

Considerações sobre o uso de energia no projeto de máquinas de papel

MFN -0850

N CHAMADA:

TITULO: Considerações sobre o uso de energia no projeto de máquinas de papel

AUTOR(ES): ELY, D.A.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO:

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 13

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 24-28.11.1980

IMPRESSÃO: São Paulo, 1980, ABTCP

PAG/VOLUME: p.125-132,

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 13, 1980, São Paulo, p.125-132

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR:

RESUMO:

CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE ENERGIA NO PROJETO DE MÁQUINAS DE PAPEL

DONALD A. ELY
Beloit Corporation

SUMÁRIO

Neste artigo, são abordadas considerações gerais sobre as necessidades de energia e água para máquinas de papel. Comparações são feitas entre os custos adicionais de equipamento e possíveis economias de energia.

O uso do vapor mais barato, de baixa pressão, é confrontado com o custo de secadores adicionais. Recomendações são feitas sobre a combinação de energia e o equipamento para reduzir custos.

Hoje em dia a maioria das fábricas de papel tem equipes de controle de energia que estão procurando meios para conservá-la e minimizar o uso da água, bem como reduzir a poluição do ar. O uso de energia e água deve ser examinado com base na economia local. Algumas grandes organizações papeleiras têm programas de computadores que simulam a operação da fábrica. Esses modelos são usados para informar como está sendo usada a energia disponível e se um uso mais prático é possível. O principal problema é achar como e onde o vapor, energia elétrica e outras fontes de energia estão sendo usados.

Algumas fábricas estão se concentrando na energia usada na máquina

de papel, ligando esta área específica a um computador. O computador controla a carga elétrica total (inclusive a bomba de massa), todos os acionamentos e ventiladores, o vapor usado nos secadores e aquece o ar de reposição, e também a qualidade do ar entrando e saindo da capota. O total das utilidades usadas e a tonelagem produzida são comparados pelo computador e a listagem acusa os BTU's ou kcal consumidos por toneladas de papel produzido. A alteração de qualquer uma dessas variáveis afeta visivelmente a energia total utilizada.

FÁBRICA DE PAPEL AUTO-SUFICIENTE. FIGURA 1.

FÁBRICA DE PAPEL AUTO-SUFICIENTE

Materia Prima	Uso
Resíduos de Madeira 27%	Perdas na Caldeira 27%
Sólidos da Lixívia 73%	Derreter & Enformar 14%
	Vapor ao Processo 45%
	Energia Elétrica 14%

FIGURA 1.

A situação ideal para uma fábrica integrada seria a auto-suficiência em energia. É possível - a fábrica poderia

fornecer todo o vapor e energia elétrica necessária, pela queima de lixívia na caldeira de recuperação e usando refugo de madeira como combustível. Circuitos fechados de água minimizariam os requisitos de água fresca.

DIAGRAMA DE CONSUMO TÍPICO DE ENERGIA. FIGURA 2.

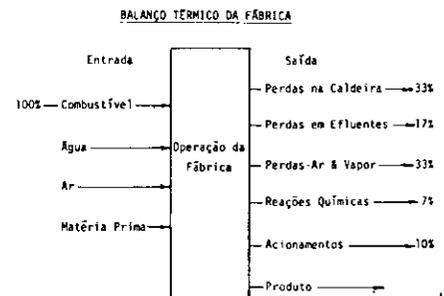


FIGURA 2.

Esta ilustração mostra uma operação completa de fábrica com a entrada de energia como 100% e as perdas das caldeiras e outros, de 33%, perdas por efluentes 17%, perdas de ar e vapor 33%. São dignas de nota as perdas ocasionadas pelo ar, vapor e efluentes. Deve ser estabelecido um método racional de reportar a utilização da energia calorífica e da água, para que o consumo de energia possa ser determinado corretamente.

MASSA E ÁGUA DE RETORNO

É necessário verificar de perto todas as tubulações de massa a fim de manter controle sobre os circuitos de massa e água de retorno. Água de retorno descarregada da máquina para um recuperador deverá ser a mais pobre possível... com um teor mínimo de fibras e carga. Esta água provém geralmente das caixas de sucção da ponta mais seca da mesa plana.

VISCOSIDADE DA ÁGUA. FIGURA 3.

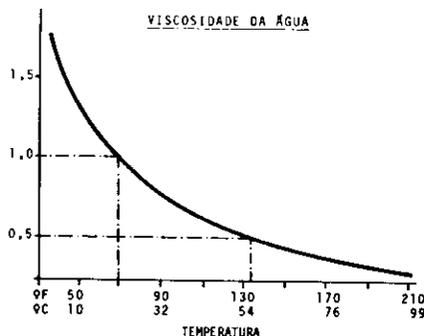


FIGURA 3.

A viscosidade da água em função de sua temperatura é mostrada na Figura 3. É interessante notar que a viscosidade da água é reduzida a metade com uma mudança de temperatura de 21° para 58°C (70° para 135°F.). Inclusive, a curva tende a endireitar-se depois de 58°C (135°F.). Isto significa que seria aconselhável aumentar a drenagem de água de mesa plana e seção de prensas, mantendo a temperatura da massa e da folha em 58°C (135°F.). Para fazer isto sem usar calor excessivo, a massa que vem para a caixa de massa deve estar mais ou menos a 60°C (140°F.). A água usada na mesa plana e feltros das prensas deverá ter aproximadamente a mesma temperatura para manter esta temperatura na folha. Isto poderia ser um bom meio de usar energia de baixo nível, tal como ar de exaustão da capota da máquina, a fim de manter uma temperatura elevada na parte úmida da máquina.

Para a execução do que acima expomos é necessário manter um controle rígido sobre todos os circuitos de retenção de fibras, e uma verificação que os mesmos são tão curtos quanto possível e que retornam ao sistema ao invés de serem descarregados no esgoto. Todos os chuveiros de limpeza devem ser supridos de água quente a fim de manter a temperatura e para melhorar a limpeza da máquina.

USO TÍPICO DE ÁGUA. FIGURA 4.

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA

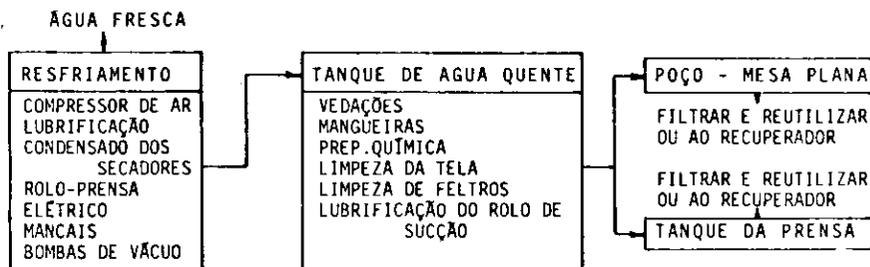


FIGURA 4.

A utilização de água deve ser relacionada com as quantidades para cada uso, e a água aproveitada de um uso para outro. Água fresca deve ser usada somente onde for necessário e desejável, como: no resfriamento do compressor de ar, resfriamento do sistema de lubrificação, resfriamento de rolos-prensas, resfriamento de equipamento elétrico e de mancais e possivelmente nas bombas de vácuo. Esta água poderia ser recolhida num tanque de água quente e usada para vedações, mangueiras, preparação química, limpeza de telas, feltro, e lubrificação do rolo de

sucção. A água das bombas de vácuo, se for necessário ser usada novamente para outras aplicações, deverá ser filtrada. Água para a mesa plana e para a prensa deverá ser coletada em duas áreas separadas e depois filtrada através de um recuperador para ser reutilizada.

A água de retorno da máquina deverá passar por um recuperador para remover as fibras, após o qual pode ser usada para os chuveiros Venta-Nip, do rolo da rela, de umedecimento e dos raspadores. Isto auxiliaria em manter a temperatura na parte úmida da máquina.

COMPARAÇÃO DE REFINADORES. FIGURA 5.

COMPARAÇÃO DE REFINADORES

	Potência Max.		Potência de Bombeamento		Eficiência %
	kW	HP	kW	HP	
Cônico	150	200	75	100	50
	224	300	112	150	50
	373	500	150	200	60
	597	800	231	310	61
Disco	187	250	56	75	70
	298	400	90	120	70
	597	800	157	210	74

FIGURA 5.

Os refinadores de disco oferecem um aproveitamento melhor da potência aplicada. Este diapositivo mostra a potência necessária para refinadores cônicos e de disco. Os refinadores de disco mostram menor perda de energia devido ao efeito de bombeamento. Um refinador cônico de 597 kW (800 HP) usa uma potência de bombeamento de 231 kW (310 HP), dando uma eficiência de

61%, enquanto um refinador de disco de 597 kW (800 HP) usa somente 156 kW (210 HP) em bombeamento, dando uma eficiência de 74%.

Observe também o aumento de eficiência nos refinadores maiores. Em outras palavras, a instalação mais eficiente de refinação incluiria unidades de alta potência operando a eficiências mais altas.

ATENUADOR. FIGURA 6.

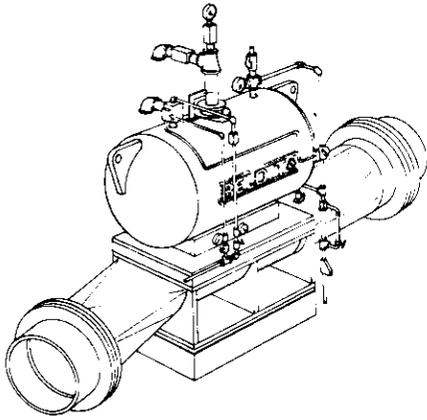


FIGURA 6.

Uma distribuição uniforme de gramatura na direção da máquina

pode economizar energia... e fibra. Isto é possível com a estabilização dos sistemas de água de retorno e eliminando as pulsações na pressão da linha de alimentação de massa. As pulsações podem ser melhoradas pela instalação de um atenuador pneumático na linha de massa imediatamente antes da caixa de entrada. O atenuador absorve pulsações na faixa de frequências de três a cerca de 35 Hz. Isto é de suma importância no emprego de caixas de entrada hidráulicas. Uma caixa de entrada com câmara pneumática é auto-atenuante na faixa de frequências de dois a cerca de oito hertz.

DESEMPENHO DA MÁQUINA

A melhor maneira de economizar energia é no aperfeiçoamento do desempenho da máquina: produzir

mais tonelagem, operar a uma taxa maior em T/dia/cm., melhorar a eficiência da máquina e reduzir rejeitos. Um controle rígido sobre o projeto da fábrica e variáveis operacionais poderá pagar grandes dividendos em economia de energia. Se uma máquina, produzindo 200.000 t/ano tem a sua eficiência melhorada em 5%, isto representa uma economia de aproximadamente 800.000 kW/dia/ano. Se o lucro incremental por tonelada for de \$ 100.00/T, isto é equivalente a um milhão de dólares por ano. Venda mais papel com uma eficiência melhorada. Venda mais água com o perfil de umidade melhorado. Um perfil melhorado de gramatura transversal e longitudinal à máquina economiza massa e energia.

PROJETO DA MÁQUINA. FIGURA 7.

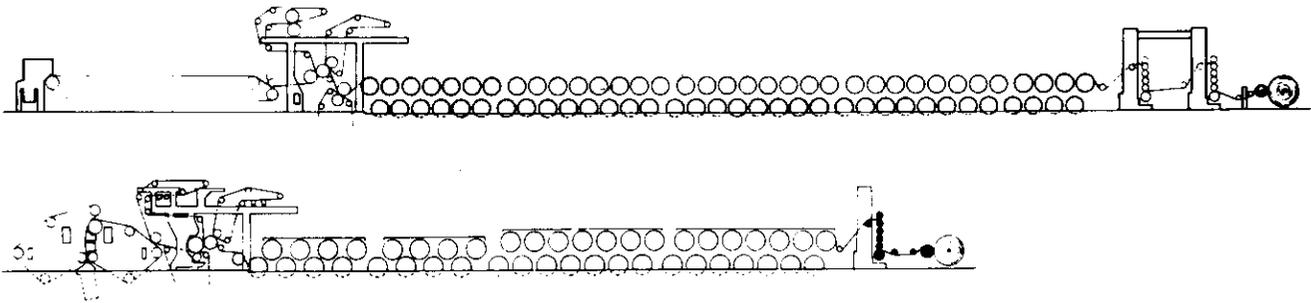


FIGURA 7.

Os custos de energia e de construção podem ser reduzidos pelo aperfeiçoamento do desenho da máquina. Formadoras aperfeiçoadas de telas duplas e melhores seções de prensas têm contribuído para reduzir os custos de energia e construção. O uso inteligente de maiores pressões de vapor e de secadores com maior diâmetro tem reduzido o nú-

mero de secadores, economizando tanto em equipamento e construção como em energia. Calandras duplas não são mais necessárias com o uso de rolos de abaulamento controlável.

O número de rolos nas calandras foi reduzido, economizando energia, equipamento e custos de construção. Secadores são geralmente projeta-

dos para uma pressão de vapor máxima de 5 kg/cm² (75 lb/pol²) para papéis finos como apergaminhado, jornal e papel base para couchê. Com o alto custo de vapor, está sendo estudado o uso de vapor de baixa pressão nos secadores. A maneira como afetará o custo total operacional está sendo examinada com o máximo cuidado.

COMPARAÇÃO DE ENERGIA

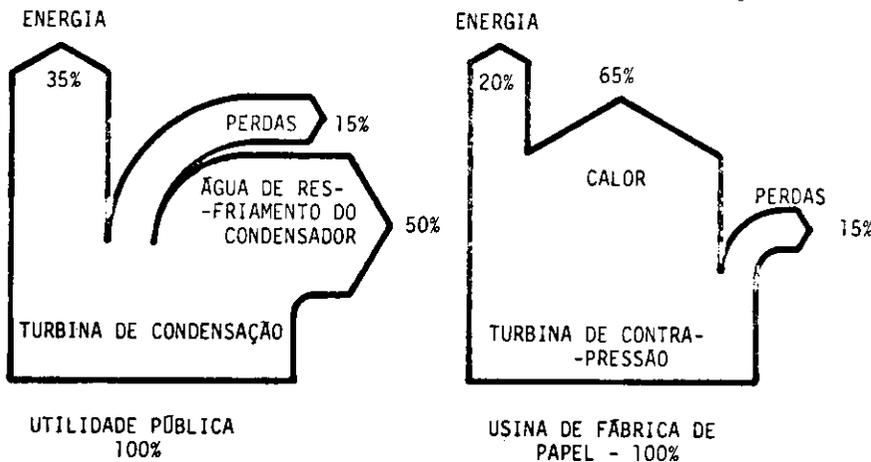


FIGURA 8.

COMPARAÇÃO DE ENERGIA - UTILIDADE PÚBLICA X USINA PARTICULAR DA FÁBRICA DE PAPEL. FIGURA 8.

A Figura 8 mostra a comparação de energia duma utilidade pública produzindo eletricidade e a energia usada por uma turbina de contra-pressão numa fábrica de papel. A eficiência térmica de uma usina geradora deste tipo é acima de 80%. O vapor de exaustão da turbina é utilizado no processo ao invés de condensar no aquecimento da água da atmosfera, do lago ou do rio. O consumo de calor específico é cerca de 1084 kcal (4300 BTU)/kWh. Isto corresponde a uma grande usina termelétrica convencional com tur-

bina de condensação, que utiliza aproximadamente 2.520 kcal (10.000 BTU)/kWh, tendo apenas 35% de eficiência do uso de energia.

A fábrica de papel utiliza a energia de exaustão para cozinhar massa e secar papel, tornando-a 80% eficiente.

tos auxiliares. Todos os nossos cálculos demonstram que a redução da pressão do vapor nos secadores não compensa o custo instalado do equipamento extra.

Foi efetuado um cálculo semelhante para uma máquina de cartão para revestimento de 19 kg (40 lb.) operando a 550 MPM (1800 FPM) e produzindo 1225 T/dia. A economia foi calculada em \$ 1.151.000 para 17 secadores de 1830 mm. Novamente constatou-se que não seria o suficiente para pagar os secadores que custariam mais do que \$ 1.700.000.

Para completar este cálculo, devemos também considerar os custos seguintes: custo extra de manutenção, feltros mais compridos, custo extra da turbina e a menor eficiência da máquina; também o fato de que o dinheiro para os secadores seria empatado por dois a quatro anos antes do retorno do investimento.

CUSTOS DE VAPOR. FIGURA 9.

CUSTO DE VAPOR - US\$.

EXAUSTÃO = kg/cm ² - lb/pol ²	10,2 150	6,8 100	4,1 60	2,7 40
PRESS. MÁX. NOS SECADORES - kg/cm ² - lb/pol ²	8,5 125	5,1 75	2,4 35	1,4 20
Nº. DE SECADORES DE 1830 mm.				
JORNAL 13,6 kg(30 lb) 945 MPM	--	+6	+23	+31
CARTÃO 19 kg(42 lb) 549 MPM	--	+17	+58	+85
CUSTO DE VAPOR \$/1000 lb.				
\$0,03/kWh*	2.33	2.18	2.01	1.91
\$0,02/kWh*	2.87	2.79	2.71	2.66

Nota: * PREÇO DE ENERGIA COMPRADA.

FIGURA 9.

Usando um valor de \$ 3.41/1000 libras de vapor a 8,5 kg/cm² (125 lb/pol²) e um custo de eletricidade de dois e três centavos de dólar por kWh, foi calculada a tabela mostrando o custo de 1000 libras de vapor a diversas pressões de extração. Com essa informação pode-se calcular o custo de vapor a uma pressão reduzida para uma determinada máquina.

Uma máquina de papel jornal com tela de 7620 mm (300") produzindo papel jornal de 13,6 kg (30 lb) a 945 MPM (3100 FPM) produzirá 500 toneladas por dia a uma eficiência de 100%. Reduzindo a pressão do vapor de 5 kg/cm² (75 lb/pol²) para 2,4 kg/cm² (35 lb/pol²) significaria a necessidade de acrescentar 17 secadores com diâmetro de 1830 mm. (6 pés) à máquina. Usando um fator de 2,5 kg de vapor para secar 1 kg de papel (2,5 lb para secar 1 lb de papel), e 345 dias de trabalho por ano, chegamos ao consumo de 391,6 milhões de kg de vapor por ano, (862,5 milhões de libras). (O fator poderá variar de 2 até 3,4 kg de vapor por kg de papel).

Usando uma pressão de extração de 5 kg/cm² (35 lb/pol²) ao invés de 2,4 kg/cm² (35 lb/pol²) significa uma economia de 17 centavos de dólar por mil libras de vapor, o que representa uma economia anual de \$ 146.625,00 nos custos de energia. Essa quantia, em 15 anos a juros de 12%, seria igual a 1 milhão de dólares para os 17 secadores de 1830 mm, ou \$ 59.000,00 por secador. Isto é demasiado baixo para pagar o custo instalado de um secador desse diâmetro para uma máquina de 7620

mm (300"). O custo real seria acima de \$ 100.000,00 por secador, incluindo construção e equipamen-

COMPARAÇÃO DE POTÊNCIA CONSUMIDA - ROLO CABECEIRA DE SUÇÃO x FORMADORA DE TELA DUPLA. FIGURA 10.

COMPARAÇÃO DE ENERGIA

NECESSIDADES ENERGÉTICAS	ROLO CABECEIRA DE SUÇÃO		FORMADORA DE TELA DUPLA	
	kW	HP	kW	HP
BOMBA DE MASSA - POT. c/45% RETENÇÃO c/80% RETENÇÃO	1170	1568	658	882
BOMBAS DE VÁCUO - POTÊNCIA	373	500		
ACIONAMENTO - POTÊNCIA	189	254	82	110
POTÊNCIA TOTAL	1732	2322	740	992
REDUÇÃO DE POTÊNCIA			922	1330

FIGURA 10.

A Figura 10 mostra uma comparação entre a potência necessária para uma formadora convencional para papel de seda com rolo cabeceira de sucção e uma formadora de tela dupla. O custo extra para a formadora de tela dupla é de aproximadamente \$ 400.000,00. A economia em potência é de 877 kW (1176 HP)/ano.

uma vida útil de 15 anos, haverá uma economia de energia de \$ 1.400.000,00. Neste caso os equipamentos adicionais proporcionam, de maneira bem definida, uma economia de energia e custos operacionais.

A potência do acionamento numa mesa plana convencional pode ser reduzida pelo uso numa unidade de sucção com cinta rotativa chamada FLO-VAC. Esse dispositivo possui uma cinta de borracha lubrificada a água, da largura da tela e correndo entre esta e uma bateria de caixas de sucção. O Flo-Vac transmite o atrito das caixas de sucção na ponta mais seca da tela para uma cinta de borracha que é lubrificada na sua face inferior por água, reduzindo assim o coeficiente de atrito e portanto a potência necessária para acionar a mesa plana. A unidade Flo-Vac é

FLO-VAC. FIGURA 11.

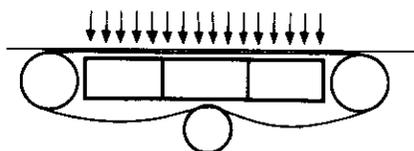


FIGURA 11.

Calculando \$ 235/kW/ano (\$ 175/HP/ano), o resultado é de \$ 206.000,00. Usando juros de 12% e

geralmente usada onde caixas de alto vácuo são necessárias, como em máquinas de cartão para revestimento e papel kraft.

A UTILIZAÇÃO MELHOR DA MADEIRA NA ECONOMIA DE ENERGIA.

Pode-se economizar energia utilizando melhor as árvores e mudando para massas de alto rendimento. As partes principais das árvores podem ser usadas para madeira enquanto somente cavacos recuperados e resíduos de serrarias e fábricas de compensados são usados para a fabricação de celulose e papel. De acordo com dados fornecidos pela Northwest Pulp and Paper Association dos EE.UU., cavacos recuperados e resíduos de serrarias e fábricas de compensados constituíram um recorde de 95% do volume total de madeira consumida pelas fábricas de celulose e papel no Estado de Oregon em 1972. Essa estatística relevante deverá ser reconhecida e levada em consideração por outras fábricas de papel. Porém, massas de alto rendimento, pasta mecânica e papéis velhos podem ser usados para reduzir o consumo de energia. Estas massas podem ser usadas no centro da folha e as fibras longas e mais fortes no lado externo da mesma folha. Um sistema semelhante tem sido usado durante muitos anos na indústria de cartão multicamada.

ESQUEMA DA CAIXA DE ENTRADA CONVERFLO STRATA-FLO. FIGURA 12.

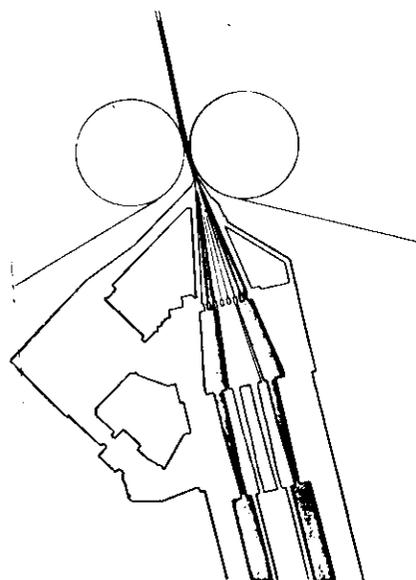


FIGURA 12.

Com o advento da caixa de entrada Converflo da Beloit e a formadora Bel Baie, folhas com até três camadas são possíveis em altas velocidades com uma só caixa de entrada.

Esta unidade é concebida como a caixa Strata-Flo Converflo e pode ser usada para qualquer tipo de papel. Fibras mais baratas de alto rendimento podem ser colocadas no centro da folha e fibras mais fortes nas camadas externas. Massas de alto rendimento requerem menos energia e também economizam nos custos da massa.

FORMADORA DE 3 CAMADAS. FIGURA 13.



FIGURA 13.

A caixa de entrada Strata-Flo é aplicável a mesas planas convencionais com os mesmos resultados: economia de energia e de massa.

NECESSIDADES ENERGÉTICAS. FIGURA 14.

NECESSIDADES ENERGÉTICAS

T/D	ACIONMto. MÁQUINA*		VÁCUO POTÊNCIA/DIA/TON						TOTAL DA MÁQUINA		
	POT/D/T		MESA PLANA		PRENSA		TOTAL		POT/D/T		
	kW	HP	kW	HP	kW	HP	kW	HP	kW	HP	
PAPEIS FINOS	400	4,03	5,4	1,69	2,26	5,01	6,72	6,70	8,98	13,88	18,6
JORNAL	600	4,25	5,7	1,40	1,88	3,89	5,21	5,29	7,09	12,46	16,7
CARTÃO P/REVESTIMENTO	1200	2,46	3,3	1,24	1,66	1,66	2,22	2,9	3,88	6,42	8,6

Nota: 1 Ton = 2000 lb. = 907,2 kg.

* MESA PLANA SEM FLO-VAC
 HP/DIA x 61.200 = BTU
 kW/DIA x 20.673 = kcal

FIGURA 14.

As necessidades energéticas por tonelada de papel mostradas na Figura 14 incluem o acionamento da máquina, bombas de vácuo e potência total da máquina/dia/ton, incluindo a bomba de massa e algumas das demais bombas. Pode se observar que a potência usada para bombas de vácuo na seção de prensas é mais ou menos igual e, em alguns casos, maior do que a potência total necessária para acionar a máquina. Esses dados se referem a máquinas de mesa plana modernas e de alta velocidade. Maneiras de reduzir esse

vácuo dos rolos de sucção e de minimizar o vácuo necessário para a limpeza dos feltros deveriam ser investigadas. Água com temperatura alta, cerca de 60°C (140°F.) usada dos filtros das prensas deveria limpar melhor os feltros, proporcionando uma melhor remoção da água nos nips da prensa, e manter a folha mais quente de modo que menos energia seja usada na seção de secagem. Uso mais frequente de rolos Venta-Nip deveria ser feito nas prensas para eliminar o vácuo do rolo de sucção.

ARRANJO TÍPICO DA PRENSA VENTA-NIP. FIGURA 15.

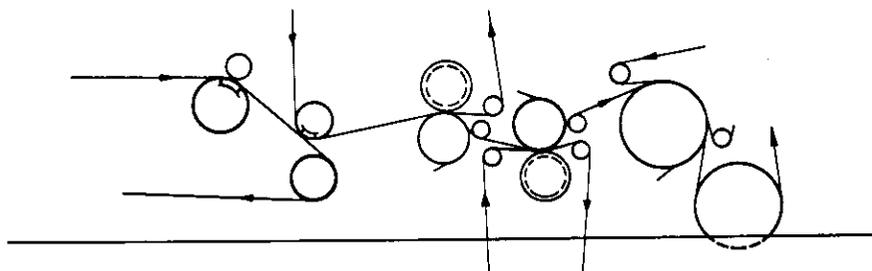


FIGURA 15.

A prensa Venta-Nip elimina a necessidade de um rolo prensa de sucção, e do vácuo. Permite o uso de pressão linear mais alta, combinando melhor as fibras da folha e reduzindo a carga úmida na seção de secagem. Novos tipos de feltros com

resistências internas reduzidas também permitem pressões lineares mais altas. Uma primeira prensa com feltro duplo proporciona melhor desaguamento, especialmente onde o teor de água for muito alto.

ESQUEMA DA PRENSA TRI-NIP. FIGURA 16.

TRANSFERÊNCIA FECHADA... PRENSA AOS SECADORES

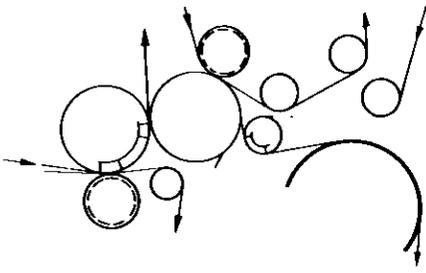


FIGURA 16.

A prensa Tri-Nip está se provando ser muito eficiente para praticamente todos os tipos de papel e cartão. Possui a primeira prensa com feltro duplo para melhor desagüamento e três prensas sem passo aberto, o que melhora a eficiência da máquina, produzindo assim mais papel com menos energia.

Um diagrama de consumo de energia deve ser preparado para a área abrangendo toda a área de secagem. As quantidades e qualidades dos fluxos de vapor e ar devem ser medidas periodicamente, a fim de que possa ser determinada a eficiência.

SISTEMA UNIFLO. FIGURA 17.

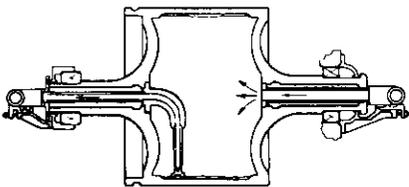


FIGURA 17.

O nosso objetivo é conseguir uma transferência bem próxima a 510 kcal/kg. de água (calor latente de evaporação). Para conseguir uma secagem num prazo razoável a folha deverá ser aquecida, portanto certa energia extra é consumida no simples aquecimento da folha. Uma certa quantidade de calor radiante e convectivo é perdida, porém essa perda é pequena. Na prática, parte das perdas de calor radiante dos secadores serve para complementar as necessidades de calor do sistema de ventilação dos secadores, de maneira que os secadores evidenciam uma eficiência razoável. O vapor condensa somente quando transfere calor à folha, que é precisamente o que queremos.

O problema principal não é na utilização do vapor condensado nos secadores, mas a utilização do vapor que *não* condensou nos secadores - o vapor descarregado que acaba nos condensadores a vácuo. A utilização correta do vapor descarregado oferece uma boa oportunidade para economizar.

O vapor condensado nas paredes dos secadores é removido por um sifão especial. Especialmente nas velocidades altas, a remoção rápida do condensado é muito importante - para proporcionar uma lâmina de condensado com uma espessura mínima possível a fim de atingir um regime máximo de secagem. A fim de manter a folga mínima necessária entre a camisa do secador e o sifão, o conjunto do sifão é fixo à camisa. A pressão diferencial necessária para "bombear" o condensado da face interna da camisa até a linha do eixo do secador poderá ser grande -- até 1,4 kg/cm² (20 lb/pol²) a 1068 MPM (3500 FPM). É possível reduzir a pressão diferencial consideravelmente, permitindo que o vapor arraste o condensado reduzindo assim a sua densidade efetiva. Isto é realizado fazendo um pequeno furo na sapata do sifão.

O problema é o que fazer com esta mistura de vapor e condensado. A pior coisa a fazer é despejá-la no esgoto. Isto não só desperdiça agentes químicos adicionados à água da caldeira mas também desperdiça grandes quantidades de energia - mais de 84 kcal/kg de condensado (330 BTU) e quase 610 kcal/kg (1100 BTU/lb) de vapor.

Existem vários meios de utilização, mas trataremos somente dos dois mais aconselháveis. O primeiro é o mais comum, isto é o sistema em cascata. O vapor é separado do condensado e depois reutilizado nos secadores de baixa pressão. O condensado retorna à casa de caldeiras. A grande desvantagem desse sistema é a interdependência das seções e pressões de vapor reduzidas nos diversos grupos da cascata.

A uniformidade de secagem e a pressão de vapor necessária para secar o papel podem ser melhoradas e reduzidas pela eliminação do acúmulo de não-condensáveis nos secadores. Os não-condensáveis podem acumular e formar depósitos dentro dum secador, isolando-o parcial ou totalmente, resultando numa secagem desuniforme e o uso dum pres-

são excessiva de vapor. Essas pressões excessivas e pressões diferenciais excessivas através do secador aumentam a descarga de vapor com o conseqüente desperdício de quilos de vapor.

SISTEMA EM CASCATA. FIGURA 18.

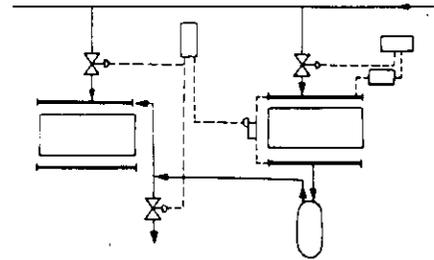


FIGURA 18.

Os não-condensáveis poderão ser purgados dos secadores pelo uso do princípio Uniflo em combinação com um sistema cascata ou cascata termocompressor de vapor.

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. FIGURA 19.

ECONOMIA DE ENERGIA

Purgadores de Vapor
Isolamento Térmico
Portas Abertas
Perfil de Unidade
Condensado
Escape de Vapor
Descarga de Vapor
Exaustão da Capota

FIGURA 19

Apresentaremos a seguir algumas áreas específicas simples que deverão ser estudadas num programa de conservação de energia. As perguntas são dirigidas ao retorno máximo com investimentos capitais modestos. Estas perguntas foram extraídas dum lista de checagem de energia preparada pelo Subcomitê de Energia em Fábricas de Papel, da TAPPI.

São as seguintes as áreas mais óbvias:

1. Há purgadores de vapor vazando? Equipamento infra-vermelho de mediação de temperatura pode localizar tais purgadores com rapidez. O prazo do retorno do investimento num novo purgador é cerca de uma semana.

2. Existem tubulações de vapor, separadores, tanques de expansão, dutos, ou capotas sem isolamento térmico adequado? Isole-os, dando a máxima prioridade àqueles sem isolamento e àqueles com as temperaturas mais altas.

3. As portas das capotas estão abertas? Feche-as. Caso haja problemas com a operação das portas, remedeie-os.

4. A folha é demasiadamente seca? Tem estrias de umidade? Trabalhe em conjunto com os fabricantes dos instrumentos, controles e equipamento para localizar e eliminar tais defeitos.

5. Quanto do condensado não retorna à caldeira, e por quê? Todo o condensado de vazamentos e purgadores que corre para o esgoto deve ser eliminado. Qualquer condensado drenado para o esgoto devido à contaminação deve ser verificado e a fonte de contaminação eliminada. Dê prioridade aos maiores consumidores de vapor e às aplicações de alta pressão.

6. Existe vapor sendo descarregado à atmosfera? Em caso positivo, use-o em alguma parte. Não existindo uso, condense-o e retorne o condensado à casa de caldeiras.

7. Os secadores estão operando com descarga excessiva de vapor? Em caso positivo verificar por quê. Checar os controles de vapor e condensado e as tubulações para averiguar que estão operando corretamente.

8. Qual é a temperatura, a umidade e vazão da exaustão da capota? Estes itens deverão ser ajustados para minimizar o consumo de vapor. O calor da exaustão deverá ser recuperado.

Esta é uma lista sem fim. Existem muitas maneiras de economizar energia com programas de prazo curto. As mencionadas acima requerem pouco capital, mas oferecem um retorno apreciável.

A uniformidade de secagem pode ser melhorada pelo fluxo correto de ar dentro e em volta da seção de secagem. O fluxo de ar pode ser melhorado pelo uso de rolos ventiladores ou dutos de ventilação, feltros secadores de malha aberta, e capotas.

OS BENEFÍCIOS OFERECIDOS POR UMA CAPOTA. FIGURA 20.

BENEFÍCIOS DE CAPOTA FECHADA

Mais conforto ambiental na sala da máquina
Volume reduzido de ar de exaustão
Energia da exaustão concentrada
Perfil de umidade melhorado

FIGURA 20

O conforto ambiental da sala da máquina constitui um benefício óbvio, mas de difícil avaliação. Além do desconforto dos operadores, a condensação de umidade no telhado da sala da máquina, freqüentemente associada às condições desconfortáveis na própria sala, pode ocasionar uma deterioração contínua da estrutura do telhado bem como pingar gotas de água na folha de papel ou cartão.

O volume de ar exaurido numa sala de máquina aberta poderá chegar a ser 5 vezes o volume exaurido numa capota bem isolada e totalmente fechada. Todo o ar de exaustão deve ser aquecido da temperatura do ambiente até a temperatura de exaustão, diretamente ou indiretamente, indiferentemente ao sistema de ventilação usado. Conseqüentemente o volume de ar exaurido constitui uma indicação direta do consumo de energia ou vapor.

O terceiro benefício numa capota fechada reflete a concentração de energia na exaustão. A recuperação de calor na exaustão numa capota fechada é mais econômica devido simplesmente ao fato de que a energia se encontra num estado mais concentrado. Observamos também que a capota fechada, uma vez projetada e operada corretamente, pode proporcionar um perfil de umidade bem uniforme na enroladeira.

CONSUMO DE ENERGIA - PARTE SECA. FIGURA 22.

UTILIZAÇÃO DE ENERGIA - PARTE SECA

	OPERAÇÃO			
	BOA*		DEFICIENTE**	
	kcal/kg.	BTU/lb.	kcal/kg.	BTU/lb.
PARA SECADORES	875	1576	1202	2164
PARA AQUECIMENTO DE AR	184	331	331	597
PERDAS	25	45	33	60
EXAUSTÃO	1016	1829	1470	2647
ENTRADA TÉRMICA TOTAL	1059	1907	1533	2761

* BOA OPERAÇÃO - FOLHA NA ENTRADA DOS SECADORES A 39% SECO ABSOLUTO

** OPERAÇÃO DEFICIENTE - FOLHA NA ENTRADA DOS SECADORES A 32% SECO ABSOLUTO

NÚMEROS BASEADOS NUMA MÁQUINA DE CARTÃO PARA REVESTIMENTO DE 1000 T/DIA.

Nota: 1 Ton. = 2000 lb. = 907,2 kg.

FIGURA 22.

Usando valores calculados, a Figura 22 mostra as calorias (kcal e BTU) por unidade de peso de cartão

FORNECIMENTO DE AR NUMA FÁBRICA DE PAPEL. FIGURA 21.

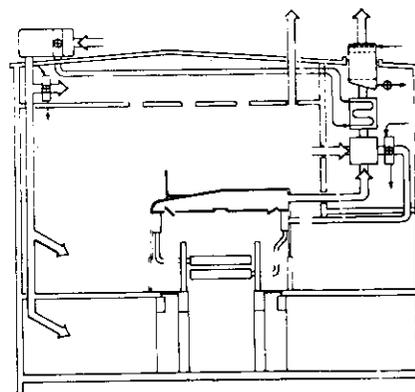


FIGURA 21.

Pode-se poupar energia instalando um Economizador na capota do secador. Energia perdida da capota pode chegar a 7,5 kW/dia/T (10 HP/dia/T). Um Economizador é capaz de recuperar cerca de 10% do calor total fornecido à seção de secagem. Isto dependerá da diferença entre a temperatura externa e a temperatura do ar de exaustão.

Se pudéssemos aumentar a umidade na Enroladeira, de 3 para 6%, teríamos a possibilidade de um aumento geral de produção na ordem de 12%. Em outras palavras, um melhoramento de 3% na umidade do papel na Enroladeira iria permitir um aumento de produção de 12% na máquina com a mesma pressão de vapor e a mesma quantidade de energia. Isto também significa melhor qualidade de papel, um custo menor da massa, e menos energia usada por tonelada de produto.

para uma máquina de cartão para revestimento de 1000 T/dia, em boas condições de operação; a folha

entra na seção de secagem com 39% seco absoluto e sai com 94%. Em operação deficiente, a folha entra com 32 e sai com 94%. A qualidade do ar foi modificada e foi usado mais ar de reposição; mudança de operação boa para deficiente. As kcal (BTU) necessárias para aquecer o ar aumentaram de 184 kcal (331 BTU) para 330 (597), as perdas passaram de 24 kcal (45 BTU) para 33 (60 BTU) e a exaustão passou de 1013 kcal (1828 BTU) para 1470 kcal (2647 BTU) por unidade de peso (kcal/kg e BTU/lb).

A quantidade de refugo tem um reflexo significativo na economia de energia. Por exemplo, 5% de perdas em refugo podem ser considerados como operação satisfatória e 10% como operação deficiente. A água evaporada por kg de fibra é de 1,5 kg para 39% na entrada dos secadores e 2,05 kg para 32% o que representa 1115 kcal por kg de cartão numa operação satisfatória e 1703 kcal para uma deficiente. Em BTU's seriam 2010 e 3068 respectivamente. Usando um custo de \$ 2,00/1000 lb de vapor, isto representa 3,3 milhões e 5 milhões de dólares, respectivamente, ou uma economia de 1,7 milhão de dólares para o funcionamento da máquina em boas condições de operação durante o período de um ano.

Se o ar da capota vem da sala da máquina a 24°C (75°F) e é aquecido a 46°C (115°F), isto irá requerer cerca de 27,8 kcal/kg (50 BTU/lb) de água evaporada. O aquecimento da água de 18°C (65°F) a 49°C (120°F) requer 119 kcal/kg (215 BTU/lb). O calor recuperado podia ser 148 kcal/kg (265 BTU/lb) de água evaporada. Isto, evidentemente, supondo que a fábrica tem uma utilização para água aquecida de 18°C (65°F) a 49°C (120°F), o que representa uma grande economia. Isto deveria perfazer mais ou menos \$ 312.000,00 por ano no caso acima. Contudo, seria apenas um quinto disto se fosse aquecer somente o ar de reposição da capota de 24°C (75°F) a 46°C (115°F). Outra possível economia de cerca de 84 kcal/kg (150 BTU/lb) de água evaporada podia ser obtida aquecendo o ar insuflado na sala da máquina no período de inverno com ar exterior a 0°C (32°F) até uma temperatura de 18°C (65°F). As condições de funcionamento do economizador devem ser observadas cuidadosamente para cada instalação a fim de certificar-se a possível economia. É um econo-

mizador justificável do ponto de vista de retorno de investimento? Em geral, isto significa que é necessário ter uma utilização para o aquecimento de água fresca, ou água de retorno na mesa plana e seção de prensas para manter a temperatura da folha e melhorar a limpeza dos feltros.

ALGUMAS INDICAÇÕES REFERENTES À ECONOMIA DE ENERGIA. FIGURA 23.

INDICAÇÕES PARA ECONOMIA DE ENERGIA

Reduzir carga evaporativa
Reduzir energia usada na secagem
Recuperar energia usada na secagem

FIGURA 23

Pode-se reduzir a energia usada na seção de secagem como segue: Reduzir a carga de evaporação - uma folha mais uniforme e seca na entrada dos secadores e uma folha com perfil de umidade mais uniforme na saída dos secadores. Vender mais água.

Reduz a energia usada na secagem - controles mais rígidos sobre todas as variáveis operacionais, descarga de vapor pelos secadores e exaustão do ar.

Recuperação da energia usada na secagem - condensado e exaustão da capota.

Com uma calandragem melhorada é possível reduzir o número de nips e o número de rolos necessários para obter o acabamento desejado. A eficiência é aumentada e o funcionamento melhorado pelo controle da temperatura dos rolos, por óleo aquecido nos rolos de abaulamento controlado, e por água quente nos rolos planos. Isto significa operar com maiores pressões lineares, com nível de umidade mais alto no papel, e com menor número de nips.

Economia adicional é possível mediante o dimensionamento correto das tubulações e válvulas, a fim de reduzir perdas de pressão, isolar termicamente as tubulações, e prevenir e reparar vazamentos, etc. Isto é importante nas áreas das tubulações de massa e de vapor. O dimensionamento correto de bombas e a redução do diâmetro dos rotores para eliminar perdas de pressão poderá proporcionar ainda mais economias.

As rebobinadeiras modernas são de construção robusta e projetadas

principalmente para rebobinamento sem eixo. Isto permite bobinas mais uniformes com carga uniforme na superfície do cilindro suporte. O rebobinamento com eixo e canudos possuía a tendência de criar cargas desiguais porque pequenas diferenças na espessura da folha modificavam o diâmetro da bobina. Estando as bobinas interligadas pelo eixo; isto modificava a carga e o tensionamento interno das bobinas. Rebobinamento sem eixo produz bobinas mais perfeitas e reduz as perdas, melhorando desta maneira a produção por unidade de energia.

Uma fábrica pode economizar energia e operar mais eficientemente a máquina de papel:

— Melhorando a eficiência total de funcionamento da máquina - redução de perdas - passos reduzidos na máquina - percursos de folha melhorados - melhoramento da manutenção do equipamento.

— Controle rígido das variáveis de operação - melhor mistura - monitoragem - computação integrada de indicação, simulação e controle - melhor gramatura e controle de umidade.

— Circuitos fechados de água fresca e água de retorno - reutilização da água várias vezes, instalando recuperadores e filtros - reciclagem.

— Melhor secagem - melhor uniformidade de umidade e menor quantidade de vapor - exaustão de menos ar para a atmosfera e a uma temperatura mais baixa.

— Massa de maior rendimento perdas reduzidas de fibras.

— Usar massa de qualidade inferior no centro da folha com fluxo estratificado - papel estruturado.

— Reduzir a potência consumida pela mesa plana, pela redução de superfícies deslizantes em contato com a tela.

— Prensagem melhor usando rolos defletores controlados - maiores pressões lineares - feltros aperfeiçoados - melhor limpeza de feltros.

— Melhor sistema de calandras, reduzindo o número de nips - funcionamento a temperaturas mais altas nas calandras e maiores pressões lineares.

— Melhorar o rebobinamento com rebobinadeiras sem eixo e dispositivos abridores da folha melhorados.