

AUDITORIA DE UMA DESCAREPAÇÃO HIDROMECAÂNICA NUMA LAMINAÇÃO DE TIRAS A QUENTE COMO MÉTODO EFICAZ PARA MELHORAR A QUALIDADE DO PRODUTO¹

Jürgen W. Frick²
Alfonso Stein³

Resumo

Durante a vida útil de uma laminadora de tiras a quente, os requisitos de qualidade dos produtos assim como os diferentes tipos de aços a serem laminados podem variar significativamente. Especialmente a eficácia da descarepação hidromecânica instalada precisa ser investigada e analisada, pois essa é a chave tecnológica quando há modificações no processo de produção e alterações na qualidade superficial. A utilização de modernos sistemas para inspeção da superfície também tem intensificado o foco na otimização dos sistemas de descarepação. A auditoria sistemática e estruturada de uma descarepação procura definir de que forma uma configuração existente dos bicos e dos chuveiros podem influenciar as práticas operacionais e de manutenção no processo e na qualidade superficial. Os tópicos típicos de uma auditoria são: Verificar, identificar e registrar a performance operacional e situação atual do sistema de descarepação com o equipamento existente; Diagnose das causas dos problemas de processo e do equipamento; Proposta e plano descrevendo como alcançar os objetivos e as novas especificações; Recomendação de como implementar a instalação, o processo, a parte operacional e de manutenção. Este trabalho se concentra no método da auditoria e sua estrutura. Também mostra típicos exemplos de problemas e analisa dois casos atuais de auditorias e os resultados desse processo. Descreve o modelo de simulação e o método das medições de alto impacto, assim como de que forma um novo conceito de descarepação através do posicionamento do chuveiro, layout e seleção dos bicos podem incrementar a laminação com parâmetros otimizados.

Palavras-chave: Laminação à quente; Descarepação; Bicos spray; Auditoria

AUDITING OF DESCALING IN HOT ROLLING - EFFECTIVE METHOD TO IMPROVE THE QUALITY OF THE PRODUCT

During the life time of a rolling mill of hot rolling products(HSM), the requirements of quality of the products as well as the different types of steels to be laminated can vary significantly. Especially the effectiveness of the installed descaling system needs to be investigated and analyzed, therefore that operational parameter is of fundamental importance in what refers to modifications in the production process and alterations in the superficial quality. The use of modern systems for the surface inspection has also been intensifying the focus in the optimization of the descaling systems. The systematic and structured auditing of a descaling system, tries to define that from an existent configuration of the spray nozzles and of the headers, it can influence the operational practices and of maintenance in the process and in the superficial quality. The main aspects of an auditing are the following: " Verification, identification and registration of the operational performance and current situation of the descaling system with the existent equipment; " Diagnosis of the possible causes of the process problems and of the equipment; " Proposal and action plan, describing as reaching the objectives and the new specifications; " Recommendation of how to implement the physical installation, the process, the operational part and of maintenance. This work concentrates on the method of the auditing and its structure. It also shows typical examples of problems and it analyzes two current cases of auditings in hot rolling mills, and the results of that process. It describes the simulation model and the method of the measurements of high impact, as well as that it forms a new descaling concept, through the positioning of the headers, lay-out and selection of the nozzles, they can increase the rolling process, with optimized parameters.

Key words: Hot rolling;.Descaling; Spray nozzles; Auditing

¹ *Contribuição técnica ao 43º Seminário de Laminação: processos e produtos laminados e revestidos, 17 a 20 de outubro de 2006, Curitiba – PR.*

² *Lechler GmbH, D-72555 Metzingen / Germany, E-mail : frju@lechler.de*

³ *Lechler GmbH, Metzingen/Alemanha, E-mail: stein@lechler.de*

COLETA DE DADOS E COMPARAÇÃO

A complexidade no processo da descarepação hidromecânica requer uma minuciosa compreensão do processo tecnológico e de todas as partes envolvidas na laminação de tiras a quente. Ferramentas como um programa de simulação com computador, questionários padronizados como mostra a (Figura 1) abaixo para coleta de dados e uma auditoria sistematizada são essenciais para o planejamento eficiente deste projeto.

Para estabelecer e comparar a situação operacional existente afim de fazer uma recomendação fundamentada, devemos recorrer a relatórios de performance e qualidade e histórico existentes. Uma vistoria no local pode servir para complementar as informações e permitir uma melhor simulação no computador. Para completar as informações requeridas para a análise será necessário: configuração do bico existente contendo altura à placa, distância de bico a bico, ângulo de off-set e marca das pegadas sobre a placa. O tipo de bico existente com seu ângulo de spray, vazão e pressão de operação são informações essenciais. Precisaremos também das dimensões do produto a ser descarepado assim como a velocidade para fazer uma análise completa. Informações sobre o processo de produção, qualidade e problemas operacionais completam a coleta de informações do processo.

Company _____

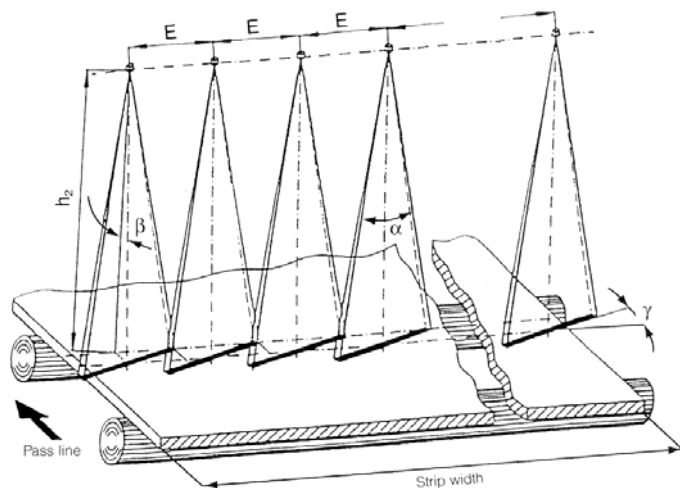
Responsible _____

Address _____

Phone _____

Fax _____

E-mail _____



Questionnaire about existing Descaling Nozzle Arrangement

Name	Date	Department		
Location of descaling installation: <input type="checkbox"/> Behind the furnace <input type="checkbox"/> RSB <input type="checkbox"/> FSB <input type="checkbox"/> Interstand descaling				
Format	Dimensions [mm]	Nozzle Data		
Strip			top	bottom
Slab		Number of headers		
Plate		Nozzle type		
Bloom		Horizontal distance (E)	mm	mm
Billet		Vertical spray height (h ₂)	mm	mm
Rounds		Spray angle (α)	°	°
Material speed		m/s	°	°
Pressure at header		bar	°	°
Available max. water flow		l/min	Room for sketch:	
		l/h		

Figura 1. Questionário para coleta de informações da situação atual

VERIFICAÇÃO DA SITUAÇÃO NA PLANTA

O primeiro passo para fazer uma auditoria será a captação de informações corretas da situação real existente através de uma inspeção minuciosa da descarepação que inclui:

- Medição de todas as posições dos bicos com distâncias de bico a bico, altura do bico ao material de todos os chuveiros em todas as posições durante uma parada. Verificação do alinhamento dos bicos.
- Verificação das pressões e vazões máximas disponíveis para cada chuveiro.
- Verificação dos filtros
- Verificação das dimensões das tubulações e chuveiros e velocidade da água.
- Verificação dos desenhos internos e externos dos chuveiros observando a localização e posição da sua alimentação
- Verificação das dimensões das tubulações e chuveiros e velocidade da água.
- Verificação da existência de golpes de ariete.

A maioria dos casos mostra que a documentação existente não corresponde com a real situação atual devido a modificações e adaptações durante a vida útil. Estas mudanças são feitas na maioria das vezes sem a devida atualização dos desenhos. A observação de acontecimentos anormais ou inesperados, anotações de reuniões assim como fotos digitais fazem parte da verificação na planta. A Figura 2 mostra um chuveiro com bicos desalinhados



Figura 2. Chuveiro com bicos desalinhados

ANÁLISE FORA DA PLANTA

O Próximo passo da auditoria será a análise e verificação das informações coletadas anteriormente na planta.

A pressão e a vazão serão inicialmente o centro das investigações. Caso esses valores tenham divergências entre a documentação e os valores registrados devemos procurar identificar as causas através de cálculos específicos. Estes cálculos incluem perda de pressão, localização de gargalos causados por acumuladores sub-dimensionados, válvulas e acessórios inadequados ou bombas com curvas e características impróprias.

Caso não existam medições dos bicos em operação ou as características dos bicos no programa de computação, deverão ser feitas medições nos laboratórios simulando as pressões e as alturas afim de simular a situação atual real existente como mostra a Figura 3.

MEDIÇÃO DA FORÇA DE IMPACTO

O método para medição da força de impacto está baseada na medição de uma resistência que utiliza um sensor que mede as forças e seus valores em cada posição do spray.

Durante a medição o sensor é movido sob o spray que é varrido como mostra na Figura 4 da frente para trás no eixo Y até o final do spray e depois da esquerda para a direita uma pequena distância pré-definida ao longo do eixo X.

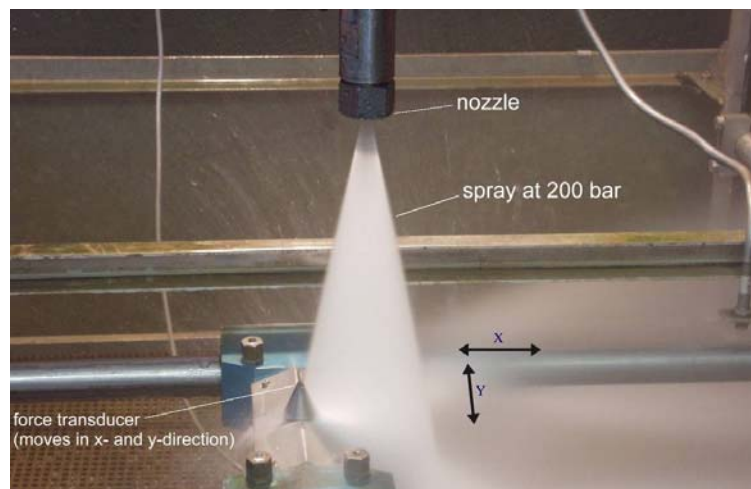


Figura 3. Bancada de Testes para medição de força de impacto

Em seguida o sensor move-se novamente do fundo para a frente do spray ao longo do eixo Y até atingir o fim do spray para novamente mover-se uma distância pré-definida para a direita pelo eixo X. Esses movimentos são repetidos ao longo de toda a área coberta pelo spray e assim obtemos uma medição completa de toda a área cujos resultados são continuamente enviados ao computador.

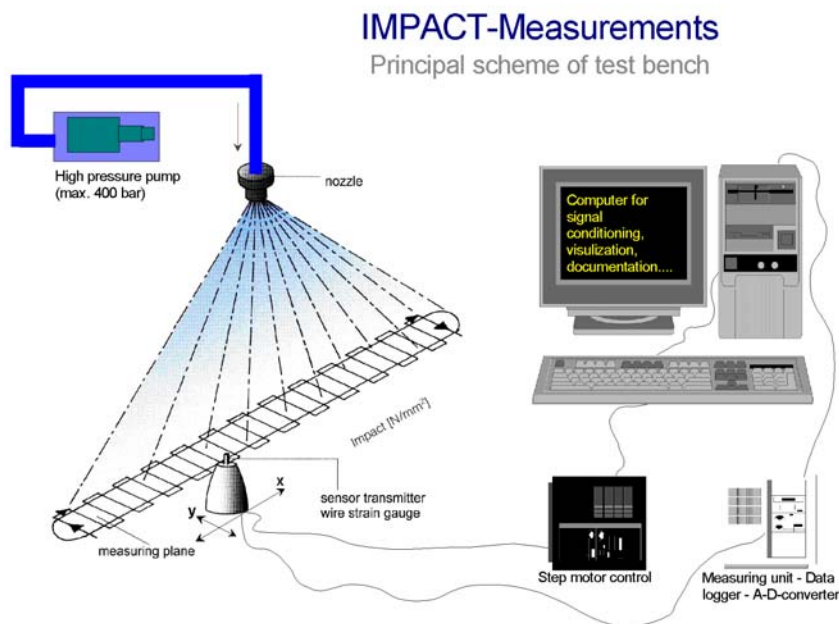


Figura 4. Arranjo para medição da força de impacto de um bico para descarepação.

Ao analisarmos as forças de impacto ilustradas na Figura 5 podemos notar que são necessárias fórmulas matemáticas que descrevem as funções do ângulo de spray, forma do spray e sua profundidade em função da pressão, da vazão tipo de bico e outros parâmetros.

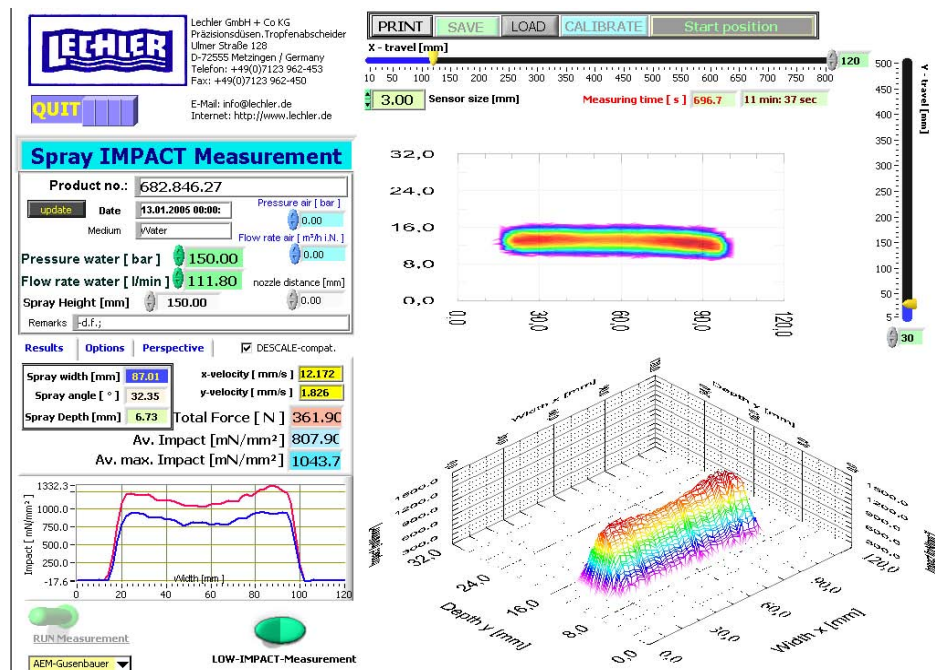


Figura 5. Documentação de uma medição de força de impacto de um bico descarepador.

A utilização desses valores e medições como base para as funções matemáticas possibilita simular a força de impacto e a forma do spray para cada bico descarepador a várias pressões, vazões ou alturas através de um programa de computador especialmente desenvolvido chamado Lechler “DESCALE”. Constantemente comparamos os valores de simulações com medições para certificar-nos da representatividade e veracidade desses valores dados por nosso programa de descarepação.

DIAGNOSTICANDO PROBLEMAS

A chave para o sucesso e qualidade de uma auditoria e a subsequente proposta para uma melhoria é a investigação dos problemas através de comparações. Aqui é aonde a participação do operador e pessoal da manutenção devem agir conjuntamente com a investigação metalúrgica da qualidade e de defeitos. A comparação de forma detalhada com uma simulação feita pelo computador pode mostrar diferentes problemas relativos em diferentes áreas, onde podemos diferenciar entre defeitos relacionados com o layout dos bicos e do chuveiro ou a causa se deve a outros efeitos no sistema e no processo em geral.

Exemplos típicos de diagnose de problemas

Para uma descarepação uniforme sobre toda a largura da tira é essencial ter uma força de impacto homogênea através de todos os bicos instalados no chuveiro. Não somente o espaçamento entre dois bicos está diretamente relacionado com a altura e o ângulo de spray, mas também a sobreposição dos sprays. Como mostra a Figura 5, cada bico mostra uma queda da força de impacto indesejável em ambos os flancos do spray. Essa característica da queda da força de impacto nas extremidades depende basicamente do ângulo do spray pois quanto maior o ângulo

maior será a queda da força nas extremidades do spray. É responsabilidade do fabricante de bicos manter uma única característica em todas as vazões essa queda da força de impacto nas extremidades dentro de uma mesma família ângulos de bicos. A largura do overlap de dois bicos adjacentes tem que ser igual à largura da queda de força de impacto dos bicos. Bicos de diferentes fabricantes tem diferentes características na queda da força de impacto nas extremidades, mais suaves ou mais acentuadas. Por consequência é de extrema importância definir a queda da força de impacto para cada família da bicos afim de fornecer esta informação para a engenharia de desenho do chuveiro.

Faixas não descarepadas podem ser causadas também por excesso de sobreposição. Neste caso o spray de um bico adjacente cria uma lâmina de água sobre a superfície que reduz drasticamente a força de impacto na área de overlap dos bicos, veja Figura 6.

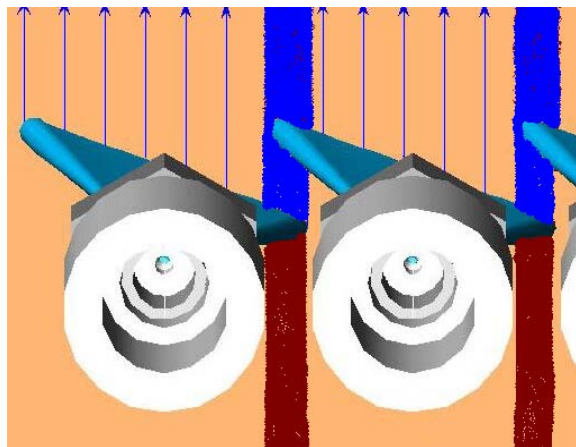


Figura 6. O bico adjacente forma uma barreira de água na área de sobreposição excessiva que diminui a força de impacto.

Este fenômeno é bastante comum e está ilustrado na Figura 7. Praticamente desaparece a pegada do spray do bico anterior causado por esse efeito. Neste caso o ângulo de inclinação está muito acentuado o que provoca faixas mal descarepadas resultantes de um layout inadequado.



Figura 7. Praticamente desaparece parte da pegada por causa de um excessivo overlap.

O excessivo overlap foi confirmado pela simulação em computador mostrada na Figura 8.

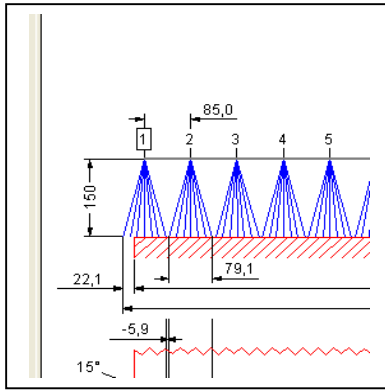


Figura 10. Simulação com o programa DESCALC da Lechler mostrando a falta de recobrimento entre bicos.

O problema de um desgaste externo excessivo dos bicos como mostra a Figura 11 ocorre geralmente em instalações onde a inclinação e o posicionamento dos chuveiros inferior e superior faz com que os jatos colidam quando não tem material descarepando e os chuveiros estão sob pressão trabalhando, antes e depois da entrada da tira.



Figura 11. Bico desgastado externamente por um bico do chuveiro oposto.

DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS PARA UMA REFORMA

Existe uma série de razões para conduzir uma auditoria detalhada de um sistema de descarepação, as mais comuns são:

- Identificar defeitos de qualidade no produto e eliminá-los.
- Incrementar a performance de descarepação através de maior força de impacto.
- Melhorar as condições de manutenção reduzindo custos.
- Reduzir o volume de água e portanto o resfriamento do produto a ser laminado.
- Troca de formatos e de ligas metálicas (product mix).

Na maioria dos casos é uma combinação dessas 5 razões que levam à determinação dos objetivos da reforma do sistema de descarepação. Uma clara definição desses objetivos ajudam a definir e focar a auditoria a preparar o estudo, na elaboração do relatório e a plausibilidade para a execução dessa reforma e melhoramento.

Fornecendo Soluções

Fazendo uso das análises prévias e algumas comparações como base, serão feitas algumas propostas para modificar a descarepação. Estas modificações tem como objetivo apresentar uma solução econômica e de fácil operação atendendo aos novos requerimentos. Novamente utilizaremos a assistência de um programa para assegurar a integridade das modificações propostas. Caso seja necessário a proposta incluirá modificações gerais sobre o sistema incluindo a uma nova configuração geral com novos parâmetros, novo design dos chuveiros e layout dos bicos de descarepação.

Ao analisarmos a situação existente comparando a força de impacto dos bicos em uso com ajuda das simulações do programa DESCALC da Lechler, nos concentraremos nas forças de impacto e na energia impactante do spray. Uma comparação desses valores com valores típicos de outras descarepações similares

modernas e com trabalhos publicados, nos permitirá uma melhor avaliação para a tomada de decisões.

O programa de simulação DESCALÉ da Lechler mostrou-se uma ferramenta ideal e indispensável para otimizar lay-out e a configuração dos chuveiros afim de obter os objetivos propostos para uma auditoria. Além disso trata-se de um programa consolidado e utilizado pelos construtores e projetistas de sistemas de descarepação a nível mundial.

PROPOSTA E PLANO

Um relatório completo será elaborado e submetido a discussões assim como um plano de ações. Esse relatório inclui:

- Conclusões das condições do sistema existente.
- Recomendações e observações considerando os novos objetivos, juntamente com propostas para as seguintes áreas:
 - Configuração e design do chuveiro.
 - Lay-out detalhado dos bicos.
 - Vazão e pressão da água.
 - Suprimento das tubulações.
 - Capacidade da bomba e dos acumuladores.
 - Proteção mecânica dos chuveiros e dos bicos.
 - Filtração.
 - Especificação do material em caso de ataque químico.
- Conclusões e recomendações para as práticas operacionais e de manutenção.
- Todos os sistemas vitais para a descarepação.

Layout dos Bicos

Um bom layout dos bicos é primordial para atender aos requerimentos operacionais e de produção de um sistema de descarepação. Ao configurar um lay-out de bicos é importante considerar os requisitos do laminador assim como o comportamento dos próprios bicos no laminador em condições de operação. Isso é essencial para que os bicos produzam um impacto homogêneo em toda sua largura.

Referências

Logo após a apresentação do programa DESCALÉ em 1992, a Lechler desenvolveu e instalou com sucesso as novas gerações de bicos descarepadores como os MiniScaleMaster, os ScaleMaster HP (High Performance) e os MicroScaleMaster. Com um grande leque de bicos disponíveis para as várias aplicações e, juntamente com o programa de simulação DESCALÉ, um completo sortimento de acessórios para montagem e manutenção e mais de 50 anos de experiência na descarepação, a Lechler é reconhecida mundialmente como partner da indústria siderúrgica capaz de incrementar significativamente a laminação com relativamente baixos investimentos. Um grande número de empresas já se beneficiam dos serviços por todo o mundo assim como ARCELOR, CORUS, TKS, Mittal Steel, SSAB, POSCO, NUCOR e RIVA para nomear apenas alguns.

Um típico exemplo foi a auditoria para descarepação elaborada e posteriormente executada na Thyssen Krupp Stahl (TKS) wide hot strip mill em Bochum / Alemanha.

Entre 1992 e 1999 foram feitas diversas e contínuas modernizações da descarepação no trem desbastador e no trem acabador (Fig. 12). O objetivo era o incremento da força de impacto aumentando a eficiência da descarepação sem alterar a pressão de água e a quantidade total de água disponível.

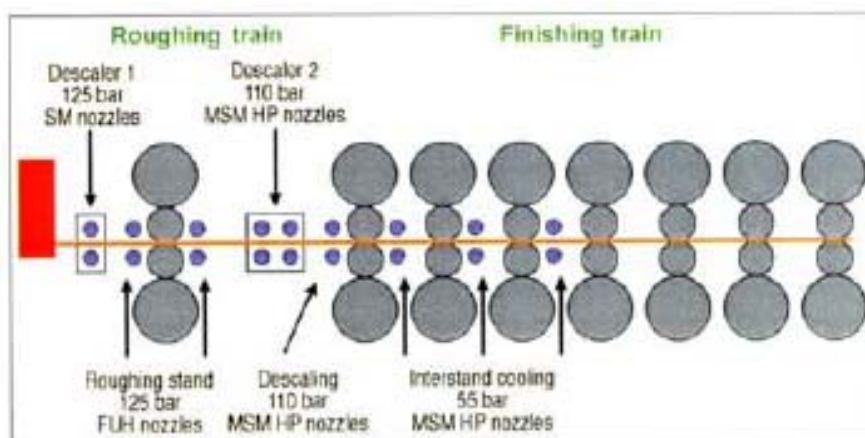


Figura 12. TKS Bochum, sistema de descarepação laminação de tiras a quente .

A Tabela 1 compara o lay-out dos bicos, configuração dos chuveiros e os vários parâmetros de operação durante os vários estágios das modernizações. Através da simples substituição do tipo de bicos e sua distância vertical à tira foi possível aumentar a força de impacto em aproximadamente 35% no descarepador do trem desbastador, e aproximadamente 60% no descarepador antes do trem acabador.

Tabela 1. TKS Bochum, descarepação da laminação de tiras a quente e seus passos de modernização.

Descaler 1: Roughing mill		1997		1998	
Year					
Spray bar top/bottom	Top	Bottom	Top	Bottom	
Nozzle type	FUH 666.906.12	FUH 666.887.12	Scalemaster 694.906.27	Scalemaster 694.887.27	
Number of headers	1	1	1	1	
Number of nozzles per header	30	30	30	30	
Flow rate [l/min]	139.75	139.75	139.75	139.75	
Spray pressure [bar]	125	125	125	125	
Nozzle angle [°]	16	16	16	16	
Distance nozzle/strip (index 1997 = 100)	100	100	100	100	
Impact (index 1997 = 100)	100	100	133	138	
Descaler 2: Finishing mill		1992	1993	1998	1999
Year					
Nozzle type	FUH4 666.806.12	Scalemaster 694.806.27	Mini Scalemaster 644.807.27 (with adapter)	Mini Scalemaster HP 642.807.27 (with adapter)	
Number of headers	2 top / 2 bottom	2 top / 2 bottom	2 top / 2 bottom	2 top / 2 bottom	
Number of nozzles per header	24	24	24	24	
Flow rate [l/min]	72	72	72	72	
Spray pressure [bar]	110	110	110	110	
Nozzle angle [°]	15	15	15	15	
Distance nozzle / strip (index 1992 = 100)	Top: 100; Bottom: 100	Top: 100; Bottom: 100	Top: 84; Bottom: 90	Top 84; Bottom: 90	
Impact (index 1992 = 100)	100	130	145	160	

O resultado foi uma diminuição num total de 55% das rejeições da laminação de tiras a quente graças à auditoria realizada e as conseqüentes reformas com pequenos investimentos. (Figura 13).

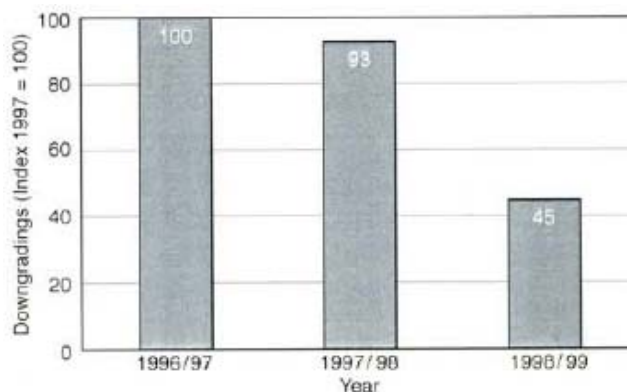


Figura 13. Desenvolvimento das rejeições de tiras na TKS Bochum devido à descarepação.

CONCLUSÃO

Uma auditoria como descrita e o estudo para sua realização mostra uma enorme gama de benefícios determinando as melhorias que podem ser obtidas otimizando o sistema e as práticas de descarepação e manutenção. A documentação e relatório final contendo os dados coletados e uma análise dessas informações formam uma ferramenta completa e indispensável para a tomada de decisões e comparação com outras plantas. Uma auditoria também pode identificar problemas e causas que antes não eram reconhecidas. O tempo, esforços e custos para esse trabalho são insignificantes em comparação com o potencial de benefícios de uma auditoria bem executada que resulte num sistema de descarepação otimizado.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Stefan Schürmann, Measurement and Mathematical Approximation of the Impact of Descaling Nozzles, Hydraulic Descaling Conference, London 9/2000
- 2 Gary Boulton, R.G. Davies, W.J. Edwards, P. Steigler, G.A. Wallace, Auditing Rolling Mills Performance, SEAISI Quarterly 2004 Vol 33 No. 1
- 3 Ernst-Ulrich Becker, Gerhard Birkemeier, Werner Büchele, Michael Degner, Lutz Devrient, Michael Novak, Gerd Thiemann, Optimization of Descaling Nozzles in a Hot Strip Mill, MPT International 5/2000
- 4 Jürgen Frick, Optimisation of Nozzle Arrangements on Descaling Headers, 4th International Conference on Hydraulic Descaling, London 2003