

AUMENTO DA CAMPANHA DE CILINDROS DE ENCOSTO DO LAMINADOR DE TIRAS A QUENTE DA COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL (CSN) ¹

Sebastião J. F. de Azevedo ²
Luciano J. F. Nicodemos ³
Carlos Luiz F. da Cunha ⁴
Marcelo Coutinho Romolo ⁵
Danilo Guelli Gonçalves de Oliveira ⁶

Resumo

Com a constante evolução na produção de laminados a quente, observou-se a necessidade de se obter cilindros de encosto mais resistentes ao desgaste. Dessa forma, a idéia era ampliar a utilização do laminador com o aumento da campanha dos cilindros de encosto. Utilizava-se cilindros de aço forjado com 3% Cr que faziam campanhas quinzenais. Para atender o objetivo de aumento de utilização do laminador, iniciou-se o desenvolvimento de cilindros de encosto em aço forjado com 5% Cr que suportam campanhas mensais. Este passo se deu de forma gradativa, analisando-se o perfil de desgaste após cada campanha. Outro fator de extrema relevância nesse processo foi o implemento de uma manutenção mais criteriosa nos cilindros dentro da oficina de cilindros, ou seja, a evolução do entendimento do processo de retificação. O sucesso alcançado nessa etapa possibilitou a extensão do projeto para o laminador desbastador, mesmo este, utilizando cilindros de aço forjado com 3% Cr. Com o advento da modernização do laminador de tiras a quente da CSN em julho de 2001 e a implementação de cilindros de trabalhos com curvas CNP (combined numerical profile) começaram a ocorrer lascamentos de cilindros de encosto. As trocas mensais dos cilindros de encosto proporcionaram um aumento significativo no tempo de utilização do Laminador de Tiras a Quente da CSN.

Palavras-chave: Laminador; Cilindro de encosto; Lascamento.

¹ Trabalho a ser apresentado no 42º Seminário de Laminação, 2005, Santos, S.P.

² Engenheiro Metalúrgico, Gerência de Cilindros da Companhia Siderúrgica Nacional.

³ Técnico de Desenvolvimento, Gerência de Laminação a Quente Siderúrgica Nacional.

⁴ Técnico de Desenvolvimento, Gerência de Manutenção da Laminação a Quente da Companhia Siderúrgica Nacional.

⁵ Técnico de Desenvolvimento, Gerência de Cilindros da Companhia Siderúrgica Nacional.

⁶ Gerente de Cilindros da Companhia Siderúrgica Nacional.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo principal o aumento do tempo de utilização do laminador de tiras a quente da CSN. Para atender este objetivo foi iniciado o desenvolvimento de cilindros de encosto em aço forjado com 5% Cr. Estes cilindros tem como principais características maior resistência ao desgaste e a fadiga de contato. Com isso, torna-se viável a mudança de trocas de cilindros de encosto quinzenais para trocas mensais. É sabido que o perfil de desgaste dos cilindros de encosto é o fator que determina o tempo correto que permanecerão no laminador.

Fadiga de contato é a causa básica de lascamentos nestes cilindros.

Baseado nestes conceitos, percebeu-se a necessidade de uma melhor manutenção dos cilindros antes, durante e após o processo de retificação.

Nesse processo é necessário que se garanta a total eliminação da camada encruada. A existência de um bom controle da vida do cilindro se faz necessário, pois influencia de forma direta na decisão de liberar o cilindro para retornar ao laminador.

Quando da aquisição de um cilindro novo, recebemos o certificado de qualidade e neste documento a dureza é informada pelo fornecedor.

Este cilindro passa por um processo de inspeção de recebimento e estes valores são checados e anotados no controle de dureza.

Após cada campanha mensal este cilindro passa pelo processo de retificação e posteriormente é submetido ao teste de ultra-som. Nessa etapa, os valores de dureza encontrados são comparados com os valores de dureza de recebimento do cilindro. Caso esses valores estejam iguais ou inferiores, este cilindro é liberado para retornar ao laminador. Se os valores estiverem superiores, o cilindro retorna no passo de desbaste até que se obtenha a dureza do recebimento do cilindro.

2 DESENVOLVIMENTO

A capacidade de produção do laminador de tiras a quente da CSN após a modernização em julho de 2001 passou para 5.400.000 t. Isto exige uma produção mensal de 450.000 t. Atualmente produz-se 5.100.000 t. ao ano, o que exige produções mensais de 425.000 t. Para atingirmos estes números ao longo dos anos trabalhou-se na busca do aumento da utilização do laminador.

A CSN utilizava no laminador de tiras a quente cilindros de encosto em aço forjado com 3% Cr. que suportavam campanhas quinzenais. Em 1997 iniciou-se o desenvolvimento e posterior uso de cilindros de encosto em aço forjado com 5% Cr. Este desenvolvimento tinha o objetivo de utilização de cilindros mais resistentes ao desgaste e a fadiga de contato.

O primeiro par de cilindros de encosto com 5% Cr. inicialmente passou por campanhas quinzenais para acompanhamento do comportamento durante uso. Observou-se nessa etapa perfil de retifica, perfil de desgaste, dureza e ultra-som.

As Figuras 1 e 2 mostram a comparação de desgaste de cilindros de encosto com 3% e 5% Cr.

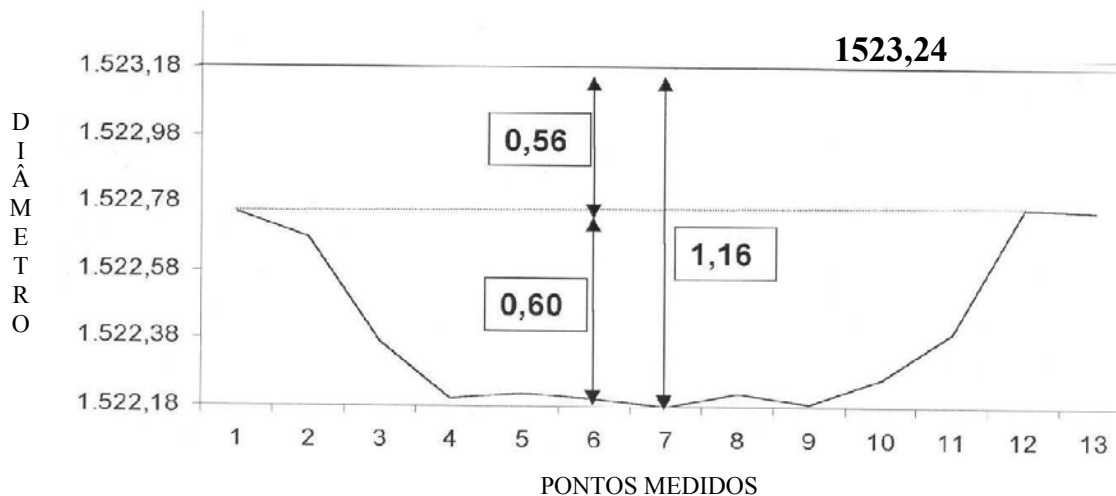


Figura 1. Avaliação de desgaste em cilindro com 3% Cr. (campanha quinzenal).

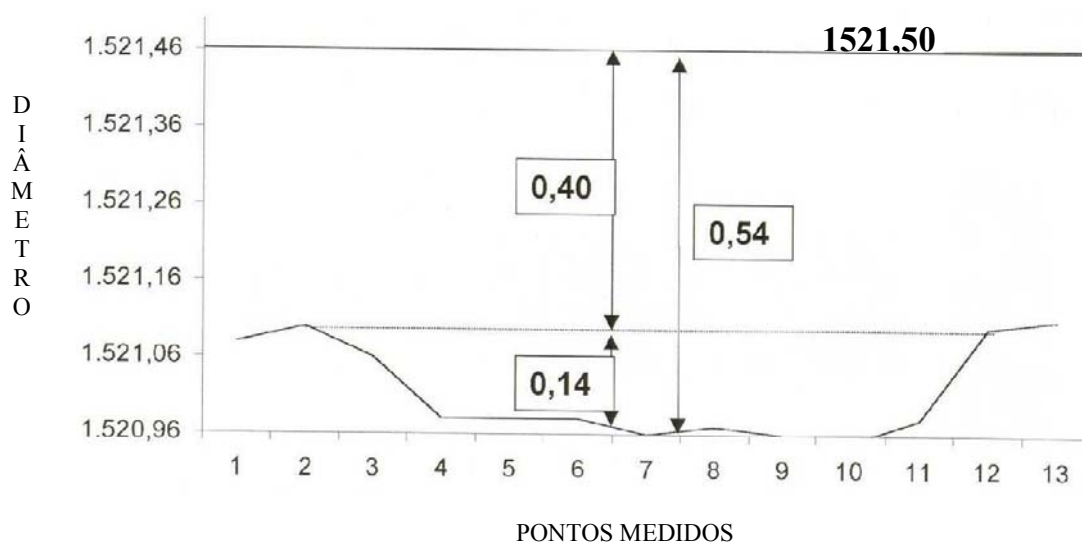


Figura 2. Avaliação de desgaste em cilindro com 5% Cr. (campanha quinzenal).

Estes dados foram de vital importância na decisão em se fazer campanhas mensais. Com os resultados alcançados, em 1998 mudou-se a especificação para cilindros em aço forjado com 5% Cr. e a partir de então aumentou-se de forma gradativa a quantidade desta nova especificação em uso.

Atualmente, fazemos campanhas mensais em todo laminador de tiras a quente da CSN.

No laminador desbastador faziam-se campanhas quinzenais com cilindros de encosto de aço forjado com 3% Cr. Após análises de aplicação e perfis de desgaste passou-se a fazer campanhas mensais sem alterar a especificação dos cilindros.

A partir de julho de 2001 começaram a ocorrer lascamentos de cilindros de encosto com. Nas cadeiras F2, F3 e F4 onde foi instalado roll shift com utilização de curva CNP nos cilindros de trabalho, observava-se um tipo de lascamento. Nas cadeiras F5, F6 e F7 que possuem AGC hidráulico, ocorriam lascamentos com características diferentes, oriundos de patinação. Com a coleta dessas informações, buscou-se o entendimento da causa dos lascamentos. Com isso, o objetivo era a tomada de ações para solucionar os problemas e garantir que os cilindros não fossem trocados de forma prematura e voltassem a resistir 4 semanas.

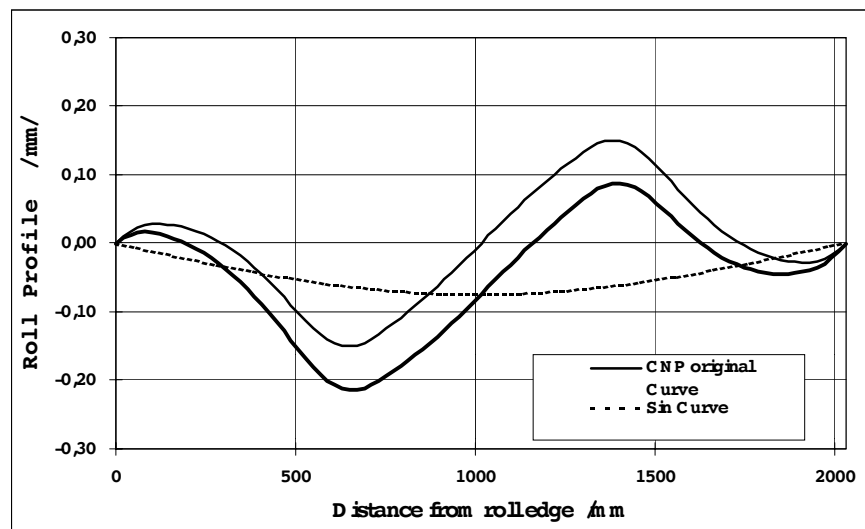
3 LASCAMENTOS NOS CILINDROS DE ENCOSTO DAS CADEIRAS F2, F3 E F4

O laminador de tiras a quente retornou a produção após a modernização e de forma gradativa buscou a produção normal respeitando uma curva de start-up.

No início de 2003, observou-se que o desgaste de cilindros de encosto destas cadeiras estava aumentando para eliminar micro lascamentos a uma distância constante.

Após avaliação, percebeu-se que os lascamentos ocorriam sempre na mesma distância a partir da borda. O cilindro superior apresentava lascamento de um lado e o inferior do lado oposto. Concluiu-se que o causador do lascamento era o acúmulo de encruamento na região de maior contato com os cilindros de trabalho. A Figura 3 ilustra a curva CNP.

Figura 3. Curva CNP.



Como os cilindros de encosto eram usados sempre na mesma posição, havia o acúmulo de encruamento na região de maior contato com os cilindros de trabalho e o posterior lascamento mostrado na Figura 4.



Figura 4. Foto ilustrativa do lascamento.

A ação que resolveu por definitivo este problema foi criar um controle de utilização de cilindros de encosto para estas cadeiras, de forma a garantir que um cilindro que fez uma campanha mensal na posição superior seja montado na próxima campanha

na posição inferior. A partir desta ação não ocorreram mais lascamentos nessas cadeiras.

A Figura 5 ilustra o perfil de desgaste de um cilindro de encosto superior da cadeira F3.

LM	PERFIL DE DESGASTE											LO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1430,08	1430,16	1430,1	1430,01	1430,08	1430,01	1429,61	1429,23	1429,03	1429,08	1429,83	1430,12	1430,1

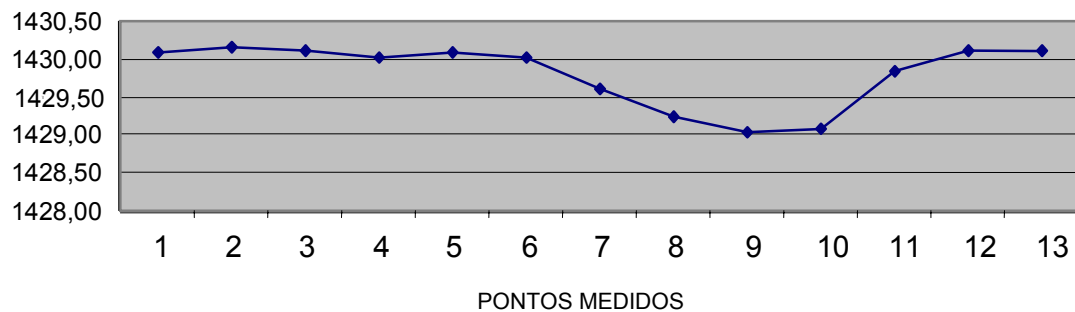


Figura 5. Perfil de desgaste.

4 LASCAMENTOS NOS CILINDROS F5, F6 E F7

Os lascamentos tinham origem em uma patinação dos cilindros de trabalho sobre os cilindros de encosto. No início do projeto sentiu-se a necessidade de se avaliar muitos pontos como: lubrificantes, mancais de cilindros de encosto, práticas operacionais para girar os cilindros de encosto.

Em determinada fase do projeto e após vários acompanhamentos e estudos observou-se que os cilindros de trabalho estavam partindo mais rápido que antes da modernização do laminador de tiras a quente. Começou-se a estudar a velocidade de partida dos cilindros antes da modernização e descobriu-se que a velocidade de partida dos cilindros de trabalho foi elevada para preservar os casquilhos dos motores acionadores principais das cadeiras.

Assim, com o envolvimento e consenso dos responsáveis, chegou-se às velocidades de partidas que seriam seguras para os motores e não causariam a patinação dos cilindros de trabalho sobre os cilindros de encosto. Após as correções, o problema foi solucionado. A Figura 6 ilustra este tipo de falha.



Figura 6. Foto ilustrativa da patinação e lascamento

5 MANUTENÇÃO DOS CILINDROS

A performance dos cilindros depende dos cuidados que são garantidos aos mesmos dentro de uma oficina de cilindros.

As oficinas de cilindros da CSN vem aplicando este conceito e buscando extrair dos cilindros a máxima performance, visto o valor agregado destas peças. Entendemos também que os cilindros de encosto, devido a uma campanha mensal no laminador, merecem um tratamento especial durante o processo de retificação.

A CSN vem adotando uma prática conhecida mundialmente e que apresenta excelentes resultados. Esta prática é apresentada na Figura 7.

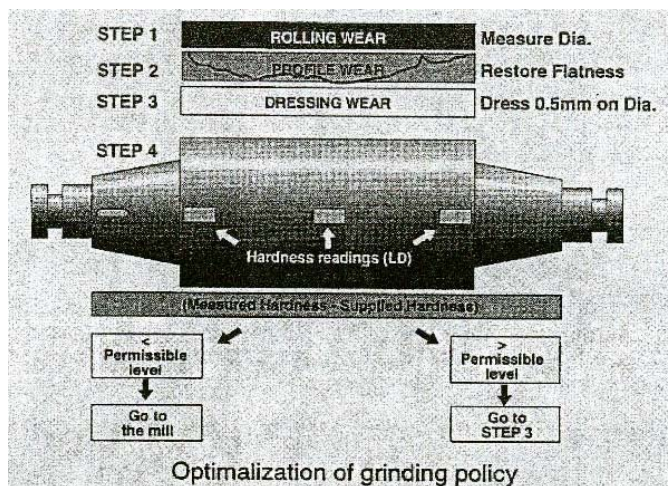


Figura 7. Passos para o processo de retificação.

Seqüência de passos importantes a serem seguidos:

Passo 1. O cilindro tem o perfil de desgaste medido e analisado;

Passo 2. O desgaste apresentado é totalmente removido, deixando o cilindro com o perfil plano;

Passo 3. Faz-se a remoção de 0,5 mm no diâmetro do cilindro com objetivo de retirar a camada encruada. Obs.: A elevação de dureza durante o processo de laminação (encruamento) deve ser tratada como ponto de atenção, conforme mostrado na figura 8.

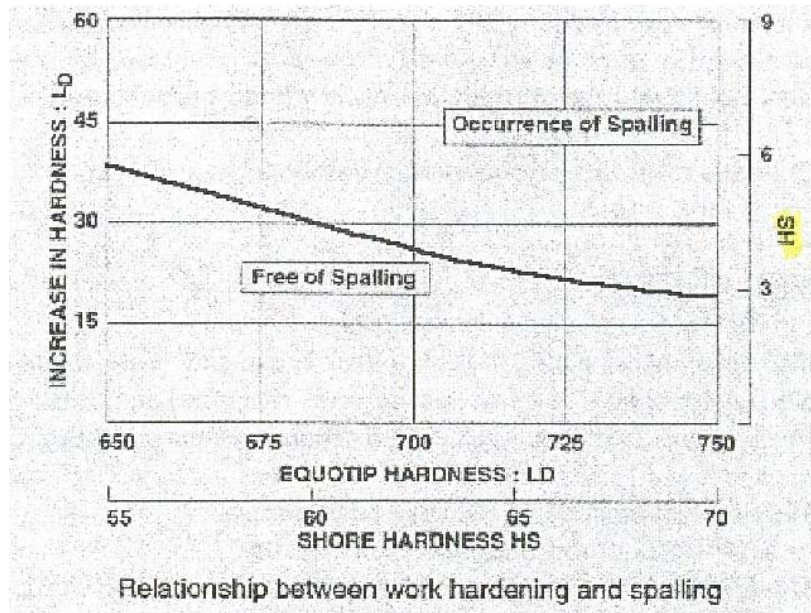


Figura 8. Relação entre dureza aceitável e ocorrência de lascamento.

Passo 4. Faz-se a medição de dureza em quadrante e se compara com a dureza medida do cilindro quando novo (medição esta realizada na inspeção de recebimento). Se a dureza encontrada estiver menor ou igual a do recebimento, o cilindro é liberado para o laminador. Caso o valor encontrado encontrado estiver superior ao do recebimento deve-se retornar ao passo 3, fazendo isso até a garantia da eliminação da camada encruada.

A CSN adota um quinto passo que trata da realização de uma inspeção do perfil de retífica, inspeção do caimento (alívio de tensões) e uma detalhada inspeção por ultra-som em 100% dos cilindros que são retificados.

5.1 Inspeção por Ultra-som

O princípio da ultra-som se baseia no fato de que os materiais sólidos são bons condutores de ondas sonoras pelo fato das ondas não serem refletidas apenas nas interfaces, mas também por falhas internas. O efeito da interação entre ondas de som e o material é mais forte quanto menor for o comprimento da onda, o que significa maior frequência da mesma.

$$\lambda = \frac{C}{F}$$

C – Velocidade do som [Km/s]

F – Frequência [MHz]

λ - comprimento de onda [mm]

Isto significa que as ondas de ultra-som devem ser usadas em um alcance de frequência entre aproximadamente 0,5 MHz e 5,0 MHz. Com frequências mais baixas, o efeito de interação das ondas com falhas internas seria tão pequeno que a descoberta ficaria sem credibilidade.

O objetivo do ensaio por ultra-som está dividido em quatro etapas, a seguir:

- Detecção do defeito;
- Localização do defeito;
- Avaliação do defeito;
- Diagnóstico do defeito.

Na CSN, caso o defeito encontrado não comprometa a utilização do cilindro, o mesmo é liberado para uso e a partir daí é estabelecida uma rotina de acompanhamento da evolução do defeito mapeado.

5.1.1 Procedimento para inspeção de ultra-som

1. Inspeção superficial com o transdutor MWB90.º em 100% do cilindro a 360.º da mesa, usando escala de 650mm calibrada no bloco V1, a 200mm com indicação do 2.º eco a 100% da tela com velocidade de propagação para ondas superficiais de 2664m/s e intensidade de defeito de aproximadamente de 68 dB;
2. Inspeção interna com o transdutor 0,5 MHz , 1MHz ou 2MHz a 180º da mesa do cilindro, usando como referência o eco de fundo do diâmetro do próprio cilindro a 100% da tela e velocidade de 5920m/s.

6 RESULTADOS

- As trocas de cilindros de encosto passaram de campanhas quinzenais para mensais;
- Aumento do tempo de utilização do laminador de tiras a quente, devido a eliminação de uma parada para troca de cilindros de encosto;
- Disponibilidade de tempo de retificadoras de cilindros;
- Redução do consumo de cilindros de encosto, conforme mostrado na figura 9.

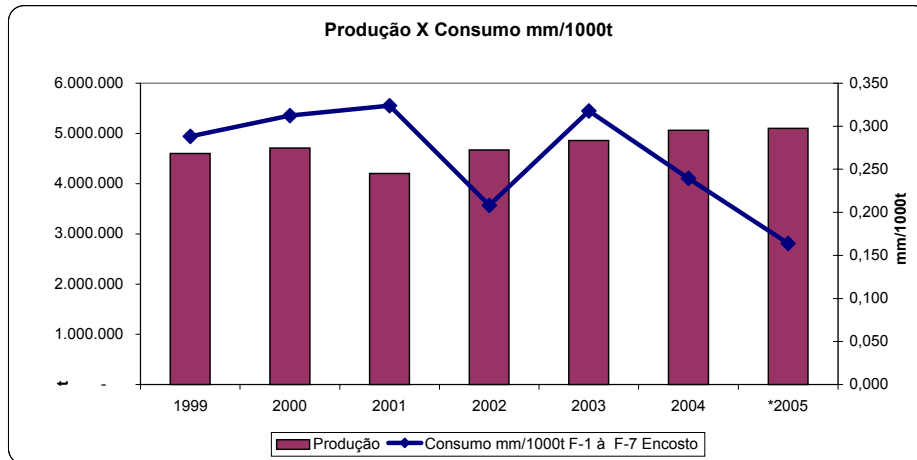


Figura 9. Produção do laminador x consumo de cilindros

7 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta a importância do constante desenvolvimento de cilindros para a evolução da produção do laminador de tiras a quente da CSN. Cilindros de laminação são ferramentas de alto valor agregado e necessitam de uma boa manutenção na oficina de cilindros. As causas dos lascamentos devem ser

tratadas de imediato junto ao corpo técnico da laminação e/ou junto ao corpo técnico do fornecedor.

O conhecimento do processo de laminação pelo corpo técnico da oficina de cilindros se faz necessário para uma melhor aplicação e aproveitamento dos cilindros (performance).

Atualmente, todas as cadeiras do tiras a quente da CSN utilizam cilindros em campanhas mensais contribuindo assim para uma maior utilização da linha.

BIBLIOGRAFIA

- 1 M.Nakagawa, "Influence of maintenance on back-up roll life in four-high mills", Hitachi Review, vol.25, n. 09, 1976, pp.311-315.
- 2 M.Nakagawa, " A consideration on decision of suitable regrinding amount of back-up roll for 4-high mills", Hitachi Review, vol.24, n. 12, 1975, pp.467-472
- 3 J. Krautkramer, H. Krautkramer, **Ultrasonic testing of materials**, 4º th. Berlin, Springer, 1990.
- 4 " Nondestructive testing handbook" acoustic emission testing, vol.5, The American Society for Nondestructive testing In.,1987
- 5 Nambu, Y. Suitable dressing amount calculation to prevent fatigue spalling In: meeting of the international association of steckel mill operators,3 . Anais, Timóteo, March 1986.
- 6 Tommy Nylén, David Collins, " **Developments in hot strip mill roll technology**" Fukuoka Japan. August 2002.

INCREASE OF THE BACK UP ROLL CAMPAIGN AT THE CSN HOT STRIP MILL ¹

Sebastião J. F. de Azevedo ²

Luciano J. F. Nicodemos ³

Carlos Luiz F. da Cunha ⁴

Marcelo Coutinho Romolo ⁵

Danilo Guelli Gonçalves de Oliveira ⁶

Abstract

According to the constant production evolution in the hot strip mill, the requirements was observed to obtaining back up rolls much more resistant against to the rolling wear. So, the idea was to enlarge the use on the hot strip mill with the increase of the back up roll campaign. It was used forged alloy steel roll with 3% Cr. that reached 15 days by each campaigns. To assist the objective about increasing of use hot strip mill performance, It began to development forged back up roll with 5%Cr that are enough to support monthly campaigns. This step happened in a slowly controlled way, by analyzing the wear roll profile after each campaign. Another extreme factor relevance in this process was the implement to a strong discerning maintenance inside of each rolls after the campaign at the roll shop, in the other hands, the evolution about understanding the grinding roll process. The success reached on that stage becomes possible to extend the project to the roughing stand mill, even though this one are using forged alloy steel roll with 3% Cr. According to the CSN hot strip mill revamp, dated on July 2001 where we started to use works rolls with CNP profiles it began to happen back up roll spalling. The monthly back up roll campaign provided a significant increasing about CSN hot strip mill performance.

Key words: Rolling mill: back-up roll; spalling.

¹ *Project to be presented at the 42 nd Rolling mill Seminar, 2005, Santos, S.P.*

² *Metallurgical engineer, Roll Shop CSN Management Companhia Siderurgica Nacional.*

³ *Development Technical, Roll Shop CSN Management Companhia Siderurgica Nacional.*

⁴ *Development Technical, Roll Shop CSN Management Companhia Siderurgica Nacional.*

⁵ *Development Technical, Roll Shop CSN Management Companhia Siderurgica Nacional.*

⁶ *CSN Roll Shop Manager; Companhia Siderurgica Nacional.*