída da máquina, e cada uma dessas medidas é comparada com o valor de referência dado pelo modelo para esses mesmos rolos, respectivamente na entrada e na saída da máquina, e atua-se sobre os órgãos de regulagem da posição dos rolos de nivelamento na entrada e respectivamente na saída da máquina para manter o valor mensurado igual ao valor da referência, de modo a realizar a redução da taxa de plastificação prevista pelo modelo para realizar o nivelamento. No processo completo de acordo com a presente invenção, realiza-se uma mensuração do valor de afastamento de cada um dos rolos de

nivelamento que é comparada com cada valor de referência dado pelo modelo e atua-se sobre os órgãos de regulagem individual da posição de cada um dos rolos de nivelamento para manter o valor mensurado igual ao valor de referência, de modo a realizar a ondulação e a redução da taxa de plastificação previstas pelo modelo para realizar o nivelamento. Mas o controle de posição exige a certeza de que as posições uniformes dos rolos de nivelamento, dados pelos sensores de posição, correspondam aos esforços de nivelamento idênticos. É preciso realizar antes uma espécie de aferição, de modo a não depender do modo de montagem dos sensores na máquina e da posição de sua referência "zero".

Em um processo de acordo com a presente invenção, procede-se a uma aferição, denominada equinivelamento dos rolos ativos em uma chapa usinada plana de espessura conhecida modificando de modo diferencial a posição dos rolos ativos por um balanço lateral de um lado sobre o outro, obtendo-se a igualdade dos esforços de nivelamento dos dois lados da máquina, medidos pelos dispositivos de mensuração. Em um processo mais elaborado da presente invenção, realiza-se o equinivelamento em uma chapa em deslocamento modificando de modo diferencial a posição dos rolos ativos por um balanço lateral de um lado sobre o outro e procede-se à equalização das médias dos esforços registrados pelos dispositivos de mensuração de cada lado durante o referido deslocamento.

Em uma instalação de nivelamento com rolos paralelos de acordo com a presente invenção, dispõe-se um dispositivo que permite a mensuração direta do valor de afastamento dos rolos de nivelamento em pelo menos um ponto, de modo a conhecer o valor exato do acoplamento por uma medição direta. A instalação compreende também, e sempre de acordo com a presente invenção, um dispositivo eletrônico que permite subordinar o afastamento medido dos rolos de nivelamento ao valor teórico dado pelo modelo atuando

sobre os dispositivos de regulagem do acoplamento. Em uma versão melhorada da presente invenção, os dispositivos de regulagem do acoplamento possuem um comando hidráulico.

Em outra realização de uma instalação de nivelamento de acordo com a presente invenção, a instalação é dotada de um dispositivo que permite a mensuração direta do valor de afastamento dos rolos de nivelamento em pelo menos dois pontos, um situado na zona de entrada da máquina e o outro situado na zona de saída. Nesse caso, o dispositivo eletrônico permite subordinar o afastamento medido dos rolos de nivelamento situados na zona de entrada da máquina e respectivamente na zona de saída ao valor teórico dado pelo modelo para o afastamento dos rolos situados na zona de entrada da máquina e respectivamente na zona de saída, atuando de modo independente sobre os dispositivos de regulagem do acoplamento dos rolos de cada uma das zonas respectivamente de entrada e de saída. Esses dispositivos possuem, de modo preferencial, comando hidráulico.

Em uma disposição muito melhorada da presente invenção, dispositivos independentes permitem a medição direta do valor do afastamento de cada par de rolos ativos de nivelamento de modo separado. A instalação de nivelamento com rolos paralelos compreende um meio de regulagem individual da posição de cada rolo de nivelamento e um dispositivo eletrônico que permite subordinar o afastamento mensurado de cada um dos rolos de nivelamento ao valor teórico dado pelo modelo para o afastamento de cada um desses rolos que atuam de modo independente sobre seu dispositivo de regulagem de acoplamento.

A instalação de nivelamento compreende vantajosamente um dispositivo de regulagem de acoplamento de cada rolo com comando hidráulico.

Em uma instalação de nivelamento com rolos paralelos de acordo

com a presente invenção, os dispositivos eletrônicos permitem subordinar o afastamento mensurado dos rolos de nivelamento ao valor teórico dado pelo modelo que compreende um dispositivo de regulagem diferencial, que permite regular um balanço lateral dos rolos de um lado em relação ao outro e em relação ao valor de referência, de modo a permitir uma calibração do dispositivo por um processo de equinivelamento em uma chapa usinada e de espessura conhecida.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A presente invenção, entretanto, será mais bem compreendida pela descrição de alguns modos de realização particulares, dados a título de exemplo e representados nas figuras anexas, as quais:

A Figura 1 é uma vista em elevação, em corte, segundo seu plano mediano vertical paralelo à direção de deslocamento, e os aparelhos de nivelamento estão em posição aberta.

A Figura 2 é um esquema de conjunto dos circuitos de comando dos macacos.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Na Figura 1, representou-se a parte mecânica da totalidade de uma instalação de acordo com a presente invenção, que compreende, de modo geral, uma gaiola de suporte (1), um aparelho de nivelamento superior (2) e um aparelho de nivelamento inferior (2') multi-rolos.

De modo geral, a gaiola de suporte fixa (1) compreende um estrado inferior (11), dois montantes laterais dispostos de cada lado de um plano mediano longitudinal (P) de deslocamento da banda (10) a ser aplainada e um estrado superior (14).

Cada montante lateral é constituído por um par de colunas afastadas (12, 12', 13) (apenas três colunas são visíveis nas figuras). Essas colunas e o estrado superior, que formam geralmente uma laje rígida, são

dotados de dispositivos variados conhecidos em si e amplamente descritos no estado da técnica que podem cooperar para permitir um deslizamento vertical do estrado (14) ao longo das quatro colunas (12, 12', 13). Esse movimento pode ser mecânico utilizando roscas motorizadas ou hidráulicas como representado na Figura 1. Nesse caso, dispõe-se de quatro macacos (3) instalados no topo de cada coluna. Na disposição representada, cada macaco é constituído de um corpo (31) fixado no estrado (14) e de um pistão (32) fixado na coluna. Como o estrado inferior (11) é fixo, o estrado superior (14) pode, portanto, se deslocar sob a ação dos quatro macacos (3), e os pistões dos macacos permanecem no mesmo nível. Os macacos (3) estão posicionados para regular o acoplamento desejável dos rolos em relação à espessura da chapa a ser nivelada de modo a realizar a ondulação determinada pelo modelo teórico. Eles exercem o esforço de nivelamento durante a passagem do produto.

Podem-se também imaginar outras disposições, como a que compreende pistões móveis e corpos de macacos fixos, sem sair do âmbito da presente invenção.

Cada conjunto de nivelamento (2, 2') compreende uma fileira de rolos ativos (4, 4') associados a uma fileira de rolos de apoio (5, 5'), e o conjunto é sustentado por uma estrutura.

Cada rolo ativo (4, 4') está montado de modo a girar sobre dois mancais que definem seu eixo de rotação. Ele se apóia sobre um rolo de apoio (5, 5') montado de modo a girar sobre dois mancais de extremidade.

Na representação da Figura 1, os mancais de extremidade (51) do aparelho de nivelamento superior (2) se apóiam no estrado superior por meio de um órgão de suporte (52). Em uma versão mais elaborada da presente invenção, esse órgão de suporte pode compreender um dispositivo de regulagem que permite modificar de modo individual cada rolo ativo para seu

acoplamento, cujo valor global é dado pelo posicionamento do estrado do aparelho de nivelamento superior (2) por meio de macacos (3). Esses dispositivos de regulagens podem ser mecânicos, como por exemplo um sistema de cunhas, ou podem ser constituídos por uma fileira de macacos hidráulicos como na patente FR 2 732 913. Nesse caso, será possível, além da regulagem individual do acoplamento, obter, pela regulagem diferencial dos macacos de uma mesma fileira, um efeito de curvatura dos cilindros ativos de modo a distribuir melhor o efeito de nivelamento sobre a largura da banda a ser nivelada.

De acordo com uma característica essencial da presente invenção, dispõe-se de pelo menos um sensor (6) que permite medir continuamente o valor absoluto do afastamento dos cilindros ativos (4, 4'), independentemente da deformação das colunas e do conjunto da máquina, sendo instalado, por exemplo, entre os aparelhos de nivelamento superior (2) e inferior (2'). Na representação da Figura 1, foram representados dois sensores (6, 6'), um na entrada da máquina e o outro na zona de saída de modo a controlar mais precisamente a variação da taxa de plastificação, tal como foi descrito na exposição geral do problema.

Em um modo de realização particular da presente invenção, e para um uso mais amplo de todas as possibilidades da máquina, pode-se instalar um sensor que permite medir individualmente o afastamento de cada par de rolos ativos (4, 4').

Os sensores podem ser de qualquer tipo, e por exemplo do tipo LVDT (Linear Variable Differential Transformer) com um corpo fixado a um aparelho de nivelamento e a haste ao outro. Eles podem também ser sem contato, por exemplo, ultra-sônicos, a laser, de fibra ótica, de rede de Bragg, etc.

A Figura 2 representa a totalidade dos dispositivos mecânicos e

elétricos associados para constituir uma máquina de nivelamento de acordo com a presente invenção. A parte mecânica da máquina está representada esquematicamente em um corte transversal. O(s) sensores (6) estão montados em um lado da máquina, os macacos hidráulicos (3) são dotados de sensores (35) que permitem medir esforços globais de nivelamento. Esses macacos são alimentados por um dispositivo clássico (8) de bombeamento e de acumulador por meio de duas servoválvulas ou de dois grupos de servoválvulas (71, 72) que alimentam cada lado da máquina. Essas servoválvulas são comandadas por pelo menos um circuito eletrônico de controle que se divide em dois circuitos eletrônicos, cada um deles comandando uma servoválvula ou um grupo de servoválvulas.

Em uma instalação de acordo com a presente invenção, foi realizado um ciclo fechado do valor mensurado do afastamento dos rolos ativos (4, 4') sobre a posição de referência introduzida no circuito eletrônico de comando das servoválvulas.

Esses circuitos eletrônicos (91, 92) que podem ser analógicos ou calculadores digitais compreendem circuitos somadores e circuitos clássicos de controle proporcional, integral e diferencial denominados "PID".

De acordo com uma disposição preferencial da presente invenção, os valores de referências que correspondem ao acoplamento desejado dos rolos ativos são elaborados por um modelo de nivelamento (110) implementado em um calculador de processo (100), eles são introduzidos nos circuitos eletrônicos de controle das servoválvulas (91, 92) por meio de um andar somador / diferenciador (93, 94) que permite introduzir um comando de balanço da máquina de um lado em relação ao outros. Os sensores de esforço (35) estão conectados ao calculador (100), no qual será elaborada uma instrução (referência) de balanço, que é somada com a referência de acoplamento no circuito (94) para ser enviada como sinal de comando para um

lado da máquina, ela é diferenciada em relação ao mesmo sinal no circuito (93) para ser enviada como sinal de comando para o outro lado da máquina.

Além disso, e de modo clássico, o calculador (100) é conectado a aparelhos de interface operadores tais como tela e mesa de comando (101), impressora e gravador (102) de modo a permitir o comando do funcionamento da máquina e gerir sua produção.

Em um modo de realização mais elaborado da presente invenção, por exemplo com um sensor na zona de entrada da máquina e o outro na zona de saída, será utilizado o mesmo tipo de circuito. Os macacos (3) situados do lado da entrada e os do lado da saída são alimentados separadamente por servoválvulas e todos os circuitos eletrônicos (9) descritos acima são duplicados para o controle independente de cada zona; evidentemente, é o mesmo calculador (100) que elabora todas as referências e as distribui para todos os circuitos eletrônicos de controle.

Em outro modo de realização, sempre de acordo com a presente invenção, os órgãos de suporte (52) de cada rolo de apoio superior (5) são órgãos de regulagem e permitem comandar individualmente cada rolo ativo superior (4), realiza-se de modo individual e separado uma mensuração do afastamento de cada um dos rolos ativos superiores e inferiores e um dispositivo de controle semelhante ao descrito é instalado para cada par de cilindros ativos.

No caso dos órgãos de suporte (52) serem órgãos de regulagem constituídos de macacos hidráulicos, realiza-se um dispositivo de controle (9) do tipo descrito acima para cada par de cilindros ativo.

O calculador (100) serve para elaborar as instruções (referências) e distribuí-las para todos os circuitos de controle eletrônicos (9). Nesse caso, os macacos principais não servem mais para essas funções e são utilizados para regular a abertura e o fechamento geral da máquina segundo a espessura

da chapa a ser nivelada. A ondulação exata desejada é obtida pela regulagem do acoplamento individual de cada rolo (4) por meio dos dispositivos de regulagem (52).

Em um processo de acordo com a presente invenção, mede-se o afastamento dos rolos ativos (4, 4'), compara-se com a instrução de referência elaborada por meio do modelo de nivelamento e introduz-se a correção necessária de modo a anular o erro resultante das deformações da máquina sob o esforço de nivelamento que atua sobre os meios de regulagem do acoplamento. A medida absoluta do afastamento dos cilindros ativos é obtida por meio dos sensores (6), esse valor é comparado com a referência nos circuitos (91, 92) e o sinal resultante serve para comandar a servoválvula (7) que permite deslocar os macacos (3) que controlam o deslocamento do equipamento de nivelamento.

A referência é obtida combinando-se a cota elaborada pelo modelo de nivelamento (110) e a instrução de balanço. As duas grandezas são adicionadas ao circuito (94) para serem aplicadas sobre um lado da máquina, elas são subtraídas no circuito (93) para ser aplicadas sobre o outro lado da máquina, de modo a realizar um balanço equilibrado e distribuído por lado em relação ao valor do acoplamento teórico necessário para obter a ondulação definida pelo modelo.

Em um modo de realização preferencial da presente invenção, realiza-se uma medida absoluta do afastamento dos cilindros ativos (4, 4') na área de entrada da máquina, e outra na zona de saída. Comparam-se essas medidas com as instruções de referência elaboradas por meio do modelo de nivelamento para cada uma dessas duas zonas e introduzem-se as correções necessárias de modo a anular os erros resultantes das deformações da máquina sob o esforço de nivelamento que atua sobre os meios (3) de regulagem do acoplamento da zona de entrada e da zona de saída, atuando de

modo separado por circuitos específicos de controle dos macacos (3) da zona de entrada e os da zona de saída.

Em um outro modo de realização da presente invenção, realiza-se uma medida absoluta do afastamento dos cilindros ativos (4, 4') para cada par de cilindros ativos. Comparam-se essas medidas com as instruções de referências elaboradas com o modelo (110) de nivelamento para cada um dos pares de cilindros ativos e introduzem-se as correções necessárias de modo a anular os erros resultantes das deformações da máquina sob o esforço de nivelamento que atua sobre os meios (52) de regulagem do acoplamento de cada par de cilindros ativos.

Convém observar que o conjunto de nivelamento inferior compreende um rolo a mais que o conjunto de nivelamento superior. Devido a isso, um rolo de nivelamento superior está sempre diante do espaço entre dois rolos de nivelamento inferiores adjacentes. Nessas condições, o que se chama "o afastamento dos cilindros ativos (4) para cada par de cilindros ativos" é a distância entre a tangente horizontal a um rolo ativo superior e a tangente aos dois rolos inferiores dispostos abaixo do rolo superior. Esse afastamento pode ser medido tirando-se a média das distâncias do rolo superior em relação a cada um dos dois rolos inferiores correspondentes.

Em todos os casos, e de acordo com o processo da presente invenção, as referências de acoplamento elaboradas pelo modelo de nivelamento (110) são adicionadas a uma instrução de balanço para comandar um lado da máquina, e subtraídas para comandar o outro lado; de modo a realizar um balanço equilibrado e distribuído por lado em relação ao valor do acoplamento teórico necessário para obter a ondulação definida pelo modelo. Evidentemente, e sempre de acordo com o processo de acordo com a presente invenção, se os meios de regulagem individuais do acoplamento dos cilindros ativos (52) são constituídos por uma fileira de macacos hidráulicos, será

vantajoso superpor à regulagem do acoplamento da fileira de macacos, uma regulagem individual diferencial de cada macaco que permite realizar um efeito de curvatura no rolo ativo, obtendo uma melhor distribuição do efeito de nivelamento na largura do produto a ser nivelado.

Em um processo de acordo com a presente invenção, as instruções de balanço são elaboradas durante uma fase de equinivelamento em um produto usinado plano e de espessura conhecida que serve de calibre.

Introduz-se esse produto ou calibre na máquina e comanda-se um ligeiro acoplamento para provocar um aperto dos rolos ativos sobre o produto ou calibre. Medem-se então os esforços de nivelamento induzidos de cada lado da máquina, por exemplo por meio de sensores de esforço (35) instalados nos macacos (3) quando se está em presença de uma máquina do tipo descrito na Figura 2. Comanda-se então um balanço de modo a equilibrar os esforços de um lado e do outro da máquina, se eles não estiverem equilibrados inicialmente, apertando o lado da máquina que gera o menor esforço, e anota-se o valor do balanço que permite obter a igualdade dos esforços de cada lado. Toda essa seqüência é gerenciada pelo calculador (100) que permite memorizar os valores dos esforços e os dos balanços produzidos. Esses valores são utilizados a seguir durante a operação da máquina como pré-regulagem do balanço para todas as regulagens de acoplamento que serão determinadas pelo modelo instalado no calculador (100) e de acordo com o modo de realização que foi descrito anteriormente. Esse processo de equinivelamento é, de acordo com a presente invenção, utilizado com todos os modos de realização do processo descritos, ou seja, ele pode ser realizado pelos dois grupos dos macacos (3) (um grupo para cada lado da máquina) no caso de não se dispor de um sensor para a mensuração do afastamento dos rolos ativos, mas ele pode também ser realizado procedendo-se a um equinivelamento simultâneo mas independente dos macacos (3) da zona de

entrada e os da zona de saída no caso de se dispor de uma medida em cada uma dessas zonas.

Pode-se também estabelecer um processo de equinivelamento equivalente, e sempre de acordo com o processo da presente invenção, no modo de realização para o qual os dispositivos de suporte (52) de cada rolo ativo superior (4) é um dispositivo constituído por uma fileira de macacos hidráulicos, bem como de uma medida absoluta do afastamento para cada par de rolos ativos. O procedimento é o mesmo e consiste em comandar um balanço de cada par de rolos ativos até a obtenção da igualdade dos esforços aplicados em sua extremidade, e utilizando esse valor de balanço como instrução para qualquer operação posterior da máquina.

De acordo com um processo melhorado da presente invenção, o equinivelamento é realizado em uma banda em deslocamento. Utiliza-se para isso um produto usinado plano e de espessura conhecida e constante, comanda-se um ligeiro acoplamento dos rolos ativos que correspondem a cada cota um pouco inferior à espessura do produto que serve de calibre, e introduz-se e desloca-se o produto na máquina. Os esforços gerados de cada lado da máquina são medidos e memorizados, e calcula-se o valor médio durante todo o tempo do deslocamento. O equinivelamento será então realizado introduzindo o balanço que permite igualar esses valores médios.

Evidentemente, a presente invenção não se limita aos detalhes dos modos de realização que acabam de ser descritos a título de simples exemplos e variante podem ser utilizadas sem fugir do âmbito das reivindicações.

Em um modo de realização simplificado no qual um único sensor (6) é instalado para medir o afastamento dos rolos ativos (4, 4'), por exemplo, na zona central da máquina, pode-se prover a introdução de um balanço regulável entre a zona de entrada e a zona de saída introduzindo-o ao nível

dos circuitos eletrônicos (9), de modo a obter uma redução da taxa de plasticidade, o que pode ser necessário em certos casos.

Em resumo, para nivelar uma chapa pelo processo de acordo com a presente invenção, começa-se pelo cálculo, por meio de um modelo de nivelamento, dos afastamentos que devem apresentar em carga os rolos de nivelamento. O modelo de nivelamento que deve ser utilizado é, por exemplo, um modelo que o técnico no assunto conhece. Esse modelo calcula o comportamento do produto a ser nivelado e da niveladora a partir das características geométricas e mecânicas da chapa a ser nivelada e da niveladora (por exemplo: espessura e largura da chapa, limite de elasticidade à temperatura de nivelamento do metal de que ela é constituída, eventualmente amplitude e natureza dos defeitos; número de rolos niveladores, distância entre rolos de um mesmo aparelho, diâmetro dos rolos).

Ele permite, por métodos que o técnico no assunto saberá pôr em prática, determinar uma ótima regulagem da niveladora, e também determinar as instruções de aperto em particular na entrada e na saída da niveladora.

As instruções de regulagens podem ser completadas por instruções de balanceamento entre os dois lados da niveladora, determinadas pela operação de equinivelamento.

Por meio das instruções de regulagens, eventualmente completadas pelas instruções de balanceamento, realiza-se primeiramente uma pré-regulagem da niveladora sem carga, e a seguir, durante o nivelamento (quando a niveladora está com carga), regulam-se os afastamentos dos rolos ativos tais como eles são medidos para que permaneçam sensivelmente iguais aos valores de referência.

Os sinais de referência inseridos após as características técnicas mencionadas nas reivindicações têm por único objetivo facilitar a compreensão destas últimas, mas não limitam de forma alguma seu alcance.

REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO PARA AUMENTAR O CONTROLE EM MÁQUINAS NIVELADORAS, particularmente, a precisão de controle do trajeto de um produto em uma máquina de nivelar, que compreende uma gaiola de suporte fixa (1), dois aparelhos de nivelamento com rolos paralelos, dispostos respectivamente acima (2) e abaixo (2') de uma banda, os dispositivos necessários à regulagem do acoplamento dos rolos (3, 52), meios de mensuração (35) dos esforços de nivelamento, pelo menos dos dois lados da máquina, sendo caracterizado pelo fato de um modelo teórico (110) de pré-regulagem fornecer pelo menos um valor de referência para a pré-regulagem dos acoplamentos e pelo fato de que, durante o nivelamento, mede-se diretamente pelo menos um valor de afastamento dos rolos de nivelamento, o qual é comparado com os valores de referência e, ainda, pelo fato de se agir sobre os órgãos de regulagem da posição dos rolos de acoplamento (3, 52) para manter os valores mensurados iguais aos valores de referência com uma precisão elevada, mantendo o trajeto do produto a ser nivelado no interior da máquina conforme a ondulação prevista pelo modelo (110) para realizar o nivelamento.

2. PROCESSO PARA AUMENTAR O CONTROLE EM MÁQUINAS NIVELADORAS, particularmente, o controle do trajeto de um produto em uma máquina de nivelar de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de serem realizadas duas mensurações do valor de afastamento dos rolos de nivelamento, uma primeira na entrada da máquina e, respectivamente, uma segunda na saída da máquina, e cada uma dessas medidas é comparada com o valor de referência dada pelo modelo (110) e pelo fato de se atuar sobre os órgãos de regulagem da posição (3, 52) dos rolos de nivelamento na entrada e respectivamente na saída da máquina, mantendo o valor mensurado igual ao valor de referência com uma precisão elevada de

modo a permitir a realização da redução da taxa de plastificação prevista pelo modelo (110) para realizar o nivelamento.

3. PROCESSO PARA AUMENTAR O CONTROLE EM MÁQUINAS NIVELADORAS, particularmente, o controle do trajeto de um produto em uma máquina de nivelar de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ser realizado uma medição do valor de afastamento de cada um dos rolos de nivelamento (4, 4'), de ser comparada cada uma dessas medidas com o valor de referência dado pelo modelo (110) e de ser atuado sobre os órgãos de regulagem (3) individuais da posição de cada um dos rolos de nivelamento para manter o valor mensurado igual ao valor de referência com uma precisão elevada de modo a realizar a ondulação e a redução da taxa de plastificação previstas pelo modelo (110) para realizar o nivelamento.

4. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que se procede a um equinivelamento dos rolos ativos em uma chapa usinada plana de espessura conhecida, modificando de modo diferencial a posição dos rolos ativos por um balanço lateral de um lado sobre o outro para obter a igualdade dos esforços de nivelamento dos dois lados da máquina medidos pelos dispositivos de mensuração (35).

5. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o equinivelamento é realizado em uma chapa em deslocamento modificando-se de modo diferencial a posição dos rolos ativos através de um balanço lateral de um lado sobre outro e pelo fato de se proceder à equalização das médias dos esforços registrados pelos dispositivos de mensuração (35) de cada lado durante o referido deslocamento.

6. INSTALAÇÃO DE NIVELAMENTO COM ROLOS PARALELOS, para a realização do processo conforme definido em qualquer

uma das reivindicações 1 a 5, que compreende uma gaiola de suporte fixa (1), dois aparelhos de nivelamento com rolos paralelos dispostos respectivamente acima (2) e abaixo (2') de uma banda, dispositivos (3, 52) necessários para a regulagem do acoplamento dos rolos (4, 4') e meios de mensuração (35) dos esforços de nivelamento de pelo menos de cada lado da máquina, caracterizado pelo fato de que a instalação é dotada de pelo menos um dispositivo (6, 6') que permite a mensuração direta do valor do afastamento dos rolos de nivelamento em pelo menos um ponto.

7. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato de que compreende pelo menos um dispositivo eletrônico (9) que permite subordinar o afastamento medido dos rolos de nivelamento ao valor teórico dado pelo modelo (110) que atua sobre os dispositivos (3) de regulagem do acoplamento.

8. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato dos dispositivos de regulagem do acoplamento (3) compreenderem um comando hidráulico.

9. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato da instalação ser dotada de um dispositivo que permite a mensuração direta do valor de afastamento dos rolos de nivelamento em pelo menos dois pontos, um (6) situado na zona de entrada da máquina e o outro (6') situado na zona de saída.

10. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de compreender pelo menos um dispositivo eletrônico (9) que permite subordinar o afastamento mensurado dos rolos de nivelamento situados na zona de entrada da máquina e respectivamente na zona de saída ao valor teórico dado pelo modelo (110) para o afastamento dos rolos situados na zona de entrada da máquina e respectivamente na zona de saída que atuam de modo independente sobre os dispositivos de regulagem do

acoplamento (3) dos rolos de cada uma das zonas respectivamente de entrada e de saída.

11. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato dos dispositivos de regulagem (3) dos acoplamentos compreenderem um comando hidráulico.

12. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pelo fato da instalação ser dotada de um dispositivo (6, 6') que permite a mensuração direta e separada do valor de afastamento de cada par de rolos ativos de nivelamento (4, 4').

13. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de compreender um meio de regulagem individual da posição de cada rolo de nivelamento, e pelo menos um dispositivo eletrônico (9) que permite subordinar o afastamento mensurado de cada um dos rolos de nivelamento ao valor teórico dado pelo modelo (110) para o afastamento de cada um dos rolos que atuam de modo independente sobre seu dispositivo (52) de regulagem do acoplamento.

14. INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato do dispositivo (52) de regulagem do acoplamento de cada rolo (4) compreender um comando hidráulico.

15. INSTALAÇÃO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8, 11 ou 14, caracterizada pelo fato do ou dos dispositivos eletrônicos (9) permitirem subordinar o afastamento mensurado dos rolos de nivelamento ao valor teórico dado pelo modelo (110) que ela compreende, e permitir regular um balanço lateral diferencial dos rolos de um lado em relação ao outro a partir de um valor de referência.

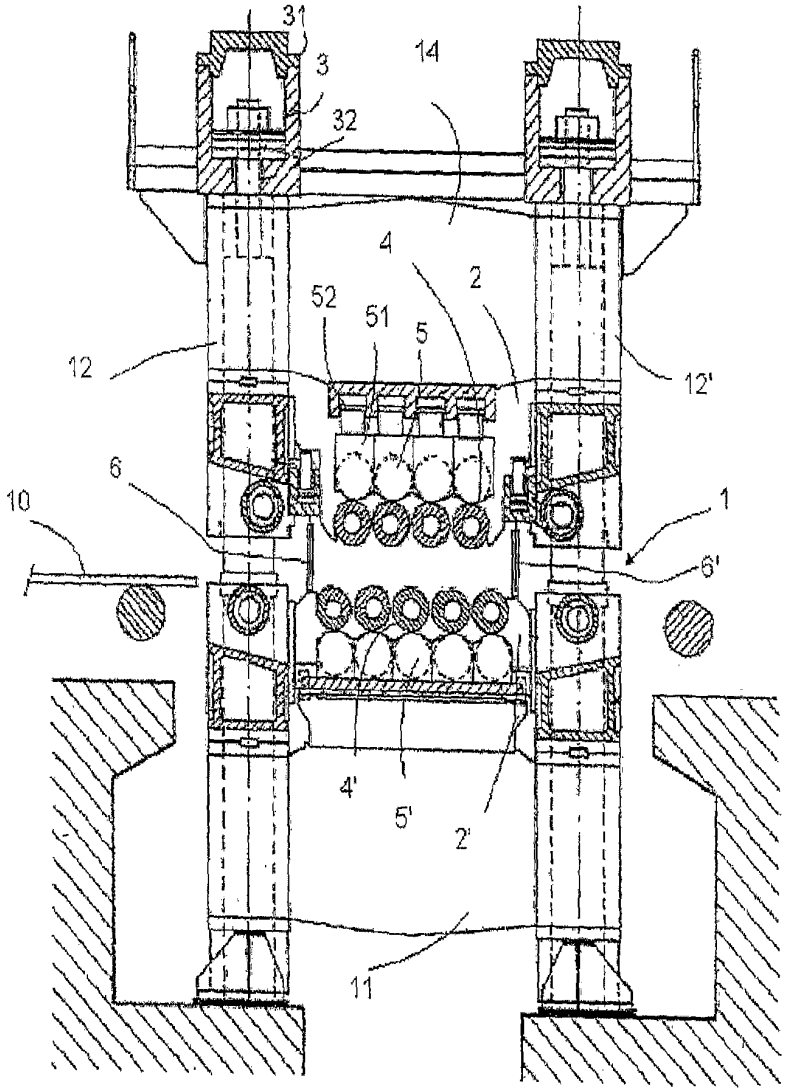

Fig. 1

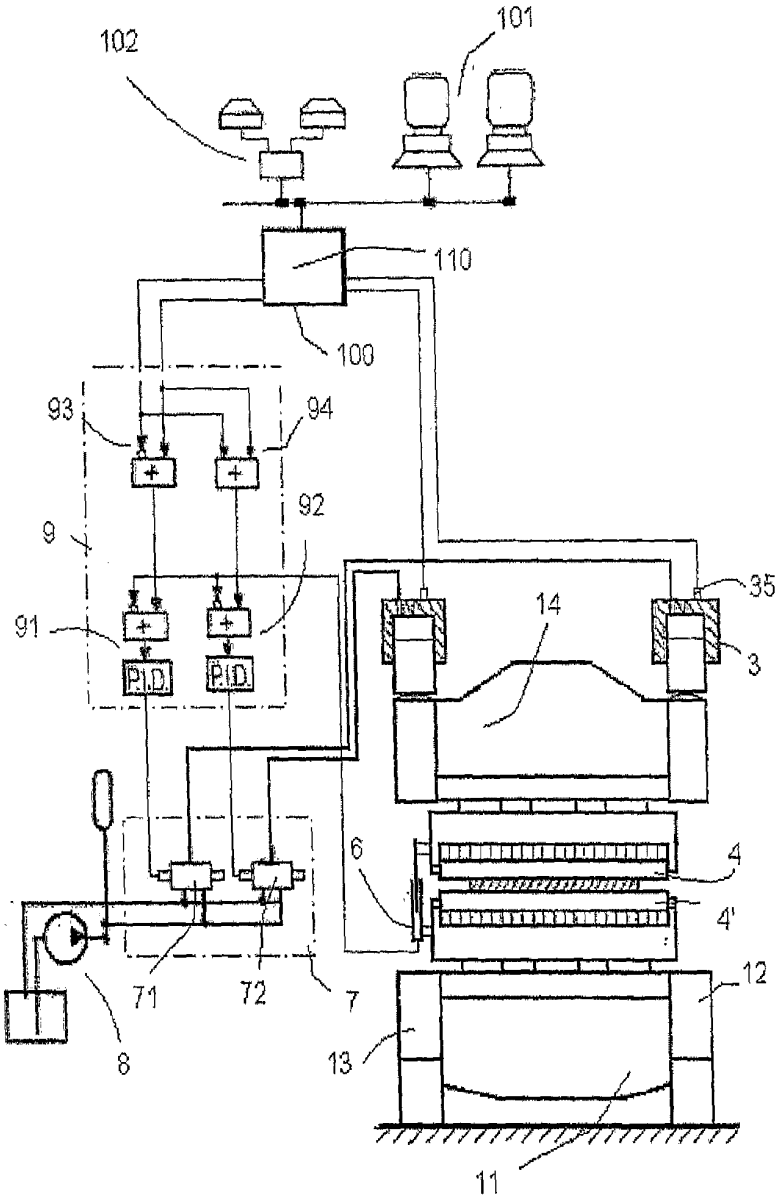

Fig. 2

RESUMO

"PROCESSOS PARA AUMENTAR O CONTROLE EM MÁQUINAS NIVELADORAS E INSTALAÇÃO DE NIVELAMENTO COM ROLOS PARALELOS"

Processo de aumento de precisão do controle do trajeto do produto em uma máquina de nivelar que compreende uma gaiola de suporte fixa (1), dois aparelhos de nivelamento com rolos paralelos, dispostos respectivamente acima (2) e abaixo (2') de uam banda, os dispositivos necessários à regulagem do acoplamento dos rolos (3, 52), meios de mensuração (35) dos esforços de nivelamento pelo menos dos dois lados da máquina, um modelo teórico (110) de pré-regulagem. Mede-se diretamente pelo menos um valor de afastamento dos rolos de nivelamento que é comparado com os valores de referência, e atua-se sobre os órgãos de regulagem da posição dos rolos de nivelamento (3, 52) para manter os valores mensurados iguais aos valores de referência. O processo de acordo com a presente invenção destina-se particularmente às máquinas niveladora de produtos metálicos planos.