

CARACTERIZAÇÃO E ELIMINAÇÃO DO DEFEITO *BUILD UP* NOS AÇOS LAMINADOS A FRIO ¹

*Norma Elisabete Fernandes Lima*²
*Sebastião da Costa Paolinelli*²
*Francisco Gonçalves Lima*³
*Luiz Otávio Torres Procópio*⁴
*Sebastião Machado dos Reis Neto*⁴
*Antônio Vaz Teixeira*⁴
*Márcio Ferreira Rodrigues*⁵

Resumo

A laminação a quente tem um papel fundamental na definição da forma das bobinas laminadas a frio. Este trabalho mostra a influência do perfil das bobinas laminadas a quente na geração do defeito conhecido como *build up* ou "estufamento". O "build up" é o nome do defeito que se manifesta como uma saliência localizada de 50 a 80 mm das bordas das bobinas após terem sido aparadas aproximadamente 10 mm, de cada lado, antes do processo de laminação a frio. A ocorrência deste tipo de defeito torna o produto impróprio para o uso ou exige o descarte da região defeituosa o que impacta fortemente no custo do produto final e no atendimento aos clientes. Este trabalho apresenta a caracterização e a análise deste defeito além das ações de bloqueio das causas potenciais. Este defeito pode ocorrer em diferentes produtos laminados a quente e é algumas vezes confundido com outros tipos de defeito localizados nas bordas das bobinas.

Palavras-chave: *Build up*; Estufamento; Forma de bobinas.

CHARACTERIZATION AND "BUILD UP" DEFECT ELIMINATION IN COLD ROLLED PRODUCTS

Abstract

The hot rolling mill parameters have an important role in cold rolled coils shape. This paper shows the influence of the thickness profile of the hot rolled coils in the generation of the defect known as "build up" or "ridges." The "build up" defect appears in a position 50 to 80 mm from the coil edge, after being trimmed about 10 mm each side before the cold rolling. The occurrence of this type of defect makes the product unsuitable for use and requires the scrap of the defect. It causes heavy impacts on costs of the final product and customer attendance. This paper presents the characterization and analysis of this defect beside the actions to eliminate its potential causes. The same problems can occur in other hot-rolled products and sometimes it can be confused with other defects found in the coils edges.

Key words: Build up; Ridges; Coils shape.

¹ *Contribuição técnica ao 63º Congresso Anual da ABM, 28 de julho a 1º de agosto de 2008, Santos, SP, Brasil*

² *Engº Metalúrgico M.Sc – Assistente técnico da ArcelorMittal Inox Brasil*

³ *Técnico Metalúrgico – Analista técnico da ArcelorMittal Inox Brasil;*

⁴ *Engº Metalúrgico – Assistente técnico da ArcelorMittal Inox Brasil;*

⁵ *Engº Metalúrgico M.Sc – Assistente técnico da ArcelorMittal Inox Brasil;*

1 INTRODUÇÃO

A ArcelorMittal Inox Brasil, como fabricante de aços especiais, vem sempre buscando aliar a qualidade dos produtos com as tendências e necessidades do mercado. Além disso, busca identificar lateralidades entre os diferentes segmentos da produção de maneira a adequar melhor a qualidade dos seus produtos às necessidades dos clientes.

Este trabalho apresenta a caracterização, a análise e o plano de ação para a eliminação do defeito *build up* nas bobinas laminadas a frio do aço elétrico de grão não orientado.

O defeito *build up* é o nome do defeito que se manifesta na bobina laminada a frio como uma saliência localizada entre 5 e 8 cm das bordas. Este defeito pode se manifestar no lado de operação, no lado de acionamento ou em ambos os lados das bobinas. A região do defeito apresenta pequenos arranhões e ondulações, sendo que, quanto mais pesada a bobina, mais aparente se torna o defeito. Um fato interessante, é que, quando essa região é descartada ao longo do comprimento, uma flecha de ondulação torna-se extremamente exagerada e o produto fica impróprio para o uso. Sendo assim, após o descarte do defeito, obtém-se uma tira com largura fora da especificação do cliente. A Figura 1 mostra um desenho esquemático de uma bobina que apresenta este defeito.

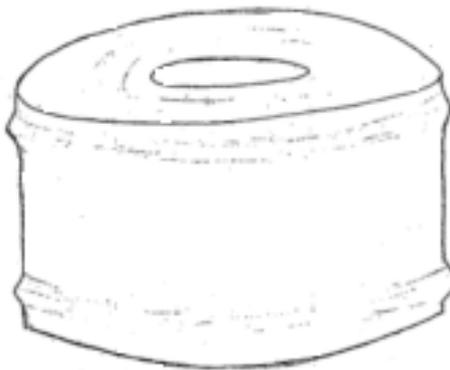


Figura 1- Forma de uma bobina que apresenta o defeito *build up*

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Caracterização e Análise do Defeito

Na caracterização do defeito no produto laminado a frio, foram realizadas medições de espessura na seção transversal das bobinas com e sem o defeito no aço elétrico de grão não orientado. Estas medições foram realizadas com um micrômetro com a precisão de milésimos de milímetros, totalizando 32 medições; 15 de cada lado a cada 2 cm e duas no centro a 45 cm da borda.

As Figuras 2, 3, 4, 5 e 6 mostram os perfis de espessura de cinco bobinas laminadas a frio (BF's) que apresentaram o defeito *build up*. A região de ocorrência do defeito corresponde a uma região de acréscimo abrupto de espessura da tira. Nota-se também uma certa concavidade nos perfis destas BF's.

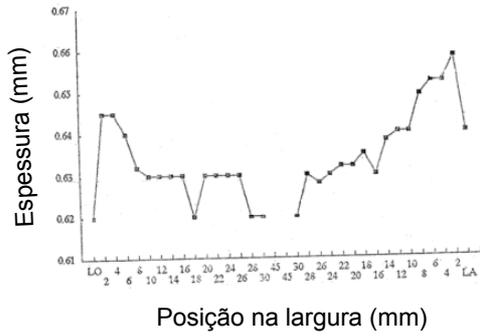


Figura 2- Perfil de espessura de BF com o defeito build up

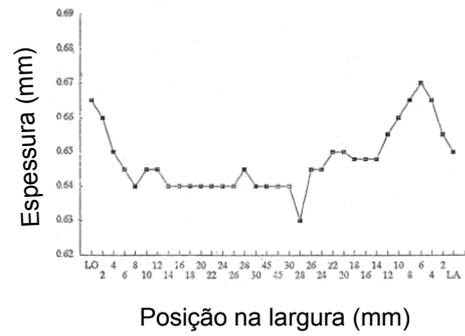


Figura 3- Perfil de espessura de BF com o defeito build up

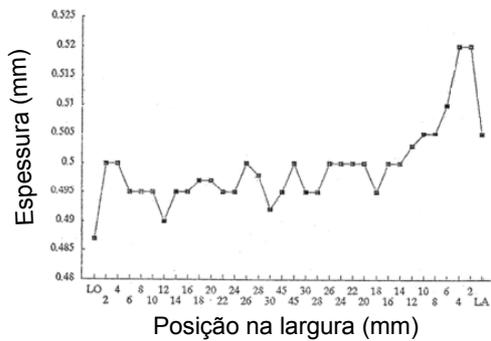


Figura 4- Perfil de espessura de BF com o defeito build up

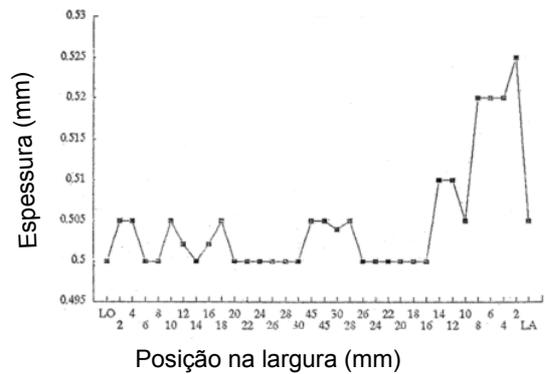


Figura 5- Perfil de espessura de BF com o defeito build up

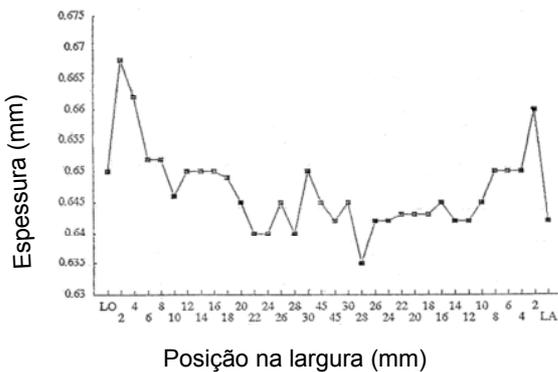


Figura 6- Perfil de espessura de BF com o defeito build up

Através da observação da região defeituosa das bobinas, verificou-se pequenos arranhões provocados pelo deslizamento relativo entre as espiras durante o manuseio. A extensão da região com o defeito variava de 5 cm a 8 cm da borda. A Figura 7 mostra o perfil de uma BF que não apresentou *build up*. Seu perfil tem forma convexa e não apresenta irregularidades.

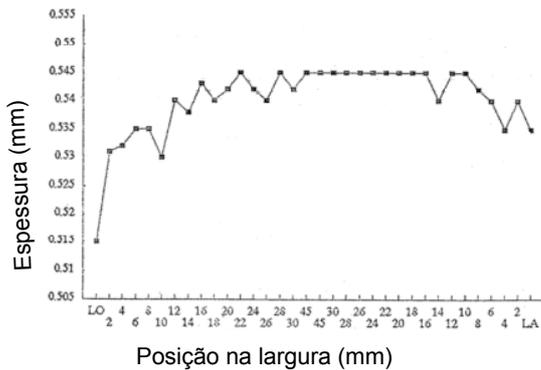


Figura 7- Perfil de espessura de BF sem o defeito build up

Para correlacionar os perfis das bobinas finais com os seus perfis em processos anteriores toda vez que uma BQ (Bobina Laminada a Quente) apresentava o defeito, parava-se a laminação e mediam-se os perfis da BF e da BQ original. Além disso, para algumas BQ's que não apresentaram o defeito, foram realizadas medições nas mesmas condições.

As Figuras 8, 9 e 10 mostram perfis de BQ's cujas BF's correspondentes apresentaram build up. Nota-se uma certa concavidade nos perfis e a região correspondente ao defeito apresenta um acréscimo abrupto de espessura.

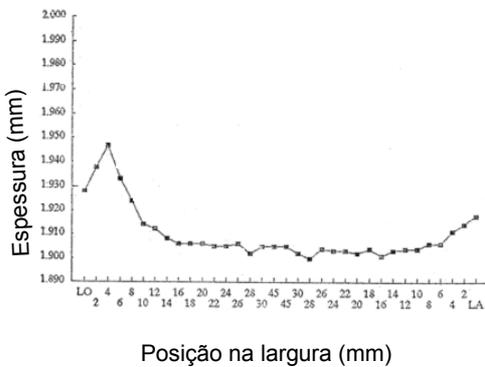


Figura 8- Perfil de espessura de BQ que gerou o defeito build up

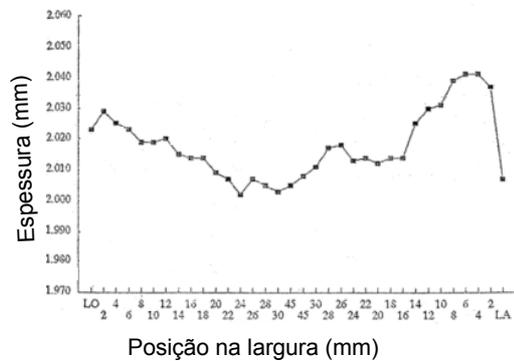


Figura 9- Perfil de espessura de BQ que gerou o defeito build up

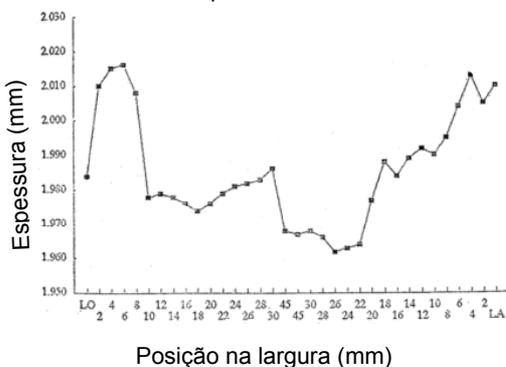


Figura 10- Perfil de espessura de BQ que gerou o defeito build up

A Figura 11 mostra o perfil de uma BQ cuja BF correspondente não apresentou o defeito. Seu perfil é convexo e sem irregularidades.

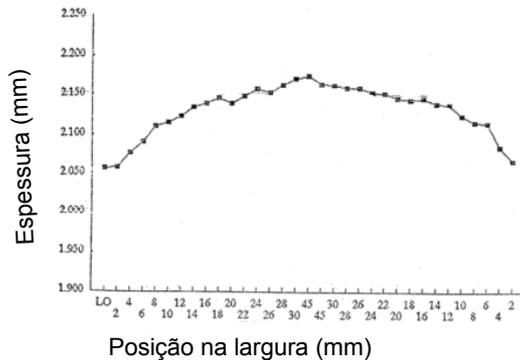


Figura 11- Perfil de espessura de BQ que não gerou o defeito build up

Após a determinação da correlação existente entre os perfis das BQ's e das BF's foi feito o acompanhamento do processamento de algumas bobinas na LTF. Neste acompanhamento verificou-se que o defeito ocorria preferencialmente na região central das bobinas e não nas extremidades. Esta observação foi muito importante na identificação da causa fundamental, tomando como base as características do processamento a quente.

2.2 Determinação e Análise das Causas Potenciais

Para a determinação das causas potenciais o ponto chave foi o resultado da análise das características do processo de laminação via Laminador Steckel comparado com o perfil de espessura observado no produto.

O laminador Steckel é um laminador reversível localizado entre dois fornos que tem como objetivo minimizar as perdas térmicas da tira. Sendo assim, observa-se no final do processo uma homogeneidade significativa de temperatura à exceção das extremidades do material. Esta característica cria um diferencial competitivo de homogeneidade de propriedades metalúrgicas e mecânicas ao longo das tiras, porém torna mais difícil o controle da forma do produto laminado a quente.

A Tabela 1 apresenta as causas potenciais com os resultados obtidos na análise, assim como os recursos utilizados.

Tabela 1- Causas Potencias X Resultados da Análise

Causa Potencial	Recurso	Resultado
Coroamento inicial dos cilindros de trabalho do Steckel	Miligraf	Bobinas laminadas com cilindros de coroamento -0,04mm e +0,05mm apresentaram o defeito.
Tipo de cilindros (dupla fusão ou centrifugado)	Ficha técnica	Não demonstrou nenhuma tendência
Temperatura máxima ou média de início de laminação	Pirômetro	Não demonstrou nenhuma tendência
Bobinas que apresentaram algum tipo de acidente de processo	Relatórios de produção e de processo	Não demonstrou nenhuma tendência
Força mínima, média e máxima de laminação nos passes de laminação do Steckel	Sistema supervisorio: Medição contínua de variáveis previamente selecionadas	Identificado correlação forte com a força mínima de laminação nos dois últimos passes.
Temperaturas mínima, média e máxima nos passes de laminação do Steckel.	Sistema supervisorio: Medição contínua de variáveis previamente selecionadas	Identificado correlação forte com a temperatura máxima da tira nos dois últimos passes.
Perfil térmico dos cilindros após a laminação de uma sequência de bobinas.	Termografia	Não demonstrou nenhuma variação significativa
Desgaste localizado dos cilindros após a laminação de uma sequência de bobinas.	Miligraf	Foi identificada variação no perfil da mesa inferior do cilindro de trabalho na região equivalente à da posição do defeito observado no aço elétrico de grão não orientado.

2.3 Plano de Ação

Baseado nos estudos realizados foi desenvolvida uma prática operacional que estabeleceu os seguintes controles:

- As forças mínimas de laminação no penúltimo passe da laminação de acabamento deve se situar entre 1200 e 1000t;
- As forças mínimas de laminação no último passe da laminação de acabamento deve se situar entre 1000 e 800t;
- As velocidades de laminação foram reduzidas e fixadas para garantir uma menor diferença de temperatura entre as extremidades e o corpo das tiras.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização feita pelas medições das tiras é concordante com a literatura. Robert⁽¹⁾ cita que irregularidades desenvolvidas no perfil de espessura das tiras laminadas a quente geram defeitos conhecidos como *build up* ou *ridges* nas bobinas laminadas a frio. Tais saliências podem contribuir para danos por abrasão no manuseio subsequente das bobinas ou colamento de espiras durante o recozimento em caixa. Sendo assim, este defeito torna-se mais aparente quanto maior for o número de espiras, podendo chegar a um quarto de polegada ou mais. Este fato ocorre devido ao acúmulo localizado de material.

A prática operacional foi desenvolvida estabelecendo uma equalização de temperatura ao longo do comprimento das tiras, utilizando como referência as forças de laminação. Desta forma, obtiveram-se ao longo das tiras nos dois últimos passes cargas iguais ou decrescentes e constantes. A referência das forças de laminação envolve uma flexão mínima dos cilindros de trabalho que minimiza ou anula o efeito das irregularidades apresentadas na superfície destes e que garante um coroamento de tira da ordem de 0,03 mm a 0,08mm.

Robert⁽¹⁾ também afirma que qualquer fator que interfere na abertura dos cilindros do laminador acabador, pode provocar o defeito *build up*. Entre outros, pode-se destacar: desgaste irregular dos cilindros de trabalho, agregação de material nos rolos, refrigeração não uniforme, aplicação inadequada de lubrificantes e plano de passe não devidamente escalonado.

4 CONCLUSÃO

O defeito *build up* é provocado por um acréscimo abrupto no perfil transversal das tiras laminadas a frio. Esta irregularidade tem origem no perfil da tira laminada a quente.

A eliminação deste defeito foi obtida através da implantação de prática operacional específica para cada produto e o controle é feito através de um medidor contínuo de perfil durante o processo de laminação a quente na ArcelorMittal Inox Brasil.

REFERÊNCIA

- 1 ROBERTS, W.L. Cold Rolling of Steel, Marcel Dekker Inc. 1978, New York, USA