

UTILIZAÇÃO DE CONDENSADO DE VAPOR NA LAVAGEM DA  
CHAPA NA LINHA DE DECAPAGEM Nº 2 DA COSIPA (1)

Carlos Alberto Pereira (2)

Carlos Alberto Costa (3)

Arnaldo Antonio S. Tosi (4)

R E S U M O

Devido as constantes paradas de produção para substituir a água de lavagem do tanque de água quente para correção do pH, foi viabilizada a utilização de condensado de vapor, obtendo-se, como resultado, uma melhor qualidade da água de lavagem e nível zero de parada para correção do pH.

- 
- (1) Contribuição Técnica à COLAM para ser apresentada no Seminário sobre Laminação de Planos e Não-Planos - Setembro de 1983 - Volta Redonda - RJ.
  - (2) Técnico de Desenvolvimento da Gerência de Laminação da COSIPA.
  - (3) Técnico de Desenvolvimento da Gerência de Laminação da COSIPA.
  - (4) Engenheiro em Desenvolvimento da Gerência de Laminação da COSIPA.

## 1 - INTRODUÇÃO

A finalidade da decapagem é remover a camada de óxido da superfície da chapa, formada durante o processo de laminação à quente.

A linha de decapagem nº 2 da COSIPA tem quatro tanques, utilizando como solução decapante ácido clorídrico na concentração de 8 a 9% em peso, aquecida a 85°C por 11 trocadores de calor, o que permite atingir velocidades de até 145 m/min.

Na saída do último tanque de ácido está instalado um conjunto de rolos enxugadores, que tem como finalidade remover o ácido residual que está na chapa. A seguir o material passa para a seção de lavagem, de onde a chapa sai totalmente isenta de ácido.

A lavagem do material é efetuada em dois estágios:

- 1º estágio - com chuveiros de água fria a uma pressão de 2 a 4 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 2º estágio - imersão da chapa em água quente, a uma temperatura de 85°C.

A qualidade da lavagem é controlada através do pH da água do tanque de lavagem à quente. Assim, uma água de lavagem de boa qualidade deve ter um pH mínimo de 5.

## 2 - DESENVOLVIMENTO

No tanque de lavagem à quente utilizava-se somente água tratada, a qual tem vazões irregulares, que causam oscilações no pH da água do tanque de lavagem à quente. Quando o pH atingia o valor de 4,9, a produção da linha parava, o tanque era parcialmente drenado, reabastecido com água limpa e reaquecido a 85°C. Esta operação de substituição da água causava paradas de 30 a 40 minutos.

Objetivando-se eliminar os tempos de parada para substituição da água do tanque de lavagem à quente para a correção do pH e melhorar a qualidade da água de lavagem, estudou-se e desenvolveu-se o reaproveitamento do condensado de vapor que se forma nos trocadores de calor.

Deste modo, atende-se a necessidade a que se propôs todo o processo de desenvolvimento, que era de manter o pH da água do tanque de lavagem à quente em condições de operação consideradas ótimas. Gerou-se também economia de energia, em virtude da substituição de parte do vapor usado para aquecimento do tanque de lavagem pelo condensado.

No relato deste trabalho serão descritos os itens desenvolvidos.

Inicialmente regularizaram-se os purgadores de vapor dos trocadores de calor, pois os purgadores que estavam sendo utilizados não tinham capacidade de eliminar todo o condensado formado e isto causava uma baixa eficiência dos trocadores de calor, refletindo, em muito, nas variações de temperatura dos tanques de ácido da linha de decapagem.

Os purgadores de vapor são dispositivos automáticos que separam e eliminam o condensado formado nas tubulações e nos trocadores de calor, sem deixar escapar o vapor.

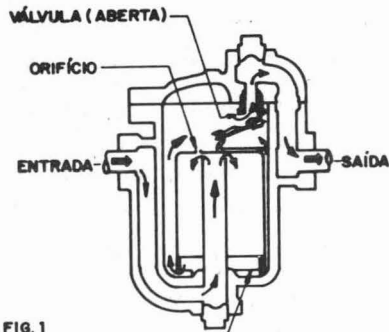
A remoção do condensado é necessária, pois o condensado não tem ação aquecedora eficiente. A permanência de condensado no trocador de calor diminui, em muito, a eficácia deste equipamento.

Portanto, a finalidade dos purgadores é aumentar ao máximo o tempo de permanência do vapor dentro dos trocadores para que o vapor possa ceder todo o seu calor. Se não houvesse purgador o vapor circularia continuamente a alta velocidade e para que a troca fosse a mesma, o comprimento do trocador de calor teria que ser enorme. Não havendo o purgador, teríamos assim um consumo exagerado com desperdício de vapor e um baixo rendimento do trocador de calor.

Os purgadores utilizados nos trocadores de calor da linha de decapagem nº 2 da COSIPA, são do tipo "balde invertido". Este tipo de purgador consiste de um aparelho em forma de cone e dentro do qual existe um balde com o fundo para cima, comandando uma válvula que abre e fecha a saída de condensado.

Basicamente o princípio de funcionamento deste tipo de purgador é o seguinte:

- 1) No início de operação o balde está na posição inferior, repousando sobre o fundo do purgador, abrindo a válvula (fig. 1).

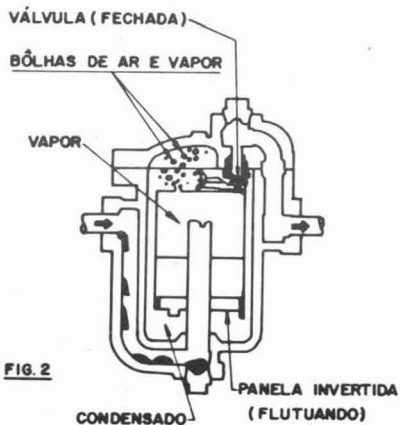


**FIG. 1**

**PANELA INVERTIDA  
(AFUNDADA)**

**PURGADOR ABERTO  
(DESCARGA DE CONDENSADO)**

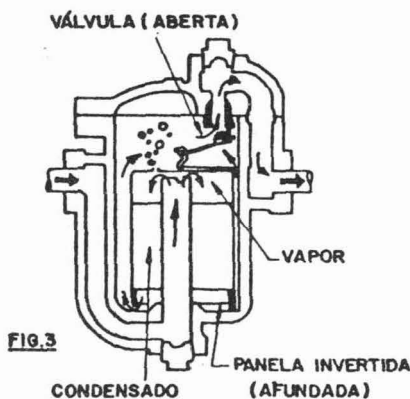
- 2) O vapor quando chega, é lançado dentro do balde, e faz com que o balde flutue, fechando a válvula de saída. O ar contido no balde sai pelo pequeno furo existente no fundo do balde, por onde escapa também um pouco de vapor; o ar acumula-se no topo do purgador e o vapor condensa-se por saturação do ambiente.



**FIG. 2**

**PURGADOR FECHADO  
(CHEGADA DE VAPOR)**

- 3) Chegando mais condensado, ou condensando-se o vapor, o balde enche-se de água, perde flutuação e afunda, abrindo a válvula. A descarga de vapor ao sair arrasta o ar acumulado e o condensado (fig. 3).



**PURGADOR ABERTO**  
**(DESCARGA DE CONDENSADO)**

- 4) Diminuindo a quantidade de condensado dentro do balde, a flutuação é restabelecida fechando-se a válvula, reiniciando-se assim o ciclo.

Portanto, o primeiro passo para utilizar o condensado de vapor no tanque de lavagem a quente, foi o de adequar os purgadores às condições dos trocadores de calor.

Solicitou-se do fabricante dos trocadores de calor a quantidade de condensado/hora de cada aparelho. Impôs-se as seguintes condições operacionais:

- Temperatura de manutenção do banho de ácido: 85°C.
- Volume de líquido de cada tanque: 50 m<sup>3</sup> aproximadamente.
- Pressão de vapor saturado: 6 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Nº de trocadores de calor para os 4 tanques: 11.
- Tipo de trocador de calor: C-416 G.
- Vazão da bomba em cada trocador: 70 m<sup>3</sup>/h.
- Capacidade de produção da linha: 100 t/h.
- Adição de solução decapante regenerada: 3 200 l/h.

Nas condições acima descritas, cada trocador de calor pode fornecer até 1 200 Kg/h de condensado de vapor.

Os purgadores instalados tinham o orifício de 4,76 mm, com capacidade máxima de eliminar 900 Kg/h de condensado, portanto estava ocorrendo retenção de condensado o que diminuía, em muito, a eficiência do trocador de calor.

Para que fosse eliminado todo o condensado formado, foi feito um estudo para a utilização do mesmo purgador, modificando-se apenas o orifício de saída do condensado.

Após consulta junto ao fornecedor dos purgadores de balde invertido, verificou-se que a pressão de entrada, a vazão de condensado e o diâmetro do orifício estão interligados durante o funcionamento do purgador; isto pode ser melhor visualizado no gráfico (fig. 4).

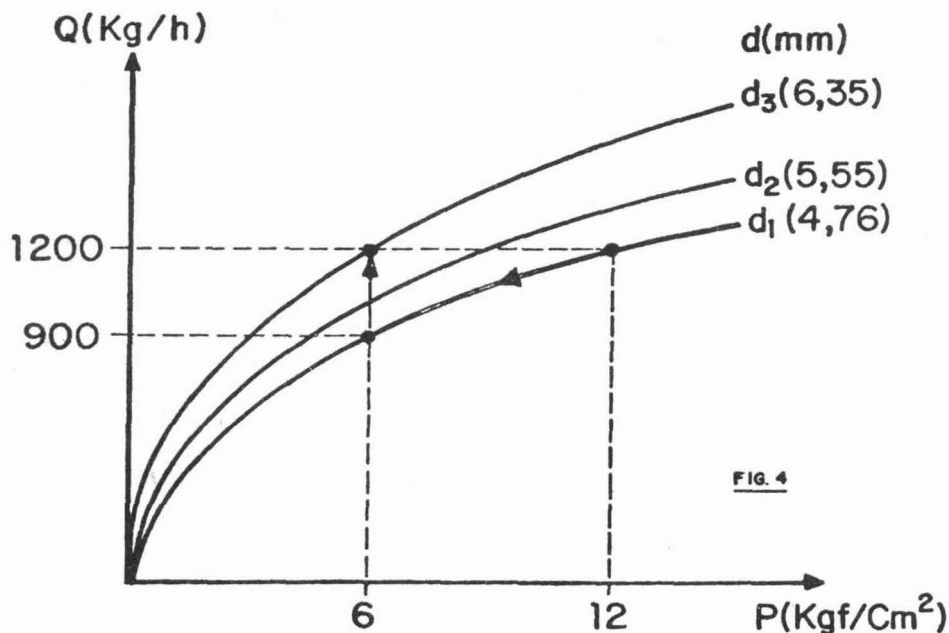


FIG. 4

onde:

Q = vazão de condensado (Kg/h)

d = diâmetro do orifício (mm)

P = Pressão de entrada (Kg/cm<sup>2</sup>)

Verifica-se que se se mantiver o diâmetro constante ( $d_1$ ) e se diminuir a pressão de entrada de 12 para 6 Kg/cm<sup>2</sup>, diminuir-se-á a vazão de condensado. Para que se consiga atingir a vazão de cada trocador de calor, deve-se mudar apenas o diâmetro do orifício (4,76 para 6,35), utilizando-se o mesmo tamanho de purgador.

Simbolicamente temos:

$$Q \propto P \times D$$

ou, a vazão é diretamente proporcional à pressão e ao diâmetro do orifício de saída de condensado.

Normalizados os purgadores, passou-se para a fase de utilização do condensado como água de lavagem da chapa.

O condensado de vapor continua contendo uma grande quantidade de calor. O mais sensato a se fazer é enviar esse condensado para o tanque de água quente. É uma água tratada e sem dúvida, o ideal para a lavagem da chapa decapada.

Na decapagem a tubulação de condensado de vapor dos trocadores de calor estão 4 metros abaixo do tanque de lavagem - surgiu a questão: pode-se elevar o condensado após o purgador até 4 metros de altura ?

A resposta está na comparação entre a pressão disponível na entrada do purgador e a contra-pressão exercida pela coluna de líquido compreendida entre a saída do purgador e a entrada no tanque de lavagem.

Basicamente a elevação é da ordem de 1 metro por 0,1 Kg/cm<sup>2</sup> de pressão diferencial de vapor.

Os trocadores de calor operam com vapor a 6 Kg/cm<sup>2</sup> de pressão; existe uma elevação de 4 metros de condensado, que impõe uma contra-pressão de 0,4 Kg/cm<sup>2</sup>. Como a pressão de entrada no purgador é de 6 Kg/cm<sup>2</sup>, existe sempre uma pressão diferencial suficiente para esta elevação.

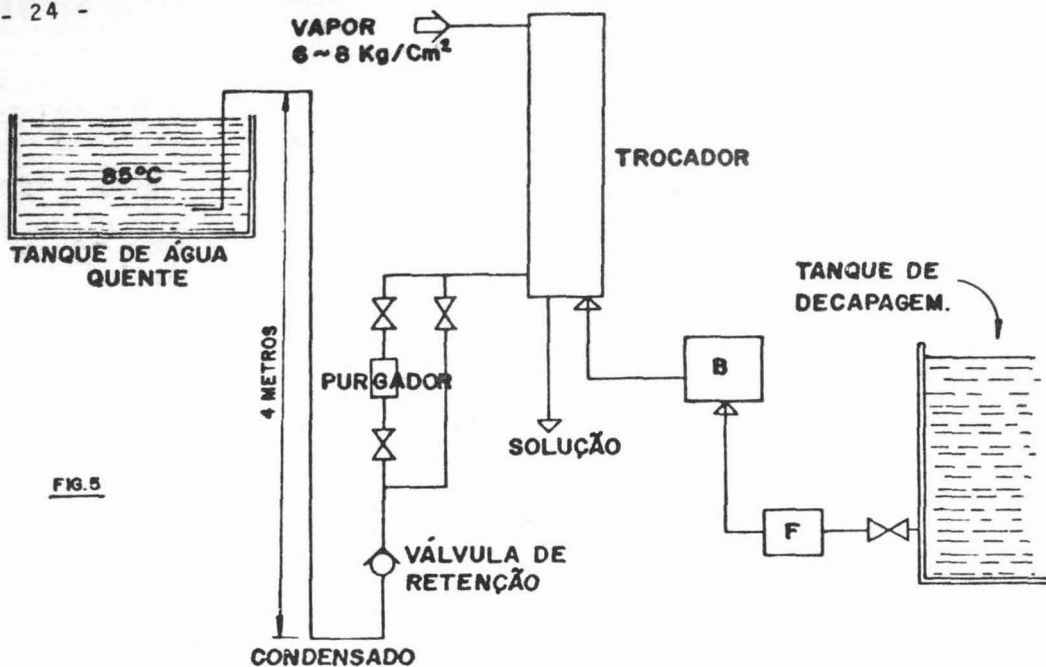


FIG. 5

$\rightarrow$  PRESSÃO  $6 \text{ Kg/Cm}^2$   $\leftarrow$   $0,4 \text{ Kg/Cm}^2$  CONTRA-PRESSÃO  
 $6 - 0,4 = 5,4 \text{ Kg/Cm}^2$  (PRESSÃO DIFERENCIAL)

Válvulas de retenção foram colocadas após os purgadores para evitar que o equipamento seja alagado pela coluna de condensado quando a entrada de vapor estiver fechada.

Inicialmente a tubulação de retorno foi instalada no tanque de lavagem com a saída de condensado acima do nível da água, mas ocorreu o problema de escapamento de vapor, devido a formação de "vapor de Flash", proveniente da vaporização do condensado por efeito da decompressão para a atmosfera.

Para eliminar o problema da reevaporação, instalou-se duas saídas de condensado mergulhadas no tanque de lavagem. Conseguiu-se deste modo eliminar o escapamento de vapor e um reaproveitamento total do condensado formado nos trocadores de calor.

#### Controle da contaminação do condensado

Uma das preocupações quando se usa o condensado de vapor é de que em alguns casos ele pode estar contaminado. No caso da linha de decapagem, onde a solução ácida é aquecida em trocadores de calor, uma trinca em um dos blocos de grafite pode permitir a entrada de ácido na tubulação de retorno de condensado.



Como existe a possibilidade de contaminação do condensado, instalou-se uma válvula teste em cada purgador, com o objetivo de verificar o pH do condensado de cada trocador de calor (fig. 6).

Temos dois casos:

- 1º) pH maior do que 7 - condensado sem contaminação
- 2º) pH menor do que 7 - condensado contaminado, o trocador de calor é isolado e entregue à manutenção para reparos.

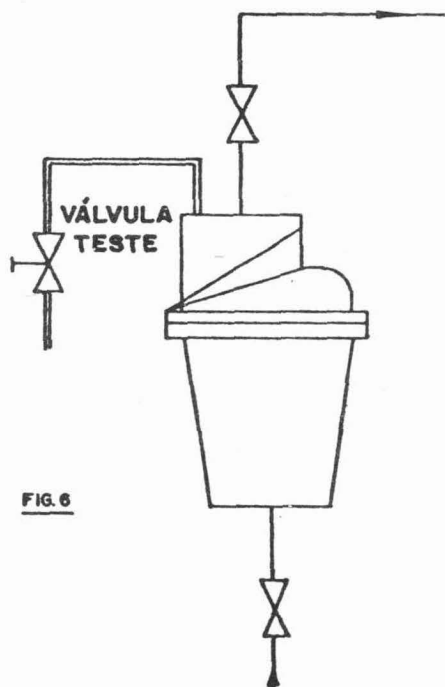
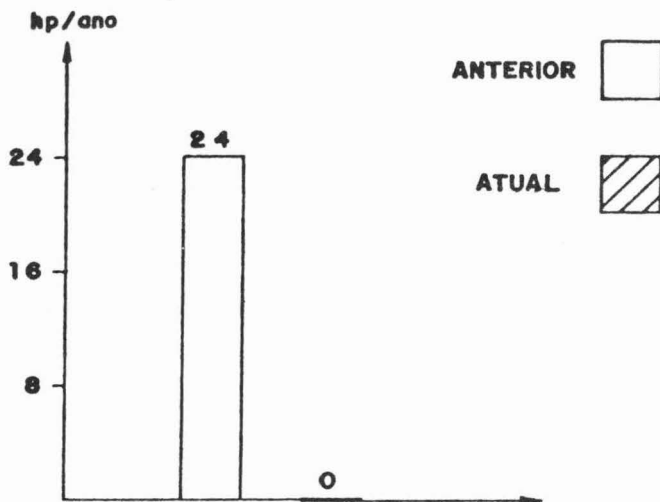


FIG. 6

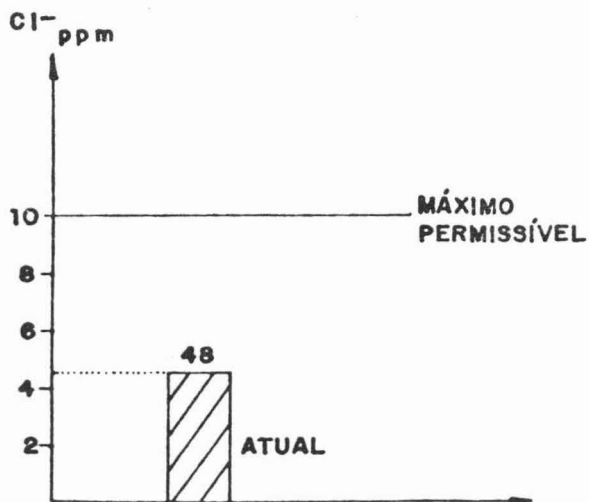
### 3 - CONCLUSÃO

Utilizando o condensado de vapor no tanque de água quente obteve-se os seguintes resultados, que são considerados ótimos para o processo de lavagem da chapa na linha de decapagem.

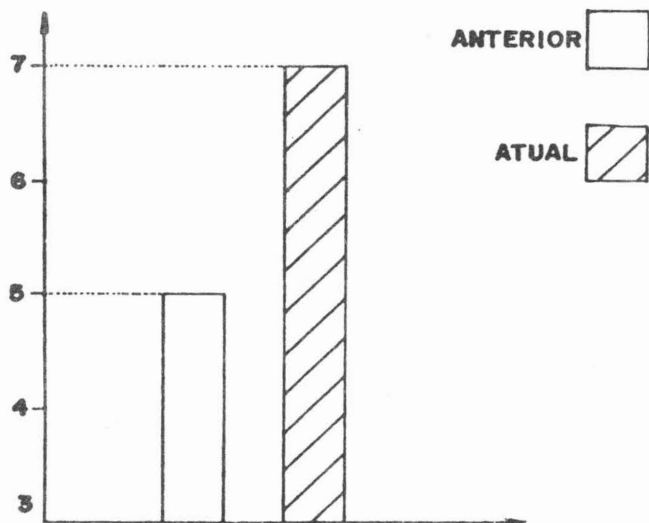
1) Eliminadas as paradas de produção para correção do pH.



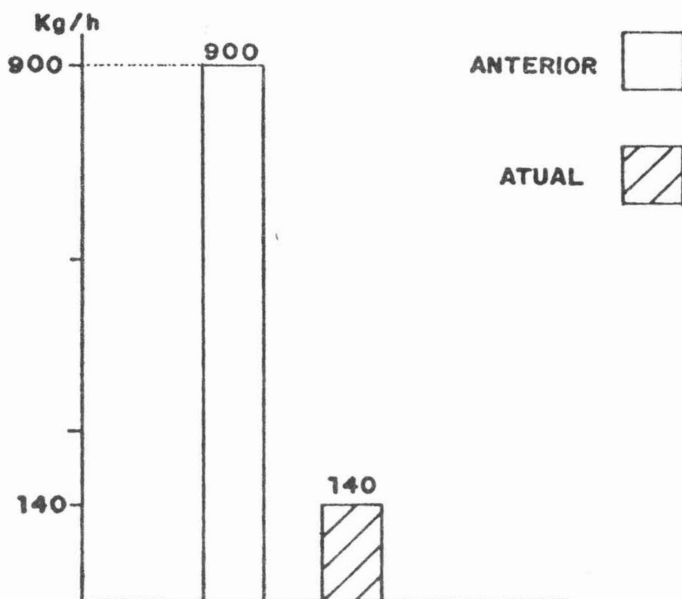
2) Valor médio do cloreto em 4,5 ppm.



3) O pH da água de lavagem aumentou de 5 para 7.



4) Diminuição do consumo de vapor.



4 - BIBLIOGRAFIA

- 1) Telles, P.C.S.; "Tubulações Industriais"  
6<sup>a</sup> edição - Livros Técnicos e Científicos Ed. S.A.  
1982 - Rio de Janeiro
  
- 2) Brasil Ministério de Minas e Energia  
Conselho Nacional de Petróleo  
Economia de Óleo Combustível  
Folheto 4 - "Como Otimizar o Uso do Condensado"