

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE LIMPEZA DE ALTA PRESSÃO DOS CILINDROS DE TRABALHO DO LAMINADOR DE ENCRUAMENTO DA GALVASUD S.A.¹

*Amarildo José Dias²
Hugo Leonardo O. Cardoso³
Humberto Rodriguez dos Santos⁴
Márcio Pedroso Bastos⁵
Adriano Rogério Kantoviscki⁶*

Resumo

Desenvolveu-se um sistema de limpeza de alta pressão para os cilindros de trabalho do laminador de encruamento através da utilização de bicos pulverizadores com um jacto rotativo em alta pressão, montados sobre suportes móveis acoplados às guias lineares retificadas, com patins de esferas sem abas, que se movimentam em fusos com castanhas duplas, pré-carregadas, sem folgas. Os fusos são acionados por servomotores controlados eletronicamente que acompanham as variações de velocidade do processo. O sistema foi implantado com o objetivo de eliminar ocorrências de defeitos nas superfícies de tiras laminadas gerados por pontos de sujidades nas mesas dos cilindros de trabalho, podendo desta maneira atender com maior eficácia aos requisitos de qualidade superficial exigidos pela indústria automobilística para peças expostas, gerando redução de custos para a empresa, melhora das condições de trabalho dos operadores do laminador e viabilizando menor impacto negativo no meio ambiente, devido a menor utilização de produtos detergentes durante o processo.

Palavras-chave: Redução de custos; Alta pressão; Indústria automobilística; Qualidade de produto.

¹ *Contribuição Técnica ao 42º Seminário de Laminação Processos e Produtos Laminados e Revestidos; 25 a 28 de Outubro de 2005, Santos, SP, Brasil.*

² *Técnico de Desenvolvimento – GALVASUD S.A.*

³ *Técnico de Desenvolvimento – GALVASUD S.A.*

⁴ *Engenheiro, Gerente de Produção Zincagem - GALVASUD S.A.*

⁵ *Técnico de Desenvolvimento - GALVASUD S.A.*

⁶ *Engenheiro, MSc, Coordenador de Qualidade - GALVASUD S.A.*

1 INTRODUÇÃO

Num processo de laminação, um dos elementos indispensáveis na passagem da chapa pelos cilindros de trabalho é a ação da força de atrito (F_{at}) que atua na superfície de contato entre a chapa e os cilindros. Essa força é proporcional ao coeficiente de atrito entre a chapa e cilindros, e a força normal na superfície de contato (P_r).

As forças de atrito atuam tangencialmente ao arco de contato (AB) no sentido de movimentar a chapa até o ponto neutro (N), onde velocidades da chapa e cilindro se igualam e a partir de onde a força de atrito passa a agir em sentido contrário, uma vez que a chapa entra na mordida dos cilindros com uma velocidade menor do que sai. Sem a força de atrito não seriam possíveis os processos de laminação de chapas planas. A Figura 1, abaixo, ilustra o que foi exposto acima.

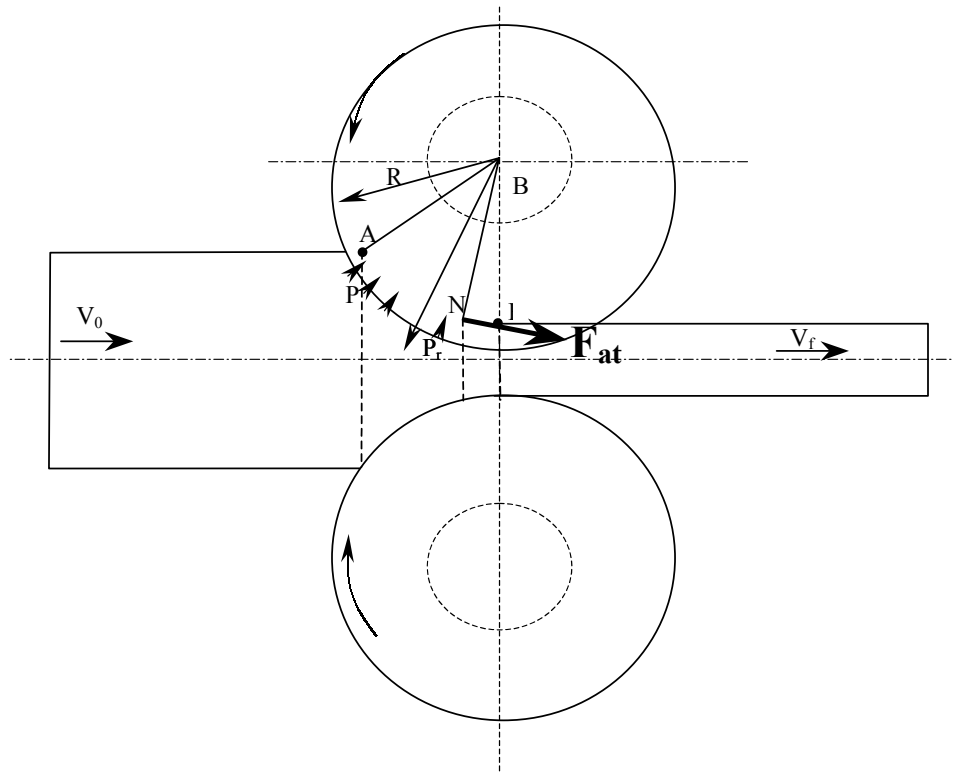


Figura 1. Forças agentes no processo de laminação

Segundo a teoria do atrito seco de Coulomb, a força de atrito é uma força que atua entre os átomos superficiais de dois corpos em contato, onde as superfícies em contato sofrem uma solda a frio formando um único pedaço de metal que somente conseguem ser separados através da aplicação de uma força. Em circunstâncias comuns, esses contatos interatômicos não são possíveis. Mesmo uma superfície metálica altamente polida está longe de ser plana. Quando duas superfícies são colocadas em contato, somente os pontos salientes, chamados picos, se tocam. A área de contato microscópico real é muito menor do que a área de contato macroscópico aparente. Em muitos pontos do contato ocorre a fusão do metal.

Quando as superfícies são deslocadas umas sobre as outras, há uma ruptura e regeneração contínua das fusões à medida que novos contatos são estabelecidos, e dessa forma minúsculos fragmentos de metal são arrancados e se depositam na mordida

dos cilindros de trabalho dando origem a um defeito superficial classificado como “Pontos de Sujeira”, que são marcas impressas periodicamente na chapa laminada de acordo com o perímetro do cilindro de trabalho.

Para reduzir esse efeito na laminação de encruamento, utiliza-se a laminação úmida e até mesmo aditivos de laminação a base de detergentes com a função de reduzir o atrito de laminação e limpar a superfície da chapa laminada e dos cilindros de trabalho.

Com o maior desenvolvimento das tecnologias de pintura das peças automobilísticas, cada vez mais existe uma maior necessidade de controle dos parâmetros superficiais (rugosidade, textura e ondulação) das peças pintadas, especialmente os painéis expostos, como capô, teto, etc. Para tal, a maioria das indústrias automobilísticas especificam uma faixa de rugosidade e o controle da densidade de picos, que mede a quantidade de picos por centímetro que objetiva melhorar o aspecto visual da carroceria acabada. Com o aumento das necessidades de controle de parâmetros superficiais exigidos pelas indústrias automobilísticas se faz necessário o uso de cilindros de trabalho com tratamento especial para a texturização da superfície e que conciliem a faixa de rugosidade e a densidade de picos solicitada, fazendo-se necessário o uso de cilindros EDT (“Electric Discharge Texturization”). Estes cilindros atendem as faixas de rugosidade com alto número de picos, porém este alto número de picos catalisa o processo de fragmentação do metal, tornando-se necessário o emprego de técnicas alternativas para a remoção das partículas metálicas que se encontram aderidas na superfície dos cilindros de trabalho para atender os requisitos de qualidade superficial exigidos.

Os aparelhos a jato são definidos, segundo Trokolanski (1977), como um dispositivo apropriado para, simultaneamente, aspirar e recalcar um fluido (líquido, gás ou vapor) ou uma mistura fluido-sólido por aplicação prática do fenômeno de Venturi, utilizando um órgão de restrição seccional à passagem da corrente fluída, alimentado por um outro fluido qualquer, denominado fluido primário ou fluido motor. Ainda, segundo o autor, os aparelhos a jato se dividem, fundamentalmente, em dois grupos: ejetores e injetores. Os ejetores se prestam para aspirar um fluido de um local sob pressão qualquer e recalcar-lo para outro local sujeito à pressão atmosférica ou ligeiramente superior. Os injetores, ao contrário, são empregados para recalcar um fluido para um local sujeito a uma pressão superior à pressão atmosférica. Estes últimos são utilizados no princípio para o desenvolvimento do sistema de jato proposto neste trabalho.

Daniel Bernoulli, em 1738, formulou a lei principal do movimento dos líquidos, estabelecendo a equação fundamental, mais tarde chamada de Equação de Bernoulli, que relaciona, entre si, as energias de velocidade, de pressão e de posição, evidenciando o princípio da conservação de energia. Essa energia é utilizada na remoção de pontos de sujidade na presente proposta de sistema de jato de alta pressão do presente trabalho.

Segundo Power (1994), pode-se utilizar a pressão nas faixas de 96 a 276 MPa em cortes de jatos de água pulsante com eficácia. No caso deste sistema proposto para limpeza, utilizou-se pressões em níveis bem menores, com a finalidade de gerar impacto mecânico na extração de contaminantes.

A necessidade de realizar processos cada vez mais produtivos, rentáveis, menos onerosos e mais rápidos na indústria automobilística exige que os profissionais ligados a esta área desenvolvam métodos e/ou sistemas eficazes nesta tarefa, bem como a competitividade no mercado industrial também requer processos avançados e maior controle de qualidade. Para tanto, as novas tecnologias no setor de laminação só vêm a agilizar os processos, conferir qualidade final nos produtos, controle de custos e preservação do meio ambiente, como no caso de lavagem de cilindros de trabalho com

atos de alta pressão. Já é notório que no início da história das indústrias de automóvel, o processo de laminação era um tanto rudimentar, cuja limpeza desses cilindros era efetuada com baixa pressão e alta concentração de produtos detergentes, gerando desperdício e altos custos para a empresa. No descarte necessário ao final da etapa, ocorrerá grande impacto no tratamento de efluentes, ao encargo da própria empresa, resultando em um indesejável depósito final de resíduos cumulativos nestes efluentes.

Porém, verificou-se que a pressão antes utilizada não gerava força de trabalho efetiva na limpeza. Apenas conduzia a solução “água-detergente” na tarefa de remoção de pontos de sujidade. Este mecanismo ainda ocorre atualmente, e, em estudos recentes observou-se que, através da criação do sistema de lavagem com alta pressão, a pressão existente no sistema estando presente e elevada seria o fator preponderante de ação mecânica efetiva na limpeza desses cilindros. O produto de ação detergente por sua vez, complementaria a desejável remoção dos pontos de sujidade.

Embasados nestas teorias e com estudos e experimentos posteriores, deu-se continuidade ao desenvolvimento do sistema de limpeza de alta pressão de cilindros de trabalho dos laminadores de encruamento. O desenvolvimento deste sistema teve como objetivos principais os seguintes itens: reduzir consideravelmente os custos na aquisição de detergentes para limpeza dos equipamentos de produção, eliminar pontos de sujidade superficial indesejáveis nas superfícies das tiras laminadas através de implantação de novo sistema de limpeza de alta pressão, melhorar a qualidade final do produto e gerar condições de trabalho mais seguras para os operadores do setor de laminação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Sistema de Bombas e Bicos Pulverizadores

2.1.1 Sistema de bombas - unidade geradora

A unidade geradora é composta de filtro de alimentação com filtragem absoluta de 25 micras; reservatório em aço inox com capacidade de 4000 litros; duas bombas centrífugas de 20 mca, vazão de 60 litros por minuto com função de manter uma pressão positiva de no mínimo 1 Kgf/cm² na sucção das bombas principais; duas bombas triplex de deslocamento positivo de pistões alternativos com vazão 40 litros por minuto, válvula redutora de pressão integrada range 0 ~ 160 Kgf/cm² e válvula de segurança ajustada para 175 Kgf/cm². As bombas centrífugas e de deslocamento positivo são acionadas eletricamente, onde um conjunto de bombas está em operação e o outro em condições de “stand-by”.

As bombas operam no modo local ou remoto. No modo local, o operador quando desejar ligar um conjunto de bombas deve abrir as válvulas manuais do conjunto desejado e fechar as válvulas do outro conjunto de bombas, e através da caixa local pressionar o botão de teste. No modo remoto, a operação dos conjuntos de bombas pode ser automática ou manual. Estas operações do sistema de limpeza serão discutidas mais detalhadamente no item 3.

2.1.2 Bicos pulverizadores

Os bicos pulverizadores são alimentados por um circuito hidrodinâmico de pressão e vazão controladas, tubulação em aço inox, mangueiras para alta pressão com conexões giratórias e bico de jato rotativo.

Circuito pneumático com função de aplicar e ou retrair os bicos pulverizadores na área de trabalho, composto de unidade de tratamento de ar com pressão ajustada em 6 Kgf/cm², válvulas direcionais, válvulas de controle de velocidade, atuadores lineares de dupla ação e sensores de posições.

Os bicos pulverizadores estão montados sobre um suporte móvel acoplado às guias lineares retificadas e patins de esferas sem abas, que se movimentam em um fuso de esferas em aço liga de precisão classe C 10, diâmetro 1" x passo 1" x comprimento 2700 mm de 4 entradas com castanha dupla pré-carregada sem folga, este é acionado por servo-motores controlados eletronicamente e lubrificado por dispositivo automático, regulado para 6 meses de funcionamento.

Os bicos pulverizadores têm duas posições definidas: posição inicial (retraído) e posição "aplicado". Esta última, ajustada durante o comissionamento. O movimento de aproximação dos bicos pulverizadores não será possível com o "gap" aberto. O acionamento (ligar bomba) dos bicos só será possível quando pelo menos um bico pulverizador estiver na posição de aplicado.

a) "Start conditions" e "Running conditions" – Sistema de Bombas .

Na "start conditions" deverão ser utilizadas os sinais de válvula fechada do outro conjunto de bombas, válvula aberta do conjunto de bombas desejado e "gap" da cadeira do Laminador na posição de fechado (DB816.dbb103.5 – "gap < wait position" – ser verificado). Na "running conditions" deverão ser utilizadas a supervisão de pressão baixa na tubulação de água de alta pressão e a supervisão de proteção térmica oriunda das gavetas de acionamento dos motores do conjunto de bombas que estiver em operação.

b) "Start conditions" e "Running conditions" – Aproximação dos Bicos Pulverizadores.

Na "start condition" poderá ser utilizado o sinal de "gap" da cadeira do Laminador na posição de "fechado" (DB816.dbb103.5 – "gap < wait position"). Na "running condition" deverá ser utilizada a supervisão de pressão baixa de ar comprimido utilizado no acionamento do movimento de aproximação dos bicos.

O bloco de motor FB_KR2 e o bloco de diagnóstico DIAG_I deverão ser utilizados para estes acionamentos.

2) Movimento Transversal dos Bicos Pulverizadores

O movimento de cada viga terá seu curso limitado por dois sensores tipo indutivo, para fins de curso no lado acionamento e no lado operação. Este movimento será cíclico com reversão de sentido quando os bicos atingirem os limites ajustados pelos sensores. Um terceiro sensor indutivo deverá ser colocado no centro mecânico do laminador de encruamento, onde deverá ter a posição de 0 mm do curso e ser utilizado também para calibração do encoder absoluto.

As posições atuais assim como as velocidades de ajuste das vigas deverão ser indicadas na Estação de Operação.

Para as posições tem-se:

- 0 mm Viga no centro;
- +XXX mm Viga na região do lado operação;
- XXX mm Viga na região do lado acionamento.

Para a velocidade de ajuste tem-se:

XX mm/seg

O ajuste transversal dos bicos pulverizadores, em termos gerais deverá possuir um controle de posição e um controle de velocidade, este último, a ser implementado nos "drives". A regulação de posição cuidará do movimento transversal das vigas entre os sensores fins de curso instalados no lado operação e no lado de acionamento. O sinal de

posição dos encoders absolutos será tratado pelos blocos de leitura de encoder e a regulação de posição poderá utilizar o bloco CPU_POS, dentre outros.

A velocidade do movimento transversal da viga será obtida através do cálculo de Set Point definido abaixo. A velocidade da viga calculada será a referência ao bloco de "drive", este responsável pela regulação de velocidade. A velocidade da viga está demonstrada pela equação abaixo:

$$Vel_Viga = Vel_Tira \times \frac{\left[(Dist_Bico) \times 2 \times \tan\left(10^0 \times \frac{\pi}{180^0}\right) \right] - (Overllaping)}{Dia_Roll_Trab \times \pi} \times \frac{1000}{60}$$

Onde: *Vel_Viga* = Velocidade do movimento transversal da viga [mm/seg];

Vel_Tira = Velocidade da tira na seção do Laminador [m/min], dado que deverá ser informado pelo MRG_P (não existe telegrama entre às CPU's MRG_P e RCH;

Dist_Bico = Distância do bico a superfície do respectivo rolo de trabalho [mm];

$$Dist_Bico = Dist_Spray + \frac{(Dia_Roll_Ajust - Dia_Roll_Trab)}{2}$$

Exemplo:

Dist_Spray = 80mm para o *Dia_Roll_Ajust* de 620mm

Dia_Roll_Trab = 612mm, teremos uma *Dist_Bico* = 84 mm

Dia_Roll_Trab = Diâmetro dos rolos de trabalho [mm] "top" e "bottom", dados oriundos da CPU SDS (DB816.DBX 114.0 – D_wr_t_act - DB816.DBX118.0 - D_wr_b_act).

Overllaping = Constante de sobreposição do efeito circular na superfície dos rolos de trabalho, a ser ajustado durante o comissionamento [mm].

2.2 Modos de Operação – Automático e Manual

2.2.1 Modo automático

O modo automático poderá ser selecionado para o sistema de limpeza do rolo inferior (entrada do Laminador) ou do superior (saída do Laminador) ou ambos. Esta seleção será através da Estação do Operador. A velocidade do movimento transversal das vigas para este modo será variável de acordo com a velocidade da seção do Laminador. Com a "Partida Automática" selecionada, a limpeza dos rolos de trabalho será iniciada. Com a partida automática desativada, a limpeza dos rolos de trabalho será interrompida, isto é, os bicos pulverizadores serão desligados. O início da limpeza dos Rolos em modo Automático selecionado só é possível quando o "gap" do Laminador estiver na posição de fechado. Os seguintes movimentos serão iniciados com a "Partida Automática":

1. Ajuste do(s) bico(s) pulverizador (es), aproximação para o(s) rolo(s) de trabalho;
2. Partida da bomba selecionada (Ligar o (s) bico(s) pulverizador (es), quando estiver (em) ajustado(s);
3. Partida do movimento transversal da(s) viga(s) (movimento de oscilação), quando o(s) bico(s) pulverizador (es) estiver (em) ligado(s);

Os seguintes movimentos serão iniciados com a "Parada Automática":

1. Bicos pulverizadores serão desligados (desligamento do conjunto de bombas selecionado);

2. Parada do movimento transversal (oscilação), viga em posição inicial (“ Home Position”) para o lado de operação;
3. Retração dos bicos pulverizadores para a posição inicial, quando a viga atingir a posição inicial (“ Home Position”);

2.2.2 Modo Manual

Estando o modo manual selecionado para um único sistema de limpeza, o movimento transversal da viga deverá ser mantido em sua posição, o bico pulverizador deverá ser mantido ajustado e ligado. O modo automático para este sistema poderá ser reiniciado a qualquer instante, independente da posição da viga.

O modo manual compreende a seguintes ações:

Ações possíveis independentes, somente respeitando os interloques para cada acionamento e com o “gap” do Laminador fechado:

- a) as vigas poderão mover-se a critério do operador, em ambos os sentidos; lado acionamento ou lado operação, com velocidade constante a ser definida durante o comissionamento;
- b) Ajuste dos bicos pulverizadores a critério do operador, retração ou aproximação aos rolos de trabalho;
- c) Os bicos pulverizadores (conjunto de bombas selecionado) poderão ser ligados ou desligados.

2.3 Parada Normal e Parada Rápida

Quando a seção do Laminador entrar em parada normal ou parada rápida os bicos pulverizadores deverão se manter funcionando em modo automático, com uma única restrição: a velocidade deverá ser constante, não variando com a velocidade da seção. Esta velocidade constante deverá ser definida pela Operação durante o comissionamento.

2.4 Parada de Emergência

Na parada de emergência o acionamento (“drives”) das vigas deverá ser desligado (OFF 3) e a seleção do modo de operação “ Manual” ou “Automático” respectivamente desfeita. Na parada de emergência o acionamento dos conjuntos de bombas deverá ser desligado, e os bicos pulverizadores deverão ser retraídos para a posição inicial. A seleção do modo de operação “ Manual” ou “Automático” deverá ser desfeita.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme pode ser verificado na Tabela 1 abaixo, que apresenta o percentual de desvio de produção nos últimos 3 anos, pode-se verificar que no ano de 2004 ocorreu uma significativa redução no percentual de desvio de produção.

Tabela 1. Estatística de desvio de produção

Ano	Período	Desvio (ton)	Total de peças Expostas (ton)	Percentual de desvio
2002	Setembro	13,01	4027.395	1,13%
	Dezembro	32,31		
	Total	45.33		
2003	Janeiro	5,55	19875.45	0,44%
	Fevereiro	27.21		
	Março	11.35		
	Abril	5,64		
	Setembro	16.97		
	Novembro	11,88		
	Dezembro	8,37		
	Total	86,99		
2004	Janeiro	10,62	41680.05	0,14%
	Fevereiro	12,87		
	Junho	36,72		
	Total	60,21		

A Tabela 2 apresentada abaixo se referente ao consumo de detergentes versus produção. Percebe-se um maior rendimento de detergente por tonelada produzida em 2004. Pode-se observar ainda que na mesma proporção em que se reduz o derrame destes produtos finais pelo sistema atual, o resíduo gerado neste último sistema será significativamente menor e menos contaminante.

Tabela 2. Consumo de produto detergente X Produção

Exercício	Consumo (kg)	Produção (t)	Fator específico (t/Kg)	Custo R\$	Expectativa de custo R\$	Lucro R\$
2002	111.000	178.929.264	1,61	2.832.720,00		
2003	125.000	204.754.886	1,64	3.190.000,00		
2004	35.000	175.195.017	5,01	893.200,00	2.751.358,14	1.858.158,14
Observação : Valor de custo do produto detergente (R\$/Kg) = R\$ 25,52						

Fonte: Sistema de gerenciamento (SAP)

A Tabela 3 abaixo demonstra os custos de reparo de manutenção de bombas utilizadas na limpeza do sistema de forma manual. Percebe-se claramente que a partir da implementação do novo sistema automatizado de limpeza a atividade de reparo se torna desnecessária, uma vez que o sistema anterior não é mais utilizado. Este é mais um fator de redução sensível de custos para a empresa, que justifica o pleno funcionamento do sistema de alta pressão.

Tabela 3. Custos de reparo de manutenção

REPARO DE MANUTENÇÃO	EXERCÍCIO	CUSTO OPERACIONAL R\$
No. 01	2003	972,36
No. 02	2003	272,06
No. 03	2003	493,42
No. 04	2003	493,12
No. 05	2003	956,32

Fonte: Sistema de gerenciamento (SAP)

A Tabela 4 abaixo mostra dados que justificaram o desenvolvimento e a implementação do sistema nacional uma vez que os custos de aquisição deste são consideravelmente menores se comparados com o custo do sistema importado.

Tabela 4. Plano orçamentário de implementação de sistema de limpeza de alta pressão

ANO	CUSTO DO PROJETO ALEMANHA (R\$)	CUSTO DO PROJETO - NACIONAL (R\$)
2003	1.500.000,00	331.000,08

A Figura 2 mostra o sistema manual em funcionamento e a figura 3 abaixo mostra o sistema automatizado em funcionamento.



Figura 2. Sistema Manual



Figura 3. Sistema Automático

Percebe-se pelas figuras acima o risco de acidentes inerente ao processo com a utilização do sistema manual. Com a aplicação do sistema automatizado, existe uma maior garantia da manutenção da integridade física dos operadores já que estes ficam posicionados em cabines apropriadas para a operação.

4 CONCLUSÕES

A implantação do sistema de limpeza de alta pressão nacionalizado trouxe para a Galvasud S.A. ganhos financeiros, ganhos em segurança e ergonomia dos operadores além do que, mostra o potencial dos profissionais que viabilizaram e desenvolveram condições para que o sistema obtivesse o êxito e os resultados apresentados nas seções precedentes. Estes profissionais são os mesmos que vivenciam a rotina do setor, tendo assim uma visão bem abrangente das necessidades da produção. Pode-se somar a este fato, o pioneirismo do projeto no país na implantação deste sistema, o que torna os resultados ainda mais promissores em produtos de tecnologia mais avançada.

Agradecimentos

Este trabalho tornou-se possível graças ao apoio profissional e coordenação do Engenheiro Adelino Leite Esteves, ao suporte financeiro e incentivo da GalvaSud S.A. e por último ao apoio profissional do Engenheiro Josélio Alves Machado. Estes profissionais muito contribuíram para a realização e conclusão de nosso projeto e dedicamos aos mesmos agradecimentos sinceros.

REFERÊNCIAS

- 1 MACINTYRE, A. J.; *Bombas e instalações de bombeamento*. Ed. Guanabara Dois S.A – 1980.
- 2 FILHO, E. B.; *Conformação Plástica dos Metais* Ed. Unicamp – 1997.
- 3 HALLYDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J.; *Fundamentos de Física 1 – Mecânica* - LTC – Editora

STUDY AND DEVELOPMENT OF THE HIGH-PRESSURE SYSTEM CLEANNESS OF THE WORK CYLINDERS OF THE SKIN PASS MILL FROM GALVASUD S.A.

Amarildo José Dias²
Hugo Leonardo O. Cardoso³
Humberto Rodriguez dos Santos⁴
Márcio Pedroso Bastos⁵
Adriano Rogério Kantoviscki⁶

Abstract

It was developed a high-pressure system cleanliness for the work cylinders of the skin pass mill through of the use of peaks sprays with a rotating spurt in high pressure, mounted on mobile supports connected in rectified linear guides, with skids of spheres without borders, that if they put into motion in spindles with double chestnuts, daily pay-loaded, without recesses. The spindles are set in motion by controlled servant-engines automatics that follow the variations of speed of the process. The system was implanted with the objective to eliminate occurrences of defects in the surfaces of strips plated generated for points of dirtiness in the tables of the work cylinders, being able to take care of with bigger effectiveness to the requirements of superficial quality demanded by the automobile industry for exposed parts, generating reduction of costs for the company, improves of the conditions of work of the operators of the skin pass mill and making possible lesser negative impact in the environment, which had the lesser use of products detergents during the process.

Key words: Reduction of costs; High-pressure; Automobile industry; Quality of product.

- ¹ *Work destined to 42nd Rolling Seminar - Processes, Rolled and Coated Products*
- ² *Development Technician - GALVASUD S.A.*
- ³ *Development Technician - GALVASUD S.A.*
- ⁴ *Continuous Galvanizing Line Manager – GALVASUD S.A.*
- ⁵ *Development Technician - GALVASUD S.A.*
- ⁶ *Quality Coordinator - GALVASUD S.A.*