



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

**(11) PI 0815633-6 B1**

**(22) Data do Depósito: 22/08/2008**

**(45) Data de Concessão: 23/10/2018**



\* B R P I 0 8 1 5 6 3 3 B 1 \*

---

**(54) Título:** PROCESSO E INSTALAÇÃO DE TRATAMENTO POR IMERSÃO EM FUSÃO PARA ESTABILIZAÇÃO DE FITA DE UMA FITA PROVIDA DE UM REVESTIMENTO, GUIADA ENTRE BOCAIS DE RASPAGEM DA INSTALAÇÃO DE TRATAMENTO POR IMERSÃO EM FUSÃO

**(51) Int.Cl.:** C23C 2/00; C23C 2/40; C23C 2/24

**(30) Prioridade Unionista:** 22/08/2007 DE 10 2007 039 690.4

**(73) Titular(es):** SMS GROUP GMBH

**(72) Inventor(es):** HOLGER BEHRENS; MICHAEL ZIELENBACH; HANS-GEORG HARTUNG; PASCAL FONTAINE

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 19/02/2010

**PROCESSO E INSTALAÇÃO DE TRATAMENTO POR IMERSÃO EM FUSÃO  
PARA ESTABILIZAÇÃO DE FITA DE UMA FITA PROVIDA DE UM  
REVESTIMENTO, GUIADA ENTRE BOCAIS DE RASPAGEM DA INSTALAÇÃO  
DE TRATAMENTO POR IMERSÃO EM FUSÃO**

[001] A invenção refere-se a um processo para estabilização de fita de uma fita provida de um revestimento, guiada entre bocais de raspagem de uma instalação de tratamento por imersão em fusão bem como a uma correspondente instalação de revestimento por imersão em fusão. Forças estabilizadoras são exercidas sobre a fita na medida da posição de fita detectada por bobinas atuando eletromagneticamente sem contato sobre a fita de aço de passagem dispostas a jusante dos bocais de raspagem em direção de curso da fita.

[002] Estabilizações de fita eletromagnéticas se baseiam no princípio da indução, para produzir forças de atração por meio de campos magnéticos definidos perpendicularmente à fita de aço ferromagnética. Com isso, a posição da fita de aço pode ser alterada sem contato entre dois indutores eletromagnéticos (eletroímãs) contrapostos. Tais sistemas são conhecidos em diverso tipo de construção. São empregados p.ex. em instalações de tratamento por imersão em fusão na área de revestimento acima dos assim chamados bocais de raspagem. As mais distintas concepções de regulagem e controle são conhecidas (p.ex. DE 10 2005 060 058 A1, WO 2006/006911 A1).

[003] Bocais de raspagem são empregados em instalações de tratamento por imersão em fusão para fita de aço, para se obter uma quantidade definida de meio de revestimento sobre a superfície da fita. A qualidade do

revestimento (uniformidade da aplicação, precisão de espessura de camada, brilho de superfície homogêneo) depende em certa medida da uniformidade do meio do bocal de raspagem (p.ex. ar ou nitrogênio) bem como do movimento da fita na região do bocal. Os movimentos da fita são produzidos por irregularidades na circularidade de rolos ou p.ex. por ação de impulso do ar na região da torre de refrigeração de instalações de tratamento por imersão em fusão. Com movimento crescente da fita no bocal de raspagem se reduz a qualidade do revestimento ou a uniformidade do revestimento da fita de aço de passagem.

[004] Pelo emprego de sistemas de estabilização de fita conectados a jusante em direção de curso da fita pode ser amortecido ou reduzido o movimento de fita que ocorre dentro do bocal de raspagem, de modo que se obtém um aperfeiçoamento da previsão de revestimento e da uniformidade do revestimento do metal líquido sobre a fita de aço. Podem ser p.ex. atuadores atuando eletromagneticamente, que exercem forças de atração sem contato sobre a fita de aço de passagem e assim alteram a posição da fita.

[005] Nos sistemas conhecidos, resulta em função do tipo de construção, devido à estabilização de fita posicionada a jusante na direção de curso da fita do bocal de raspagem, uma ação redutora da regulagem sobre o movimento de fita no bocal de raspagem. A atenuação das oscilações ocorre acima do bocal de raspagem dentro da estabilização da fita por meio das bobinas de estabilização com alta eficácia. Na região do bocal, é porém nitidamente restringida a ação com crescente distância entre o mesmo e

a unidade de estabilização. A posição da fita de estabilização é então fixada em correspondência às circunstâncias dadas, sem descrição das dependências físicas.

[006] Por isso, o objetivo de todas as aplicações é posicionar a estabilização da fita tão próxima quanto possível do bocal de raspagem, não sendo levada em conta a relação entre distância e efeito.

[007] Constitui, portanto objetivo da invenção aperfeiçoar a estabilização da fita na região do bocal de raspagem.

[008] Esse objetivo é alcançado, segundo a invenção, com o processo de acordo com a reivindicação 1. Ele é caracterizado pelo fato de que a distância (o efeito) da estabilização da fita pelos bocais de raspagem é ajustada para um valor menor ou igual a um valor limite de distância, que é determinado como função da largura de fita sob consideração de um fator  $\Phi$ , sendo que o fator  $\Phi$  é calculado como função da espessura de fita e da tração de fita.

[009] A dimensão posição de fita representa no âmbito da presente descrição a alteração temporal e/ou local da distância da fita com relação a uma linha de referência reta transversalmente à direção de curso de fita, isto é, a posição de fita representa o perfil de fita e/ou seu comportamento de oscilação como função do tempo.

[010] O conceito estabilização da fita abrange, no âmbito da presente descrição, dois aspectos essenciais: de um lado, estabilização de fita significa um alisamento de um perfil de fita ondulado e, de outro, esse conceito

significa um amortecimento de oscilações da fita. Ambos os aspectos da estabilização da fita podem ser implementados independentemente entre si ou em combinação ou simultaneamente com auxílio de circuitos de regulagem apropriados.

[011] A vantagem essencial da limitação de distância reivindicada deve ser vista no fato de que, com um ajuste da distância para um valor abaixo do valor limite de distância calculável segundo a invenção, é obtido um efeito consideravelmente melhor para ambos os aspectos da estabilização de fita almejada. Pelo contrário, o efeito da estabilização de fita a distâncias acima do valor limite de distância diminui nitidamente ou a fita, apesar da regulagem da estabilização, fica até mesmo mais instável do que sem regulagem (efeito contrário).

[012] O ideal seria uma distância de zero, isto é, que a estabilização de fita estivesse disposta na altura do raspador, porque então a estabilização de fita atuaria diretamente na altura dos bocais de raspagem e a fita seria então mantida otimamente estável durante uma operação de medição. Essa disposição, contudo, via de regra não é implementável em termos de técnica de construção devido à falta de espaço. Por isso, a distância deve ser ajustada tão pequena quanto possível, no máximo porém no valor do valor limite de distância calculável segundo a invenção.

[013] As formas eletromagnéticas são aplicadas por disposições de bobina mutuamente contrapostas aos pares em cada lado de fita, cuja distância dos bocais de raspagem é variável.

[014] De preferência, no processo segundo a invenção,

a posição de fita é medida dentro da disposição de bobina, a saber nas proximidades espaciais da disposição de bobina.

[015] Adicionalmente, a posição da fita é medida adicionalmente acima ou abaixo da disposição de bobina.

[016] Segundo uma configuração da invenção, em cada lado da fita estão dispostas várias bobinas, sendo que as bobinas respectivamente situadas externamente ficam dispostas sobre as arestas de fita correntes paralelamente ajustáveis ao plano da fita. Essa disposição possibilita, vantajosamente, um ótimo efeito quando do alisamento do perfil da fita.

[017] A distância do dispositivo de estabilização da fita, a seguir abreviadamente também chamado de estabilização de fita, dos bocais de raspagem não deve ultrapassar em fitas mais largas ( $B > 1400$  mm) sua largura de fita. Em fitas mais estreitas ( $B < 1400$  mm), é admissível uma distância te 1,75 vezes a largura de fita. Essa distância resulta do princípio de Stain-Venant, que diz que com crescente distância de uma força incidente p.ex. sobre uma fita de aço sujeita diminui seu efeito sobre o estado total.

[018] A base para a solução segundo a invenção é o posicionamento da estabilização de fita para com o bocal de raspagem ou os bocais de raspagem sob consideração da mecânica de fixação.

[019] O efeito de uma incidência de carga pontual em um dado sistema de carga resulta, segundo o princípio de Staint Venant, apenas em uma pequena região em torno do ponto de incidência da carga. As distribuições de força localmente irregulares devido à introdução de força

diminuem muito rapidamente. Esse princípio é empregado como padrão em cálculos de resistência para o dimensionamento de componentes e é aqui aplicado ao efeito de estabilização de fita na região do bocal de raspagem.

[020] Para se obter um efeito suficiente no bocal de raspagem sobre o perfil de fita e o movimento de fita (oscilação), de modo a se alterar ou amortecer os mesmos consideravelmente, em correspondência ao princípio de Staint-Venant a distância entre ação de estabilização e bocal de raspagem deve ser selecionada em uma faixa determinada ou não deve ultrapassar um valor máximo em forma de um valor limite de distância. A distância, isto é, o comprimento da fita de aço, em que é de se esperar um efeito pela estabilização de fita, deve ser selecionada pela seguinte regra:

$$\text{distância} \leq \text{valor limite de distância} = \Phi * \text{comprimento característico}$$

com  $\Phi$  = função (espessura de fita, tração de fita)

[021] O objetivo acima mencionado é ainda alcançado pela instalação de revestimento de imersão em fusão reivindicada. Ela é caracterizada pelo fato de que a distância (o efeito) da estabilização de fita dos bocais de raspagem é ajustada em um valor menor ou igual a um valor limite de distância, que é determinado como função da largura de fita sob consideração de um fato  $\Phi$ , como função da espessura de fita e da tração de fita.

[022] As vantagens dessa instalação correspondem às vantagens mencionadas acima com relação ao processo reivindicado.

[023] A solução segundo a invenção será mais

detalhadamente explicada a seguir - também com referência aos desenhos -.

Mostram aí:

Fig. 1 - esquematicamente, a disposição das bobinas de estabilização de fita,

Fig. 2 - os perfilamentos da fita,

Fig. 3 - esquematicamente, a disposição das barras de bocal,

Fig. 4 - o sistema de estabilização de fita,

Fig. 5 - a dependência do fato  $\Phi$  da largura de fita e

Fig. 6 - a correlação entre oscilações de fita e a distância da estabilização de fita do bocal de raspagem.

A disposição da estabilização de fita e do bocal de raspagem pode ser vista em princípio na figura 4.

[024] O valor limite de distância resulta, segundo o princípio de Venant para fitas de aço largas, correntes, em cerca da largura da fita e, com fitas mais estreitas, no máximo em 1,75 vezes a largura da fita (ver figura 5). Em uma distância maior, o efeito da estabilização de fita no tocante a um alisamento do perfil de fita (arco transversal, forma de S, ver fig. 2) é muito limitado ou não mais identificável a grandes distâncias.

[025] O ponto de incidência de força da estabilização de fita se situa então demasiado longe do lábio de bocal, para ser exercida uma suficiente ação sobre as deformações de fita, como p.ex. redução do arco transversal.

[026] Além disso, por medições e simulações pôde ser comprovado que a influência sobre oscilações (amortecimento da amplitude da oscilação da fita) na fenda de bocais

depende igualmente da distância do ponto de incidência de força do local de ação da fenda de bocais.

[027] Resulta assim a seguinte correlação:

$$\text{distância} \leq \Phi(\text{espessura de fita, tração de fita}) * \text{largura de fita} = \text{valor limite de distância}$$

[028] O fator Phi foi examinado e determinado em função da tração de fita e da espessura de fita tanto analiticamente por meio de simulações FEM como também empiricamente em instalações de tratamento de fita. Na fig. 5 está representada a correlação. Com largura de fita decrescente aumenta a distância possível entre estabilização de fita e bocal de raspagem (ver figura 4), pois devido à largura de fita reduzida uma distribuição de tensão assimétrica ou um perfil de fita ondulado, não ótimo, tem efeito menos desvantajoso sobre a estabilização da fita. Devido às diferenças de tensão pela espessura da fita resultam deformações elásticas. A tensão pela espessura da chapa acima de um valor limite se manifesta em forma de deformações transversais da fita (arco transversal).

[029] Alterações locais da distribuição de tensão pela espessura da chapa devido à influência exterior de forças da estabilização de fita se manifestam independentemente da curva funcional representada até uma distância de 0,75 a 1,75 vezes a largura de fita em direção de curso da fita.

[030] Havendo oscilações da fita de aço devido p.ex. a um curso não redondo do rolo de estabilização no recipiente de zinco, então com uma regulagem para estabilização da fita se obtém uma redução da oscilação da

fita relativamente a uma situação sem regulagem de estabilização de fita, quando a distância da estabilização de fita do bocal de raspagem importa tipicamente no máx. em 1,5 m da fenda de bocal. Como se pode ver na figura 5, resulta o valor limite de distância de cerca de 1,5 m para muitas larguras de fita típica distintas. Encontrando-se a estabilização de fita mais longe do que esse valor limite de distância do bocal de raspagem, então as oscilações na região do bocal de raspagem não mais são amortecidas, mas sim podem até mesmos ser estimuladas, o que, apesar do amortecimento da oscilação na região da estabilização de fita, conduz a um aumento do movimento de fita dentro do bocal de raspagem e, assim, a uma redução da qualidade do revestimento (fig. 6).

[031] Algo análogo se aplica também à estabilização/alisamento do perfil de fita. A distâncias abaixo do valor limite de distância, é obtido um bom alisamento; acima dele um alisamento é difícil ou não mais possível.

[032] Além disso, está previsto o seguinte dispositivo para combinação da estabilização de fita com o bocal de raspagem, em que as bobinas de estabilização de fita sempre atuam para a posição de fita centralizada.

[033] Em contraposição aos sistemas conhecidos, a estabilização deve ser respectivamente alinhada à posição da fita ou a posição real deve ser determinada. O alinhamento ocorre por meio de auxílios de alinhamento em disposição extra.

[034] Devido à construção de moldura especial do bocal de raspagem a estabilização é fixada sobre essa

moldura e, assim, ajustável de modo mecanicamente fixo e reproduzível (fig. 3). A centralização em posição de fita ou meio de fita é assim sempre idêntica entre estabilização e bocal de raspagem.

[035] Com isso, ocorre uma possível torção da fita durante a produção e não é necessária nova determinação da posição zero ou da posição teórica da posição da fita. Bocais de raspagem e bobinas de estabilização são assim mecanicamente sincronizados e alinhados!

[036] Resumindo, tem-se:

1. Fixação da máxima distância admissível entre efeito de estabilização e bocal de raspagem devido a correlações físicas (princípio de Saint Venant) para distância  $\leq \Phi * \text{largura de fita}$ .

2. O fato de correção  $\Phi$  resulta de simulações e ensaios operacionais como função da largura de fita entre 1,75 e 0,75. As deformações da fita em direção transversal resultam da instabilidade devido à pequena espessura de fita. Com reduzida largura de fita, as mesmas não atual tão intensamente, o que resulta em um aumento da distância possível da estabilização de fita do bocal de raspagem.

3. Integração das bobinas de estabilização de fita dentro da construção de bocal de raspagem para aumento da precisão de alinhamento devido a um acoplamento mecânico do bocal com as bobinas de estabilização.

4. As bobinas de estabilização de fita estão alinhadas sempre idênticas pelo acoplamento ao bocal de raspagem, mesmo com posições inclinadas ou oscilações da fita.

### **REIVINDICAÇÕES**

1. Processo para estabilização de fita de uma fita que é guiada entre bocais de raspagem de uma instalação de tratamento por imersão em fusão e fornecida com um revestimento, em que a posição da fita é detectada e forças estabilizadoras são exercidas sobre a fita dependendo da posição de fita detectada por bobinas dispostas a jusante dos bocais de raspagem em direção de curso da fita e atuando eletromagneticamente e sem contato sobre a fita de passagem através dos mesmos, **o processo caracterizado** pelo fato de que:

a distância (de ação) dos meios de estabilização da fita a partir dos bocais de raspagem é ajustada para um valor menor ou igual a um valor limite de distância, que é determinado como função da largura de fita sob consideração de um fator Phi, em que o fator Phi é calculado como função da espessura de fita e da tração de fita, e que o espaçamento é de 1,75 a 0,75 vezes a largura de fita dependendo da largura de fita instantânea.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a posição de fita é medida dentro da disposição de bobina.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que a posição de fita é medida em proximidade física da disposição de bobina.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que a posição de fita é medida adicionalmente acima ou abaixo da disposição de bobina.

5. Instalação de tratamento por imersão em fusão para o revestimento de uma fita com um revestimento, compreendendo:

ao menos um bocal de raspagem para remoção de revestimento excedente da fita;

um dispositivo de medição para detecção da posição da fita; e

um meio de estabilização de fita com bobinas eletromagnéticas, as quais são dispostas a jusante do bocal de raspagem em direção de curso da fita, para a geração de forças estabilizadoras que atuam sem contato sobre a fita de aço, na medida da posição de fita detectada,

a instalação de tratamento por imersão em fusão **caracterizada** pelo fato de que a distância (de ação) dos meios de estabilização de fita a partir dos bocais de raspagem é ajustada em um valor menor ou igual a um valor limite de distância, que é determinado como função da largura de fita sob consideração de um fator Phi, em que o fator Phi é calculado como função da espessura da fita e da tração da fita; e

o espaçamento é de 1,75 a 0,75 vezes a largura de fita dependendo da respectiva largura de fita instantânea.

6. Instalação de tratamento por imersão em fusão, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada** pelo fato de que as bobinas são dispostas mutuamente contrapostas aos pares no lado superior e inferior da fita e a distância das mesmas dos bocais de raspagem é variável.

7. Instalação de tratamento por imersão em fusão, de acordo com a reivindicação 5 ou 6, **caracterizada** pelo fato de que o dispositivo de medição fica disposto na altura das

bobinas ou em proximidade das mesmas e ali detecta a posição da fita.

8. Instalação de tratamento por imersão em fusão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 a 7, **caracterizada** pelo fato de que várias bobinas são dispostas e distribuídas sobre a largura da fita respectivamente sobre o lado superior e/ou inferior da fita e que as bobinas situadas respectivamente externamente estão dispostas para se ajustarem às arestas de fita correntes paralelamente ao plano da fita.

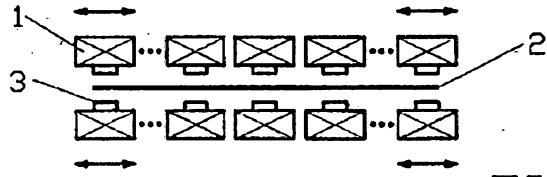


FIG.1

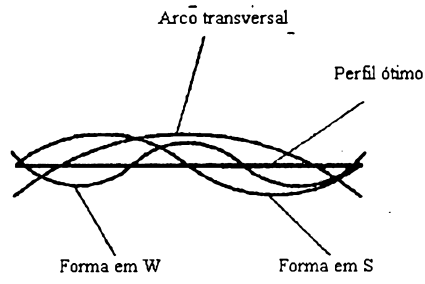


FIG.2

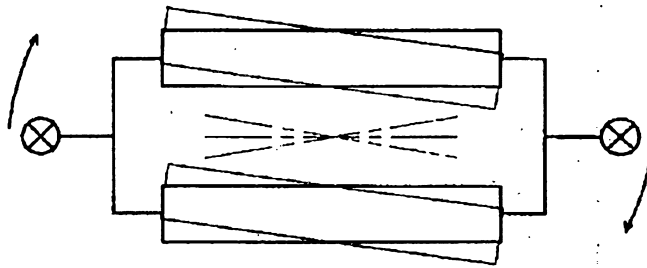


FIG.3

FIG.4

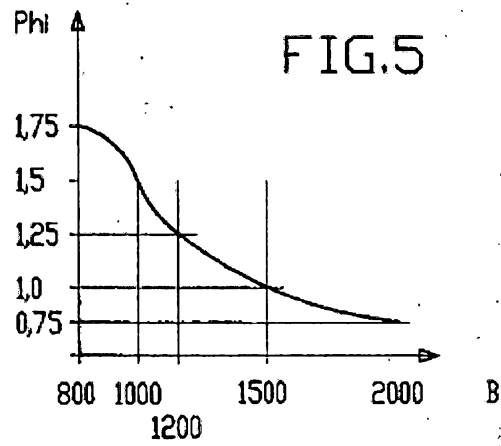
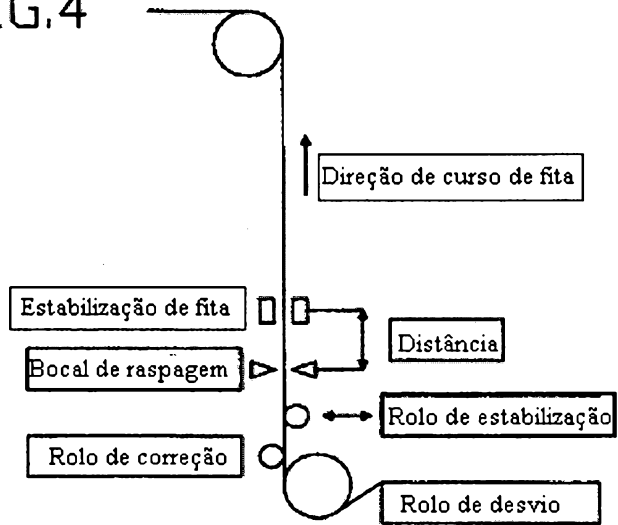


FIG.6

Resultados de simulação do amortecimento de oscilação de fita por emprego de uma estabilização de fita na distância X do bocal de raspagem

Influência da distância da estabilização de fita do bocal de raspagem sobre o amortecimento da oscilação por uma excentricidade de rolo no recipiente de fusão

