

Condicionamento de máquinas de papel kraft

Introdução

O termo condicionamento é utilizado no mercado de papel e celulose para designar sistemas responsáveis por manter a estabilidade de determinadas etapas da produção de papel.

Neste caso, falaremos sobre a manutenção da estabilidade das vestimentas da parte úmida, mais especificamente sobre os feltros. Construídos totalmente de material sintético, a poliamida, tanto na base quanto no véu, os feltros desempenham função importante na prensagem da folha na saída da formação. O objetivo principal é tirar o máximo de água possível da folha, antes que a mesma entre na secagem, lembrando que para isto não pode marcá-la, rompê-la ou danificá-la na passagem pelas prensas.

Quais seriam os resultados obtidos quando operamos com feltros mal condicionados? A lista de consequências pode ser bem extensa. No entanto, vamos mencionar somente as principais:

- Perda de desempenho da máquina; ↑ Custo
- Aumento do número de quebras; ↑ Custo
- Diminuição da vida útil dos feltros; ↑ Custo
- Gasto excessivo de energia; ↑ Custo
- Aumento do consumo de químicos; ↑ Custo
- Incremento do vapor específico; ↑ Custo
- Perfil transversal da folha ruim. ↑ Custo

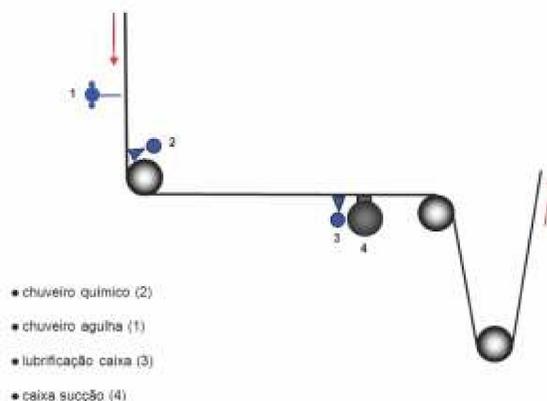
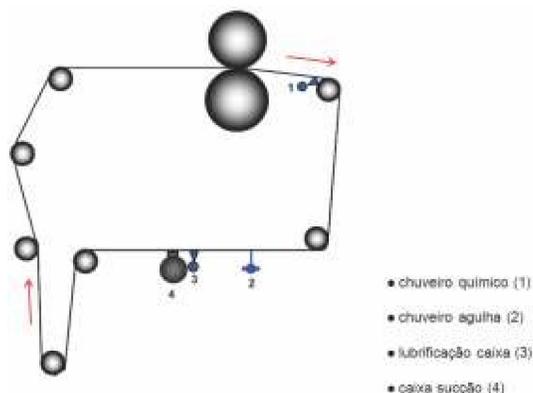
Pelos itens acima podemos notar com certa facilidade que um sistema de condicionamento de feltros mal dimensionado ou deficiente impactará em um aumento de custo proporcional, algo nada desejável nesta época de margens estreitas.

Sistemas de condicionamento

Os componentes de um sistema de condicionamento de feltros são constituídos basicamente de:

- Chuveiros de alta pressão;
- Chuveiros de lubrificação;
- Chuveiros para aplicação de produtos químicos;
- Caixas de vácuo e tipos de coberturas;
- Raspas;
- Bombas de vácuo.

Abaixo podemos ver dois diagramas com as configurações ideais do sistema de condicionamento.

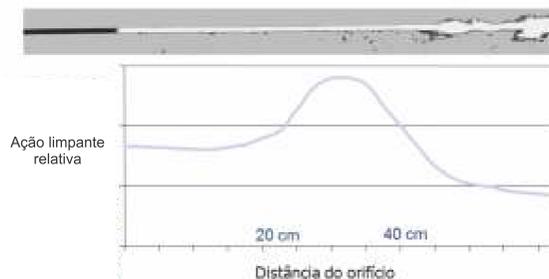


Chuveiros de alta pressão

A função principal do chuveiro de alta pressão é abrir caminho para que os contaminantes possam ser eliminados nas caixas de sucção. Para isto, canais devem ser abertos no feltro. Além disto, este chuveiro gasta muito menos água quando comparado com o chuveiro leque e a limpeza atua de forma concentrada. Contudo, se não for devidamente projetado, levando-se em conta fatores que vão desde o ângulo de incidência do jato até a qualidade de água utilizada, este equipamento pode causar danos irreversíveis aos feltros, bem como problemas de perda de eficiência da máquina de papel.

Fator importante para um bom funcionamento do chuveiro de alta pressão é a qualidade de água. No mundo ideal, esta água deveria ser preferencialmente fresca e filtrada. No entanto, com a redução do consumo de água e o fechamento de circuito, principalmente, nas fábricas que utilizam aparas como matéria-prima, pode ser empregado o uso de água recuperada. Desde que esta água não contenha mais do que 50 ppm de sólidos para chuveiros com diâmetro de bico de até 1 mm. Ainda em relação à água, o uso de temperatura (40 a 60°C) é altamente recomendável, visto que diminui consideravelmente a viscosidade da fase líquida, aumentando a eficiência de limpeza. O emprego de água com temperatura inferior a do feltro pode causar sedimentação dos contaminantes, prejudicando o condicionamento.

A distância do jato até o feltro pode variar de 200 a 400mm. Estudos realizados apontaram que é neste intervalo de distância que o jato atinge uma zona de fluxo turbulento, com alto conteúdo de energia. Distâncias abaixo de 200mm ainda estariam em um regime de fluxo laminar, enquanto que acima de 400mm inicia-se a formação de névoa de baixa energia. A figura abaixo ilustra a influência da distância na limpeza do feltro.



Fonte: Fundamentals of Wet Pressing – Michael G Moriarti 2000

A pressão da água não deverá ultrapassar 15 kgf/cm² para feltros tubulares e 12 kgf/cm² para os feltros com emenda. O uso de pressões mais elevadas aumenta a permeabilidade do feltro até certo tempo, quando então nenhum ganho extra será observado. Além disto, podem contribuir para o arranchamento de fibras da vestimenta. As fotos abaixo ilustram as diferenças da ação do chuveiro de alta pressão em um corte transversal do feltro.

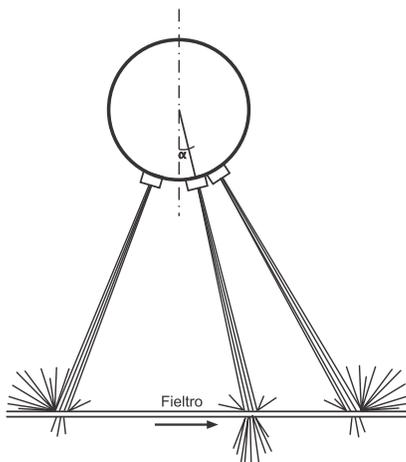


Fonte: condicionamento de feltros (Julio Cezar de Freitas)

É importante ressaltar as diferenças na estrutura do feltro. Na foto de uma amostra tratada com chuveiro de alta pressão notamos uma compactação das fibras do véu. Já na amostra onde o chuveiro foi colocado a uma distância de 50 mm, as fibras estão um pouco mais abertas. Enquanto isto, na amostra com o chuveiro instalado a 400 mm, percebemos uma grande diferença na espessura e criação de mais espaços vazios no feltro, facilitando desta forma a remoção de partículas contaminantes.

Para definir o ângulo de incidência do jato, devemos recordar que tanto o feltro quanto o jato estão em movimento e, portanto, possuem um momento, que é definido pela massa de um corpo multiplicada pela velocidade do mesmo. Neste caso, feltro e jato de água. Como toda grandeza vetorial, o momento possui módulo, direção e sentido. Desta forma, o ângulo de incidência do jato deverá ser tal que o momento resultante forme um ângulo reto em relação ao deslocamento do feltro. Por esta razão a definição do ângulo depende da velocidade de operação da máquina.

A operação do chuveiro, com ângulo contrário ao deslocamento do feltro, (número 2 da figura abaixo), provoca um efeito raspador, retirando somente impurezas retidas na superfície e não aproveita toda a energia do jato. Quando o jato está posicionado em um ângulo muito aberto em relação ao deslocamento do feltro, o risco de eriçamento e arranchamento de fibras é muito alto (número 3). Se a resultante dos momentos formar um ângulo reto com a superfície do feltro, teremos o máximo de aproveitamento da energia hidráulica do jato com baixa dispersão do jato.



Fonte: condicionamento de feltros (Julio Cezar de Freitas)

Para que toda a energia concentrada em um jato, devidamente posicionado quanto à distância e o ângulo de incidência, possa ser aproveitada para um bom condicionamento do feltro, a velocidade de oscilação deverá estar devidamente sincronizada com a velocidade do feltro. A regra para velocidade de oscilação diz que o chuveiro deverá se deslocar o equivalente ao diâmetro do bico, enquanto o feltro completa uma revolução completa no circuito. Utilizamos a seguinte equação para calcular a velocidade de oscilação:

$$Velocidade_{oscilação} = \frac{Velocidade_{prensas}}{Comprimento_{bico}} \times Diâmetro_{bico}$$

Atenção, para manter as unidades na mesma base.

Uma oscilação não coordenada com a velocidade das prensas provoca faixas de entupimento em todo o feltro, podendo causar problemas sérios no perfil de umidade da folha. Este fato grave se torna pior se este chuveiro estiver sendo utilizado para dosagem de produtos químicos de condicionamento.

Chuveiros de lubrificação

Normalmente são chuveiros do tipo leque. Podem estar localizados antes das caixas de sucção, onde originam um filme de água que lubrifica a superfície do feltro que entrará em contato com a caixa. Este mesmo filme de água forma uma espécie de selo, responsável por uma regularização na distribuição do fluxo específico de ar ao longo da caixa de sucção. Outro local onde são aplicados é nas raspas, onde fornecem uma fonte de água para suspender os sólidos transferidos do feltro para a superfície do rolo e lubrificam a região entre o rolo e a raspa.

Chuveiros para aplicação de produtos químicos

Independente da localização, internos ou externos, na saída do "nip" da prensa ou próximos das caixas de sucção, atualmente existe uma infinidade de arranjos para a utilização de produtos químicos que dependem do fornecedor. Normalmente, o chuveiro do tipo leque será selecionado na maioria das aplicações.

Este tipo de chuveiro está sujeito a formação de faixas devido à forma da dispersão da solução, em leque. Para uma boa distribuição, fatores como ângulo dos bicos, distância entre bicos e até mesmo oscilação devem ser considerados.

Chuveiros com ângulos de 30° tendem a apresentar fraca distribuição no meio do leque. Já os chuveiros com ângulo de 90° proporcionam uma distribuição bastante uniforme. Porém, estão sujeitos a falhas caso o entupimento de bicos ocorra. A configuração com bicos a 45° proporciona excelente distribuição de água/produto e ainda garante alguma margem de manobra no caso de entupimento de algum bico. Embora seja necessário um maior número de bicos para uma mesma largura.

O emprego de oscilação neste tipo de chuveiro vem sendo recomendada, atualmente, com ótimos resultados quanto à prevenção de formação de faixas úmidas nos feltros. Lembrando que a pressão de trabalho varia de 2 a 4 kgf/cm².

A seguir, ilustração com efeito da aplicação irregular de água/produto nos chuveiros do tipo leque.

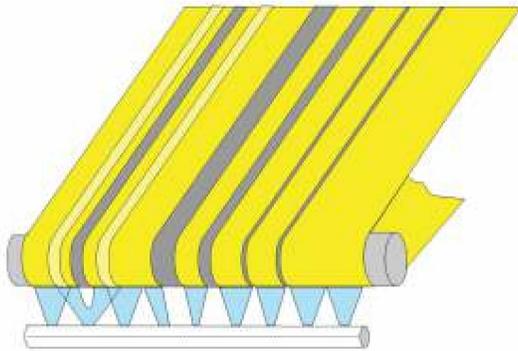


Figura 1: Aplicação irregular de água/produto

Caixas de vácuo e coberturas

Neste item, dois elementos têm importância vital para um bom condicionamento: o fluxo específico de ar e o tempo de permanência do feltro com a área aberta da caixa de sucção.

Tipicamente a caixa de sucção está conectada a um separador de ar/água que por sua vez está ligado a uma bomba de vácuo. Recomenda-se o uso de pernas ou bombas separadas para cada caixa de sucção na seção da prensagem, para evitar desequilíbrio no sistema de vácuo.

As coberturas podem variar de estilo, rasgo reto, espinha de peixe, zigzag, e o material de fabricação, polietileno, cerâmica convencional ou avançada. Qualquer que seja o tipo de caixa utilizado, existirão vantagens e desvantagens em cada configuração.

O importante é atestar que a área aberta, resultante do desenho escolhido, proporcione um equilíbrio entre o tempo de permanência e o fluxo específico de ar. Convém salientarmos que estes dois fatores são responsáveis por um bom condicionamento dos feltros.

A largura da fenda deverá ser tal que o tempo de permanência fique na faixa de 2,5 a 4,5 ms. Estes valores são de referência e podem variar de acordo com a máquina. Porém, podem ser usados como ponto de partida. Em caso de problemas de dimensionamento, uma análise caso a caso deverá ser usada. Atenção para que a largura não seja inferior a 11 mm ou superior a 25 mm. Se o cálculo resultar em uma fenda de largura superior a 25 mm, múltiplas fendas deverão ser utilizadas.

Para calcular a largura da fenda podemos empregar a seguinte fórmula:

$$\text{Largura da fenda (mm)} = \frac{\text{tempo de permanência (ms)} \times \text{velocidade do feltro (m/min)}}{60}$$

O fluxo específico de ar pode ser considerado como sendo a força motriz responsável pela limpeza do feltro nas caixas de sucção. Pode ser calculado de três maneiras distintas:

- De posse da vazão total de ar fornecida pela bomba de vácuo, dividir este valor pela área aberta da caixa de sucção;
- Pela equação modificada de De Crosta, que leva em conta o nível de vácuo e velocidade do ar medidas nas fendas das caixas de sucção;
- Arbitrando uma velocidade média do ar nas caixas que pode variar de 8 a 14 m/s.

A faixa utilizada para o fluxo específico de ar adequado vai de 65 a

85 l/cm²/min. Novamente, estes valores variam dependendo da matéria-prima, posição do feltro, condições de entupimento e também do estilo de feltro usado.

É importante salientar que fendas muito largas, apesar de proporcionarem tempos de permanência elevados, apresentarão fluxos específicos de ar abaixo do recomendado. O resultado poderá ser diferente se a capacidade das bombas de vácuo for excepcional. Outro ponto interessante é de que as fendas não deverão apresentar larguras inferiores a 11 mm, principalmente, no caso das coberturas tipo espinha de peixe, pois, poderão apresentar problemas de entupimento.

O diâmetro das caixas de sucção deve garantir que a velocidade do ar saturado se mantenha abaixo de 1067 m/min. Sabendo a vazão de ar da bomba de vácuo é possível determinar o diâmetro ideal da caixa de sucção, lembrando que todas as caixas deverão contar com separadores ar-água.

Raspas

As raspas nos circuitos poderão estar instaladas nos rolos guia ou nas prensas. Sua função em ambos os casos será retirar o excesso de água e, no caso dos rolos guia, as fibras aderidas na superfície do rolo transferidas pelo feltro.

As raspas instaladas nos rolos das prensas deverão garantir que, quando existente, a água retirada da folha não retorne para a entrada do "nip". Isso poderia deixar a folha úmida novamente. A pressão de trabalho, ângulo e oscilação deverão ser tais que garantam uniformidade de contato em toda a extensão do rolo, assegurando que toda a água fique retida na raspa. Quando a superfície como um todo não é "raspada" de maneira igual, faixas poderão se formar no feltro e, conseqüentemente, na folha. Em alguns casos, este problema é atribuído à baixa eficiência do sistema de chuveiros.

As raspas dos rolos guia deverão contar com oscilação e lubrificação. Falhas neste sistema provocam acúmulo de finos em regiões distintas do rolo, podendo causar desde distorção da vestimenta até desgaste localizado por arranque de fibras do véu.

Bombas de vácuo

Parte importante do condicionamento dos feltros, as bombas de vácuo podem interferir diretamente no andamento da máquina de papel, caso apresentem problemas de perda de rendimento. Existem basicamente duas razões que podem interferir no funcionamento das bombas de vácuo. A primeira ocorre quando a bomba opera em altos níveis de vácuo, quanto maior este nível maior a perda de rendimento. Isto ocorre porque parte do ar de exaustão se mistura ao ar aspirado. Quanto mais antiga a bomba, maior a possibilidade de ocorrer este fato, por que ocorre um desgaste natural do rotor. A segunda razão também ocorre nos níveis mais altos de vácuo. A água que satura o ar de entrada condensa dentro da bomba, diminuindo o ar de exaustão da mesma.

Caso o sistema não tenha a capacidade adequada, os feltros trabalharão com uma quantidade extra de água, diminuindo o teor seco de entrada na secagem, aumentando desta forma o custo de produção devido ao uso de mais vapor, ou limitando a velocidade da máquina. A remoção de contaminantes também será prejudicada, podendo causar problemas de entupimento ou desgaste dos feltros.

Já se o sistema estiver superdimensionado, teremos uma oportunidade de otimização, principalmente, quanto ao consumo de energia elétrica da máquina de papel.

As curvas de vácuo fornecidas pelos fabricantes de bombas deverão ser usadas em comparativo com os dados medidos na máquina. Estas informações poderão ser obtidas através de medições da velocidade do ar, tubos de pitot, placas de orifício, dentre outros métodos.

Convém salientar que normalmente as bombas de vácuo operam com uma eficiência na faixa dos 80%. Portanto, os resultados encontrados serão menores daqueles fornecidos nas curvas de vácuo.

Se o comparativo mostrar um subdimensionamento do sistema ou perdas significativas de eficiência nas bombas de vácuo, é possível tentar fazer alguns ajustes no processo, tais como:

- Verificação da temperatura da água de selagem: quanto maior, mais baixa a eficiência;
- Levantar a possibilidade de aumento da velocidade do rotor, ou a sua substituição por modelos maiores;
- Inspeccionar a tubulação em busca de furos ou válvulas dando passagem de ar;
- Instalar as bombas com baixa eficiência em posições onde a demanda seja menor;
- Verificar diâmetro e fluxograma das tubulações em busca de superdimensionamentos nas linhas, ou pontos onde a perda de carga possa ser diminuída;
- Estudar se é possível diminuir o tempo de permanência, usando fendas menores nas caixas de sucção;
- Substituição por bombas novas.

Em alguns casos, o estudo comparativo de capacidade pode mostrar que o sistema de vácuo instalado, mesmo apresentando uma eficiência menor do que a ideal, oferece a estabilidade necessária para o processo e nenhum tipo de prejuízo está sendo notado. Neste caso, podemos substituir bombas atuais por menores, resultando em ganho no consumo de energia da máquina.

Conclusão

Percebemos que desde os itens menores, como bicos de chuveiro ou raspas, até os maiores como as bombas de vácuo, têm forte influência no condicionamento dos feltros. Qualquer parte deste sistema, que não esteja operando perfeitamente, pode acarretar em aumento do custo de produção do papel, seja pelo aumento de número de quebras, diminuição da velocidade da máquina, redução do tempo de uso dos feltros, ou perda de qualidade do papel. Os fornecedores destes equipamentos devem auxiliar as pessoas de processo das máquinas a mantê-los nas melhores condições operacionais.

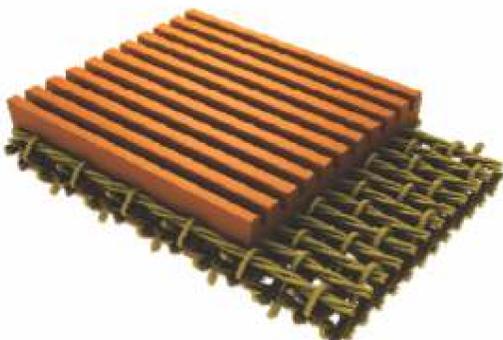
Referências:

1. Condicionamento de Feltros – Julio Cezar Freitas.
2. Shower Water Quality – A. Renjilian – Pulp and Paper Canada (1991).
3. Fundamentals of Wet Pressing – Michael G. Moriarty – Pulp and Paper Summer Institute University of Maine (2000).
4. Determination of Vacuum Pump Operational Efficiency – D. K. Singhal, www.paperonweb.com (2011).
5. Vacuum System Analysis – Charles A. Wunner – ABTCP (2000).
6. TAPPI technical paper TIP 0502-01, 0420-12.
7. www.gdnash.com.br

Perfil do autor

Volni Nunes de Moraes Junior é formado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, com MBA em Marketing pela FGV, e Curso de Green Belt Lean Six Sigma pela M. I. Domenech Consultores. Iniciou suas atividades profissionais na Santa Maria Companhia de Papel e Celulose em 2000, e na Albany em 2002, como Engenheiro de Serviços de Formação. Atualmente exerce a função de Engenheiro de Serviços na linha de Prensagem, para Celulose, Kraft, Cartão e Tissue.

VENTABELT^{XT}
e GROOVE TECHNOLOGY



A **VentaBelt XT e-groove** produz resultados superiores devido à configuração e o formato dos espaços vazios da manta, os quais propiciam manuseio de água no *nip*, proporcionando o maior teor seco da folha.

Características

- Base com estrutura estável
- Revestimento durável de poliuretano
- Superfície do lado feltro ranhurada
- e-grooves (*engineered grooves*): vazios projetados para otimizar a capacidade de desaguamento
- Volume vazio de acordo com a aplicação
- Superfície lisa no lado da sapata

Benefícios

- *Nip* de prensa de sapata ventilado
- Maior teor seco da folha
- Maior vida com máximo desempenho
- Menor taxa de desgaste das ranhuras
- Consumo reduzido de energia
- Maior produtividade



ALBANY
INTERNATIONAL
www.albint.com.br