



Medições e Análise da Seção de Secagem

Parte 1

INTRODUÇÃO

A condição operacional da seção de secagem pode ter uma influência significativa na qualidade do papel e eficiência da máquina.

A medição da temperatura da superfície dos cilindros secadores e da folha, as umidades relativas e absolutas dos bolsões, as pressões de vapor do ar e da folha e a determinação das taxas de evaporação podem fornecer informações vitais para a compreensão destas condições.

O objetivo deste trabalho é apresentar medições dinâmicas de secagem, alguns exemplos onde foram detectados problemas e algumas variáveis importantes para análise.

1. Determinação da taxa de secagem

O cálculo da taxa de evaporação é o primeiro passo para análise da seção de secagem. A expressão taxa de evaporação ou capacidade de secagem de cilindros secadores multicilindros usualmente é conhecida como Curvas TAPPI da Taxa de Secagem.

A taxa de secagem é definida como a quantidade de água evaporada por hora pela área da superfície de secagem. A superfície de secagem é definida como o comprimento de circunferência total dos cilindros aquecidos com vapor que estão em contato com a folha de papel pela largura do papel na enroladeira. A taxa de secagem no sistema internacional é expressa como quilogramas por hora por metro quadrado, em função da temperatura média do vapor aplicado na secagem.

Somente os cilindros aquecidos com vapor em contato com a folha de papel são considerados. As curvas TAPPI da taxa de secagem estão disponíveis para os diferentes tipos de papéis e cartão. As curvas usam dados estatísticos coletados de diversas máquinas e ilustram o desempenho típico destas máquinas produzindo um tipo de papel específico.

Existe uma dispersão considerável dos pontos por diversas razões como carga do papel, proporção de excesso de secagem, quantidade de ventilação dos bolsões, diferentes tensões das telas secadoras, número de pontos de contato da tela secadora, quantidade de cilindros sem vestimenta, quantidade de Monotelas, eficiência da remoção de condensado, utilização de barras de turbulência, umidade da capota entre outros.

A figura 1 mostra um resumo dos gráficos das taxas de secagem da TAPPI para os diferentes tipos de papéis.

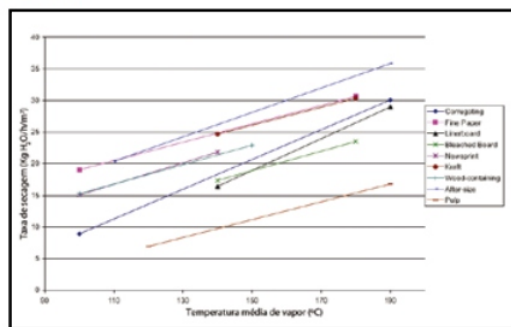


Figura 1. Curvas médias das taxas de secagem da TAPPI

A pressão de vapor é obviamente o parâmetro mais importante que influencia a taxa de secagem. A qualidade do papel e andamento da folha de papel impõem certas limitações na pressão de vapor que pode ser aplicado. Excessiva pressão de vapor aplicado no início da secagem pode causar acúmulo de fibras na superfície dos cilindros. Isto pode trazer problemas de andamento de máquina, formação de poeira e contaminação na superfície dos cilindros, afetando a qualidade do papel, devido a superfície irregular. Cartão e papéis pesados podem utilizar maiores temperaturas.

2. Medição da temperatura da superfície dos cilindros

A medição da temperatura da superfície dos

cilindros é uma boa maneira de determinar a eficiência de transferência de calor, é fácil de obter e comparando com a temperatura do vapor saturado é muito útil para identificar cilindros com problemas de desempenho. O sensor de contato é o melhor instrumento para utilizar.

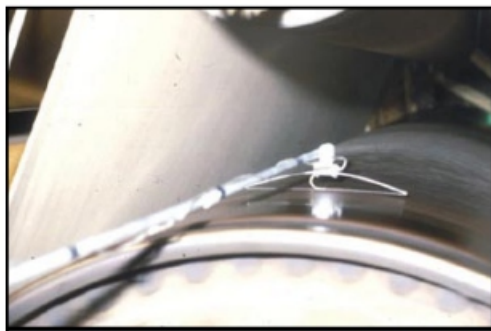


Figura 2. Sensor de temperatura de contato tipo termopar.

Diferenças maiores entre a temperatura do vapor e a temperatura da superfície dos cilindros normalmente indicam remoção deficiente de condensado. Estas diferenças dependem também da pressão de vapor, taxa de secagem e uso de barras de turbulência. Para uma mesma pressão de vapor aplicado num grupo de secagem, qualquer diferença acima de 15°C indica problemas de remoção de condensado.

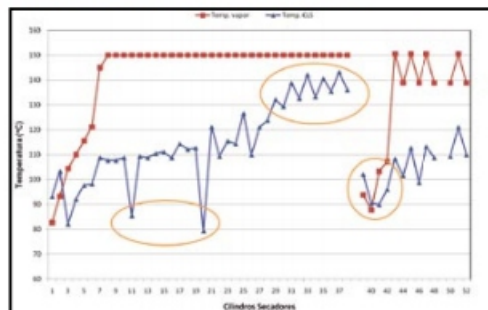


Figura 3. Gráfico da temperatura da superfície dos cilindros

Os cilindros 1 e 2 não estão sendo controlados adequadamente e os cilindros 11 e 20 estão inundados. Na região dos cilindros 7 a 27, onde seria esperada uma diferença de 30°C, temos diferenças muito maiores indicando transferência de calor insuficiente devido aos problemas na extração de condensado. A região dos cilindros 29 a 37 apresentam baixas taxas de transferência de calor devido ao excesso de secagem da folha. A região dos cilindros 39 a 42 sugere um controle inadequado da temperatura dos cilindros.

Variação da temperatura da superfície do cilindro na direção transversal

Variações de temperatura de 3 a 5°C é alcançada com um bom sistema de sifão e barras de turbulência. Acima destes valores normalmente indica remoção de condensado deficiente e que pode afetar o perfil de papel na enroladeira.

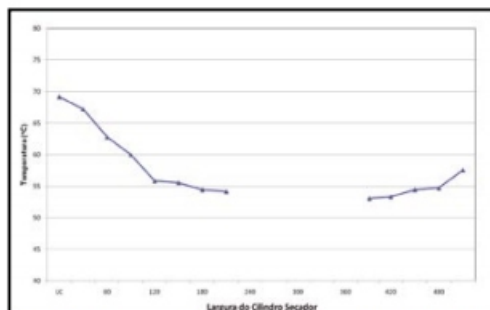


Figura 4. Perfil transversal de temperatura da superfície dos cilindros

Exemplo de um secador com sérios problemas de perfil de temperatura na superfície. O cilindro possui barras de turbulências e está inundado.

Influência das barras de turbulências

Barras de turbulências (*spoil bar*) são muito eficientes para melhorar a transferência de calor principalmente em máquinas de altas velocidades. As barras também aumentam a uniformidade do perfil transversal de temperatura. Para velocidades abaixo de 350-400 m/min, não são observados ganhos porque altos coeficientes de condensado já são alcançados com a superfície interna lisa do cilindro secador.

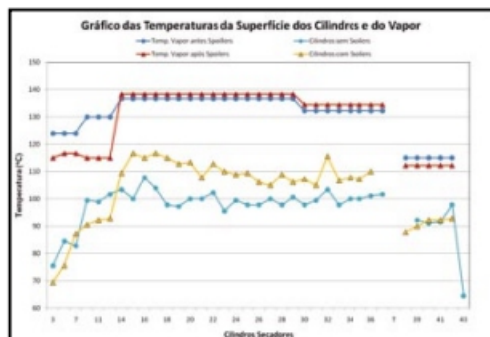


Figura 5. Gráfico das temperaturas da superfície dos cilindros e do vapor

Neste exemplo podemos observar as temperaturas da superfície dos cilindros antes e após a instalação das barras de turbulência, onde o ganho de secagem é evidente.

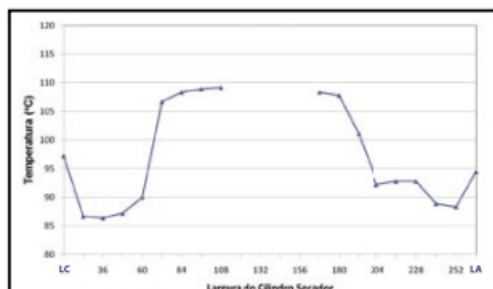


Figura 6. Gráfico do perfil transversal de temperatura da superfície do cilindro

Este exemplo é uma máquina de papel jornal que roda a 1000 m/min, onde o cilindro 24 está com barras de turbulências apenas no centro. Podemos observar que o perfil de temperatura é bastante irregular.

Manutenção

Alta porcentagem de cilindros frios pode indicar problemas de manutenção ou projeto. Capacidade de 97 a 100% é desejável indicando bom projeto da junta rotativa, material dos anéis de selagem, bom programa de manutenção e baixos níveis de vapor superaquecido, entre outros.

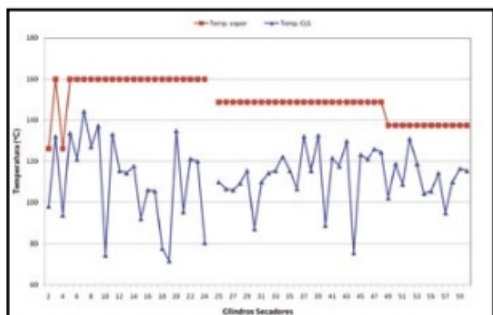


Figura 7. Gráfico da diferença de temperatura da superfície dos cilindros e do vapor

Exemplo de uma máquina de papel para saco, onde é esperada uma diferença de temperatura de 40 a 45°C. Os cilindros 10, 19, 24, 30, 44 e 57 estão com as válvulas abertas. Muitos cilindros parcialmente inundados devido problemas de manutenção das juntas e excessivos problemas de sobrecarga nos

acionamentos.

Efeito da tela secadora

Tensão da tela insuficiente pode causar redução na taxa de secagem. A taxa de secagem aumenta com o aumento da tensão da tela secadora, mas há limitações para tensões maiores. Excessiva tensão pode causar marcação na folha de papel, redução da vida da vestimenta, deflexão de rolos e sobrecarga nos rolamentos e mancais. Normalmente a tensão utilizada é de 1,8 – 2,0 kN/m. Seções de secagem mais modernas utilizam tensões das telas secadoras muito maiores, em torno de 2,0 – 4,5 kN/m.

A temperatura da superfície dos cilindros pode mostrar o efeito da tensão não uniforme da tela secadora ou o efeito da não utilização da mesma.



Figura 8. Gráfico da diferença de temperatura da superfície dos cilindros e do vapor

Exemplo de uma máquina de cartão para alimentos, onde foram medidas as temperaturas dos cilindros a 1,5 metros da lateral de comando. Até o cilindro 31 possui tela secadora apenas na posição inferior. A partir do cilindro 31 opera com telas superiores e inferiores.

3. Temperatura da folha

Utiliza-se um medidor de temperatura infravermelho e mede-se pontualmente as temperaturas da folha de papel após cada cilindro secador.

Podemos dividir a seção de secagem em 3 zonas: de aquecimento, no início da seção de secagem, onde a folha está no processo de aquecimento, sendo maior nos papéis de imprimir e escrever; zona de taxa constante onde a temperatura da folha é constante, a água está livremente disponível na superfície da folha e ocorrem as mais altas taxas de evaporação; e a zona de diminuição da taxa,

onde a água está interna na folha de papel, as taxas de evaporação são baixas e se a folha for superaquecida pode causar perdas na capacidade global de secagem.

A zona de aquecimento da folha deve ser a mais rápida possível para evitar rugas e acúmulo de fibras na superfície do cilindro. A zona de diminuição da taxa também deve ser a mais curta possível. Para papéis finos representa em torno de 15% sendo que, para papéis mais refinados, pode ser maior. Para papel jornal não há zona de resfriamento.

A determinação da temperatura da folha é relativamente fácil de realizar e muito útil para entender e resolver problemas específicos, como os exemplos abaixo.

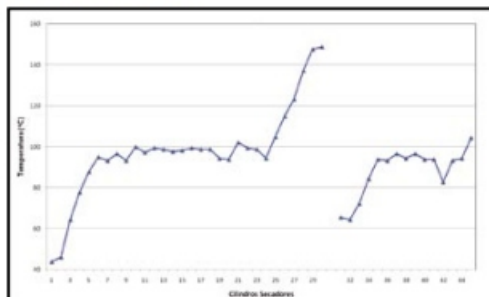


Figura 9. Gráfico da temperatura da folha

Curva de temperatura da folha ideal em uma máquina de papel fino, com rápido aquecimento da folha e não mais que 15-18% dos cilindros secadores participando da zona de diminuição da taxa de secagem.

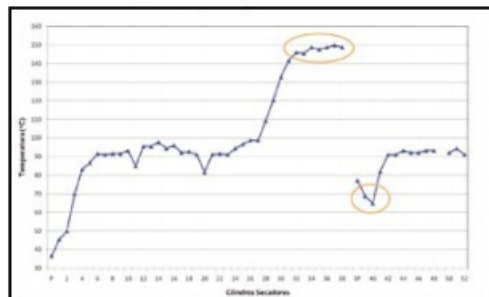


Figura 10. Gráfico da temperatura da folha

Neste exemplo observamos que a temperatura da folha rapidamente aumentou para 80 – 90°C, mas está com excesso de secagem da folha de papel

no final da pré-secagem que representa quase 15% da perda na capacidade de secagem. No início da pós-secagem, a tendência do aquecimento da folha é normal devido a serem cilindros sem vestimenta.

Conclusão

A determinação da taxa de secagem e comparação com os valores da TAPPI são análises fáceis de realizar e úteis para comparar com outras máquinas com mesmo tipo de papel bem como avaliar o seu desempenho ao longo do tempo.

Cada seção requer monitoramento frequente das temperaturas dos cilindros e da folha de papel para assegurar que os cilindros secadores estão promovendo boa transferência de calor por condução para a folha e estão com a drenagem correta do condensado.

Na Parte 2 deste artigo veremos a importância das medições de umidade do ar dos bolsões, pois bolsões saturados irão resultar em baixo diferencial entre as pressões parciais de vapor da folha e do ar, com consequente redução na transferência de massa da folha para o ar. Tal redução frequentemente deve-se a movimento insuficiente de ar dentro do bolsão causado pela operação deficiente do sistema de ventilação ou entupimento da tela secadora.

Referências

1. TAPPI – Paper machine drying rate – TIP 0404-07
2. The total machine audit – Albany International – Terry Bambrick and Joel Cason presentation.
3. Paper machine audits drying – TAPPI Paper Machine Audits 2005 – Drying – ABTCP/TAPPI – Jim Atkins presentation.
4. FAPET – Papermaking Science and Technology Books – Book 9 / Drying – Chapter 3 / Multicylinder dryer – Pertti Heikkilä, Oleg Timofeev and Harri Kiiskinen.

Perfil do autor

Sérgio Luiz Pereira é Técnico em Celulose e Papel pelo SENAI (Telêmaco Borba/PR), Graduado em Engenharia Química pela FURB (Blumenau/SC), com Pós-Graduação em Processos Têxteis pelo SENAI/UFSC (Blumenau/SC). Iniciou suas atividades na PCC – atual unidade da Klabin em Correia Pinto e trabalha há 14 anos na Albany International. Atualmente é Coordenador de Produto – Telas Secadoras.