

APLICAÇÃO DO EMG E-MASS PARA ESTABILIZAÇÃO DA TIRA E REDUÇÃO DE CROSSBOW NA REGIÃO DAS FACAS DE AR EM LINHAS DE CGL¹

Anderson Rosa Pereira²
Miguel Humberto Botas Franco³

Resumo

A produção de tiras galvanizadas a quente está principalmente concentrada em uma superfície homogênea e na espessura da camada. Entretanto a redução do consumo de zinco é de extrema preocupação. O ajuste da espessura homogênea da camada de zinco é muito difícil de ser controlada e um dos motivos é a oscilação na tira que ocorre durante a galvanização por imersão a quente, como resultado isto acaba gerando uma cobertura irregular. Com a intenção de cumprir com as exigências dos clientes em termos de espessura de camada uma sobre camada de zinco tem ser aplicada. O equipamento e-MASS têm como principal função estabilizar a tira na região das facas de ar possibilitando assim um melhor controle da camada de zinco gerando como resultado economia do mesmo. O e-MASS prevê a redução da oscilação da tira de modo que uma superfície homogênea pode ser alcançada quando a linha operar com alta velocidade de produção e ao mesmo tempo reduzindo o consumo de zinco.

Palavras-chave: Zinco; Espessura; Qualidade; Homogeneidade.

APPLICATION OF EMG E-MASS FOR STRIP STABILIZATION AND REDUCTION OF "CROSSBOW" IN THE REGION OF THE AIR KNIVES IN LINES CGL

Abstract

The production of hot-dip galvanised steel strip is mainly concerned with homogeneous surfaces and layer thicknesses. However, saving zinc, is of the utmost concern. The adjustment of a homogeneous zinc layer thickness is very difficult to control and one reason is strip oscillation which occurs during hot-dip galvanising and leads to an uneven surface. In order to comply with the requirements of customers in terms of layer thickness, an excessively thick zinc layer has to be applied. The e-MASS provides reduction of strip oscillation so that homogeneous surfaces can be achieved while operating at a high production speed and saving zinc at the same time.

Key words: Zinc; Thickness; Quality; Homogeneous.

¹ Contribuição técnica ao 47º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 26 a 29 de outubro de 2010, Belo Horizonte, MG.

² Engenheiro Elétrico, Coordenador de Vendas, EMH

³ Engenheiro Mecânico, Gerente de Vendas, EMG

1 INTRODUÇÃO

A produção de tiras galvanizadas a quente com uma superfície homogênea e uma espessura da camada de zinco uniforme, bem como uma máxima economia de zinco no processo de revestimento é a última ambição de todas as linhas de galvanização a quente.

Estes objetivos ambiciosos são os fundamentos para o sucesso de mercado, confiabilidade de entrega e margens, mas não pode ser plenamente alcançado no momento. O processo de produção de galvanização a quente por imersão não é fácil de ser controlado e as vibrações da tira acabam gerando uma superfície sem homogeneidade.

Alem disso uma sobre camada de zinco deve ser aplicada de modo que a espessura da camada de zinco especificada pelo cliente possa ser respeitada.

Estas deficiências podem ser parcialmente compensadas por uma desaceleração da linha. O efeito inevitável disto porem, é que a produção também será certamente reduzida.

Ao usar o estabilizador de tiras eletromagnético EMG e-MASS as vibrações da tira são compensadas. Isto permite por um lado a produção em alta qualidade sem reduzir a produtividade da linha. Por outro lado usando o estabilizador de tiras eletro magnético e-MASS uma considerável economia da matéria prima Zinco em todas as linhas de galvanização a quente podem ser alcançados.

Como o preço do zinco tem aumentado nos últimos anos o uso do estabilizador de tiras e-MASS traz uma considerável redução de custos nas linhas de galvanização a quente.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Princípio de Operação

O sistema EMG e-MASS é um sistema eletro magnético de amortecimento para redução das oscilações da tira. O principal campo de aplicação é em linhas de galvanização por imersão a quente. O sistema e-MASS é instalado diretamente sobre as facas de ar. Normalmente uma sobre camada no revestimento de zinco é necessária para garantir a espessura mínima da camada. A faca de ar funciona a uma pressão constante, devido às oscilações da tira dentro das facas de ar uma espessura da camada de zinco não homogênea ao longo da largura e comprimento da tira pode ser o resultado. Reduzir as oscilações significa, portanto, a produção com um revestimento de zinco mais homogêneo. Alem disso, usando o e-MASS a sobre camada aplicada (devido a exigências do cliente para uma espessura mínima da camada de zinco) pode ser drasticamente reduzida, o que leva diretamente a um consumo de zinco substancialmente menor.

O coração do sistema EMG e-MASS compreendem atuadores eletro magnéticos para ambos os lados da tira, dispostos em duas bases (Figura 1). A instalação do EMG e-MASS direto nas facas de ar garante ótima estabilização da tira nesta região. O número de atuadores é adaptado para a largura da tira. Um par de atuadores abrange uma largura de aproximadamente 25 cm.

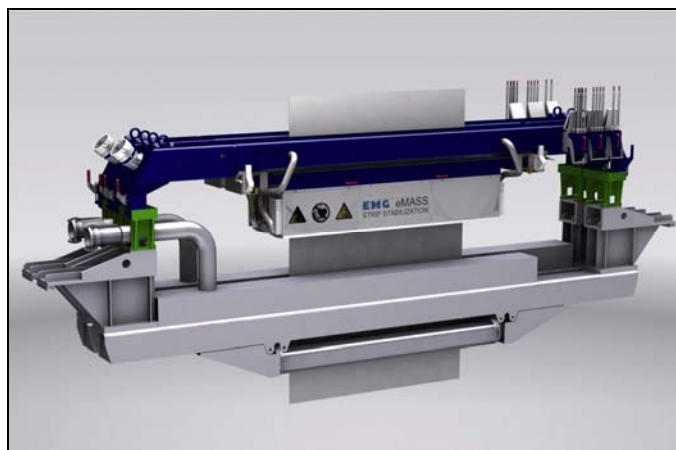


Figura 1: EMG e-MASS: Instalação do equipamento nas facas de ar.

A tira passa entre as duas bases do e-MASS e com isto a distância entre o e-MASS e a tira é continuamente medido. Se a tira deixa a posição de referência, normalmente no centro, sua posição é automaticamente corrigida por um controle que ativa e desativa os atuadores. Os erros de planicidade (Ex. *Crossbow*) também podem ser eliminados com o e-MASS.

O e-MASS trabalha com um método de controle especial (*Pré-Control Loop*), para o qual a EMG tem patente. Este método assegura um ótimo amortecimento da oscilação da tira.

A Figura 2 mostra uma visão esquemática da tira em duas posições diferentes (posição 1: tira com *Crossbow*; posição 2: tira apresentando forma S). Devido ao comportamento neutro do material em relação à magnetização, a tira somente pode ser atraída pelos atuadores.

Isto significa que no exemplo 1 (tira com *Crossbow* – linha em laranja) os atuadores 1A, 2A e 3A são energizados com a intenção de corrigir a forma da tira trazendo-a para a posição de referência. Em uma situação como mostrada no exemplo 2 (forma S da tira) os atuadores 1B e 3A serão ativados.

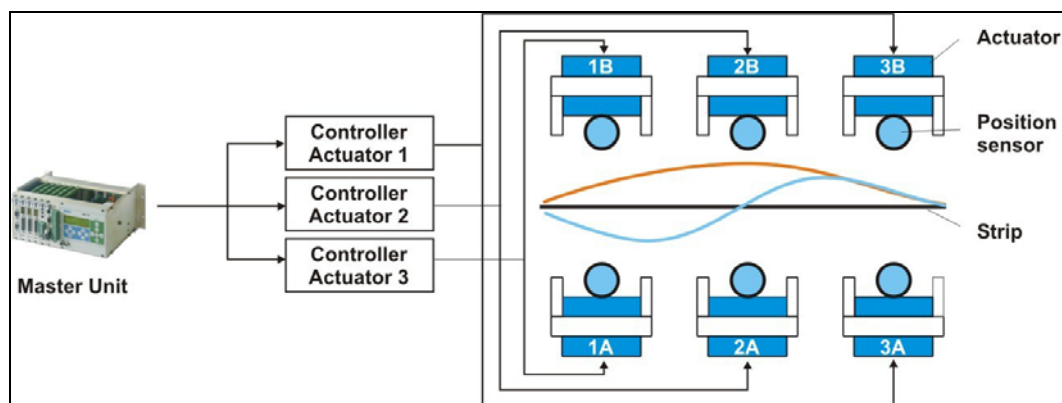


Figura 2: Princípio de funcionamento.

O posicionamento/ativação do sistema e-MASS na tira é completamente automatizado. A posição da tira é detectada por sensores de corrente *Foucault* livres de manutenção (cada atuador é equipado com um sensor de posição). Depois de acionado as duas unidades de atuadores se aproximam da tira por meio de motores elétricos até que a distância de referência de 20 mm entre a tira e o e-MASS seja atingida (distância entre bases de atuadores: 40 mm) O sistema tem a capacidade de se adaptar automaticamente a mudança de linha de passe da tira.

2.2 Efeitos da Vibração da Tira

(Steffen Dombrowski, Product Specification) relata como resultado de vários testes de campo que as vibrações da tira são primariamente causadas pelos *Blowers* da seção de resfriamento. O distúrbio da tira se estende pelo oposto ao sentido de processo do material – parecido com o princípio físico de um lado preso. No rolo superior da torre de resfriamento, nos rolos estabilizadores ou no rolo deflector dentro do pote de zinco ocorrem sobreposição a vibração básica. A tira é adicionalmente excitada gerando uma forma irregular nos rolos dentro do pote de zinco.

A Figura 3 mostra o comportamento de vibração real da tira dentro do pote de zinco de uma Galvanização a Quente.

Gráficos da Figura 3:

- Linha vermelha:** Posição da tira sobre a faca de ar (Centro da tira).
- Linha preta:** Posição da tira entre o atuador central.
- Linha laranja:** Cobertura de zinco da tira (medição radiométrica do centro da tira; tempo de integração 200ms).

A parte esquerda do gráfico mostra o equipamento estabilizador desligado.

A análise de oscilação dentro da área de frequência (Análise FFT) mostra a amplitude de interferência variando até 5 Hz; enquanto na área entre 5 Hz a 10 Hz pode-se ver uma acentuada deterioração.

Acima de 10 Hz a situação é quase uma oscilação livre. Após o acionamento do e-MASS as vibrações da tira são drasticamente reduzidas (lado direito da Figura 3). A causa da forte variação do revestimento de zinco na parte intermediária da Figura 3 são as variações de tensão da tira. Para fins de análise somente as seções de tira em condições de produção estáveis são levadas em consideração.

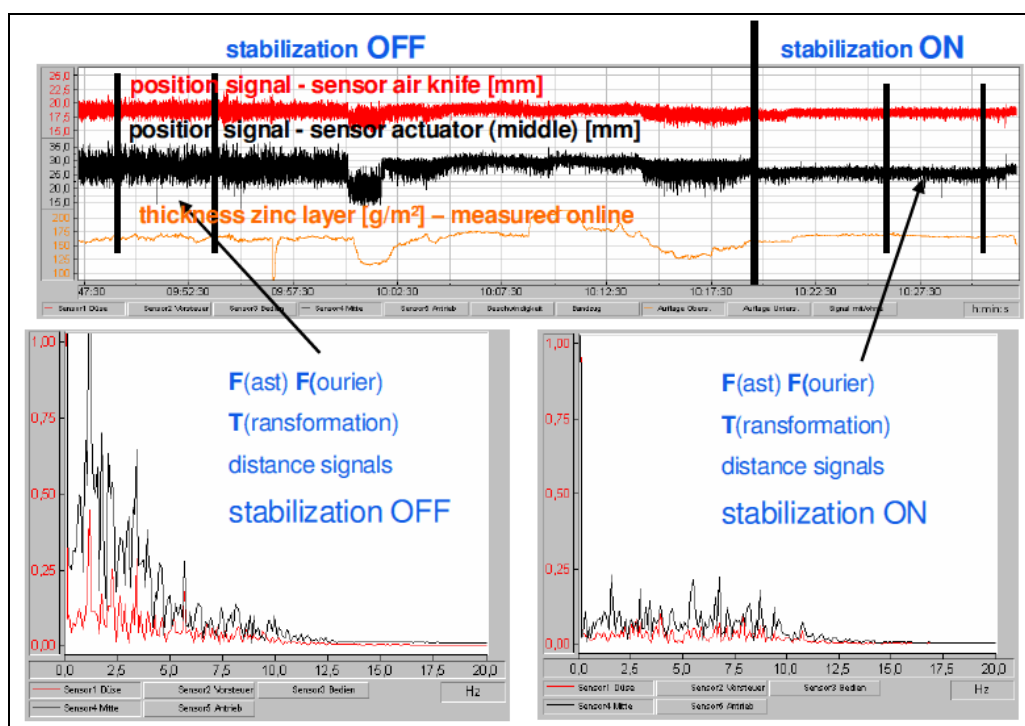


Figura 3: Comportamento de vibração da tira em uma linha de galvanização a quente com/sem o recurso de estabilização (medições a cada 500 m).

A Tabela 1 mostra a avaliação dos sinais de medição (posição e revestimento de zinco) no comprimento de tira com medição a cada 500m, com e sem o recurso de estabilização de tira.

Tabela 1: Resultado de teste de campo para estabilização da tira em uma linha de galvanização a quente

Ponto de medição	Estabilizador Desligado		Estabilizador Ligado	
	Média	Desvio médio	Média	Desvio médio
Distância da tira – sapata magnética	27.68mm	2.56mm	25.5mm	0.81mm
Distância da tira – faca de ar	18.74mm	0.67mm	18.21mm	0.32mm
Camada de zinco Lado inferior (medição online)	161g/m ²	4.41g/m ²	167g/m ²	1.80g/m ²

Como mostrado na Tabela 1 às oscilações da tira são drasticamente reduzidas utilizando o sistema e-MASS. O desvio padrão da amplitude de oscilação com referência ao meio da tira é reduzido na posição do atuador em aproximadamente 70%. Com a faca de ar sozinha a redução é de até 50%.

A cobertura de zinco foi documentada durante um teste de campo por um sensor radiométrico de espessura da cobertura especialmente instalado em um lado da tira para este teste. Para a estabilização da tira usando o e-MASS uma redução de variação da cobertura de zinco de 60% pode ser atingida (desvio padrão referente a média do comprimento da tira). Os diferentes valores médios para o revestimento real de zinco (Tabela 1) são atribuídos a uma mudança solicitada na posição da tira dentro da faca de ar por meio do sistema e-MASS. Isto mostra também que a posição da tira pode ser propositalmente ajustada, por exemplo, para corrigir um defeito tipo *Crossbow*.

Estes resultados muito positivos foram comprovados por vários outros testes (medição on-line e verificados posteriormente em laboratório). A ThyssenKrupp Steel reconheceu que o potencial sobre a redução média de cobertura de camada de zinco é de 2,5 g/m² para cada lado (resultado aplicado para a linha em que o teste de campo foi realizado e levando em consideração as diferentes dimensões, os revestimentos de referência e os requisitos de qualidade).

2.3 Redução do Defeito Crossbow e seus Benefícios

Steffen Dombrowski (2010) - Para demonstrar o efeito da redução do Crossbow o teste foi feito utilizando um material com as seguintes características:

Largura da tira:	1246 mm
Espessura da tira:	0,47 mm
Velocidade da linha:	160 m/min
Comprimento da tira:	800 m

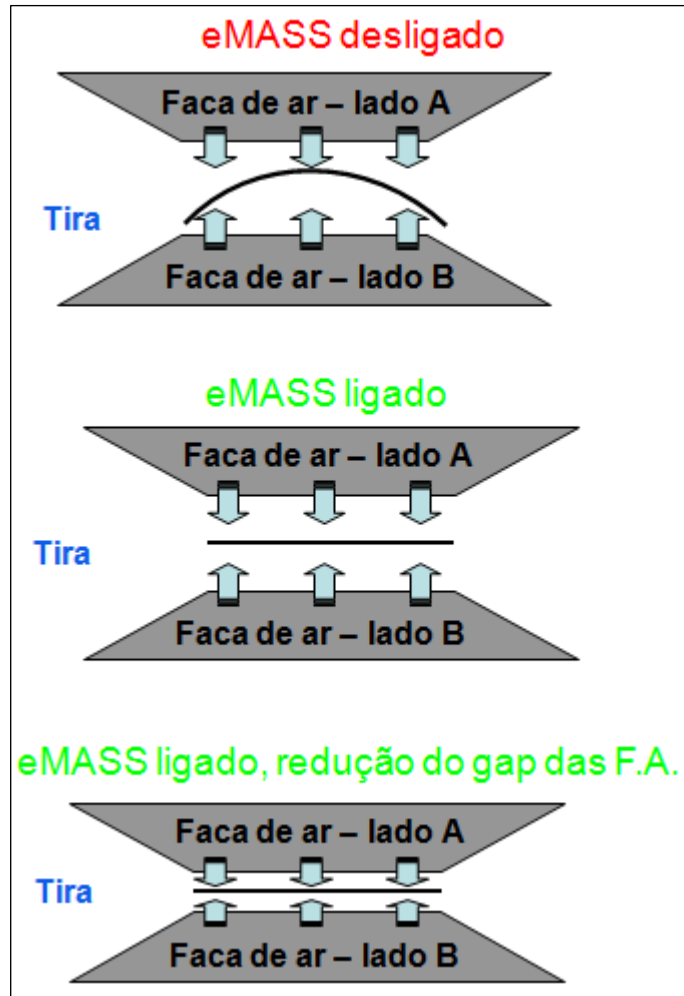


Figura 4: Resultado de teste de campo para estabilização da tira em uma linha de galvanização a quente.

O primeiro esquema da Figura 4 mostra o material com um *Crossbow* excessivo e o equipamento estabilizador de tira desligado.

Desta forma tem-se um alto *overcoating*.

No segundo esquema o e-MASS está ligado e a tira se encontra sem *Crossbow*, contudo como as bordas das facas de ar continuam distantes da tira o *overcoating* se mantém alto.

No terceiro e último esquema da figura 4 mostra a tira estabilizada no centro com isto as facas de ar puderam ser aproximadas do material possibilitando a redução de *overcoating*.

Neste exemplo de aplicação do e-MASS com um revestimento de zinco setado para 140 g/m² numa linha para aplicação automotiva de material GI (ao longo de uma bobina) o seguinte gráfico pôde ser levantado:

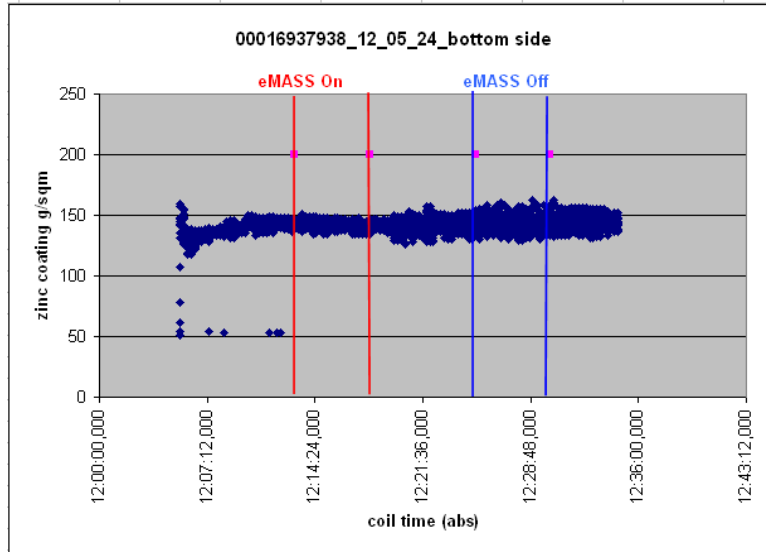


Figura 5: Teste de campo indicando medição da cobertura de zinco.

A Figura 5 mostra a medição do revestimento com o e-MASS ligado (primeira parte do gráfico) e com o equipamento desligado (segunda parte do gráfico). Analisando somente a parte marcada entre as linhas vermelhas (estabilizador e-MASS ligado) chegamos ao gráfico da Figura 6.

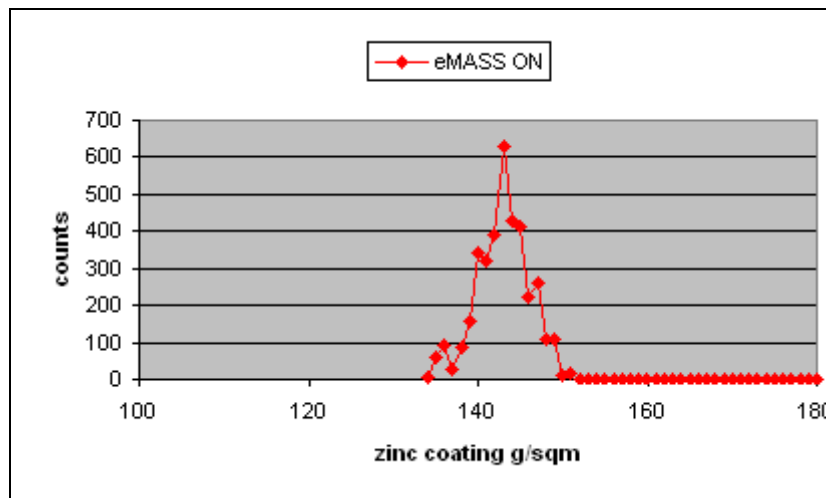


Figura 6: Gráfico mostrando cobertura de zinco x quantidade de resultados medidos – Dentro da região onde o e-MASS estava ligado.

A Figura 6 mostra uma grande concentração de medições (mais de 600) tendo como resultado aproximadamente 143 g/m². Ou seja, isto indica um σ de 3,1 g/m². Outro ponto interessante é o valor mínimo medido que foi de 134 g/m² e o máximo 149 g/m² indicando uma variação de 15 g/m².

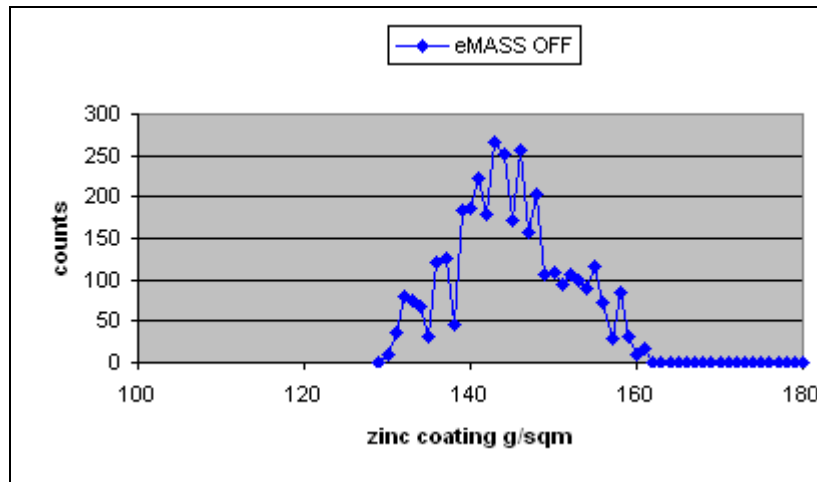


Figura 7: Gráfico mostrando cobertura de zinco x quantidade de resultados medidos – Dentro da região onde o e-MASS estava desligado.

Já quando o equipamento foi desligado (Figura 7) a variação foi muito maior indicando um σ de 6,07 g/m² e um valor mínimo medido de 129 g/m² com o máximo de mais de 160 g/m² indicando uma variação superior a 30 g/m².

3 CONCLUSÕES

Com a execução do teste acima os seguintes resultados foram verificados:

- Melhora nos resultados de desvio padrão do revestimento, se os resultados do teste feito com o e-MASS desligado e ligado for analisado;
- $6,07 \text{ g/m}^2 - 3,1 \text{ g/m}^2 = 2,97 \text{ g/m}^2$;
- Menor variação na espessura mínima e máxima da cobertura de zinco indicando maior homogeneidade;
- Valor mínimo da cobertura de zinco medido próximo do valor setado indica potencial para setar um valor mais baixo de cobertura de zinco reduzindo com isto o consumo;
- Melhor soldabilidade do material.

Pelo exposto acima as vantagens da utilização do equipamento estabilizador de tiras e-MASS ficam evidentes.