



CONSUMO DE ENERGÍA EN LA FORMACIÓN DE LA HOJA

Energía

La energía puede ser definida de diferentes maneras. La definición más simple es el potencial para ejecutar un trabajo o para realizar una acción, o sea, todo lo que se puede transformar en calor, trabajo mecánico (movimiento) o luz.

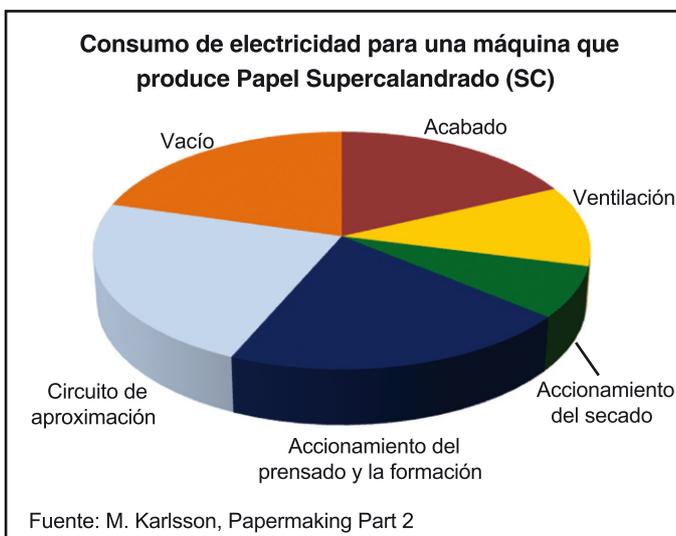
Las energías térmica, mecánica, eléctrica y química son formas que pueden ser transformadas de una a otra. En la máquina para papel, la energía puede ser representada de dos grandes maneras: térmica o eléctrica.

La influencia del revestimiento en el proceso de fabricación de papel y la interacción en las diferentes secciones de la máquina producen fuertes impactos en el consumo de energía y, consecuentemente, enormes oportunidades de ganancias financieras.

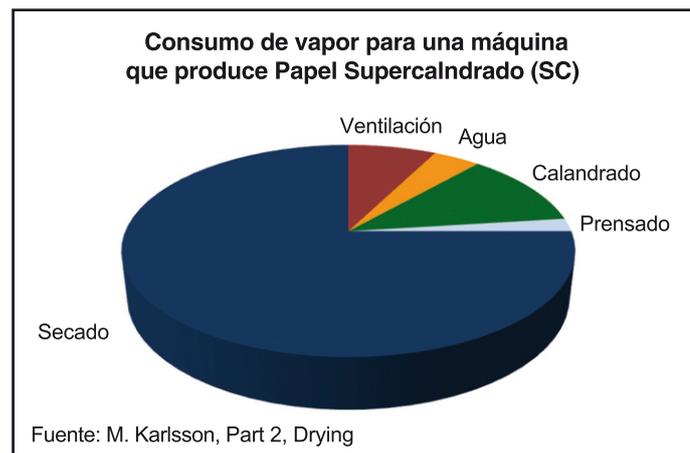
La clave para una operación consistente de bajo costo de energía es monitorear cada sección de la máquina utilizando parámetros operacionales y reconociendo las potenciales ganancias.

Cada tipo de papel y configuración de máquina tiene un consumo específico de energía, que puede ser repartido por las secciones de la máquina, por ejemplo;

1- Eléctrica



2 – Térmica (Vapor)



La sección de formación es fundamental para la calidad del producto final e influye en el consumo de energía de todo el proceso.

Es difícil particularizar una ganancia de energía en la formación, sin influenciar directa o indirectamente en el resto de la máquina, por ejemplo: una hoja más seca luego de salir del rodillo *couch*, más uniforme y con mejor perfil, reduce significativamente el consumo de energía en el secado. Las telas formadoras con bajo volumen de vacío, alto soporte de fibras y estructuras abiertas, proporcionan mayor porcentaje de seco a la salida del rodillo *couch*, a través de una mejor formación, implicando la reducción del consumo de energía en el sistema de accionamiento y en el sistema de vacío, facilitando, de esa forma, el proceso de remoción del agua en el prensado y en el secado.

Las construcciones con telas de alta estabilidad dimensional (MD y CD) trabajan sin ondulaciones y mejoran el perfil de humedad de la hoja, lo cual se refleja en la calidad y en el consumo de energía durante el prensado (optimización de la distribución de la presión hidráulica) y principalmente en el secado de la máquina.

Con frecuencia no se relaciona el consumo de energía eléctrica necesario para accionar la sección de formación, con el consumo de energía total de la máquina, a no

ser que sea por pérdida de eficiencia operacional como quiebras, reducción de velocidad y de calidad. Sin embargo, al estudiarlos más profundamente, se podrá obtener una enorme fuente de informaciones para la excelencia operacional.

Este trabajo está centrado en el consumo de energía en la sección de formación y presenta maneras prácticas de medir el consumo de energía al accionar esa sección (eléctrica).

1 - Consumo de energía específico (*del inglés* – SPC - Specific Power Consumption)

El consumo de energía específico está influido por:

- El tipo de formador;
- El tipo de papel y materia prima;
- Las condiciones de trabajo (niveles de vacío, tensiones de las telas, consistencias, refinación, estilos de telas, etc.);
- Los tipos de superficies de contacto (cerámica, polietileno, materiales de las telas formadoras, estilos de telas, etc.)

El estudio del SPC permite ver si la máquina opera en condiciones normales de carga de accionamiento (drag load), si hay condiciones para el patinado de la tela formadora, si se formarán ondulaciones en la tela formadora (perfil de humedad de la hoja) y compara los desempeños operacionales de una misma máquina con máquinas similares. En resumen, es una excelente herramienta para evaluar las condiciones operacionales de la máquina con la(s) tela(s) formadora(s).

El cálculo del SPC se realiza a través de la siguiente fórmula:

$$SPC = \frac{\text{Potencia total de accionamiento de la tela (Kw)}}{\text{Ancho de la tela (m)} \times \frac{\text{Velocidad de la tela (m/min)}}{100}}$$

$$SPC = (\text{kW} / \text{m} / 100\text{m/min})$$

Ejemplo:

Potencia accionamiento tela	= 243 kW
Ancho de la tela	= 9,04m
Velocidad de la tela	= 640 m/min

$$SPC = 4,2 \text{ kW} / \text{m} / 100\text{m/min}$$

Para calcular la potencia total de accionamiento de la tela

(kW) es importante verificar si el motor de accionamiento es de corriente continua o alterna.

2 – Cálculo de la carga de accionamiento de la tela (drag load).

2.1 Drag load transmitido del motor hacia la tela.

$$\text{Drag load} = \text{SPC} (\text{KW} / \text{m} / 100\text{m/min}) \times 0,6 \rightarrow (\text{kN/m})$$

Definiciones:

$$J (\text{joule}) = \text{N.m}$$

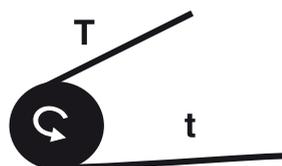
$$\text{kW} = \text{kJ/s}$$

$$\text{O sea kW} = \text{kN.m/s}$$

$$\text{Drag load} = \frac{\text{kN} \times \text{m} \times \text{min} \times 60 \text{ s}}{\text{s} \times \text{m} \times 100 \text{ m.min}} = \text{SPC} \times 0,6 (\text{kN/m})$$

o

$$\text{Drag load} = t - t (\text{kN/m})$$



Ejemplo:

$$SPC = 4,2 \text{ kW} / \text{m} / 100\text{m/min}$$

$$\text{Drag load} = \text{SPC} \times 0,6 = 2,5 \text{ kN/m} = \Delta (t - t)$$

2.2 Drag Load transmitido del rodillo accionador a la tela (posible).

$$DL = t - t (e^{\alpha \mu} - 1)$$

DL = Posible drag load transmitido del rodillo accionador

t = tensión antes del rodillo accionador (kN/m)

t = tensión después del rodillo accionador (kN/m)

α = Ángulo de abrazamiento de la tela formadora (rad)

μ = Coeficiente de fricción

e = 2,302585

Algunos coeficientes de fricción o roce (μ) con telas

formadoras sintéticas:

Rodillos metálicos	0,16
Caucho 0-2 P&J	0,20
Caucho 10 – 15 P&J	0,25
Cauchos especiales 15 – 18 P&J	0,30 – 0,40

Si el *drag load* transmitido por el motor (2.1) es igual o superior al *drag load* transmitido por el rodillo (2.2), ¡hay condiciones para el **patinado!**

Cómo se puede resolver:

- Aumentar la tensión de la tela.
- Cambiar la distribución de la potencia de accionamiento.
- Cambiar la superficie del rodillo accionador.
- Aumentar el ángulo de abrazamiento (recorrido de la tela);
- La combinación de los ítems mencionados.

A continuación tenemos algunos valores medidos en el campo a título de ilustración:

Papeles para impresión y para escribir

Tipode formador	Tipode papel	Anchura de la malla (m)	Velocidad de la malla(m/min)	Gramaje (g/m ²)	Posición	SPC[kW/m/100m/min]	Dragload [kN/m]
DuoformerD	Base	7,66	740	80	total	11,0	
					inferior	8,7	5,2
					superior	2,3	
Fourdrinier	Reprográfico	3,95	604	80		7,6	4,6
Fourdrinier	Base	4,59	434	70		8,4	5,0
Fourdrinier	P &W	3,5	512	60		5,9	3,5
DuoformerD	Base	5,4	562	75	total	12,5	
					inferior	9,2	5,5
					superior	3,33	2,0
DuoformerD	P&W	4,05	760	70	total	10,0	
					inferior	7,2	4,3
					superior	2,8	1,7
Fourdrinier	Base	4,45	770	90		9,5	5,7
HCB.Bond	Base		810	80	total	14,7	8,8
					inferior	10,8	6,5
					superior	3,9	2,3

Liner, pulpa y cartón

Tipode formador	Tipode papel	Anchura de la malla (m)	Velocidad de la malla(m/min)	Gramaje (g/m ²)	Posición	SPC[kW/m/100m/min]	Dragload [kN/m]
Bel Bond	Liner	5,2	453	200	total	19,3	
					inferior	3,7	2,2
					superior	15,6	9,4
Bel Bond	Liner	5,4	754	106	total	18,5	
					superior	4,6	2,8
					inferior	13,9	8,3
Multiwires	Cartón	3,7	100	180	inferior	19,3	11,6
Fourdrinier	Kraft	7,4	703	70		13,6	8,2
Fourdrinier	Pulpa	4,9	418	112		14,6	8,8
Fourdrinier	Pulpa	3,5	560	120		24,0	14,4
3 Fourdrinier	Cartón	4,2	224	333	total	19,0	
					superior	5,2	3,1
					pulpa	7,3	4,4
					inferior	6,5	3,9

Conclusión

Conocer el SPC es una excelente herramienta que, cuando es usada con las curvas de drenaje (histórico de la máquina), permite conocer y ayudar a los fabricantes de papel a reducir el consumo de energía, el desgaste de las telas formadoras, la comprensión operacional de la mesa, o sea, la búsqueda de una eficiencia más global de la máquina.

Perfil del autor:

José Erothides M. Villas Boas es graduado en Ingeniería Química por la UNICAMP (Campinas, SP), con Posgrado en Celulosa y Papel por la USP/FDTE, Administración de Marketing por la FURB/INPG (Blumenau, SC) y Gestión Estratégica por la UNICAMP (Campinas, SP). Inició sus actividades en Ripasa Celulose e Papel en 1984 y en Albany en 1989. Actualmente es Coordinador de Aplicaciones técnicas.

