



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

(21) **PI 0713147-0 A2**



(22) Data de Depósito: 13/06/2007
(43) Data da Publicação: 20/03/2012
(RPI 2150)

(51) *Int.Cl.:*
B21B 13/14

(54) **Título:** ARMAÇÃO DE LAMINAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE TIRA LAMINADA OU CHAPA

(30) **Prioridade Unionista:** 14/06/2006 AT A1021/2006

(73) **Titular(es):** Siemens Vai Metals Technologies GMBH & CO

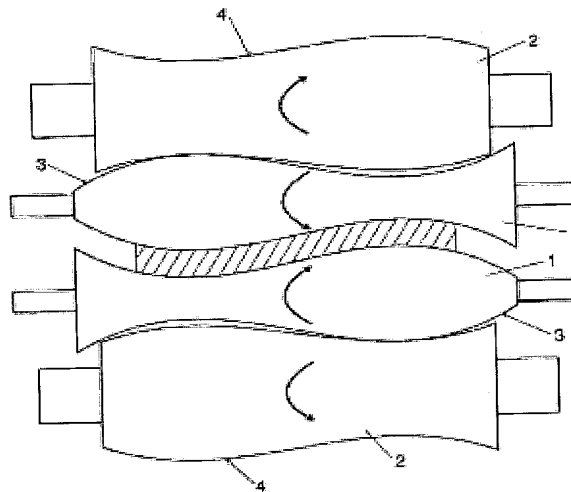
(72) **Inventor(es):** Alois Seilinger, Markus Widder

(74) **Procurador(es):** Flávia Salim Lopes

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007005218 de 13/06/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/144162de 21/12/2007

(57) **Resumo:** ARMAÇÃO DE LAMINAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE TIRA LAMINADA OU CHAPA. Em uma Armação de laminação para produção de tira laminada ou chapa com rolos de trabalho (1), que se apóiam em rolos de apoio ou rolos intermediários e rolos de apoio, sendo que os rolos de trabalho (1) e/ou rolos intermediários estão dispostos deslocáveis axialmente entre si na Armação de laminação e cada rolo de trabalho e/ou intermediário apresenta um contorno de superfície de cilindro (3) se estendendo por um comprimento de superfície de cilindro total efetivo, curvado, passível de descrição por uma função trigonométrica, e esses dois contornos de superfície de cilindro (3) se complementam exclusivamente em uma determinada posição axial relativa dos rolos do par de rolos no estado não carregado, heterogeneidades na distribuição de carga ao longo da linha de contato entre dois rolos vizinhos devem ser minimizadas. Para essa finalidade se propõe que os rolos de apoio apresentem um contorno de superfície de cilindro (4) complementar e que os contornos de superfície de cilindro (3, 4) dos rolos de apoio e dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos se complementem total ou parcialmente no estado não carregado.



**ARMAÇÃO DE LAMINAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE TIRA LAMINADA OU
CHAPA**

A invenção refere-se a uma armação de laminador para produção de tira laminada ou chapa com rolos de trabalho, que se apóiam em rolos de apoio ou rolos intermediários e rolos de apoio, sendo que os rolos de trabalho e/ou rolos intermediários estão dispostos deslocáveis axialmente entre si na armação de laminador e cada rolo de trabalho e/ou intermediário apresenta um contorno de superfície de cilindro se estendendo por um comprimento de superfície de cilindro total efetivo, curvado, passível de descrição por uma função trigonométrica, e esses dois contornos de superfície de cilindro se complementam exclusivamente em uma determinada posição axial relativa dos rolos do par de rolos no estado não carregado.

Em armações de laminador quádruplas ou armações de laminador sêxtuplas é prática usual equipar ao menos os dois rolos de trabalho ou os dois rolos intermediários com um contorno de superfície especial e dispositivos de ajuste atuando axialmente para esses rolos de trabalho ou rolos de apoio, para se poder ajustar o contorno de fenda de laminação em função do perfil de tira de laminação atual.

Uma armação de laminador do tipo segundo o gênero já é conhecida da AT 410765 B. O contorno de superfície de rolo desses rolos conhecidos no mundo especializado pelo nome de SmartCrown® pode ser descrito matematicamente por uma função senoidal modificada. Mediante seleção apropriada dos parâmetros de contorno resulta então uma fenda de laminação vazia em forma de cosseno, que pode ser

especificamente influenciada em sua amplitude por deslocamento axial dos rolos.

Com emprego de rolos de trabalho ou rolos intermediários com esse contorno de superfície especial e rolos de apoio de forma cilíndrica em armações de laminador quádruplas ou sêxtuplas, como é usual no caso normal, é inevitável que no decorrer da operação de laminação ocorram distribuições de carga desiguais entre os rolos de apoio e os rolos imediatamente vizinhos. Como a região de superfície a ser coberta com auxílio dos rolos contornados sempre é determinada pelos requisitos do processo de laminação, como por exemplo por distintos parâmetros de processo, dimensões e propriedades técnicas de deformação do material laminado, o curso de deslocamento dos rolos contornados é a única grandeza de influência, com a qual pode ser influenciada a intensidade da desigualdade da distribuição da carga.

Constitui, portanto, objetivo da presente invenção evitar as desvantagens anteriormente descritas do estado atual da técnica e propor uma armação de laminador, em que sejam minimizadas as desigualdades na distribuição de carga ao longo da linha de contato dos rolos de apoio e seus rolos vizinhos e especialmente eliminados picos de carga localizados na curva de distribuição de carga e, com isso, aumentada a vida útil dos rolos e reduzidos os necessários intervalos de nova esmerilhagem.

Esse objetivo é alcançado em uma armação de laminador do tipo descrito no início pelo fato de que os rolos de apoio apresentam um contorno de superfície de complementar e no estado não carregado ocorre uma

complementação parcial ou total dos contornos de superfície dos rolos de apoio e dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos.

Em uma armação quádrupla, essa complementação
5 parcial ou total dos contornos de superfície se refere a ambos os rolos de apoio e aos rolos de trabalho respectivamente vizinhos. Com uma armação sêxtupla, essa complementação parcial ou total dos contornos de superfície se refere aos rolos de apoio e aos rolos intermediários
10 respectivamente vizinhos.

Do ponto de vista de técnica de processo, é vantajoso um curso de deslocamento dos rolos de trabalho tão curto quanto possível, pois assim tanto o tempo de deslocamento como também as guias de deslocamento a serem
15 previstas em técnica de equipamento podem ser mantidos curtos. Um curto curso de deslocamento conduz, todavia, a que, com uma faixa de ajuste de perfil predeterminada dos rolos de trabalho, ocorram maiores diferenças de diâmetro pelo comprimento de superfície do que com um curso de
20 deslocamento mais longo. Essas desvantagens de um curso de deslocamento curto podem ser essencialmente reduzidas pela complementação complementar dos contornos de superfície de rolos de apoio e rolos vizinhos.

Os rolos na armação de laminador, segundo uma forma
25 de execução possível da invenção, são de tal maneira alinhados que uma complementação total dos contornos de superfície de cilindro dos rolos de apoio e dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos ocorre no estado não deslocado dos rolos de trabalho ou
30 rolos intermediários imediatamente vizinhos.

Como o máximo curso de deslocamento via de regra é, no entanto, essencialmente menor do que o comprimento de superfície de rolo, também em um estado deslocado dos rolos no estado não carregado entre os rolos ocorrem fendas
 5 menores do que com rolos de apoio cilíndricos, resultando em todo estado operacional uma distribuição de carga aproximadamente homogênea entre os rolos.

Segundo uma outra forma de execução possível da invenção, o objetivo que serve de base é alcançado pelo
 10 fato de que uma complementação total dos contornos de superfície de cilindro dos rolos de apoio e dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos ocorre no estado não deslocado dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos sob a condição
 15 de que com um radio de rolo de apoio $R_B(x)$ correspondente à fórmula $R_B(x) = R_0 + k \cdot r_B(x)$

com

$R_B(x)$ raio de rolos de apoio no ponto x da extensão de rolo de apoio axial

20 R_0 offset de raio

$r_B(x)$ contorno no ponto x da extensão de rolos de apoio axial

k fator de correção

o fato de correção k é estabelecido no intervalo $0 < k \leq 2$

25 com exclusão do valor $k = 1$.

Essa fórmula pode ser depreendida de uma observação das correlações geométricas com uma complementação total dos contornos de superfície de rolo de um rolo de apoio e seus rolos vizinhos.

30 Com uma complementação total do contorno de

superfície de rolo do rolo de apoio e do rolo vizinho (rolo intermediário ou rolo de trabalho) os eixos de ambos os rolos no estado não carregado são paralelos. Para os raios dos rolos isso significa:

$$5 \quad R_N(x) = R_B(x) = A$$

com

$R_N(x)$ raio do rolo vizinho no ponto x

$R_B(x)$ raio do rolo de apoio no ponto x

A distância axial.

10 Pela definição do contorno do rolo de trabalho ou intermediário é assim completamente determinado também o contorno do rolo de apoio nesse caso. O radio se compõe então de um valor offset R_0 e do contorno r_B propriamente dito, que representa uma função senoidal modificada:

$$15 \quad R_B(x) = A - R_N(x) = R_0 + r_B(x)$$

com

R_0 offset de raio

$r_B(x)$ contorno no ponto x .

20 Uma complementação total ocorre portanto quando a função de contorno r_B é modificada por um fator de correção k . Disso se segue:

$$R_B(x) = R_0 + k \cdot r_B(x)$$

com

k fator de contorno ($k \neq 1$).

25 Para o caso de $k = 1$, resulta a complementação total dos contornos de superfície de rolo. Com um desvio do fator de contorno k do valor $k = 1$, não mais está dada uma complementação total dos contornos de superfície de rolo. O fator de contorno pode ser maior ou menor do que 1. A
30 posição dos pontos extremos e dos pontos de virada do

contorno de superfície de rolo permanece inalterada. Assumindo o fator de contorno k o valor 0, o contorno de superfície de rolo de apoio é cilíndrico. Uma redução suficiente das desigualdades na distribuição de carga ao longo do contorno de superfície de rolo é obtida com fatores de correção na faixa de $0 < k \leq 2$ com exclusão do valor $k = 1$.

Para se evitar pressões de aresta inadmissivelmente altas entre rolos de trabalho e rolos de apoio ou entre rolos intermediários e rolos de apoio, as extremidades de superfície dos rolos são usualmente chanfradas e apresentam assim nessas regiões de borda uma posição livre. Posições livres desse tipo são conhecidas já da EP 0 258 482 A1 ou da EP 1 228 818 A2. Essas posições livres são executadas em superfície de rolo contornadas em regiões de borda com raio de superfície crescente para a borda por uma extremidade de superfície cilíndrica, como representado na EP 0 258 482 A1, ou, em rolos com contorno de superfície de rolo cilíndrica podem ser formadas por uma região de borda em forma de cone, como representado e descrito por exemplo na EP 1 228 818 A2. Em todo caso, nessas posições livres conhecidas ocorre apenas um prolongamento da compressão crítica das extremidades de superfície (arestas) para a região de transição entre o contorno de superfície restante e o contorno da chanfradura, pois nessa configuração da chanfradura novamente ocorre uma dobra na curva de contorno da superfície de rolo.

Para equalizar ainda mais a carga nas regiões extremas das superfícies de rolo e, com isso, eliminar pivôs de carga por compressão, o contorno de superfície dos

rolos de trabalho ou dos rolos intermediários ou dos rolos de apoio apresenta em ao menos uma das regiões de borda de sua extensão longitudinal chanfragens, que formam nessas regiões de borda contornos de superfície corrigidos, que resultam por subtração de uma função de chanfragem matemática qualquer da função de contorno, sendo que a inclinação do contorno de superfície e a inclinação do contorno de superfície de corrigida são iguais no ponto de transição do contorno de superfície para o contorno de superfície corrigido.

Resultados muito bons quanto à redução e equalização da distribuição de carga são obtidos quando a função de chanfragem é formada por uma função circular. Resultados semelhantemente boas são também obtidos quando a função de chanfragem é formada por uma função senoidal ou uma função de 2ª ordem, por exemplo uma função parabólica.

Outras vantagens e características da presente invenção resultam da descrição a seguir de exemplos de execução não restritivos, fazendo-se referência às figuras em apenso, que mostram:

Fig. 1 - a representação esquemática de uma armação quádrupla com rolos de trabalho contornados e rolos de apoio cilíndricos segundo o estado atual da técnica,

Fig. 2 - a distribuição de carga típica entre rolos de trabalho e rolos de apoio em uma armação quádrupla segundo figura 1,

Fig. 3 - a representação esquemática de uma armação quádrupla com rolos de trabalho contornados e rolos de apoio complementares segundo a invenção,

Fig. 4 - a distribuição de carga típica entre rolos

de trabalho e rolos de apoio em uma armação quádrupla com a execução de rolos segundo a figura 3 de acordo com a invenção,

Fig. 5 - a representação esquemática de uma armação
5 sêxtupla com rolos de apoio contornado e rolos intermediários complementares segundo a invenção,

Fig. 6 - a representação esquemática de uma armação quádrupla com rolos de trabalho contornados e rolos de apoio complementares segundo a invenção com um fator de
10 correção $k = 0,75$,

Fig. 7 - o contorno segundo a invenção do rolo de apoio superior com uma chanfragem circular em comparação com um contorno de superfície segundo o estado atual da técnica.

15 Nas figuras 1 a 4 a distribuição de carga entre rolos de apoio e rolos de trabalho com um contorno de superfície de rolo segundo o estado atual da técnica é confrontada com a distribuição de carga entre rolos de apoio e rolos de trabalho com um contorno de superfície de
20 rolo segundo a invenção no exemplo de uma armação quádrupla.

A figura 1 mostra, em uma representação esquemática, a disposição de rolos em uma armação quádrupla para laminação de uma tira de metal B, especialmente de uma
25 tira de aço com rolos de trabalho 1 e rolos de apoio 2. Os rolos de trabalho 1 axialmente deslocáveis apresentam respectivamente um contorno de superfície 3 passível de ser descrita por uma função senoidal modificada. Esses contornos de superfície 3 se completam de modo complementar
30 em uma determinada posição axial relativa dos rolos do par

de rolos de trabalho. Os rolos de trabalho 1 são apoiados por rolos de apoio 2, que apresentam um contorno de superfície cilíndrico e apóiam forças de laminação atuando sobre os rolos de trabalho. A distribuição de carga entre o rolo de trabalho 1 superior e o rolo de apoio 2 superior é representada para esse caso da configuração de superfície de rolos na figura 2, sendo que a força específica entre os rolos é aplicada pelo comprimento de superfície e, de um lado, surgem picos de carga na região de aresta e, de outro lado, ocorrem valores máximos e mínimos em correspondência à curva de contorno senoidal. Para quatro valores selecionados do máximo deslocamento axial relativo (curso de deslocamento) dos rolos de trabalho entre si estão representadas curvas de distribuição de carga.

A figura 3 mostra, em uma representação esquemática, a disposição de rolos em uma armação quádrupla com rolos de trabalho 1 e rolos de apoio 2. Os rolos de trabalho 1 axialmente deslocáveis apresentam, respectivamente, um contorno de superfície passível de descrição por uma função senoidal modificada, sendo que esses contornos de superfície em uma determinada posição axial relativa dos rolos de trabalho se completam complementarmente. Os dois rolos de apoio 2 apresentam, igualmente, um contorno de superfície se completando complementarmente, que igualmente é formado por uma função senoidal modificada, sendo que os contornos de superfície do rolo de trabalho 1 e do rolo de apoio 2 cooperantes, vizinhos, se complementam totalmente em um estado não carregado. A distribuição de carga entre o rolo de trabalho

1 superior e o rolo de apoio 2 superior está representada, para esse caso da configuração de superfície de rolos, na figura 4. Picos de carga na região de aresta ocorrem com distinta intensidade em função do deslocamento axial. No
5 total, contudo, pela curva de superfície de rolo na execução segundo a invenção se nota já uma equalização básica da distribuição de carga.

A figura 5 mostra, em uma disposição esquemática, os rolos em uma armação sêxtupla com rolos de trabalho 1,
10 rolos intermediários 5 e rolos de apoio 2, sendo que os rolos de trabalho estão apoiados nos rolos de apoio através dos rolos intermediários. Os rolos de trabalho 1 são equipados com um contorno de superfície 3 cilíndrica. Segundo uma outra configuração possível, o contorno de
15 superfície dos rolos de trabalho, no entanto, pode também se orientar pelo contorno de superfície dos rolos intermediários vizinhos. Os rolos intermediários 5 apresentam um contorno de superfície 6 passível de descrição por uma função senoidal modificada. Igualmente
20 apresentam os rolos de apoio 2 um contorno de superfície 4 passível de descrição por uma função senoidal. Os contornos de superfície 4 dos rolos de apoio 2 e o contorno de superfície dos rolos intermediários 5 se completam totalmente na posição axial não deslocada dos rolos
25 intermediários 5 axialmente deslocáveis no estado não carregado.

A figura 6 mostra rolos de trabalho 1 e rolos de apoio 2 em uma armação quádrupla em uma representação esquemática, sendo que a estrutura básica dos contornos de
30 superfície 3, 4 segue a forma de execução segundo a figura

3. Todavia, a curva de contorno está alterada por um fator de contorno $k = 0,75$, com o que ocorre no estado não carregado apenas mais uma complementação parcial dos contornos de superfície do rolo de apoio 2 e do rolo de trabalho 1 imediatamente vizinho.

Segundo uma forma de execução não representada, é igualmente possível em uma armação sêxtupla, analogamente à figura 5, modificar a curva de contorno dos rolos de apoio e dos rolos intermediários por um fator de correção k , com o que no estado não carregado ocorre apenas mais uma complementação parcial dos contornos de superfície do rolo de apoio e do rolo intermediário imediatamente vizinho.

Na figura 7 está representada a curva do contorno de superfície de rolo 7 de um rolo de apoio ou rolo intermediário ou rolo de trabalho pelo comprimento de superfície. Com linhas 8, 9 mistas estão representadas possibilidades, conhecidas do estado atual da técnica, da chanfragem de um rolo em suas regiões extremas, para se evitar altas compressões de aresta. A chanfragem correspondente à linha 8 mista produz uma região extrema cilíndrica e a chanfragem correspondente à linha 9 mista uma região extrema em forma de cone nos rolos, sendo que em ambos os casos ocorre uma virada na curva de contorno pelo comprimento da superfície, que forma uma aresta circundante sobre o rolo. Um aperfeiçoamento das relações de carga resulta por uma chanfragem quase aproximada no contorno de superfície, com o que em ambos os lados ocorre um contorno de superfície corrigido, que é ilustrado pelas linhas pontilhadas 11 e 12. No ponto de transição P do contorno de superfície para o contorno de superfície

corrigido apresentam ambas as curvas a mesma inclinação que a tangente.



REIVINDICAÇÕES

1. Armação de laminação para produção de tira laminada ou chapa com rolos de trabalho, que se apóiam em rolos de apoio ou rolos intermediários e rolos de apoio, sendo que
5 os rolos de trabalho e/ou rolos intermediários estão dispostos deslocáveis axialmente entre si na Armação de laminação e cada rolo de trabalho e/ou intermediário apresenta um contorno de superfície de cilindro se estendendo por um comprimento de superfície de cilindro
10 total efetivo, curvado, passível de descrição por uma função trigonométrica, e esses dois contornos de superfície de cilindro se complementam exclusivamente em uma determinada posição axial relativa dos rolos do par de rolos no estado não carregado, caracterizada pelo fato de
15 que os rolos de apoio apresentam um contorno de superfície de cilindro complementar e no estado não carregado ocorre uma complementação parcial ou total dos contornos de superfície de cilindro dos rolos de apoio e dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos.

20 2. Armação de laminação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que uma complementação total dos contornos de superfície de cilindro dos rolos de apoio e dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos ocorre no estado não deslocado dos
25 rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos.

3. Armação de laminação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que uma complementação total dos contornos de superfície de cilindro dos rolos de apoio
30 e dos rolos de trabalho ou rolos intermediários

imediatamente vizinhos ocorre no estado não deslocado dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos sob a condição de que com um raio de rolo de apoio $R_B(x)$ correspondente à fórmula

$$5 \quad R_B(x) = R_0 + k \cdot r_s(x)$$

com

$R_B(x)$ raio de rolos de apoio no ponto x da extensão de rolo de apoio axial

R_0 offset de raio

10 $r_s(x)$ contorno no ponto x da extensão de rolos de apoio axial

k fator de correção

o fato de correção k é estabelecido no intervalo $0 < k \leq 2$ com exclusão do valor $k = 1$.

15 4. Armação de laminação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizada pelo fato de que o contorno de superfície de cilindro dos rolos de trabalho ou dos rolos intermediários ou dos rolos de apoio apresenta em ao menos uma das regiões de borda de sua
20 extensão longitudinal chanfragens e formam nessas regiões de borda contornos de superfície de cilindro corrigidos, que resultam por subtração de uma função de chanfragem matemática qualquer da função de contorno, sendo que a
25 inclinação do contorno de superfície de cilindro e a inclinação do contorno de superfície de cilindro corrigida são iguais no ponto de transição do contorno de superfície de cilindro para o contorno de superfície de cilindro corrigido.

30 5. Armação de laminação, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a função de

chanfragem é uma função circular.

6. Armação de laminação, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a função de chanfragem é uma função senoidal.

5 7. Armação de laminação, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que a função de chanfragem é uma função de 2ª ordem.

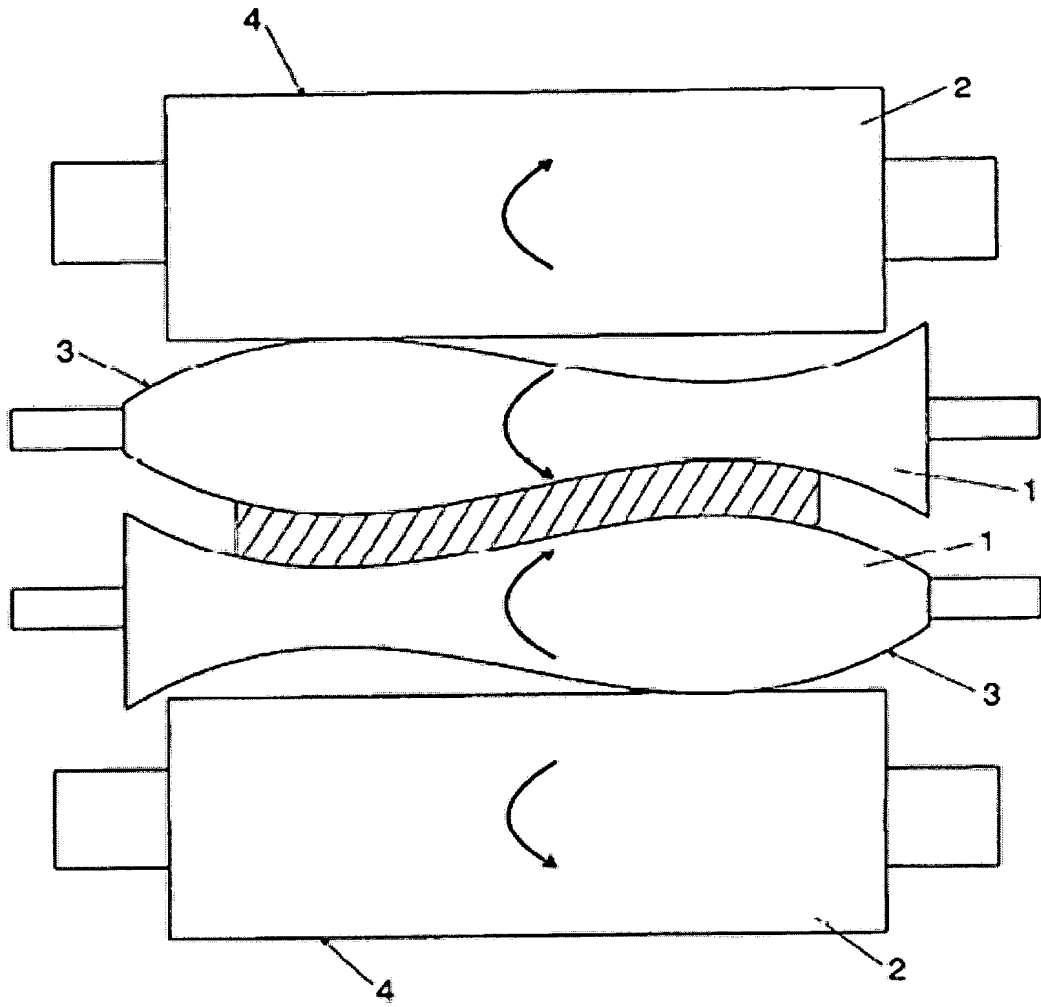


FIG.1

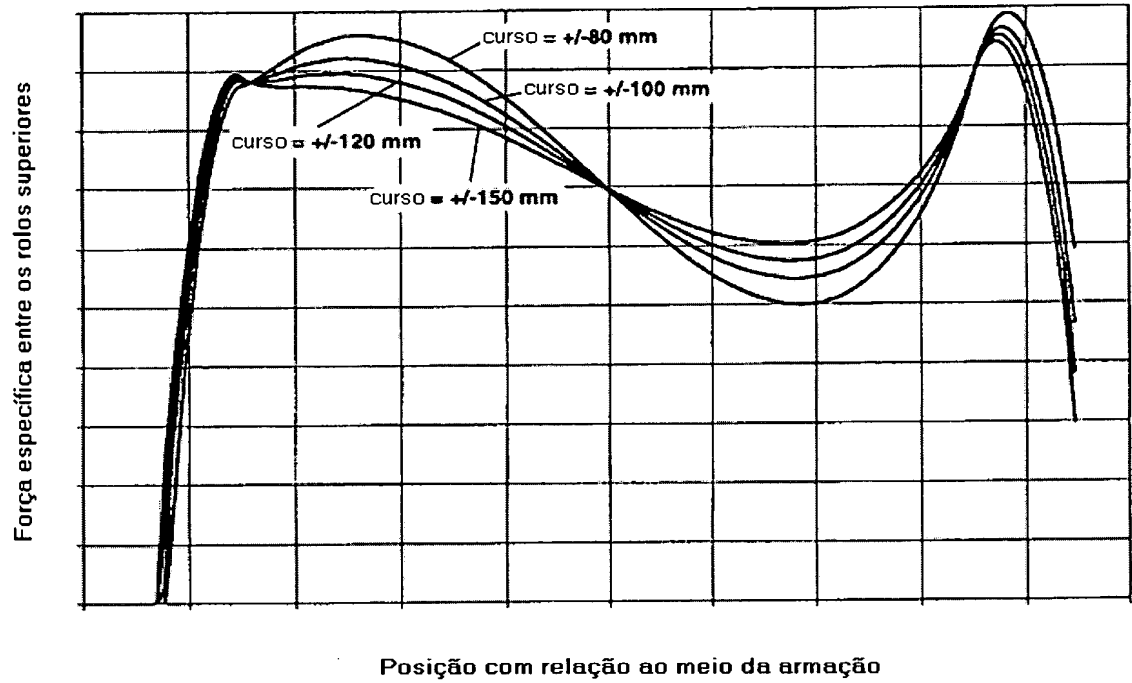


FIG.2

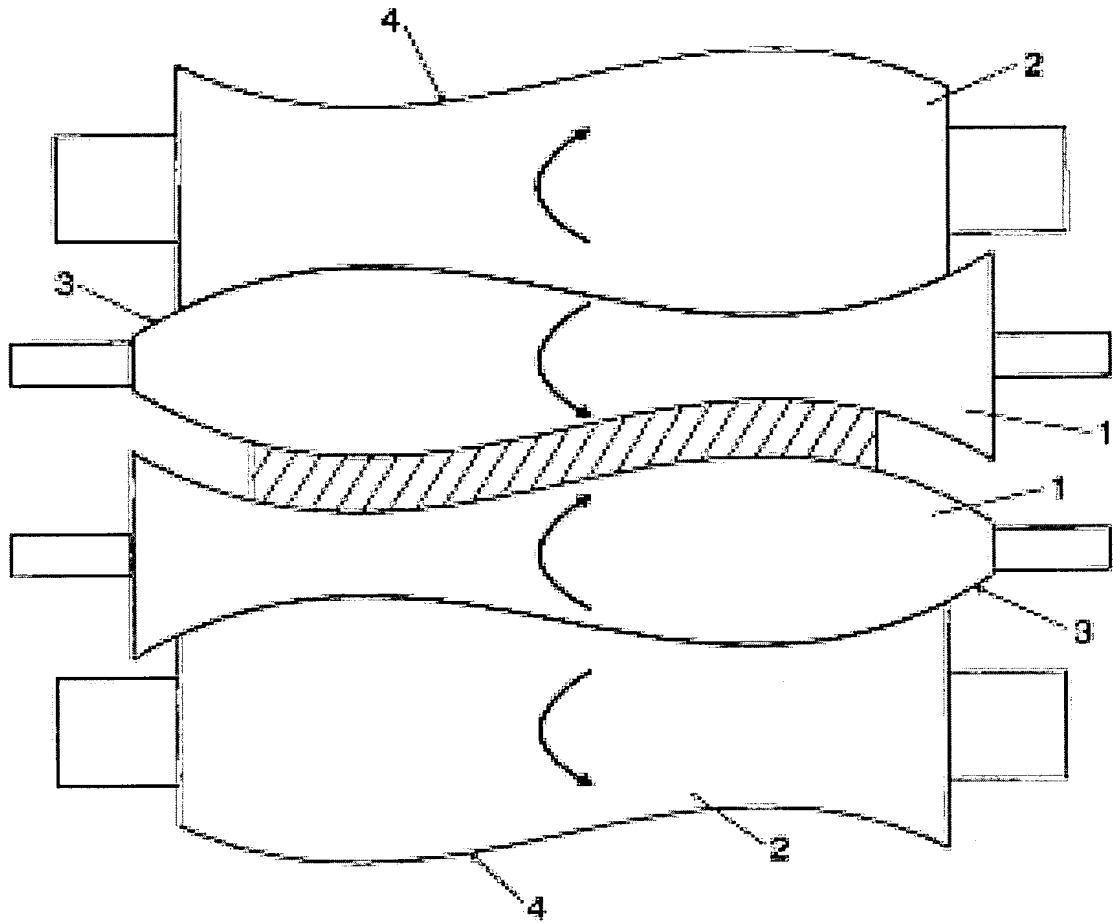


FIG.3

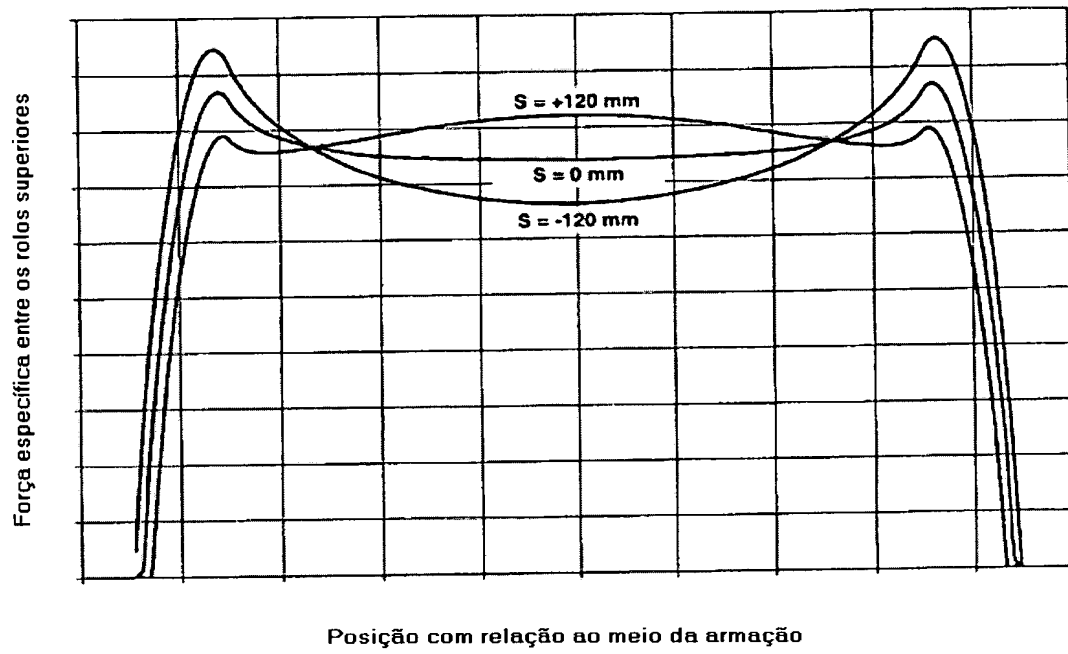


FIG.4

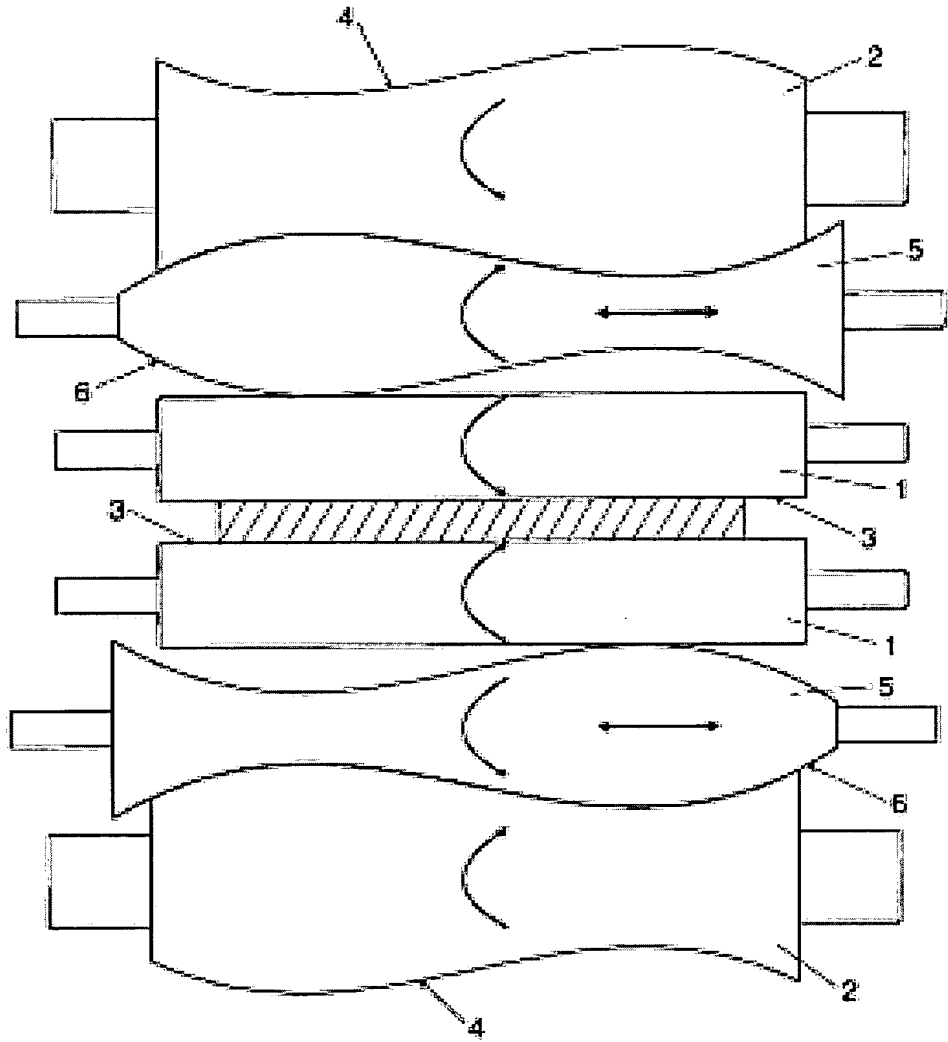


FIG.5

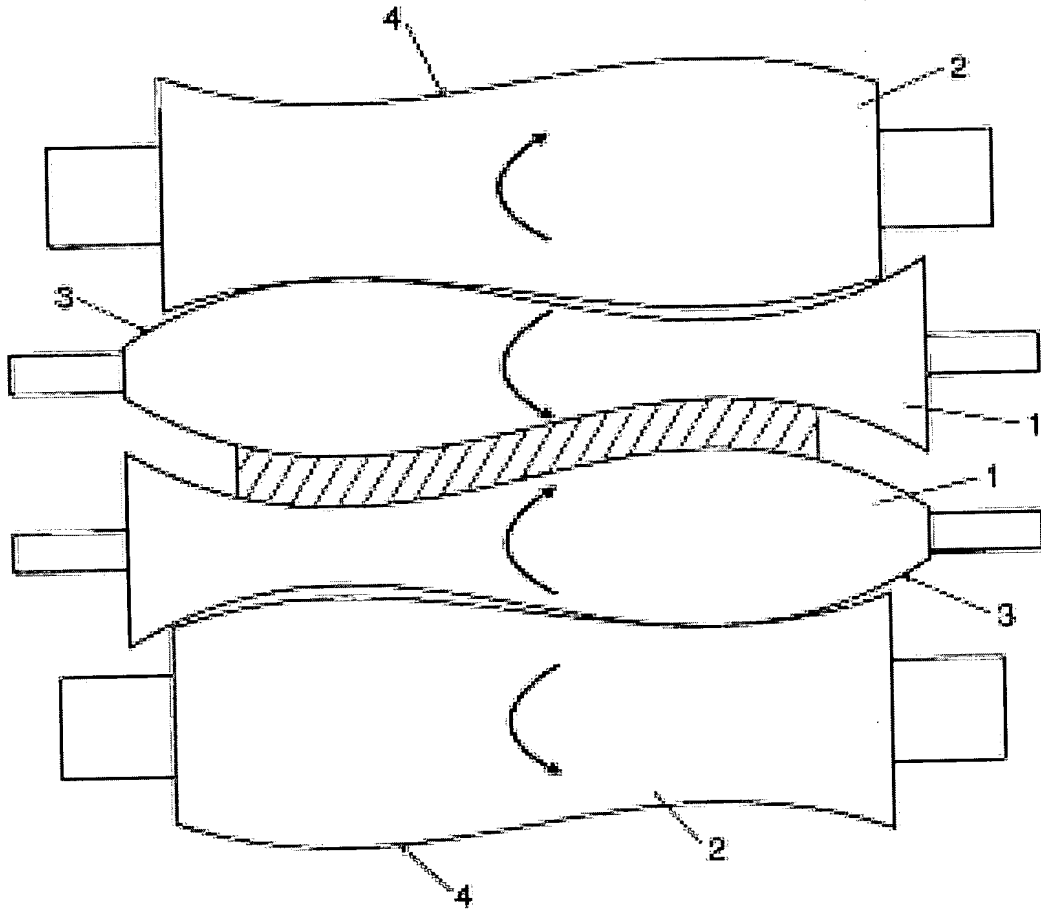


FIG.6

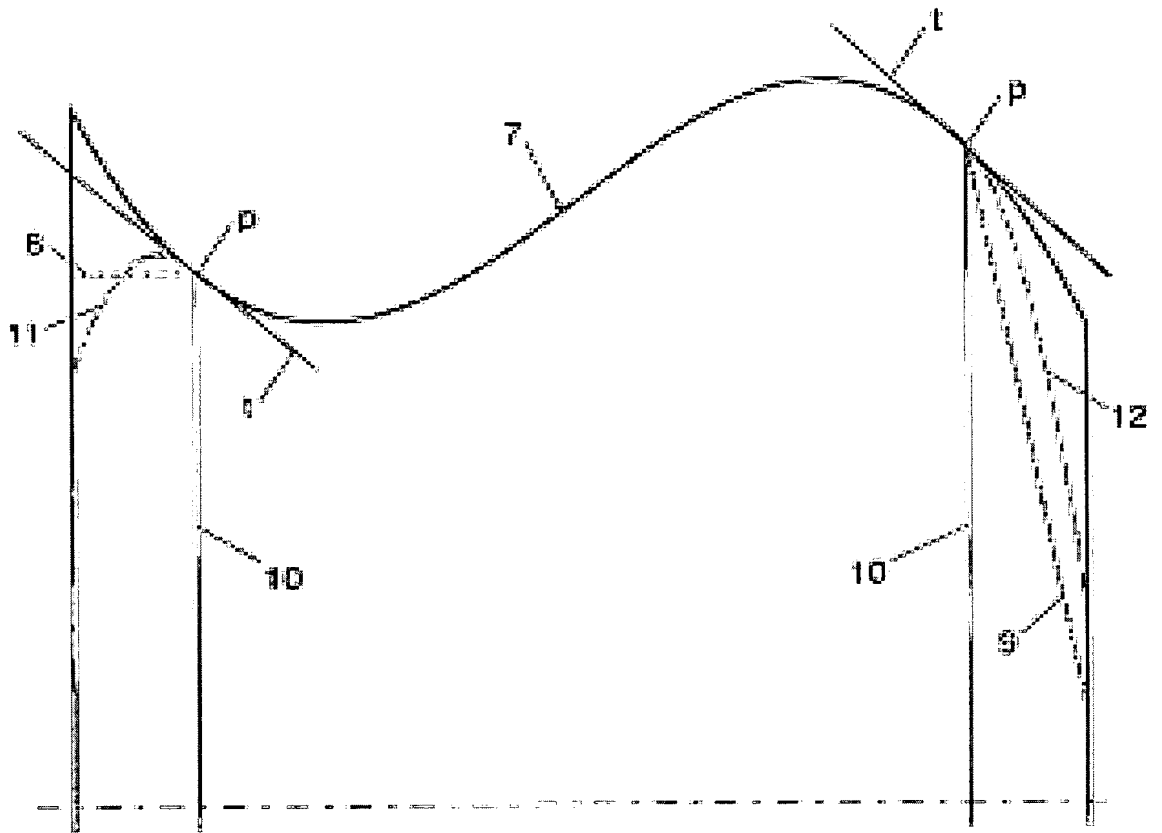


FIG.7

ARMAÇÃO DE LAMINAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE TIRA LAMINADA OU CHAPA

Em uma Armação de laminação para produção de tira laminada ou chapa com rolos de trabalho (1), que se apóiam em rolos de apoio ou rolos intermediários e rolos de apoio, sendo que os rolos de trabalho (1) e/ou rolos intermediários estão dispostos deslocáveis axialmente entre si na Armação de laminação e cada rolo de trabalho e/ou intermediário apresenta um contorno de superfície de cilindro (3) se estendendo por um comprimento de superfície de cilindro total efetivo, curvado, passível de descrição por uma função trigonométrica, e esses dois contornos de superfície de cilindro (3) se complementam exclusivamente em uma determinada posição axial relativa dos rolos do par de rolos no estado não carregado, heterogeneidades na distribuição de carga ao longo da linha de contato entre dois rolos vizinhos devem ser minimizadas. Para essa finalidade se propõe que os rolos de apoio apresentem um contorno de superfície de cilindro (4) complementar e que os contornos de superfície de cilindro (3, 4) dos rolos de apoio e dos rolos de trabalho ou rolos intermediários imediatamente vizinhos se complementem total ou parcialmente no estado não carregado.