

TÉCNOLOGIA DE LAMINAÇÃO DE TIRAS ESTREITAS DE AÇO¹

Novo laminador a frio 4-High para Böhler Uddeholm

Frank Otterbach²
Henry Hidaka³

Resumo

A demanda para equipamentos de laminação a frio de tiras estreitas de aço difere significativamente daquelas para laminadores de uma cadeira ou tandem padrões, por exemplo, para folhas de corpo automotivo ou outra tira de aço larga e de baixo carbono. Além das necessidades do mercado e as condições econômicas da empresa, o design de uma solução estado da arte para laminação tem que considerar as propriedades específicas de tiras estreitas, por exemplo, formas assimétricas do material de entrada, o manuseio de bobinas muito estreitas e demanda de alta qualidade da superfície. A Danieli Fröhling desenvolveu conceitos de laminadores que são feitos sob medida e capazes de atender às necessidades desse campo especial de tecnologia de laminação. A divisão de tiras precisas da Böhler Uddeholm esta investindo em um novo complexo de laminação a frio na Áustria com início de produção prevista para 2011. Em 21 de Agosto de 2008 a Danieli Fröhling foi contemplada com o pedido de um laminador a frio reversível 4 High. O laminador fornecido será usado para desbaste e acabamento de tiras de aço de largura até 670 mm e velocidade da tira até 800m/min. O laminador é especialmente desenvolvido para laminação de tiras em formato de cunha.

Palavras-chave: Laminação; Tiras estreitas de aço; Complexo a frio.

NARROW STEEL STRIP ROLLING MILL TECHNOLOGY¹ New 4-High Cold Rolling Mill for Böhler Uddeholm

Abstract

The demands on cold rolling mill equipment significantly differ from those which are made on standar single or tandem cold rolling mills, e.g. for automotive body sheet or other wide and low carbon steel strips. Besides the requirements of the market and the economical conditions of the company, the design of a state-of-the-art rolling solution has to consider the specific properties of narrow strip, e.g. asymmetrical shape of incoming material, the handling of very narrow coils and the demands for a very high surface quality. Danieli Fröhling has developed mill concepts which are custom-made and capable of fulfilling the specific needs of the special field of rolling mill technology. The Böhler Uddeholm Precision Strip Division is now investing on a new cold complex in Austria with planned production starting in 2011. On August 21, 2008, Böhler Uddeholm has awarded Danieli Fröhling the order for a 4 High Cold Reversing Mill. The mill supplied will be used for breakdown and finishing Rolling of steel strip up to a strip width of 670mm and strip speeds up to 800m/min. The mill is specifically designed for rolling of wedge shape strips.

Key words: Rolling mill; Narrow steel strip; Cold complex;

¹ Contribuição técnica ao 46º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 27 a 30 de outubro de 2009, Santos, SP.

² Gerente Executivo de Vendas de Laminadores a Frio - Danieli Fröhling

³ Responsável de Vendas de Não Ferrosos - Danieli do Brasil SA

1 INTRODUÇÃO

A demanda para equipamentos de laminação a frio de tiras estreitas de aço difere significativamente daquelas para laminadores de uma gaiola ou tandem padrões, por exemplo, para folhas de corpo automotivo ou outra tira de aço larga e de baixo carbono. Primeiramente, operar um laminador de tiras finas de aço a frio requer reações rápidas às mudanças de mercado com respeito à ampla variedade de diferentes aços de alto grau, gamas de entrada de saída, larguras e quantidades. Desenvolvimentos da última década têm mostrado que fusões de várias plantas de laminação antigas para formarem uma nova planta são essenciais para manter-se competitivo em um complicado mercado do aço. Isso resultou na idéia de se laminar até 200.000 toneladas por ano de aço de alto grau em um único laminador a frio. O designe de uma solução de laminação estado da arte tem que levar em consideração esses fatos e considerar as propriedades específicas das tiras estreitas, por exemplo, o formato assimétrico do material de entrada, o manuseio de bobinas muito estreitas, e a demanda para uma qualidade superficial muito alta.

Em 21 de Agosto de 2008 a Böhler Uddeholm contemplou a Danieli Fröhling com o pedido para um laminador a frio reversível 4High. A Böhler Uddeholm é uma empresa líder mundial em aços especiais com plantas de produção na Europa, America e Ásia com 15.453 empregados em 2008. Parte do grupo Voestalpine. É focada em quatro divisões: Metais de alto desempenho, Tiras precisas, Forjados especiais e Consumíveis de Solda. A divisão de Tiras precisas está investindo em um novo complexo de laminação a frio na Áustria com início de produção planejada para 2011. O laminador fornecido para o novo complexo a frio é 4High e será usado para desbaste e acabamento de tiras de aço com largura até 670 mm e velocidade da tira até 00 m/min. O laminador é especialmente desenvolvido para laminação de tiras com formato de cunha.



Figura 1 – Planta de Produção Böhler Ybbstal.

2 METODOLOGIA

Cálculos básicos do tamanho e numero de cadeiras do laminador necessárias:

A gama de produção requerida e a produção anual projetada continuam sendo os aspectos dominadores quando se procura o designe otimizado para a planta de laminação a frio. Esses dados serão tipicamente usados quando alimentarmos o calculador de tabela de passes. O calculador, normalmente um moderno pacote de software com base Windows™, providencia informações

detalhadas sobre diâmetro do cilindro de trabalho, a cadeira de laminação e potência de acionamento das bobinas assim como a força de laminação total necessária de acordo com as solicitações do cliente. Como cálculo teórico não resulta automaticamente em configurações ótimas, a Danieli Fröhling leva em consideração também a experiência própria em laminação adquirida durante comissionamentos e startups de laminadores a frio similares. Para atingir uma determinada planicidade pode, por exemplo, ser essencial diminuir a redução por passe mesmo que a cadeira de laminação em si possa atingir valores muito maiores. Depois do fim do cálculo, que também inclui o Máximo rendimento atingível (produção por ano), duas decisões fundamentais precisam ser tomadas. A primeira com relação ao tipo de cadeira de laminação: por exemplo, 4-high, 6-high, multi-rolos (*cluster mill*) ou uma combinação; a segunda se refere ao número de cadeiras.



Figura 2 – *Cluster Mill* 20 rolos estado da arte.

2.1 Aspectos para a Seleção da Cadeira de Laminação Mais Conveniente

O cilindro de trabalho como ferramenta principal para atingir as deformações solicitadas e o seu diâmetro continuam sendo os principais aspectos na decisão sobre o tipo certo de laminador para laminar o material de entrada até as espessuras objetivadas. Quanto mais duro e mais fino o material a ser laminado, menor será o cilindro de trabalho. Cilindros de trabalho menores exigem um aumento no número de cilindros de apoio já que essa diminuição do diâmetro exige também uma maior estabilização do cilindro de trabalho. Essa soma de fatores resulta na necessidade dos conceitos de multi-rolos, 12 high ou 20 high (Figura 2).

Durante a última década a cadeira 6-high com cilindros intermediários tem sido bem sucedida no mercado de laminação a frio, porque, devido ao torque sendo transmitido pelo rolo intermediário, permite um cilindro de trabalho menor, comparado com o laminador 4-high clássico. O laminador 6-high é capaz de cobrir uma enorme variedade de aplicações, os quais eram reservados para os laminadores “cluster”, mesmo quando levado em conta que o cilindro de trabalho, no caso de cilindro intermediário acionado, precisa de suporte para compensar as forças horizontais, movimentando os intermediários ou os de trabalho lateralmente ou por meio de cilindros de suporte.

A cadeira 6-high é muito comum para placas mais largas, mas tem crescido as solicitações também para tiras estreitas. As razões são encontradas nas vantagens descritas anteriormente, mas também nos elementos de controle do GAP

como flexão dos rolos intermediários para influenciar na forma parabólica defeitos e movimento axial intermediário para reduzir significativamente as quedas nas bordas por meio de bordas temperadas dos cilindros (sistema EDR Danieli Fröhling). Esses benefícios estão disponíveis também na cadeira de laminação 6-high com o os cilindros de trabalho acionado. Acionando os cilindros de trabalho é na maioria dos casos a solução preferida, já que a transmissão direta do torque de laminação para a ferramenta de redução evita o escorregamento entre as superfícies de contato e vibrações que freqüentemente acontecem em casos de cilindros intermediários ou de apoio acionados.

2.2 Aspectos para a Seleção do Número de Cadeiras de Laminação

Na maioria dos casos, os laminadores de tiras estreitas para ligas de aço consistem de uma cadeira. Poucos clientes solicitam soluções com duas ou três. Tipicamente, não há necessidade para aumentar mais o numero de cadeiras para quatro ou cinco como na produção de folhas para automotivos. Quando por exemplo um laminador a frio na configuração tandem com cinco cadeiras só pode trabalhar economicamente, se o mix de produtos trabalhando dentro dos limites de largura com respeito à diferentes materiais, variando espessura e largura, o laminador de tiras estreitas deve estar na maioria dos casos pronto para mudar em tipo de produto e quantidade. Um laminador tandem de multi cadeiras também é limitado a um numero fixo de passes, sendo assim uma grande porcentagem do mix de produção solicitado deve ser um programa de 5 passes.

Um laminador reversível de uma cadeira é então a solução mais flexível para aplicações em tiras estreitas e aços de alto grau porque os números de passes podem ser selecionados sem nenhuma limitação e a velocidade de laminação pode ser otimizada sem ser “segurada” pela cadeira anterior, como na configuração de varias cadeiras. É inclusive mais fácil de laminar pequenas quantidades de uma material específico e mudar o programa de laminação varias vezes ao dia.

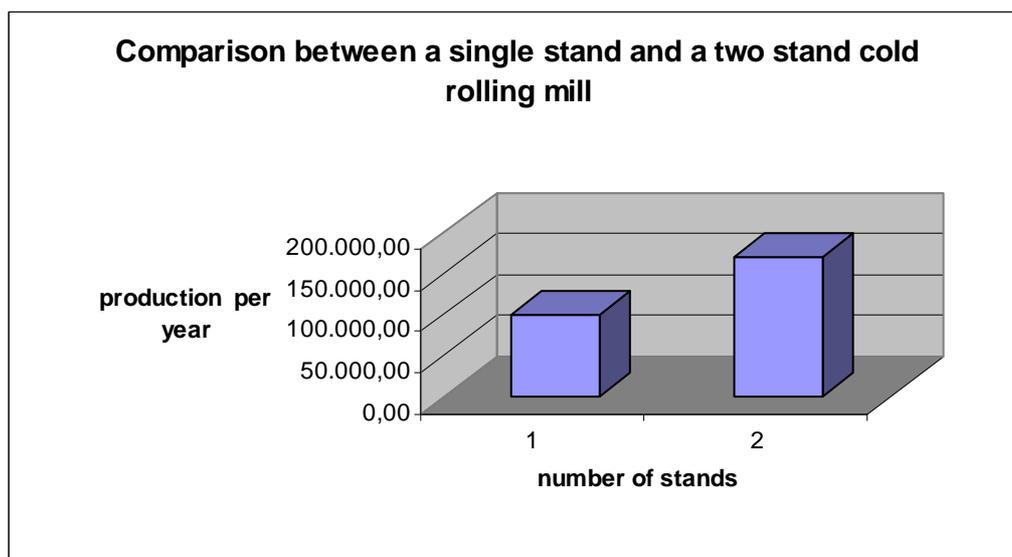


Figura 3 – Comparação entre laminadores cadeira única e tandem.

O rendimento ou produção anual requerida é claro a maior questão e dado de entrada para calculo de produção a ser cuidada pelo construtor do laminador como um serviço que tem sido cada vez mais solicitado nos últimos anos. Enquanto um laminador 4-high ou 6-high cadeira única reversível é limitado a aproximadamente

100.000 t/ano (baseado numa média de referências de tiras com largura aproximadamente 500 mm) um laminador a frio de duas cadeiras pode atingir aproximadamente 150.00 t/ano (Figura3). Esses valores dependem é claro da dureza do material, o mix de produtos e a redução total. Se a redução total atinge valores alem de 50% e os materiais a serem laminados consiste de materiais duros, esses números devem ser reduzidos drasticamente.

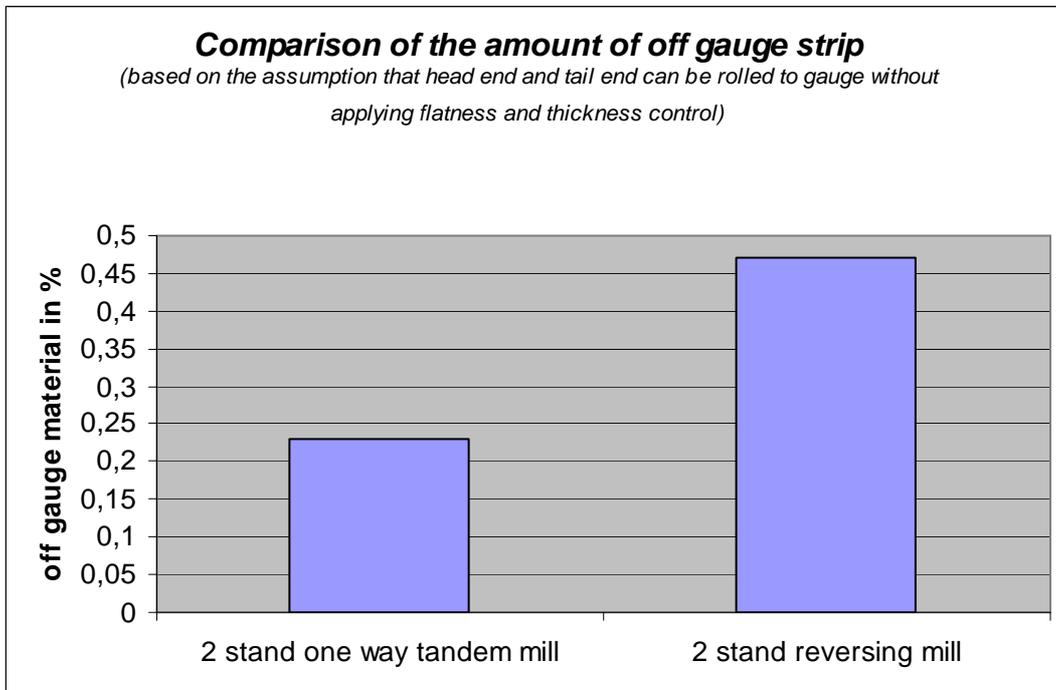


Figura 4 – Comparação entre laminadores a frio configuração tandem e reversível com relação à produção de tiras fora de bitola.

No caso de escolher a solução um laminador de duas cadeiras ao invés de uma, a produção ira aumentar de qualquer forma não mais que 60 %. O dobro da produção normalmente não pode ser alcançado instalando uma segunda cadeira. A maior razão é a interdependência das cadeiras e a limitação da velocidade dada pela primeira cadeira. A produção atingida de um laminador de duas cadeiras não depende principalmente se o cliente opta por um laminador em configuração reversível ou não reversível (arranjo clássico tandem) mas sim da otimização do tamanho das cadeiras e os componentes de acionamento. Um laminador reversível de duas cadeiras pode é claro manusear mais facilmente esses programas de laminação que consiste de um amplo numero de passes, porque um novo programa de passes pode começar simplesmente por reverter a bobina ao invés de levar novamente para a entrada, como no laminador não reversível. O laminador reversível de duas cadeiras produz significativamente mais materiais fora de bitola do que o não reversível (Figura 4).

A comparação acima mencionada é baseada na hipótese da aplicação de estratégia de redução de carepa e que os materiais dentro da bitola podem ser produzidos mesmo sem acionar os controles de espessura e planicidade. Baseado na experiência, isso pode ser atingido por um time perito em laminação, se nas aplicações finais pode-se produzir tiras de maiores espessuras e tolerâncias de planicidade.

Contudo, o cálculo de produção feita pelo comprador do laminador e o mix de produto projetado são a base para decisão de qual laminador é o mais conveniente

para as aplicações do cliente e sua estratégia futura. Laminadores de duas cadeiras são mais comuns para desbaste e ligas de aço de médio grau.

Outra decisão básica esta relacionada ao tipo de fluido de refrigeração e lubrificação (Tabela 1). Especialmente na produção de aços inoxidáveis e alto grau normalmente pedem óleo de laminação ao invés de emulsão que normalmente são aplicados na produção de aço de baixo grau.

Tabela 1 – Comparação dos fluidos de lubrificação e refrigeração

Emulsion	Rolling Oil
+ Good cooling properties	+ Very good surface quality
- Low life time	- Lower reduction per pass
+ Lower risk of fire	- Higher risk of fire
- Time consuming control and maintenance needed	+ Easy control and maintenance
+ High reduction per pass possible	+ Longer life time
+ Lower investment cost	+ Can also be used for lubrication of bearings

3 RESULTADO

O laminador fornecido para o novo complexo a frio da Böhler Uddeholm é um quadro e será usado para laminação de desbaste e acabamento de tiras de aço até espessura de 670 mm e velocidades até 800 m/min.

Para laminação de bitolas finas, o laminador é equipado com um intercambiável cabeçote de multi rolos, que pode ser utilizado facilmente como alternativa na configuração do 4-high. Essa flexibilidade permite desbaste no modo 4-high assim como bitolas finas com o cabeçote multi rolos. O laminador possui “bending” positivo e negativo, deslocamento axial dos cilindros de trabalho e resfriamento selecionável para otimização da planicidade da tira para ambos os modos.

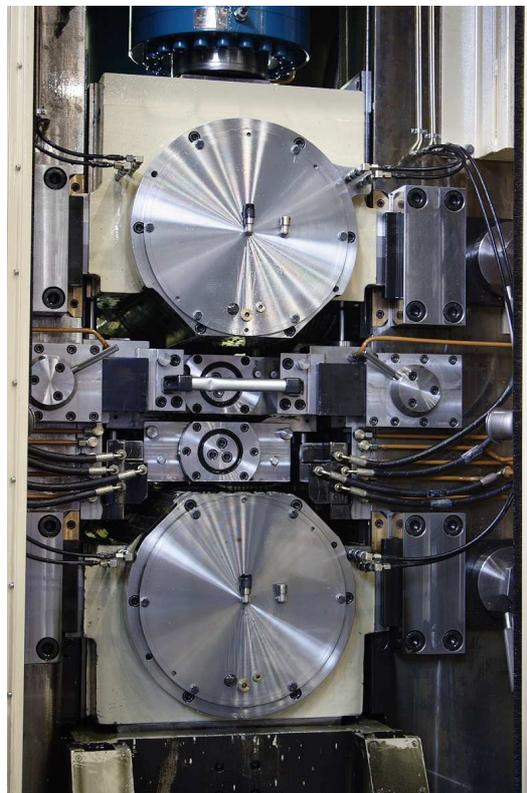


Figura 5 – cadeira de laminação 4-HIGH.

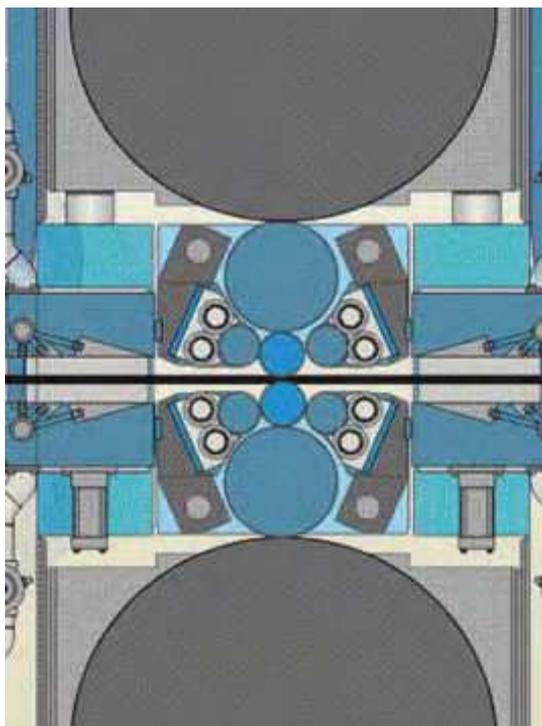


Figura 6 – Esquema do cabeçote multi-rolos.

O laminador foi desenvolvido para fácil operação, flexibilidade na operação e minimização do material fora de bitola. O carregamento da bobina é executado num desbobinador separado com preparação da bobina durante simultânea operação de laminação nos reversíveis. Ambos os bobinadores reversíveis foram desenvolvidos para descarregar bobinas acabadas para máxima flexibilidade em termos NE números de passes de laminação por bobina.

Para as futuras necessidades do mercado do aumento da capacidade produção, a planta já esta preparada para um “upgrade” em um laminador tandem de duas cadeiras. Fundações e equipamentos já foram desenvolvidos e todos os auxiliares já fornecidos para a expansão de uma segunda cadeira.

O laminador esta equipado com motorização AC e uma potência instalada total de 6.600 kW, com capacidade de futura para 9.000 kW para a expansão tandem.

4 CONCLUSÃO

Os laminadores a frio são construídos para cobrir toda a gama de aplicações para tiras estreitas de aço como:

- laminadores de encruamento 2 high ou 4 high para aços doces e especiais;
- laminadores 4 high reversíveis para tiras grossas e médias como laminador de desbaste ou de acabamento;
- laminadores 6 high com cilindros de trabalho pequenos e cilindros intermediários acionados para tiras de espessura mediana e graus de aços também intermediários;
- laminadores 12 high para tiras muito finas e médio grau de aço;
- laminadores 20 high para tiras ultrafinas e alto grau de aço;
- laminadores de múltiplas gaiolas configuração tandem ou reversível para maior produção; e
- laminadores especiais, como Z-high.

Esses conceitos são capazes de atender por completo também futuras demandas com respeito a aços de alto grau e extremamente altas qualidade e níveis de planicidade e espessuras acabadas muito finas

BIBLIOGRAFIA

- 1 Dipl-Ing. Gundolf Schneider, Sales and Project Engineer, Danieli Fröhling GmbH & Co., Meneirzhagen, Alemanha. MPT International 6/2006, pag. 42.
- 2 Mr. Frank Otterbach, Sales Manager, Danieli Fröhling GmbH & Co., Meneirzhagen, Alemanha, DaNews 156, pag. 15.