

▶ RECUPERAÇÃO E UTILIDADES

ARQUIVO PESSOAL



Por Camilo Petter Hoss e Edison Strugo Muniz - Klabin

# Otimização do processo de evaporação e da caldeira de recuperação

O projeto de otimização realizado na Unidade Correia Pinto, da Klabin, a maior produtora e exportadora de papéis do Brasil, remeteu a fábrica a uma realidade de eficiência operacional que possibilitou o rápido retorno do investimento em função dos resultados, sejam ganhos de produção, redução de insumos e energia ou uma melhor performance operacional. Com o elevado nível de automação, os operadores podem se preocupar somente com o processo,

sem a necessidade de operar instrumentos, focando-se no máximo possível de produção e qualidade.

A implementação foi desenvolvida pela Metso Automation da Finlândia, baseada em auditorias com levantamento de dados do processo e adequação às aplicações de controles avançados. Em cada área, no entanto, a implementação foi realizada com acompanhamento e a participação da equipe técnica e operacional da Klabin.

## EVAPORAÇÃO

A planta de evaporação tem o propósito de concentrar o licor negro fraco, vindo da planta de celulose, para a combustão na caldeira de recuperação. O não-cumprimento desse objetivo tornará difícil o processo de queima na caldeira. Sem os controles apropriados, a operação da planta de evaporação, por sua vez, transforma-se em um gargalo na produção de celulose.

Importantes benefícios dos controles na planta de evaporação são: qualidade estável do licor negro forte; alta quantidade de sólidos secos no licor a ser queimado; produção adaptada para a disponibilidade de vapor; gerenciamento de incrustação; uso otimizado do vapor e minimização de distúrbios na produção.

O bom funcionamento da evaporação depende da concentração do licor negro fraco e da temperatura. O controle do sólido e a temperatura do licor na entrada estabiliza o fluxo do licor na alimentação e estabelece um balanço entre as seções de licor fraco e forte da planta de evaporação.

A concentração final do licor negro na saída da evaporação é controlada pelo fluxo de vapor e a concentração do licor para o concentrador; essas variáveis são a base de cálculo para determinar a quantidade de água presente no licor para o concentrador. O sistema otimizado usa o fluxo de controle de vapor, que determina o *set point* do fluxo de licor para o concentrador.

A produção da evaporação é determinada pela especificação de um valor para a concentração do licor negro forte e a fixação da quantidade de vapor a ser alimentado na planta de evaporação. Quando o fluxo de vapor mudar, também ocorre alteração no fluxo de licor para o concentrador.

**Otimização do processo de evaporação e da caldeira de recuperação**  
**Revista O Papel - SP**  
**35 a 37**  
**Eminentes Tecnologias**  
**2006-12-01**

O fluxo de licor do tanque de licor intermediário mudará respectivamente, ajustando o nível do tanque, e o controlador ajusta o fluxo de alimentação de licor para a planta de evaporação. O fluxo de vapor para o concentrador e para o primeiro efeito define a produção total da planta de evaporação. O operador determina o *set point* para o controle total de vapor, e o perfil de incrustação no concentrado e evaporadores define a melhor distribuição desse vapor. O cálculo de eficiência térmica da evaporação e a água evaporada são mostrados no sistema.

Os principais benefícios alcançados na evaporação com a otimização foram: melhor estabilidade operacional; diminuição no consumo de energia específica em 5%; aumento na concentração de sólidos de 70%

para 73%; redução de ocorrências de distúrbios de produção e ganho de produtividade.

**CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO**

A caldeira de recuperação tem como principal função a recuperação dos químicos e a geração de vapor no processo da queima dos orgânicos presentes no licor negro.

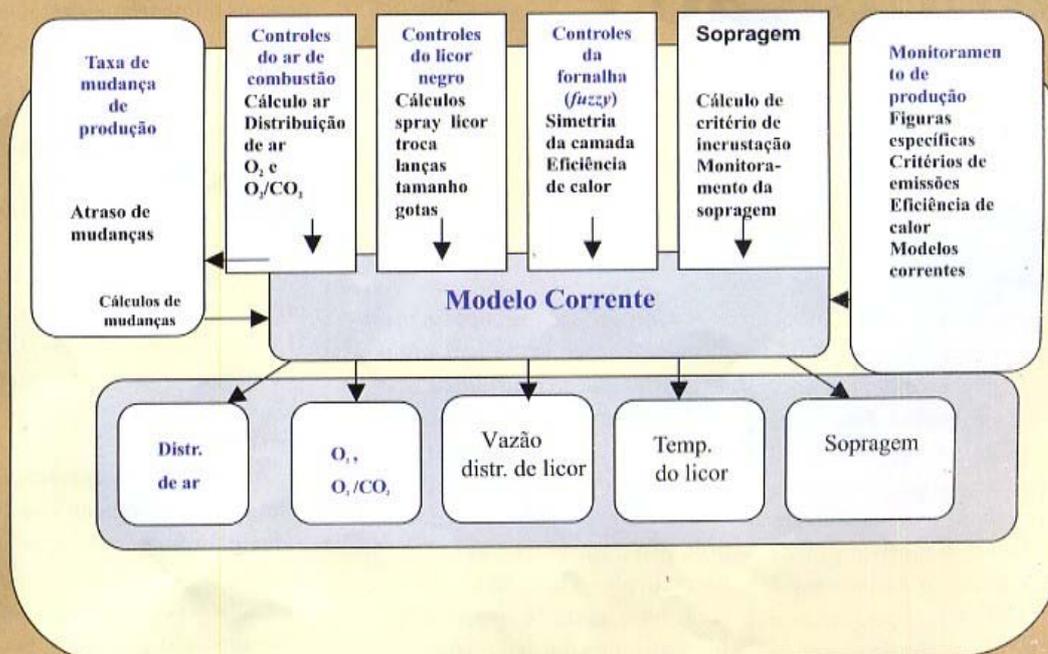
A otimização dos controles tem por objetivo estabilizar o processo de combustão, garantindo uma elevada temperatura da parte baixa da fornalha. Diminuem-se as emissões de enxofre, acelera-se o processo de combustão, reduz-se a quantidade de carbono na camada e melhora-se o desempenho da sopragem, pois geram-se pó e gás de fácil remoção da superfície dos tubos de transferência de calor (superaquecedor, evaporador

e economizador). O ponto máximo de temperatura da fornalha muda pouco, a radiação de calor aumenta e a temperatura de saída da fornalha e os gases de saída na chaminé diminuem, melhorando, assim, a eficiência de troca de calor de caldeira. A alta temperatura da fornalha suporta a combustão das gotas maiores de licor, diminuindo o arraste. As incrustações da caldeira são monitoradas, e as passagens de gases são mantidas limpas através da sopragem eficiente.

Abaixo, os elevados níveis de controle estabilizam e otimizam o processo de caldeira de recuperação, com controle de queima do licor negro, de ar de combustão, da camada e de sopragem.

O fluxo de licor para a caldeira é controlado pelo fluxo de sólidos secos, sendo gerenciado pelo controlador

Conceito de controle da otimização da caldeira de recuperação:



## Otimização do processo de evaporação e da caldeira de recuperação

Revista O Papel - SP

35 a 37

Eminentes Tecnologias

2006-12-01

DIVULGAÇÃO KLABIN



**Klabin: planos de implementar controles avançados em todas as unidades**

de geração de vapor. Dependendo do modo de controle, o operador pode definir como objetivos: fluxo total de licor; fluxo de sólidos secos do licor ou geração de vapor (controle de vapor).

O controle e a otimização da temperatura do licor a ser queimado consiste em manter a temperatura da fornalha maximizada e o arraste minimizado. A temperatura de licor é controlada próxima ao objetivo pelo aquecedor de licor. Nesta fase, a estabilização do tamanho das gotas do licor negro tem a temperatura ajustada de acordo com as mudanças no conteúdo de sólidos secos do licor.

O controle da camada através de lógica *fuzzy* é responsável pela otimização do tamanho das gotículas. Com base no perfil de temperatura da fornalha, o controle inteligente avalia emissões de gases pela chaminé, o conteúdo de carbono da camada e o tamanho das gotículas de licor. Essa lógica aumenta ou diminui o *set point* do controlador de estabilização – por exemplo, a diferença de temperatura

entre o ponto de ebulição e a medida de temperatura na fornalha.

O controle e o cálculo do ar total baseiam-se na distribuição de ar para um processo de combustão otimizado na fornalha. O oxigênio suficiente tem de ser provido à zona de oxidação para prover uma combustão completa. Por outro lado, na zona de redução, deve-se criar um ambiente com escassez de oxigênio para maximização do grau de redução.

O programa calcula o equilíbrio de material e a quantidade de ar total em função do nível de excesso de oxigênio. Também calcula o valor de calor líquido do licor, pela determinação da eficiência térmica. O cálculo de eficiência térmica está baseado na análise elementar do licor, pelo ar, pelo fluxo, pela concentração e pelas medidas de excesso de oxigênio.

O controle da camada faz o ajuste fino da distribuição de ar. O ar primário é controlado para que haja bom funcionamento e moldagem da camada que resulta em alto grau de redução e em uma emissão máxima de gases com-

bustíveis. Já o ar secundário controla a combustão dos gases não queimados no ar primário, maximizando a temperatura da fornalha. Por sua vez, o ar terciário controla a otimização, objetivando o nível de monóxido de carbono/oxigênio para um excesso de ar apropriado.

Na sopragem, o controle maximiza a transferência de calor do circuito de gases para água e vapor, além de otimizar o consumo de vapor para limpeza. As condições de processo das diferentes seções da caldeira e os parâmetros calculados para a sopragem definem as áreas que necessitam de sopragem mais freqüente. O controle de sopragem consiste no cálculo de critério de sopragem, na seleção da região que requer mais limpeza e no cálculo da eficiência térmica por região, monitorando a temperatura e a pressão de cada região, com uso da inteligência artificial.

Os principais benefícios alcançados na caldeira de recuperação foram: melhor performance operacional devido à integração dos parâmetros de processo; aumento na eficiência; alta na produção de vapor de 12,1%; elevação da taxa de queima de licor negro de 2,1%; diminuição de 7% no consumo de vapor nos sopradores de fuligens; redução do consumo de óleo na caldeira auxiliar; baixa nas emissões em 20% e menor número de ocorrências de manutenção.

Todas as transformações tecnológicas da Klabin conduzem a um futuro de tendências promissoras quanto à integração de sistemas e expectativas dos controles avançados. Neste campo, a empresa tem planos de implementar os controles avançados em todas as unidades, principalmente pelo retorno do investimento, assim como pelos ganhos de produção e qualidade. ▲

A palestra sobre o tema foi escolhida pelo público como a melhor apresentada durante o 15º Seminário de Recuperação e Utilidades, realizado em maio de 2006.