



CILINDROS DE METAL DURO PARA LAMINAÇÃO DE CANTONEIRAS E BARRAS*

José Aparecido Pereira¹

Resumo

Os cilindros acabadores de cantoneiras e barras são de ferro fundido nodular coquilhado que normalmente atendem às necessidades de qualidade e produtividade destes produtos. O problema ocorre quando se laminam cantoneiras de pequena espessura ou barras com requisitos de baixa rugosidade superficial. Uma das soluções é o uso de cilindros com anéis de metal duro (Carboneto de Tungstênio) que apresentam grande resistência a abrasão e com excelente qualidade superficial e produtividade, mas por outro lado têm baixa resistência ao impacto e ao choque térmico, requerendo cuidados especiais na prática operacional e na refrigeração para evitar fraturas. Há diversas técnicas de montagem dos anéis nos eixos e sistemas de refrigeração para garantirem a integridade dos anéis

Palavras-chave: Cilindros; Metal duro; Carboneto de tungstênio; Cantoneiras; Barras; Rugosidade.

ANGLES ROLLING: A VISION OF THE SEVERAL METHODS OS ROLL PASS DESIGN AND GUIDING

Abstract

The finisher rolls for angles and bars are nodular chilled cast iron that usually reach the needs of quality and productivity of these products. The problem occurs when the thickness of small angles or bars with low roughness surface requirements. One solution is the use of tungsten carbide rolls that have high abrasion strength with excellent surface quality and productivity, but on the other hand they have low strength to impact and thermal shock, requiring special care in operating and cooling practice to prevent breakages. There are several methods for the assembling of the rings in the shaft and cooling systems to guarantee the integrity of the rolls.

Keywords: Rolls; Tungsten carbide rings; Angles; Bars.

¹ *Engenheiro Mecânico, Consultor de Laminação, J.A. Pereira Consultoria de Engenharia, Vila Velha, ES, Brasil.*

* *Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.*



1 INTRODUÇÃO

Na maioria das aplicações os cilindros acabadores de cantoneiras e barras são de ferro fundido nodular coquilhado que normalmente atendem às necessidades de qualidade e produtividade destes produtos. O problema ocorre quando se laminam cantoneiras de pequena espessura (2,5mm, 3mm, 1/8") ou barras com requisitos de baixa rugosidade superficial tais como barra chata mola e barras redondas.

Uma das soluções é o uso de cilindros com anéis de metal duro (Carboneto de Tungstênio) que apresentam grande resistência à abrasão e com excelente qualidade superficial e produtividade, mas por outro lado têm baixa resistência ao impacto e ao choque térmico, requerendo cuidados especiais na prática operacional e na refrigeração.

2 CARACTERIZAÇÃO DO DESGASTE

2.1 Desgaste de Canais de Cantoneiras

O desgaste dos canais acabadores de cantoneiras é resultado dos seguintes fatores (Figura 1):

- Diferença de velocidade entre as posições de diâmetro menor e maior
- Temperatura mais baixa nas extremidades da cantoneira
- Reduções altas gerando alta força de laminação
- Concentração de tensões no vértice
- Pressão localizada no raio interno

Estes fatores se tornam mais críticos nas cantoneiras mais finas gerando uma superfície rugosa e até com estrias que causam paradas frequentes para troca de canais e ajuste dimensional.

Estas paradas levam a:

- Perda de produtividade
- Risco de geração de sucata acidental
- Risco de geração de barras fora de especificação

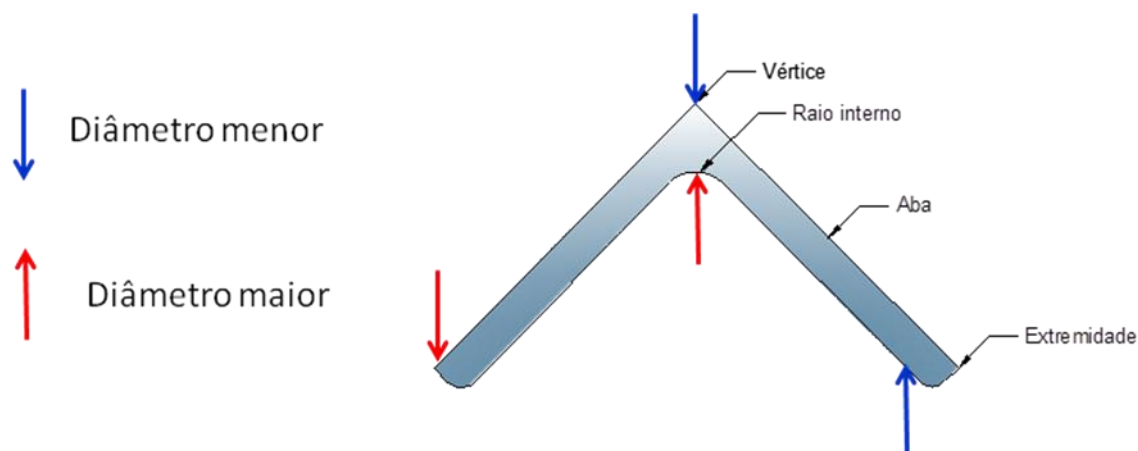


Figura 1 – Fatores de desgaste de cantoneiras

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



2.2 Desgaste de Canais de Barras Redondas

A rugosidade da barra redonda aparece de modo mais acentuado em dois pontos:

- Na região de contato entre o oval e o canal do redondo onde a pressão é maior. Esta pressão se torna maior se o oval for mais esbelto e com maior redução de altura (Figura 2)

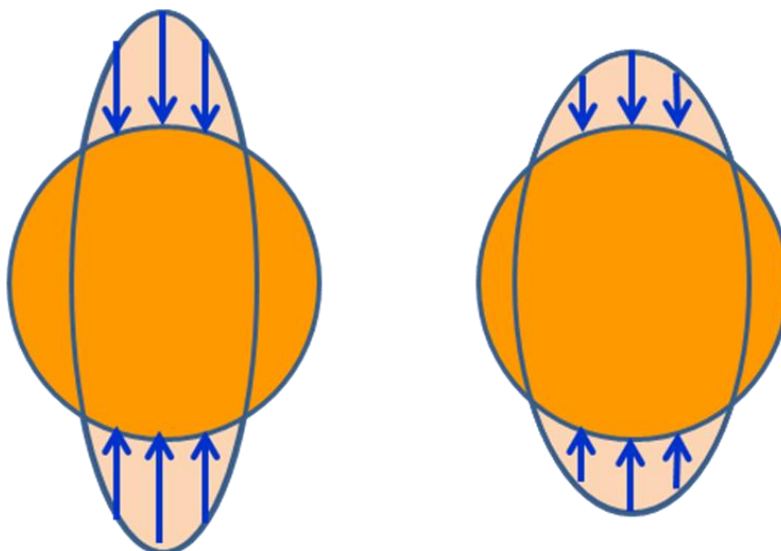


Figura 2 – Região de pressão do oval no canal redondo

- Na região de alargamento livre do oval no canal redondo tende a haver um enrugamento da superfície aumentando a rugosidade (Figura 3)

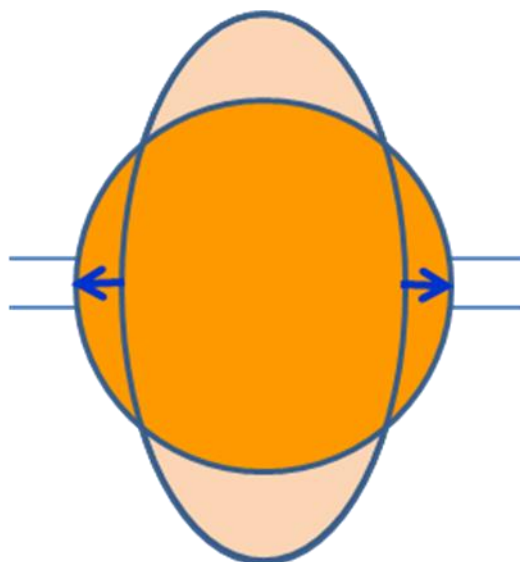


Figura 3 – Região de alargamento livre do oval no canal redondo

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



2.3 Desgaste de Canais de Barras Chatas

Na laminação de barras chatas não ocorre uma grande diferença de pressão na superfície dos cilindros (Figura 4), porém com o avanço da tonelagem laminada, a superfície se torna rugosa com o aspecto de casca de laranja. Nas barras chatas moladas esta rugosidade aumenta a possibilidade de quebra da mola devido à concentração de tensões. Com o uso de anéis de metal duro esta rugosidade é reduzida a praticamente zero (Figura 5)

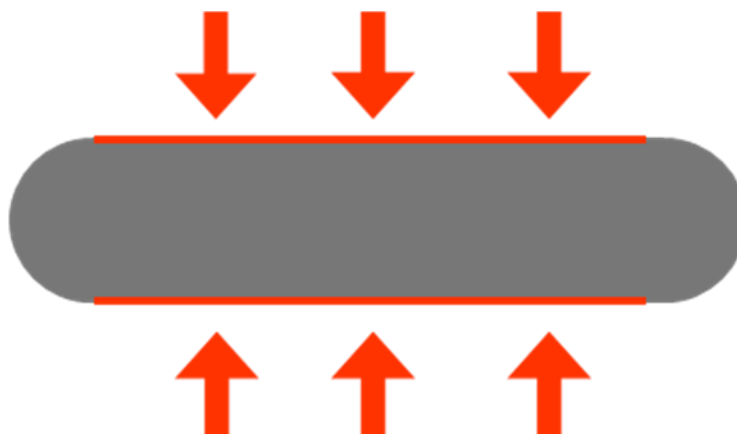


Figura 4 – Distribuição de pressão no cilindro de barra chata



Figura 5 – Barra chata com superfície rugosa - Casca de laranja (Esquerda) e superfície lisa (Direita)

3 CILINDROS DE METAL DURO

Uma das soluções para reduzir o desgaste dos canais é o uso de cilindros de metal duro (Carboneto de Tungstênio) (Figura 6). Estes cilindros são fabricados com material sinterizado cuja composição típica é: WC: 70% - Co: 14% - Ni: 14% - Cr:2%.

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



Figura 6 – Cilindros de metal duro para cantoneiras (TaeguTec)

A produção por canal destes cilindros é de 7 e 10 vezes, comparado com os canais de ferro fundido coquilhado e além disto a qualidade superficial é muito melhor. Os problemas destes cilindros são:

- Alto custo de aquisição
- Baixa resistência ao choque térmico
- Baixa resistência ao impacto
- Baixa resistência ao torque

3.1 Tipos de Montagem

O anel é composto da combinação de três materiais: Carboneto de tungstênio, camada intermediária e luva de aço, a camada intermediária serve como elemento de ligação (Figura 7).



Figura 7 – Anel com três componentes (SAAR)

A luva é montada sobre um eixo que vai transmitir o torque. A conexão entre o eixo e os anéis é feita através de chavetas e pressão axial ou somente por pressão, dependendo da aplicação (Figura 8)

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

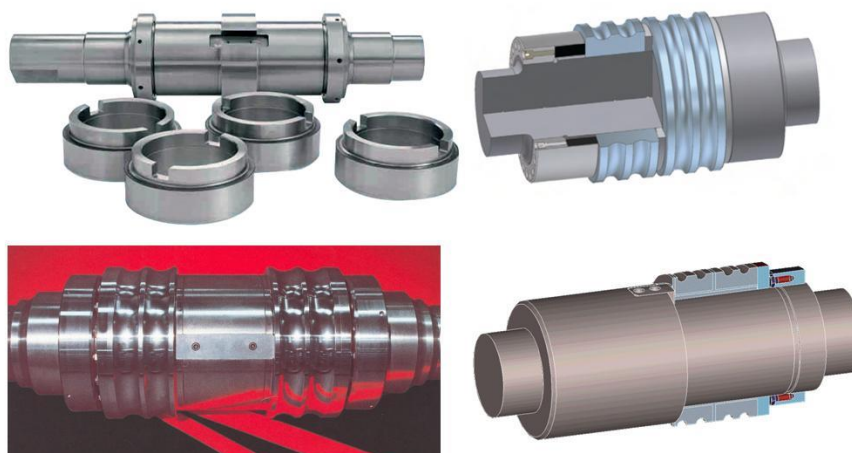


Figura 8 – Tipos de montagem (SAAR - SANDVIK)

3.2 Montagem para Cantoneira

Os diversos canais de metal duro são divididos em anéis para permitir a flexibilidade do conjunto, O anel superior é dividido no vértice para eliminar a concentração de tensões, por isto a pressão de aperto tem que ser suficiente para não permitir a abertura entre anéis (Figura 9)

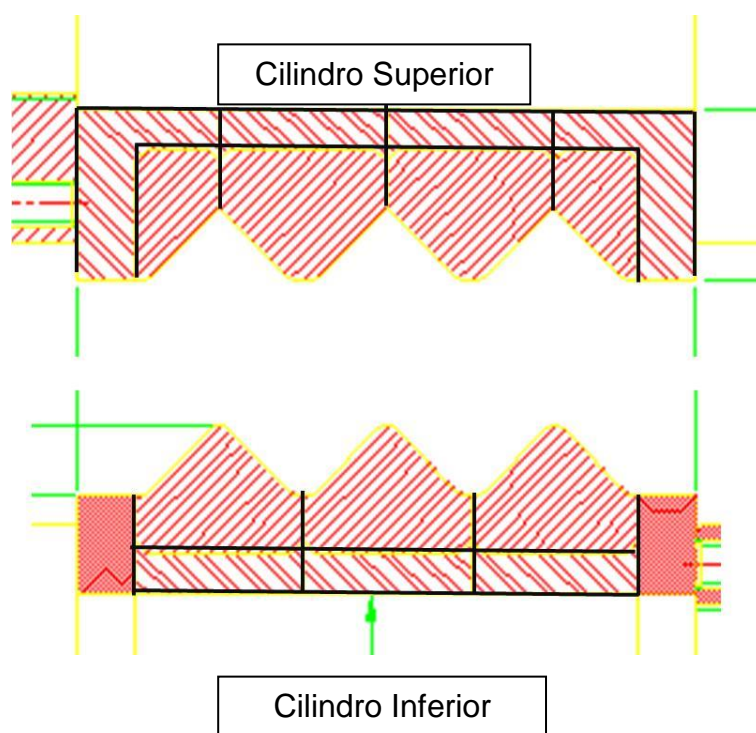


Figura 9 – Montagem para cantoneiras

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

LAMINAÇÃO Rolling

51º SEMINÁRIO DE LAMINAÇÃO - PROCESSOS E PRODUTOS
LAMINADOS E REVESTIDOS - INTERNACIONAL
51º ROLLING SEMINAR - PROCESSES, ROLLED AND COATED
PRODUCTS - INTERNATIONAL

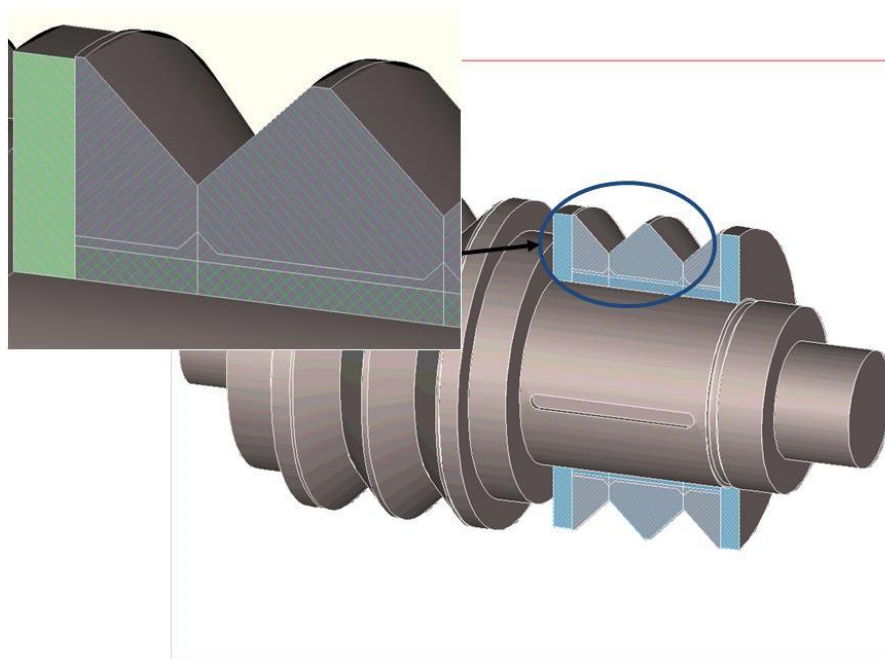


Figura 10 – Detalhes da montagem para cantoneiras por pressão (SAAR)

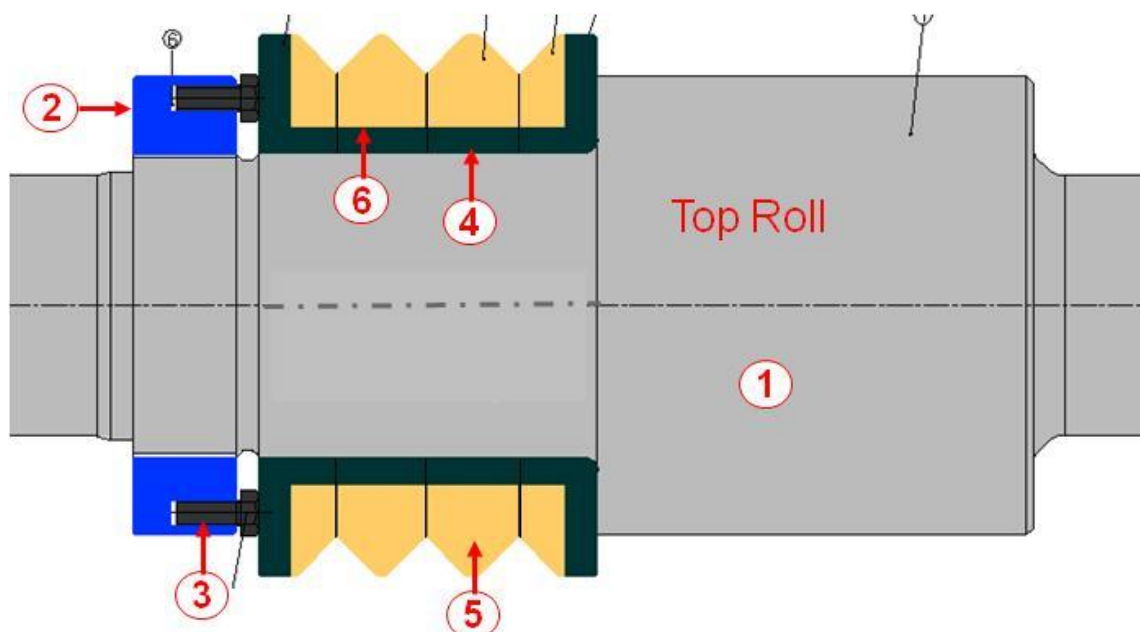


Figura 11 – Montagem para cantoneiras por pressão

Componentes da montagem (Figuras 10 e 11)

- 1 – Eixo
- 2 – Suporte dos parafusos – Parafusado no eixo
- 3 – Parafusos – Pressiona os anéis contra a face do eixo - Força = 240 t
- 4 – Luva de aço - Conecta os anéis com o eixo
- 5 – Anéis de metal duro
- 6 - Camada intermediária

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



3.2.1 Observações

- Chavetas não são normalmente usadas para evitar concentração de tensão
- As luvas são montadas com pequena interferência
- Em alguns projetos a pressão é exercida por um sistema hidráulico
- Quando o sistema hidráulico é usado, o travamento é feito por meio de cunhas rotativas
- Água não deve entrar dentro das luvas para evitar corrosão e desgaste
- A pressão de laminação causa um martelamento da luva contra o eixo que - causa desgaste - Nesta situação o eixo precisa ser reparado



Figura 12 – Detalhe da montagem para cantoneiras por pressão de parafusos (SAAR)

Na Figura 12 é mostrado o detalhe da montagem por pressão com parafusos, onde cada um é submetido a um determinado torque pressionando os anéis. Especial cuidado se deve tomar para travar os parafusos a fim de evitar que desenroscuem durante a operação.

* *Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.*

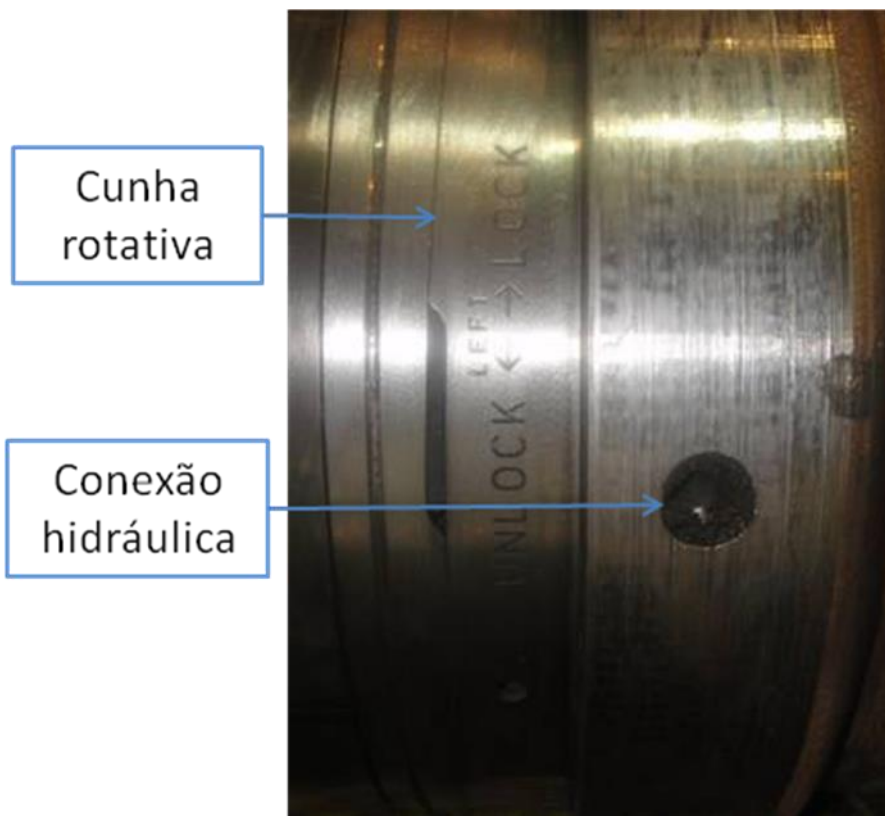


Figura 13 – Detalhe da montagem para cantoneiras por pressão hidráulica (KARK)

Na Figura 13 é mostrado o detalhe da montagem por pressão hidráulica. O sistema hidráulico pressiona os anéis e a cunha rotativa é ajustada eliminando as folgas, em seguida a pressão hidráulica é aliviada e o esforço fica sobre as cunhas.

Observações:

- O custo de aquisição é ~20 vezes maior para cilindros de metal duro comparado com cilindros convencionais
- O custo por tonelada é de ~28% comparado com o custo dos cilindros convencionais
- Dados de 2012

4 REFRIGERAÇÃO

4.1 Fadiga Térmica: A Inimiga dos Cilindros de Metal Duro

A fadiga térmica causa trincas, que combinadas com a corrosão e desgaste abrasivo, encurtam a vida do canal.

Os efeitos podem ser minimizados se:

- Refrigeração adequada for providenciada
- Sistema de monitoramento da refrigeração for instalado
- Reusinagem for feita no tempo correto
- Trincas forem detectadas e removidas durante a usinagem
- Inspeção for realizada para evitar folgas dos anéis
- Redução de seção for mantida abaixo de 25%
- Operadores forem treinados e envolvidos.

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

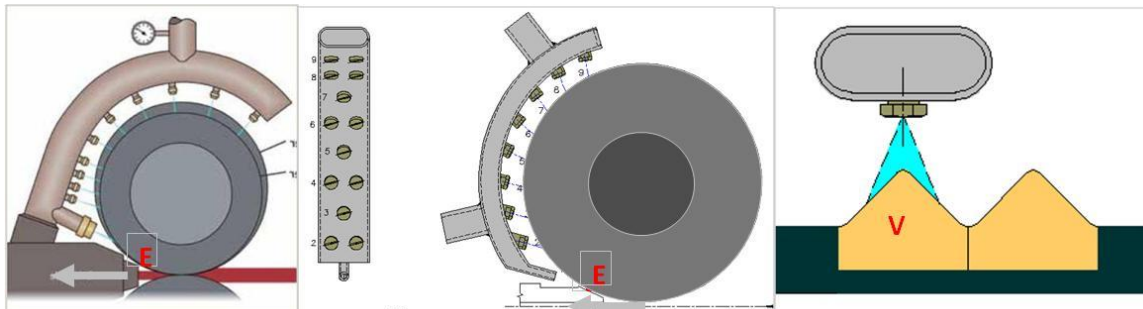


Figura 14 – Sistema de refrigeração (TaeguTec - SAAR)

Um sistema de refrigeração adequado deve contemplar os seguintes itens (Figura 14):

- Pressão da água: 3 bars
- Vazão de água: 60m³/h (Para cantoneira de 1 1/2")
- Temperatura da água: Máximo 30 °C
- PH da água: 7 a 8
- Controle automático de pressão e de vazão
- Uso de bicos de spray para correta distribuição da água
- Concentração da água na saída da barra - E
- Rolo inferior: Concentração da refrigeração no vértice -V

5 FRATURAS

Os cilindros de metal duro são elementos frágeis e sujeitos a fraturas que são causadas pelos seguintes fatores:

- Falha da refrigeração
- Redução de seção excessiva
- Sobrecarga por sucata acidental
- Laminação de corpos estranhos
- Ponta fria
- Afrouxamento dos anéis

Quando se trata de cantoneiras quanto maior for a aba maior é o risco de fratura, que se torna crítico acima de 40mm.

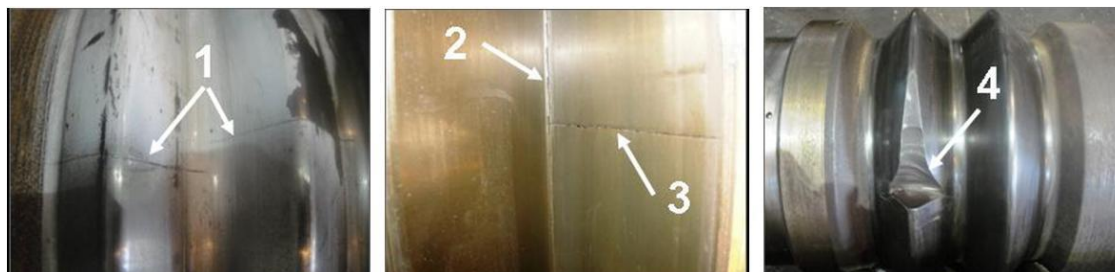


Figura 15 – Exemplos de fraturas

Exemplos de fraturas em cilindros de cantoneiras (Figura 15)

1. Fratura transversal em cilindro inferior
2. Abertura no vértice do cilindro superior
3. Fratura transversal do cilindro inferior
4. Arrancamento de pedaço em cilindros inferior

* Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.



6 CONCLUSÕES

- Os cilindros de metal duro são mais viáveis para abas menores até 40mm;
- Os ganhos de produtividade são enormes para pequenas espessuras (3mm);
- O sistema de fixação é fundamental para manter a integridade dos anéis;
- É imperativo ter o controle e o monitoramento da refrigeração;
- O controle sobre toneladas/canal tem que ser rígido;
- Todas as trincas precisam ser removidas na reusinagem;
- O processo tem que estar sobre controle para prevenir acidentes;
- Os operadores precisam saber quanto frágil são os cilindros de metal duro;
- Os ganhos são significativos mas os riscos são enormes;

Cilindros de metal duro são como um cesto de ovos, tudo é perfeito até que ocorra um acidente.

Fontes

Este trabalho foi baseado nos arquivos pessoais do autor, informações e materiais repassados por fornecedores de cilindros de metal duro (SAAR, SANDVIK, TaeguTec, KARK) e também coletados via Internet.

* *Contribuição técnica ao 51º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 28 a 31 de outubro de 2014, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.*