

AUTOMATIZAÇÃO DO ROLO “ANTI-CROSS” NO LAMINADOR DE ENCRUAMENTO 2 - COSIPA¹

Júlio Cesar da Costa Carmazen²
Gilberto de Oliveira Novaes³
Antônio Fabiano de Oliveira⁴
Ivair Ferreira D’Oliveira⁵
Ronaldo Fernandes Tavares⁶
Karl Kristian Bagger⁷

Resumo

A qualidade superficial é essencial para o laminado a frio. Durante a operação de laminação de encruamento pode ocorrer o defeito “ondulação cruzada” ou “costeleta”. O equipamento dispõe do rolo “anti-cross” para a eliminação deste defeito. A atuação dependia do acionamento do operador, e sua sensibilidade gerava despadronização, afetando a variabilidade no processo, resultando em índices de retrabalho e descartes. Foram analisadas as condições para cada dimensão de produto estabelecendo-se parâmetros para regulagens da posição do rolo de forma a se definir um padrão que pudesse ser automatizado. O resultado obtido foi a eliminação do defeito de ondulação cruzada no processo de laminação de encruamento, resultando em ganhos significativos no rendimento final do produto laminado a frio.

Palavras-chave: Laminador de encruamento; Ondulação cruzada; Rolo anti-cross; Tensão.

AUTOMATIZATION OF THE COIL “ANTI-CROSS” IN THE SKIN PASS MILL 2 - COSIPA¹

Abstract

The superficial quality is essential for cold rolled products. During doesn't the skin pass rolling a defect called “cross waveness” might happen if the operator set-up the cross roll. Previously the performance depended on the operator sensitivity which generated high variability in the process, resulting rework index and affecting yield after process. Parameters for regulation of the cross roll position for each dimension were determined in order to define a standard to automatize this function. After the automatization of this preset there was a significant decrease in rework and na increase in the product yield.

Key words: Rolling mill of skin pass; Cross waveness; Coil anti-cross; Tension.

Contribuição técnica ao 44º Seminário de Laminação - Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 16 a 19 de outubro de 2007, Campos do Jordão – SP, Brasil.

² Sócio da A.B.M. Engenheiro Mecânico, Assistente de Operação da Laminação a Frio da Companhia Siderúrgica Paulista - Cosipa, Cubatão SP; carmazen@cosipa.com.br

³ Sócio da A.B.M. Engenheiro Elétrico, Analista de Manutenção da Laminação a Frio da Cosipa, novaes@cosipa.com.br

⁴ Sócio da A.B.M. Engenheiro metalurgista, Analista de Operação da Laminação a Frio da Cosipa; antoniooliveira@cosipa.com.br

⁵ Sócio da A.B.M. Técnico Metalurgista, Assistente de Operação da Laminação a Frio da Cosipa, ivair_oliveira@cosipa.com.br

⁶ Sócio da A.B.M. Engenheiro Elétrico, Gerente da área de Recozimento e Encruamento da Laminação a Frio da Cosipa (in memorium)

⁷ Sócio da A.B.M. Engenheiro Metalurgista, Gerente do Suporte Técnico da Laminação a Frio da Cosipa, bagger@cosipa.com.br

1 INTRODUÇÃO

O Laminador de Encruamento nº2 da Cosipa possui tecnologia para atender os níveis mais exigentes de qualidade.

O mercado está demandando materiais cada vez mais críticos, como espessuras finas, elevadas faixas de redução e planicidades restritas

Diante deste quadro, a partir do 1º semestre de 2006 foi iniciado um amplo trabalho para a melhoria do resultado superficial do material processado neste laminador. Foram realizados desenvolvimento de melhorias no processo, para evitar ocorrências do defeito de “ondulação cruzada”. Desta forma, a equipe do laminador criou um plano de trabalho para melhorar o desempenho tanto na produtividade, com na qualidade.

A finalidade do Laminador de Encruamento é processar material laminado a frio no LTF e recozido, com a efetiva aplicação de um endurecimento superficial à tira através de pressão mecânica entre os cilindros e estiramento entre os conjuntos tensores, não só para manter suas propriedades mecânicas, como também e principalmente, dotar o material de certas características de trabalhabilidade, que possibilitem os processos futuros de deformação mecânica.

O Laminador de Encruamento 2, possui a configuração de 5 (cinco) cilindros (2 encosto, 2 trabalho e um intermediário superior), permitindo produzir aços com excelente qualidade superficial para a indústria de eletrodomésticos, automobilística e aços para fins elétricos.

2 MATERIAIS E METODOS

2.1 Caracterização do Defeito

Ginzburg,⁽¹⁾ descreve: A planicidade e superfície do aço plano é definida por “um parâmetro mensurável que descreve a presença de ondulações ou encurvamentos e suas posições e tamanhos ao longo do material”.

A planicidade é especificada pelas principais normas técnicas de produtos laminados planos de aço, como a ASTM A568 e a NBR 11888.⁽²⁾

Nadai⁽³⁾, descreve: O processo de laminação é muito sensível a planicidade, ou seja, uma diferença de alongamento de uma parte em 10.000 entre locais diferentes da chapa de bitola fina, pode acarretar a formação de ondulações.

Com a flexão dos cilindros de laminação, a força concentra-se no centro do material, resultando que a região central da chapa sofre compressão e os extremos tração (Figura 1) causando o defeito denominado “ondulação cruzada ou costeleta” (Figura 3). Para evitar esta situação o equipamento possui na saída, um rolo chamado “anti-cross” que acionado provoca o estiramento reduzindo a ocorrência deste fenômeno (Figura 2).

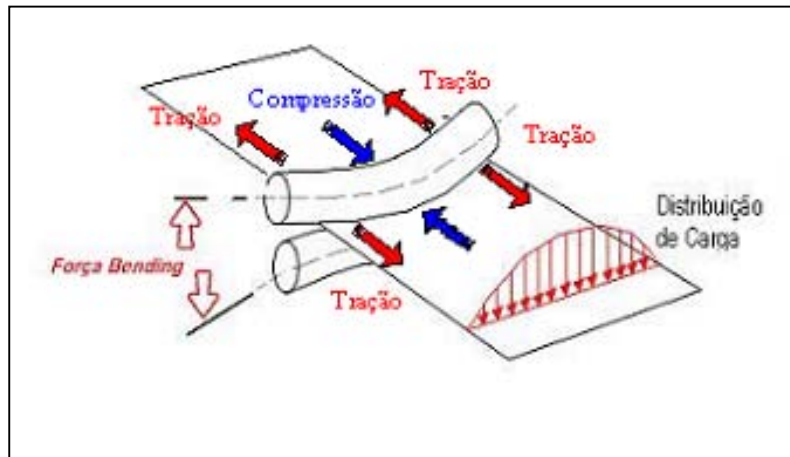


Figura 1. Distribuição de tensões ao longo da tira laminada “sem o uso do rolo anti-cross”⁽²⁾

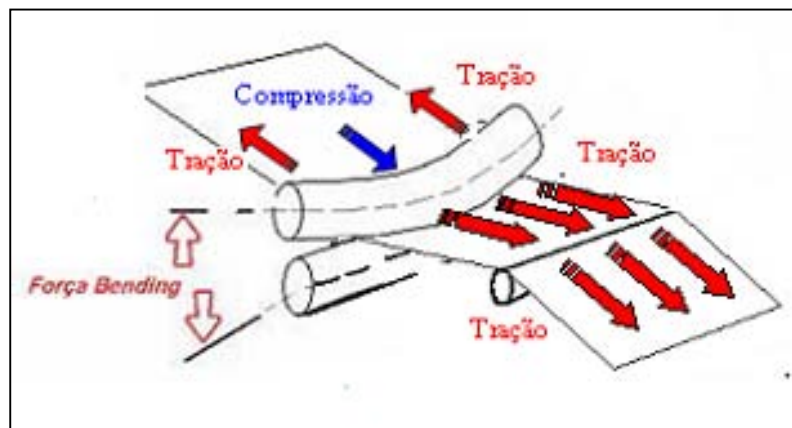
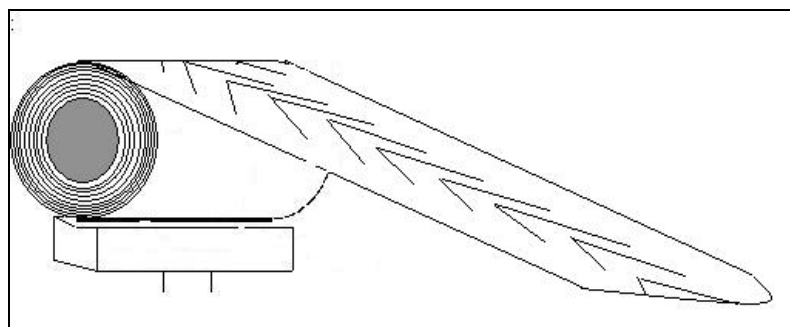


Figura 2. Distribuição de tensões ao longo da tira laminada “com o uso do rolo anti-cross”⁽²⁾

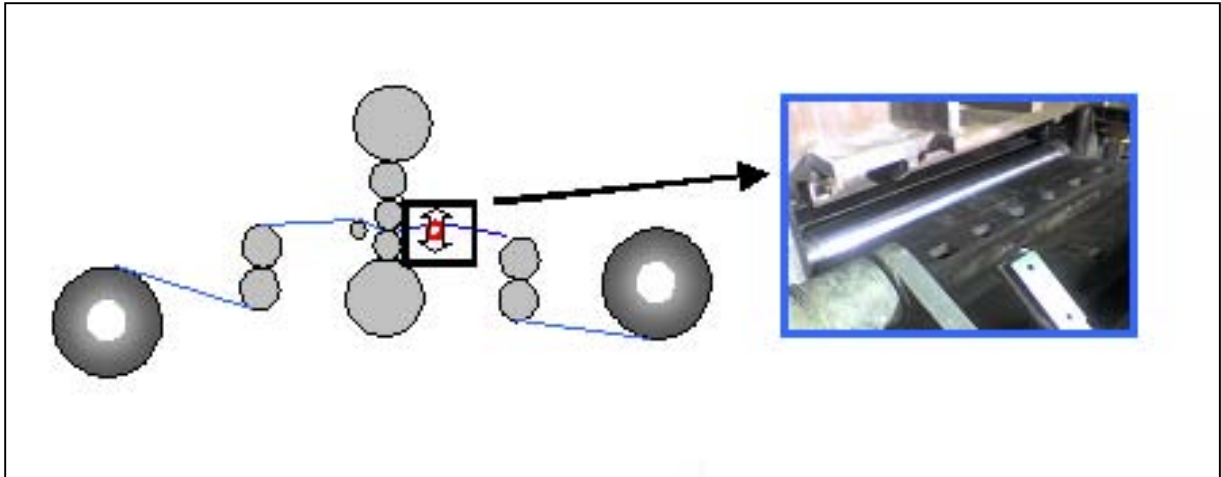


Fonte: Sistema de controle da qualidade - COSIPA

Figura 2. Caracterização do defeito de costeleta no material laminado a frio

2.2 Objetivo

O acionamento do rolo era condicionado a atuação do operador, sendo que o critério da posição dependia do seu julgamento. Foi necessário o desenvolvimento de um sistema automático de posicionamento do rolo anti-cross, utilizando controle através de modelo matemático. A Figura 4, desmonstra a posição do rolo no laminador.



Fonte: Sistema de normalização - COSIPA

Figura 4. Posição do rolo “anti-cross” no Laminador de Encruamento

2.3 Metodologia

Foi realizado um levantamento estatístico da utilização operacional do rolo “anti-cross” pelo período de 01/03/2005 a 25/08/2007, acompanhando a operação, levantamentos de incidências de retrabalho e práticas operacionais, levando em conta as informações de espessura, largura e grau de redução, tomando as seguintes ações:

2.3.1 Determinação de quantidade de ocorrências pelo defeito de “costeleta”

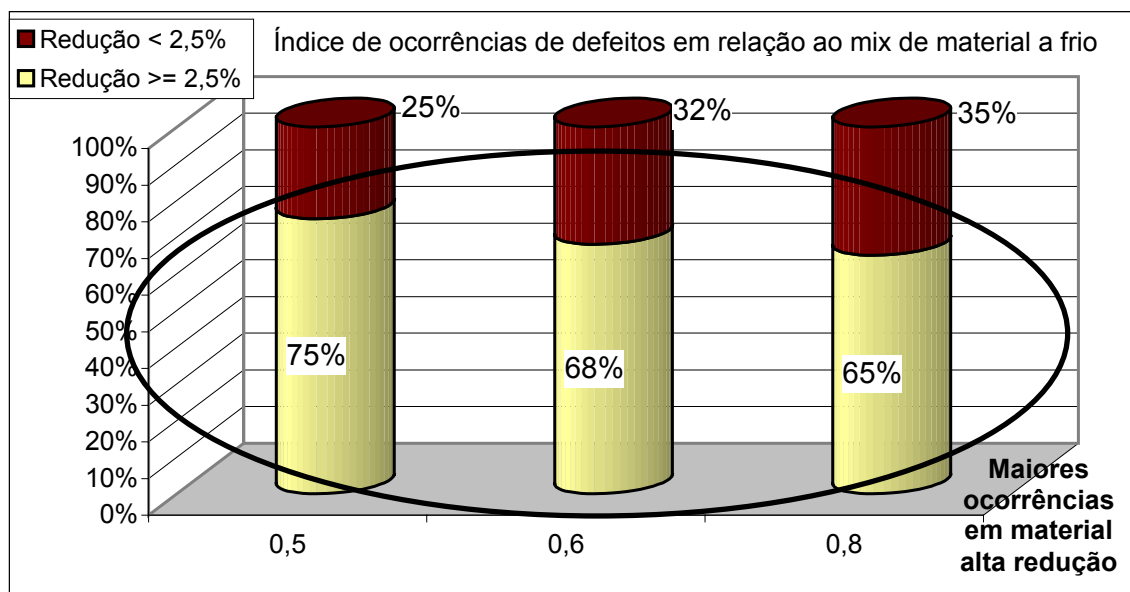
Através dos dados coletados, foi realizado estudo de ocorrência do defeito nas linhas de inspeção, comparando o tipo de redução e espessura do material.

Foi verificado que o material fino e com redução $\geq 2,5\%$, obteve maiores ocorrências do defeito conforme a Tabela 1 e Figura 5, devido este material sofrer maiores cargas de laminação.

Tabela 1. Índice de ocorrências de defeitos em relação aos mix de material a frio (25/08/2007)

Espessura do material (mm)	Baixa redução	Alta redução
	Qtde de descarte (%)	Qtde de descarte (%)
0,50	25	75
0,60	32	68
0,80	35	65

Fonte: Sistema aplicativo de produção - COSIPA



Fonte: Sistema aplicativo de produção - COSIPA

Figura 5. Posição do rolo “anti-cross” no Laminador de Encruamento

2.3.2 Implementação de estudo matemático para determinação da altura ideal do rolo anti-cross no laminador de encruamento

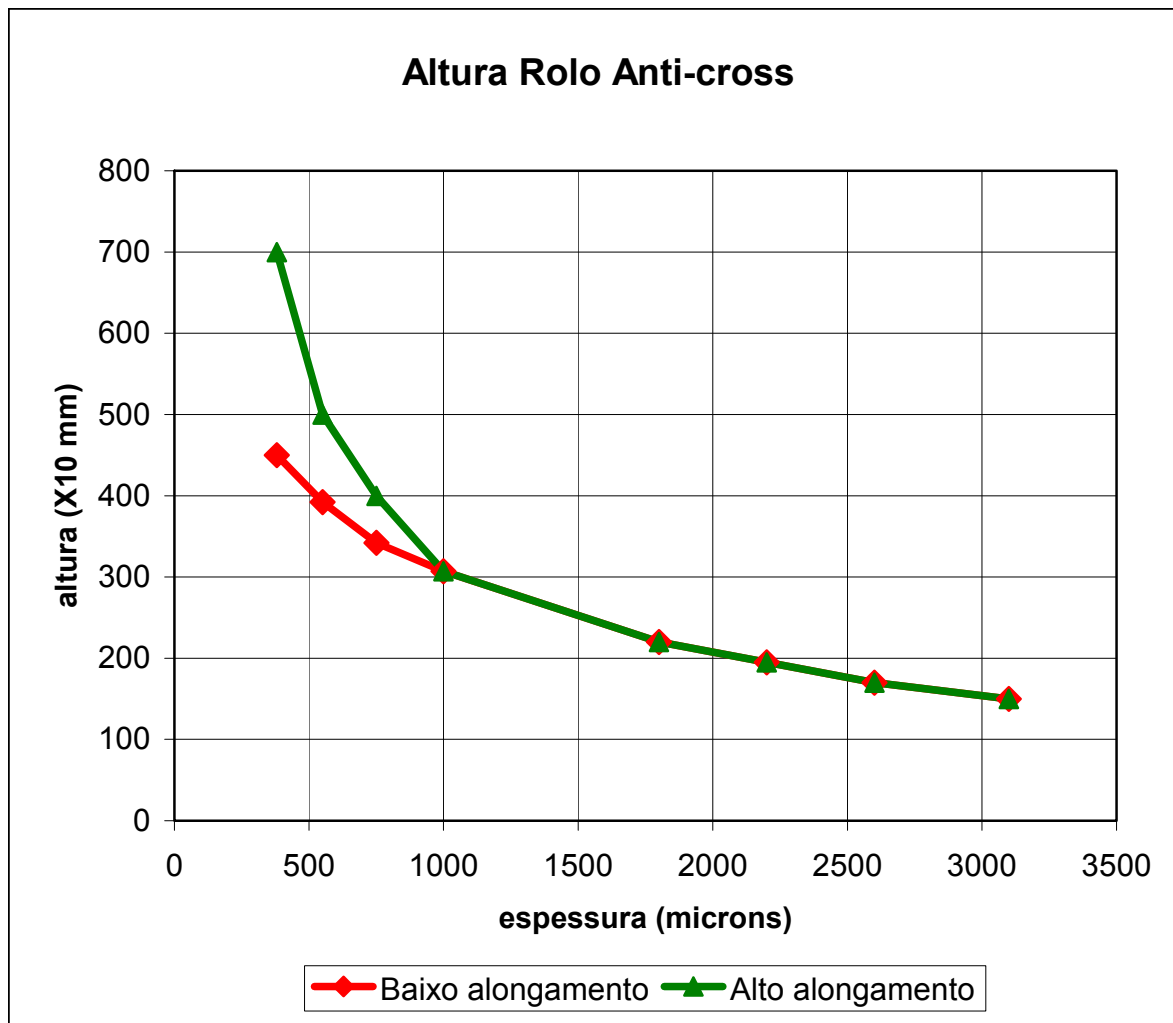
Tendo em vista os resultados estatísticos e considerando o método operacional utilizado pelos operadores do laminador de encruamento, foi realizado o estudo para determinação de altura do rolo “anti-cross”, verificando os resultados operacionais que não obtiveram retrabalho, ou seja, levando em conta somente a posição de utilização do rolo “anti-cross” para o material isento do defeito de costeleta. Com a finalização do estudo foram determinados os valores e o modelo matemático conforme a Tabela 2 e Figura 6.

De posse dos valores, foi traçada uma curva empírica para determinação e posição do rolo para cada dimensão de material, esta função foi introduzida no software de processo de forma que o set-up do equipamento ocorra automaticamente.

Tabela 2. Determinação de altura do rolo “anti-cross”, pelo período de 01/03/2005 a 25/08/2007

Espessura do material (mm)	Baixa redução	Alta redução
	Posição do rolo (mm)	Posição do rolo (mm)
0,38	45	70
0,55	39	50
0,75	34	40
1,00	31	31
1,80	22	22
2,20	19	19
2,60	17	17
3,10	15	15

Fonte: Levantamento estatístico no laminador de encruamento 2, pelo período de 01/03/2005 a 25/08/2007



Fonte: Levantamento estatístico no laminador de encruamento 2, pelo período de 01/03/2005 a 25/08/2007

Figura 6. Modelo matemático implantado com histórico estatístico da operação com os melhores resultados.

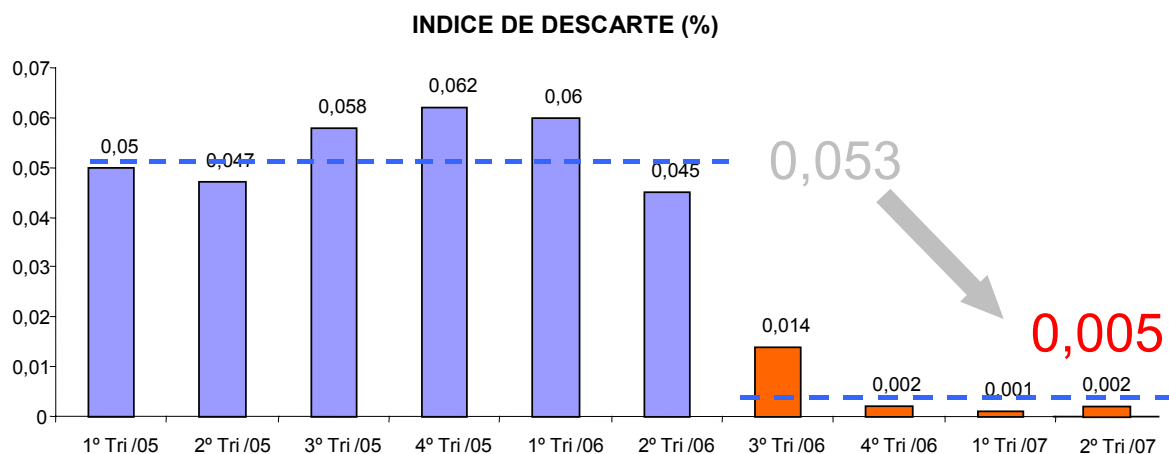
2.3.3 Instalação de controle automático no acionamento do rolo “anti-cross”

A automação da altura do rolo anti-cross é ajustada com base na espessura e redução da tira, sendo estas informações obtidas no sistema aplicativo de produção, posicionando o rolo automaticamente.

Os dados operacionais com a informação do processo da bobina, incluindo a informação do posicionamento do rolo anti-cross, é registrada em um banco de dados, podendo a informação ser disponibilizada através de carta gráfica para a necessidade de rastreabilidade.

3 RESULTADOS

A Figura 7, demonstra a redução de descartes com a implantação do sistema automático de posicionamento do rolo “anti-cross”: O período de estudo corresponde ao 1º trimestre de 2005 ao 2º trimestre de 2007.



Fonte: Sistema aplicativo de produção - COSIPA

Figura 7. Demonstração de redução de descartes com a implantação do projeto

4 CONCLUSÕES

- A instalação do preset no rolo “anti-cross” diminuiu em 90,5% o defeito “ondulação cruzada”.
- A automação do preset permitiu reduzir a dependência do ajuste manual realizado pelo operador.
- A automação permitiu criar um registro de posição, melhorando a rastreabilidade, análise e ajuste do processo.
- As experiências adquiridas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, permitiram não só significativos avanços no processo de produção e portanto nos resultados obtidos, como também proporcionaram uma sólida base para o ciclo de melhoria contínua, que propiciará o atendimento aos requisitos de qualidade, cada vez mais exigidos pelo mercado.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos membros das equipes de operação do laminador de encruamento 2, a equipe de suporte técnico da laminação a frio – Cosipa e a equipe de assistência técnica – Cosipa.

REFERÊNCIAS

- 1 GINZBURG, V.B. Steel – rolling technology: theory and practice (manufacturing engineering and materials processing; 30). New York: Marcel Dekker Inc., 1989.
- 2 DIETER, G.E. – Metalurgia Mecânica, 2º Edição, pp.529-535
- 3 NADAI, J Appl. Mech., vol.6, pp.A54-A62, 1939.