

# ESTUDO PARA ELIMINAÇÃO DOS PROBLEMAS DE EMPENOS, TRINCAS E QUEBRAS DOS ROLOS DE CARGA DO FORNO DE RECOZIMENTO DE CHAPAS GROSSAS DA ACESITA<sup>1</sup>

*Israel Vieira Freitas<sup>2</sup>  
Valdir Quintão de Souza<sup>3</sup>  
Onofre Bastos de Oliveira<sup>4</sup>  
Vivaldo Geraldo Diniz<sup>5</sup>  
José Maria Reciolino<sup>6</sup>  
Francisco Manoel P. do Nascimento<sup>7</sup>*

## **Resumo**

Realizou-se um estudo para diagnosticar as causas dos problemas de empenos, trincas e quebras que ocorriam nos 16 rolos do forno de Recozimento de Chapas Grossas da Acesita. Estes rolos tem a função de movimentar as placas durante o seu processo de recozimento. Os rolos são fabricados pelo processo de fundição por centrifugação no material ASTM-A-297 Gr HK40, resistente à elevadas temperaturas (1100°C). Dentro desta análise, a suspeita inicial era de que a causa destes problemas fosse do material de fabricação destes rolos, no entanto no decorrer da análise verificou-se que não se tratava apenas de material, tendo outras variáveis envolvidas nas causas tais como: sistema de acionamento da soleira; sistema estrutural do forno; controle dos parâmetros de temperaturas; procedimentos de manutenção. Baseado nas análises, pôde-se definir a causa fundamental dos problemas a qual tratava-se do efeito cumulativo de deformações dos rolos. Isto possibilitou as ações corretivas definitivas para solução dos problemas.

**Palavra-chave:** Forno de recozimento; Quebras de rolos.

## **STUDY FOR ELIMINATION OF THE PROBLEMS OF WARPS, CRACKS AND BREAKS LOAD ROLLS OF THE CONTINUOUS ANNEALING FURNACE OF STAINLESS STEEL PLATES OF THE ACESITA'S COMPANY**

### **Abstract**

A study was carry out to diagnosis the causes of the problems of warps, cracks and breaks that occurred in the 16 rolls of the Continuous Annealing Furnace of the Acesita. These rolls have the function to put into motion the plates during the annealing process. The rolls are manufactured by the process of casting for centrifuging in the material ASTM –A 297 Gr HK40, resistant to the high temperatures (1100°C). In this analysis, the initial suspicion it was of that the cause of these problems was of the material of manufacture of these rolls, however in elapsing of the analysis verified that was not only about material, having other involved variable in the causes such as: door-sill's drive system; furnace's structural system; control of the parameters of temperatures; maintenance procedures. Based in the analyses, the basic cause of the problems could be defined which if was about the cumulative effect of rolls deformation. This made possible definitive the corrective actions for solution of the problems.

**Key words:** Continuous annealing furnace; Rolls break

<sup>1</sup> Contribuição técnica apresentada na 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ

<sup>2</sup> Engenheiro Mecânico da Gerência de Engenharia de Manutenção - Acesita

<sup>3</sup> Engenheiro Mecânico da Gerência de Engenharia de Manutenção - Acesita

<sup>4</sup> Técnico Projetista da Gerência de Engenharia de Manutenção - Acesita

<sup>5</sup> Supervisor da Área de Acabamento de Chapas Grossas - Acesita

<sup>6</sup> Gerente da Área de Acabamento de Chapas Grossas - Acesita

<sup>7</sup> Engenheiro Metalurgista da Gerência de Aciaria Inox - Acesita

## **1 INTRODUÇÃO**

Diante dos problemas de quebra dos rolos de carga da soleira do forno de recozimento de Chapas de Inoxidáveis da Acesita, foi efetuado um estudo das causas destes problemas visando-se sua eliminação. Sendo que este estudo iniciou-se pela avaliação das características físico-químicas do seu material. A seguir, fez-se uma avaliação do sistema de acionamento da soleira do forno a qual é composta de 16 rolos e que possuem a função de conduzir as chapas para o interior do mesmo mantendo-as em um movimento de vai e vem até que a mesma atinja a temperatura de encharque (~1100°C) e finalmente, conduzindo-as para a câmara de resfriamento.

Os rolos são fabricados pelo processo de fundição por centrifugação em aço refratário ASTM-A-297 Gr HK 40 (Anexo 1), com elevada resistência à fluência, que é a principal característica da soleira para trabalho sob elevadas temperaturas (até 1150°C).

## **2 OBJETIVOS**

- Eliminar as paradas de emergência, paradas programadas e interrupção de produção por empeno e quebra dos rolos de cargas do forno de recozimento de Chapas Grossas de Aço Inoxidáveis da Acesita;
- Implementar melhorias para elevar a vida útil dos rolos e aumentar o índice de disponibilidade de equipamentos para atendimento à demanda de produção, que é cada vez mais crescente.

## **3 DESENVOLVIMENTO**

### **3.1 A Gerência de Acabamento de Chapas Grossas**

Esta Gerência é responsável pelo acabamento das chapas grossas de inox laminadas à quente. Seu processo compreende; o recozimento, decapagem e corte por guilhotina e a plasma das chapas de inox de 9 até 50 mm de espessura. A chapa grossa produzida atende principalmente o segmento de bens de capital, papel e celulose, destilarias e cervejarias, usinas de açúcar e álcool, dentre outros.

O forno de tratamento térmico é o gargalo do fluxo de chapas grossas e sua performance limita a oferta deste produto para o mercado.

### **3.2 O Forno de Tratamento Térmico**

#### **3.2.1 Objetivo do processo**

Tratamento térmico de recozimento para solubilização em chapas de aço inoxidável.

#### **3.2.2 Características do equipamento**

- Fabricante: Conforja - Ano: 1987;
- Produtividade média: 3,3 t/h;
- Dimensões da mufla: 7000x1600x600mm;
- Potência térmica: 1700000 kcal/h;
- Temperatura máxima: 1150°C;
- Sistema de resfriamento: Água pulverizada em leque;
- Combustível: GLP.

### 3.2.3 Histórico do equipamento

#### Projeto original

O forno foi montado em 1987 e desde então houve diversas alterações no projeto original, visando a melhoria do mesmo em função da ocorrência de diversos problemas. As Figuras 1 e 2 mostram o sistema antigo de acionamento dos rolos de carga, com apenas uma corrente.

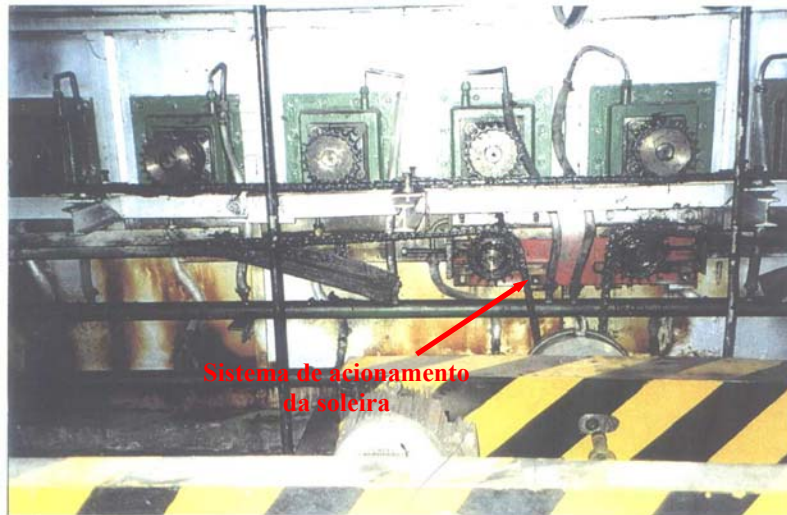


Figura 1. Vista lateral mostrando o sistema de acionamento da soleira.



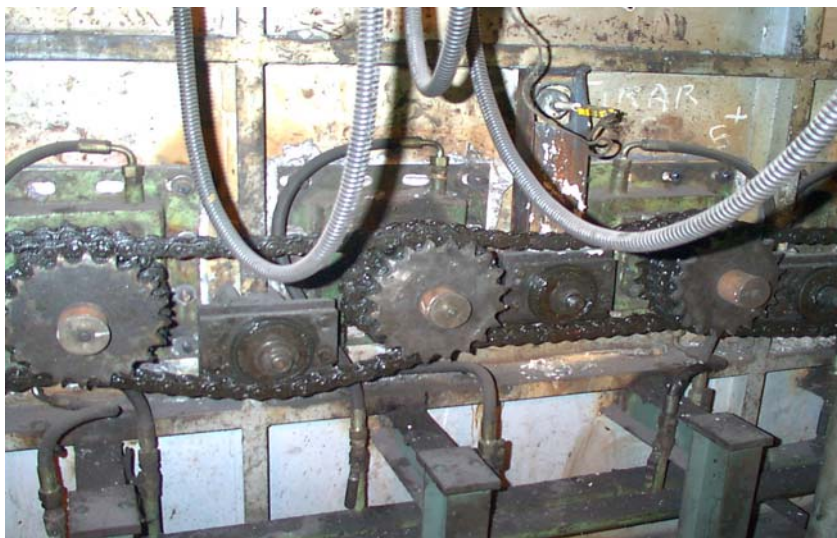
Figura 2. Vista geral mostrando uma única corrente acionando os 16 rolos.

Um dos maiores problemas com este sistema de acionamento é que, quando acontecia o rompimento da corrente e/ou queima do motor de acionamento, ocorria o empeno simultâneo dos 16 rolos da soleira. Devido a estes fatos no ano de 2000, modificou-se o sistema, quando foram implantados 2 motores, sendo um motor *stand by* para a eventual pane do sistema, e o acionamento foi modificado de uma única corrente com um esticador

para o sistema de corrente múltipla, independente e intercalada, ligando um rolo ao outro, totalizando um n.º de 15 correntes sem esticadores.

### Projeto atual

O sistema atual do forno conforme as Figuras 3 e 4 mostram nitidamente o mecanismo de acionamento com correntes intercaladas com 2 motores, um em cada extremidade propiciando simultaneidade de movimento dos rolos.



**Figura 3.** Vista lateral do sistema de acionamento por corrente múltipla, independente e intercalado

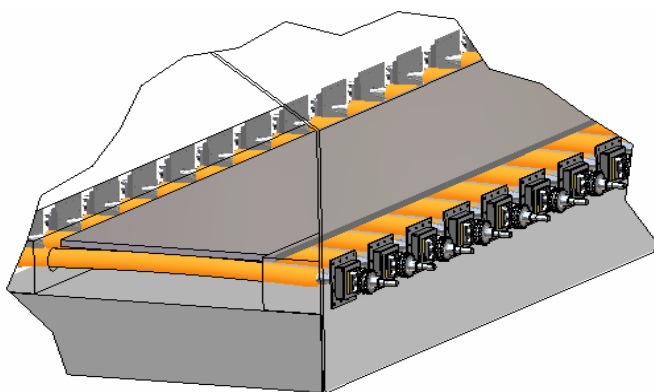


**Figura 4.** Sistema de acionamento posicionado na extremidade do forno

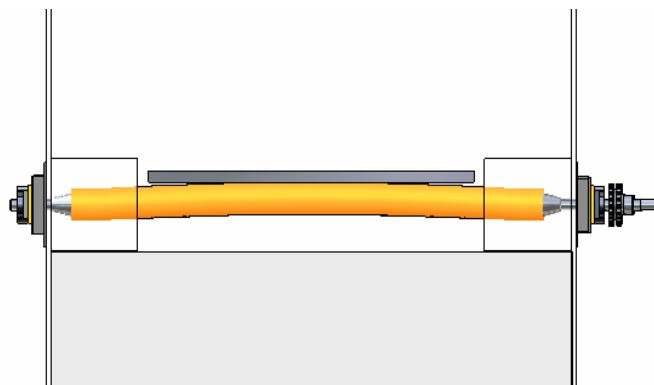
### 3.2.4 Descrição dos problemas

Mesmo com a eliminação do risco de parada simultânea dos rolos após implantação do novo sistema de acionamento, ainda assim ocorriam empenos que evoluíam gradativamente em todos os rolos da soleira resultando na parada do processo ou mesmo a quebra de rolos aleatoriamente, ao longo toda a soleira do forno (Anexo 2 - Vista interna

da soleira do forno). O efeito cumulativo de empeno determinava a necessidade de uma parada programada mensal, normalmente de 4 dias para desempenho, recuperação e, muitas vezes, troca de alguns rolos da soleira. Diante de todos os problemas citados esta gerência solicitou que a Engenharia de Manutenção realiza-se um estudo para eliminação dos empenos, trincas e quebras destes rolos.



**Figura 5.** Vista simulada do forno com a chapa sobre os rolos empenados



**Figura 6.** Vista de frente do forno visualizando o empeno dos rolos

### 3.2.5 Análise das causas e proposta para solução dos problemas

#### 1ª Etapa (Estudos iniciais do problema)

Inicialmente foi efetuada avaliação química do material do rolo comparando-se ao especificado e também, avaliada a sua micro e macro estrutura. Esta avaliação permitiu verificar se existia alguma influência nos problemas acima citados. Porém estas avaliações não foram consideradas como a causadora dos empenos e quebras dos rolos.

#### Alterações implementadas no sistema (1ª etapa):

Redução da espessura da parede refratária do forno, alteração do diâmetro do rolo, eliminação da proteção isolante interna; eliminação do esboço interno do munhão do rolo, que proporcionava aumento do volume de isolamento das extremidades dos munhões.

Foram analisadas também, as seguintes variáveis do processo de funcionamento do forno: (pressão, atmosfera e outros aspectos). Entretanto, apesar de algumas ações preliminares já haver sido aplicadas, os empenos e conseqüentes rupturas de rolos continuaram a acontecer.

#### 2ª Etapa (Estudo das condições Mecânicas e Estruturais do sistema de acionamento do Forno)

Foi efetuado um estudo mecânico e estrutural do sistema envolvendo mancais, rolo, corrente coroa e o motor de acionamento da soleira. A partir destas novas avaliações, foram implementadas novas alterações corretivas buscando minimizar os efeitos danosos ocorridos, como a quebra simultânea de 7 rolos.

#### Alterações mecânicas corretivas implementadas no sistema (2ª etapa):

1. Foi definido que a corrente deveria sempre trabalhar tracionada na entrada das placas para dentro do forno, de tal forma que mantivesse a corrente na sua parte superior esticada, reduzindo-se os solavancos causados pelos empenos já existentes nos rolos.
2. Foram acrescentados 8 esticadores de corrente ao sistema de acionamento dos rolos, buscando-se criar um movimento uniforme e mais simultâneo de giro dos rolos.

- Foram acrescentados mancais nas extremidades dos eixos das coroas, objetivando-se com isto o seu deslocamento e conseqüentemente, a eliminação dos referidos empenos dos rolos;

#### **Resultados obtidos com a implementação das alterações provenientes da (2ª etapa):**

- Obteve-se melhoria apenas na uniformidade do movimento do sistema, conseguindo-se minimizar o efeito cumulativo de empenos dos rolos. Porém, ainda assim, não havia sido eliminado a causa fundamental do problema, que era a quebra de rolos.

#### **3ª Etapa (Acompanhamento e observações gerais do problema)**

Após todas as análises realizadas conseguiu-se uma maior sensibilidade sobre o problema, o que possibilitou concluir que, os empenos dos rolos aconteciam pelo efeito das paradas sucessivas a que o sistema é submetido para inversões de sentido de giro, as quais fazem parte do processo, e que resultavam então em um efeito cumulativo provenientes de pequenas deformações causadas em cada parada, pelo fato de que o rolo durante o processo de recozimento da placa, parava sempre na mesma posição angular voltada para baixo, resultando-se com isto no somatório de pequenos empenos sucessivos, causando a ruptura do rolo.

#### **Etapa final de estudo ( Estudo da solução definitiva do problema )**

Após todo o desenvolvimento das avaliações, pode-se concluir que, para a solução definitiva do problema ora tratado, deveria ser efetuada a alteração do ângulo de giro dos rolos de forma que estes passassem a girar apenas meia volta (180°), e não uma volta completa (360°) durante o processo de recozimento de cada placa, como vinha sendo praticado até o momento (Anexo 3). Através da implementação desta nova medida, os rolos estarão sempre parando em posição oposta à sua parada inicial para reversão de seu sentido de giro durante o processo de cada placa. E desta forma, o empeno residual proveniente de cada parada para inversão de sentido de giro do rolo é eliminado na parada seguinte e assim sucessivamente.

### **3.3 Retorno Financeiro**

Com a eliminação dos empenos, trincas e quebras dos rolos do forno, foi possível contabilizar os seguintes benefícios:

| <b>BENEFÍCIOS</b> |   |          |  |
|-------------------|---|----------|--|
|                   | Item  | MR\$/ano | Observação                                   |
| 1                 | Prestação de Serviço de desempenho de rolos     | 156      | MR\$13/mês x 12 meses                        |
| 2                 | Redução de consumo de rolos da soleira          | 148      |  |
| 3                 | Mão de Obra extra Comit para troca da soleira   | 32       | MR\$2,7 x 12 meses                           |
| 4                 | Aumento da vida útil do Refratário              | 26       | Orçado - realizado no ano                    |
| 5                 | Redução do Consumo de GLP para reaquecimento    | 14       | 36 horas x 24,2 kg/h x R\$1,37/kg x 12 meses |
| 6                 | Danificação das correntes de transmissão        | 14       | Orçado - realizado no ano                    |
| 7                 | Eliminação da danificação dos isolante térmicos | 12       | Orçado - realizado no ano                    |
| 8                 | Quebra de rolamentos                            | 9        | Orçado - realizado no ano                    |
| 9                 | TOTAL   | 411      |  |

Além dos benefícios de **R\$411 mil/ano** com a redução de gastos com o forno, a solução do problema com a eliminação da parada mensal do forno possibilitou um aumento da oferta de produção de 18000 p/ 19000 t/ano, gerando um faturamento adicional de **R\$ 1,1 milhões/ano** (base de cálculo aço 304).

#### **4 CONCLUSÃO**

Através da elaboração deste trabalho a equipe pode concluir que, apesar das inúmeras variáveis envolvidas no processo, o estudo sistêmico e a implementação gradual de ações preliminares ao longo do estudo das causas possibilitaram a extinção do problema. Com isto conseguiu-se reduzir os custos operacionais do forno, elevar o seu índice de disponibilidade e aumentar em aproximadamente 5% na oferta de produto para o atendimento à demanda atual do mercado.

A solução deste problema levou a equipe ainda a vislumbrar a melhoria do equipamento através de um outro estudo para o aumento da velocidade da chapa na entrada e saída do forno, objetivando reduzir o tempo de carregamento para mais um possível incremento de oferta do produto ao mercado.

É importante frisar também que este trabalho teve como importância vital, a coesão e persistência da equipe, que diante de tantas variáveis conseguiu tomar a direção certa, o que resultou em um grande sucesso, tanto de produtividade do forno quanto na satisfação de toda equipe.





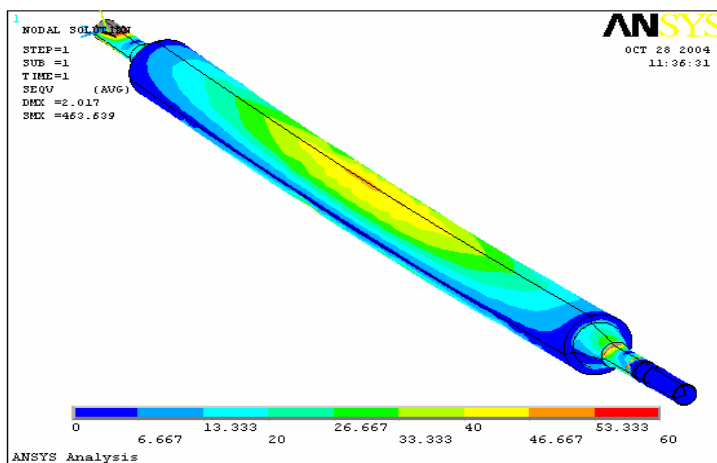
## Anexo 2

### VISTA INTERNA DA SOLEIRA DO FORNO



### ANÁLISE ESTRUTURAL DO ROLO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Gráfico de deslocamentos ( flecha )



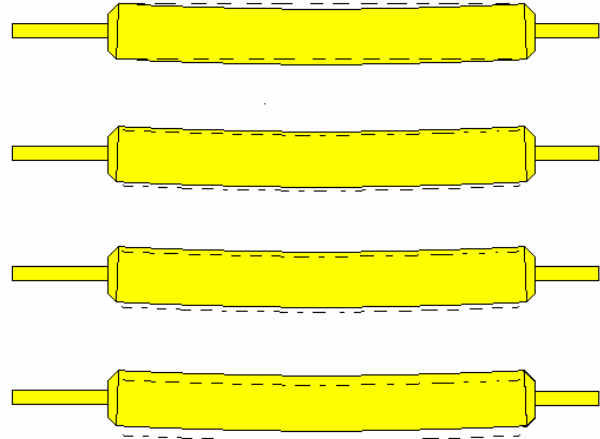
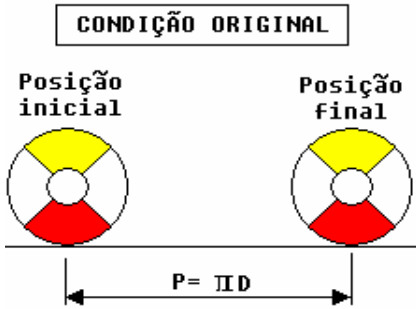
#### Observações:

- Foi efetuada a verificação da potência necessária para o acionamento da soleira do forno e constatou-se que esta estava correta. E, como o sistema somente desarmava quando numa situação de grande nível de empenos dos rolos ou quebra dos mesmos, não foi necessário nenhuma alteração do motor de acionamento.
- Foi efetuada a análise estrutural da resistência mecânica dos rolos, constatando-se que atende às solicitações de serviços do rolo de carga.

Anexo 3

SÍNTESE DA CAUSA FUNDAMENTAL DO PROBLEMA

1. CONDIÇÃO ORIGINAL



2. SOLUÇÃO DEFINITIVA

