

Valmet

Serie de documentos técnicos

Mejoras a los sistemas de vapor y condensados

Resumen ejecutivo

Los sistemas de vapor y condensado (S&C, por sus siglas en inglés) distribuyen vapor, regulan el abasto de éste, controlan la eliminación de condensados y aseguran la reutilización eficiente del vapor de mezcla y de purga en la sección del secador. Esto incluye equipo como termocompresores, válvulas de control, sifones y juntas, separadores, bombas, sistemas automáticos de control de purga, etc., así como como un diseño detallado de la tubería.

El sistema S&C funciona con la cubierta de la sección del secador y el equipo de ventilación, los sistemas de operatividad y recuperación de calor para proporcionar al fabricante todo el equipo necesario para asegurar un control completo sobre el desempeño del secado y el consumo de energía de la sección de secado.

Este documento describe la función y los componentes del sistema S&C, además de presentar las opciones de Valmet en cuanto a los componentes y servicios para mejorar la eficiencia y operatividad de S&C. Se incluyen casos de estudio que ilustran un enfoque total del sistema y el sistema de control DryingMaster.

Valmet Air Systems

El área de Sistemas de Aire de Valmet en Norteamérica tiene sus raíces en 1961, cuando John Armstrong, un ingeniero empresario de Thunder Bay, en Ontario, Canadá, formó una empresa para proporcionar equipo de ventilación y recuperación de calor a las máquinas papeleras. Durante las dos décadas siguientes, la organización central de J.A. Armstrong and Associates Ltd. pasó por varios cambios de propietario. Su descendiente, Enerdry Corporation, fue adquirida por Valmet en 1987. En 2001, Valmet cambió su nombre a Valmet.

Muchas de las innovaciones tecnológicas desarrolladas primero por los ingenieros de Norteamérica contribuyeron a la línea actual de productos de sistemas de aire. El liderazgo en el desarrollo de nuevos productos que comenzó en esos años sigue igual de vital hoy en día. Valmet practica un enfoque total de sistemas que combina todas las disciplinas de aire en un solo grupo.

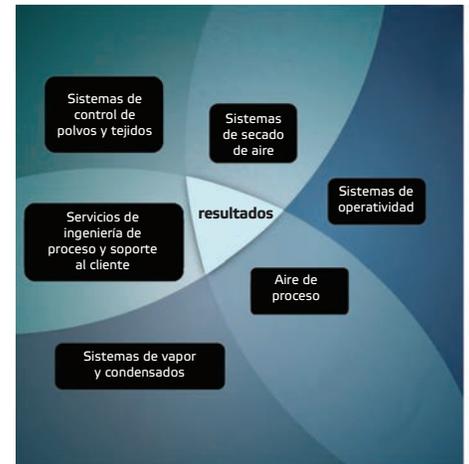


Figura 1. Valmet Air Systems emplea un sistema de enfoque total en el secado.

La necesidad de mejorar los sistemas de vapor y condensados

En la década de 1960, la empresa proporcionaba cubiertas para máquinas papeleras, equipo de ventilación y recuperación de calor. La ventilación de bolsas (PV, por sus siglas en inglés) se probó en una planta de papel en Thunder Bay en 1967, que al combinarse con nuevas telas de secado de malla abierta en la década de 1970, inundó los bolsillos del secador con aire de baja presión, disminuyendo y nivelando así la humedad en toda la máquina. Esos sistemas brindaron tremendas recompensas al aumentar los índices de producción y permitir niveles más elevados de humedad en las hojas. Sin embargo, los sistemas PV también aumentaron los índices de condensación en las latas de secado, lo que requirió un rediseño de los sistemas de vapor y condensados para evitar problemas de inundación y control. La experiencia en el flujo de dos fases (vapor y condensado) que se desarrolló a lo largo de treinta años tuvo como resultado los sistemas de aire de Valmet que estabilizan la operación del secador con el control de flujo de purga. De manera más reciente, el diseño y la operación eficientes desde el punto de vista de la energía se han convertido en el centro de la investigación.

Hoy en día, el aumento en las velocidades y la necesidad de una capacidad de secado cada vez mayor y de mejor calidad continúan creando requerimientos cada vez más exigentes. Esto ha llevado a Valmet a investigar y desarrollar más soluciones para sistemas de vapor y condensados, además de sus correspondientes controles de última generación. Los ingenieros de Air Systems de las operaciones de Valmet en Turku (Finlandia), Gorizia (Italia) y Norteamérica continúan reuniendo su experiencia para desarrollar y refinar nuevos productos.

Sistemas de vapor y condensados

Todas las máquinas de pulpa, papel, cartón y la mayoría de las de papel tisú tienen sistemas de vapor y condensados. El objetivo de dicho sistema en la máquina papelera es proporcionar el vapor para el secado. En la sección de secado, la humedad se evapora en tanto la hoja es presionada entre una tela y el cilindro de secado en caliente.

La **figura 2** es un cilindro secador Valmet sin unidad de engranes; muestra características clave de vapor y condensados, como una junta de vapor y condensados, una junta de condensados, indicador de flujo de

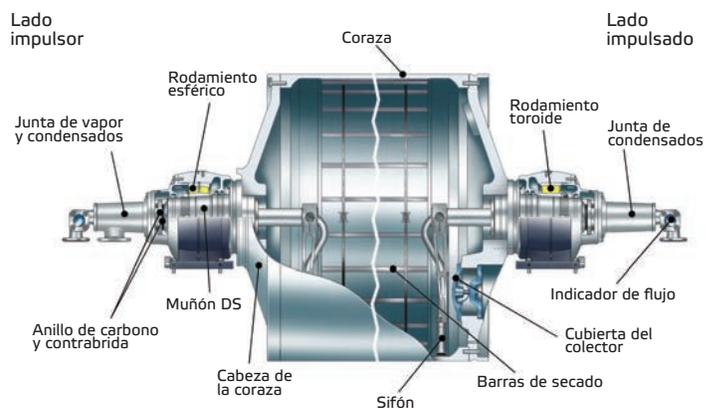


Figura 2. Cilindro secador de Valmet que muestra elementos de vapor y condensados

condensados, barras de secador, sifón (que se cubrirá en detalle más adelante en este documento) y su relación con el cilindro secador y sus rodamientos, cabeza y coraza.

Propósito del sistema de vapor y condensados

El propósito del sistema de vapor y condensados de una máquina de papel es proporcionar la temperatura de secado mediante el uso de presión de vapor y remover los condensados, al tiempo que proporciona energía suficiente y logra temperaturas suficientes de secado de superficie. Sin embargo, esto debe realizarse con eficiencia y precisión, de acuerdo con estos lineamientos:

- Controlar las presiones de vapor para un secado óptimo, capacidad máxima de secado, buena operatividad y excelente calidad del papel (perfiles de humedad CD y MD). Esto incluye administrar la presión en los grupos de secadores, el diferencial de presión entre los grupos de vapor y reducir al mínimo el vapor que se envía al intercambiador de calor residual.
- Proporcionar control estable sobre todo el rango de operación, incluyendo el calentamiento, los cambios de grado y las rupturas de hojas.
- Remover de manera eficiente el condensado del interior de los secadores para una capacidad máxima de secado y perfiles uniformes de superficie del secador.
- Retirar el aire y los no condensables para un calentamiento uniforme y perfiles uniformes de temperatura del secador de dirección transversal.
- Reducir al mínimo el uso de vapor, regresando todos los condensados y reutilizando de manera eficiente el vapor de purga y de mezcla.
- Ser fácil de usar y requerir una mínima interacción con el operador.

Definiciones

Existen varios ejemplos de “terminología técnica” que se utilizan para describir los sistemas de vapor y condensados, que deben explicarse para facilitar su entendimiento:

Calor latente: el calor que se requiere para transformar el agua en vapor a la temperatura de ebullición. Este calor se retira cuando el vapor se condensa.

No condensables: son los gases que están presentes en una pequeña proporción en todos los vapores, que no se condensan a un líquido como vapor. Por lo general consisten de aire; es decir, oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. Una acumulación de estos gases tenderá a disminuir la temperatura del vapor y afectará el secado.

Vapor saturado: El vapor que existe al 100% y que está a una temperatura en la que ninguna ulterior eliminación de calor causará que una parte del vapor se condense en agua. ‘Vapor húmedo’ a la temperatura del punto de ebullición que corresponde a su presión.

Vapor supercalentado: vapor que existe como vapor al 100%, que está a una temperatura mayor que la del vapor saturado; es decir, el vapor calentado a una temperatura mayor al punto de ebullición que corresponde a su presión. Vapor seco que no puede existir en contacto con agua, ni contener agua, y que se asemeja a un gas perfecto.

Vapor de purga: vapor que no se condensa en el secador; sopla a través de la zapata del sifón y sale de los secadores con el condensado.

Separador: tanque en el que se recolectan el vapor de purga y el condensado de los secadores. El condensado se asienta en el fondo y el vapor sale por las conexiones superiores; además se utiliza para otras secciones de vapor o para calentar aire o líquidos.

Sifón: tubo dentro del secador, a través del cual el condensado se elimina del secador. El tubo se extiende hacia abajo cerca de la coraza del secador, para mantener la película del condensado tan delgada como sea posible.

Condensado: el agua que se forma cuando el vapor se enfría y condensa.

- La humedad atmosférica que se condensó debido a una baja en la temperatura.
- Vapor condensado, recirculado de regreso a la caldera.

Presión diferencial: la diferencia en presión entre dos (2) puntos; por ejemplo, la diferencia en presión entre el cabezal de vapor (múltiple) y el de condensado (múltiple) en una sección de secado.

Intermitente: el proceso de un condensado que cambia a vapor cuando se reduce la presión en el condensado. La energía (entalpía) que queda disponible cuando la presión se reduce, evaporará parte del agua para producir vapor de mezcla.

Evaporación de agua

El secado final se logra en la sección de secado. Esto se logra mediante varios secadores calentados con vapor (cilindros o “latas”). Éstos se impulsan en grupos unidos de múltiples cilindros. La hoja de papel recorre un gran número de secadores.

Es preciso controlar de manera exacta la temperatura de cada superficie de secador. En el primer grupo, ésta debe ser de 70° C (160° C) y luego aumentar lentamente a 185° C (365° F) en los grupos posteriores en el extremo seco, dependiendo del papel producido.

La sección de secador de la máquina papelera debe evaporar el agua de la hoja que la sección anterior y las prensas no retiraron. La hoja entra en la sección de secador con aproximadamente 50% a 60% de agua por peso. Es importante mantener este porcentaje de agua tan bajo como sea posible, debido a que un aumento del 1% en la humedad de la hoja que entra reduce el tonelaje de papel secado aproximadamente en un 5%. La hoja sale de la sección de secador con aproximadamente 5% de agua por peso.

La sección del secador evapora cierta cantidad de agua por tonelada de papel. El vapor de agua llega al aire que se saca de alrededor de la máquina y el área de sótano en la cubierta del secador, y se envía a la atmósfera mediante los ventiladores de la cubierta.

Conducta del condensado y transferencia de calor

El vapor se utiliza como medio para calentar en un secador y entra al secador en un estado saturado o muy próximo a éste. En la medida en que el calor se conduce a través de la cubierta del secador, el vapor se condensa en líquido, eliminando el calor latente. El calor latente es la fuente de calor fundamental para el secado del papel.



Figura 3. Conducta del condensado al aumentar la velocidad rotacional del secador (izquierda a derecha)

La **Figura 3** ilustra las cuatro (4) etapas principales de conducta de condensados al cambiar la velocidad de rotación del secador:

Etapas 1: no hay rotación. El condensado forma un estanque en el fondo del cilindro secador.

Etapas 2: encharcamiento. Al comenzar a girar el secador, el estanque se mueve hacia arriba con la rotación de la cubierta del secador, y se forma una fina película de condensado en torno a la superficie de la cubierta

Etapas 3: cascada. Una rotación más rápida del secador provoca que el estanque se mueva más hacia arriba por la cubierta, hasta que la fuerza de gravedad supere a las fuerzas centrífugas y el condensado regrese al fondo del secador.

Etapas 4: Recubrimiento. Al aumentar aún más la velocidad de rotación del secador, las fuerzas centrífugas superan las fuerzas de gravedad, de modo que el espesor de la película es uniforme alrededor de toda la cubierta del secador.

La etapa de cascada ofrece la mejor transferencia de calor, debido a las muy turbulentas condiciones dentro del secador, pero los picos de energía pueden causar problemas con los engranes y los rodamientos. En el caso de máquinas de alta velocidad, por lo general se utilizan barras secadoras para romper la capa de condensado laminar que recubre y mejorar de esa forma la transferencia de calor.

Para un secador de un diámetro determinado, las velocidades a las que ocurren las etapas anteriores dependen de la cantidad de condensado en el secador. Al disminuir la cantidad de condensado en el secador, el recubrimiento se presentará a una velocidad menor. Esto es importante, debido a que el proceso de transferencia de calor cambia entre las etapas de recubrimiento y de cascada. La mayoría de las máquinas modernas operan a velocidades muy por encima del recubrimiento.

Examinar el proceso de secado

El agua existe en la fibra de madera como agua libre entre las fibras y en el lumen de éstas. El agua también existe como agua encapsulada dentro de las paredes de las células de fibra:

- Agua helada en poros en la pared de la fibra
- Agua no helada unida químicamente en grupos hidrofílicos de fibras

Se alcanza el punto de saturación de la fibra cuando se elimina toda el agua libre. El proceso de secado de fibras depende de la temperatura y la humedad relativa del aire alrededor.

En el proceso de fabricación de papel, el agua se elimina de la malla en las tres formas que se ven en la **figura 4**. El agua libre se elimina en los procesos de formación, prensa y secado. El agua helada se elimina en los procesos de prensa y secado. El agua no helada se elimina en el proceso de secado.

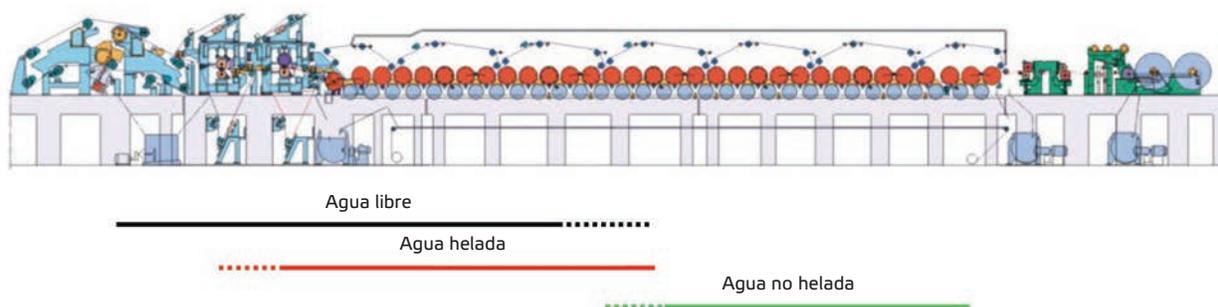


Figura 4. Eliminación de agua durante el proceso de fabricación de papel

Secado en el proceso de cilindros múltiples

El vapor calienta el papel a través de la coraza seca para evaporar el agua desde la malla. El propósito es maximizar la transferencia de calor y el índice de secado. A fin de lograr esto:

- La capa de condensado debe optimizarse
- El área de contacto entre el papel y la superficie del cilindro debe maximizarse
- La coraza del secador debe estar limpia
- La temperatura del vapor debe sobrecalentarse de 15° a 25° C

El aire húmedo se transfiere fuera de la cubierta. Los bolsillos están ventilados y se incorpora aire caliente seco a la cubierta.

Transferencia de calor del vapor al papel

A medida que el vapor se condensa, se libera la energía latente. Cuando el calor se transfiere al papel, existe resistencia térmica

en diferentes etapas. Esto puede observarse en la **figura 5**, en donde también se ilustra una versión simplificada de la ecuación del índice de transferencia de calor de Fourier. En la ecuación:

- Q = Índice de transferencia de calor (índice de flujo de calor del cilindro interior al exterior del papel)
- k = Coeficiente de transferencia de calor
- A = Área de contacto (del papel con el cilindro)
- T_s = Temperatura del vapor (dentro del secador)
- T_p = Temperatura del papel (medida fuera del papel)

La temperatura (**figura 5**, línea roja) cae en la medida que el calor se conduce a través de diferentes capas, desde el interior del secador hasta el exterior del papel:

- Anillo de condensado en el cilindro
- Sarro y óxido en la superficie interna de la coraza del cilindro
- Coraza de cilindro de hierro forjado
- Suciedad y vacío de aire (si existe) en la superficie exterior del cilindro
- El papel

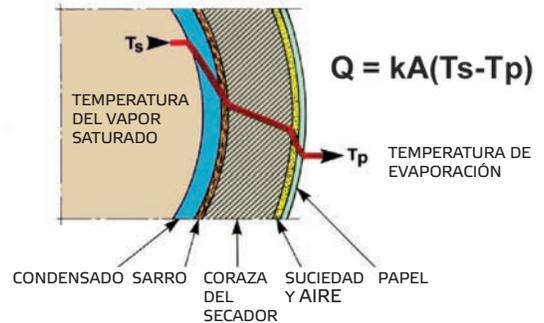


Figura 5. Transferencia de calor del vapor al papel

Como se mencionó, la adición de barras del secador en un cilindro secador rompe el anillo de condensado en el interior, lo que aumenta el índice de transferencia de calor para los mismos valores de temperatura de vapor dada (T_s) y presión del secador.

Todas estas capas ofrecen cierta resistencia al flujo de calor; algunas de manera más severas que otras. La coraza del secador de hierro forjado tiene una resistencia relativamente baja al flujo de calor; sin embargo, la capa de condensado tiene una alta resistencia al flujo de calor. Para fines comparativos, un espesor de agua de 1" (condensada) tiene aproximadamente 70 veces la resistencia al flujo de calor que un espesor de 1" de hierro forjado. Por lo tanto, es muy importante mantener delgada la capa de condensado, de modo que el flujo de calor esté siempre al máximo, para secar tanto papel como sea posible.

Eliminación del condensado

El condensado se elimina desde el interior de una secadora rotatoria con un sifón, como se ilustra en la **figura 6**. Los dos tipos principales de sifones son:

- Estacionario (voladizo a través del muñón desde el exterior del cilindro secador, no gira con el secador) y
- Rotatorio (fijo a la coraza del secador, gira con el secador).

Todos los sifones modernos requieren cierta cantidad de presión diferencial y vapor de purga para evacuar de manera adecuada los gases condensados y no condensados (aire). El vapor de purga se define como el vapor que se "sopla a través" del secador, sin condensar y por lo tanto sin ceder su calor latente. Para un conjunto determinado de condiciones, siempre existe cierta relación entre la presión diferencial y la cantidad de vapor de purga.

El índice de condensado deberá estar equilibrado con la cantidad del flujo de vapor de "purga". Normalmente, el vapor de "purga" se reutiliza en los cilindros de baja temperatura.

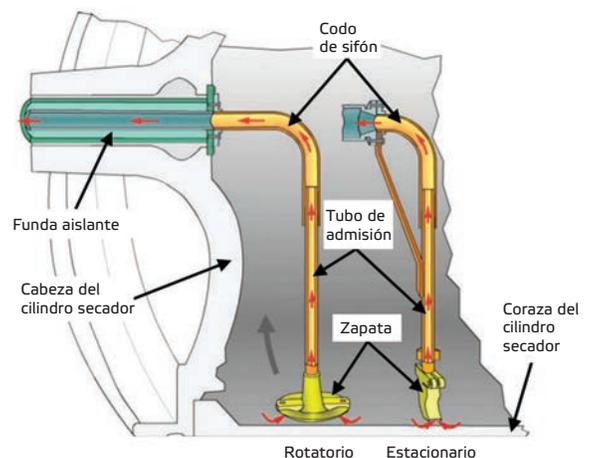


Figura 6. Un sifón rotatorio (izquierda) o estacionario (derecha) elimina el condensado desde la superficie interior de la coraza del cilindro secador.

Las características de la presión diferencial contra el flujo de purga determinan el diseño del sistema de vapor y condensados, y dependen mucho del tipo de sifón que se utiliza. Por lo tanto, es muy importante mantener delgada la capa de condensado, de modo que el flujo de calor esté siempre al máximo, para secar tanto papel como sea posible.

Diseño y mantenimiento del sistema de vapor y condensados

El diseño del sistema de vapor y condensado se basa en el peso de la hoja de papel y la configuración original de la máquina. Los componentes principales se ilustran en la **figura 7**.

Lado del vapor

- Válvula principal de vapor
- Grupos y cilindros de secado
- Tubería de vapor
- Válvulas de control y manual
- Condensador de ruptura e intercambiadores de calor

Sistema de control

- Control de presión y temperatura
- Medidores de flujo
- Indicadores locales
- Trampas de vapor

Lado del condensado

- Tubería de condensados
- Tanques de condensados
- Tanque principal de condensados
- Bombas de condensados
- Bombas de vacío

Sistema de control

- Transmisores de presión, temperatura y nivel
- Medidores de flujo
- Gafas
- Indicadores locales
- Trampas de condensado y aire

Figura 7. Componentes principales de un sistema de vapor y condensados

Sistema de cascada

En este punto, es mejor describir el sistema de cascada como un todo, antes de revisar los distintos componentes. La **figura 8** ilustra el principio del sistema de cascada y los flujos de vapor, condensado y agua.

El calor fresco y ligeramente sobrecalentado se abastece a los grupos del secador. La presión del vapor se controla en cada grupo. Luego, el vapor se condensa parcialmente dentro de los cilindros. La energía liberada se transfiere a través de la coraza del cilindro al papel. El vapor y el condensado de purga se eliminan de los cilindros de secador hacia los tanques de condensado. El vapor de purga y flujo se alimenta a los grupos de baja presión. El condensado se recolecta en el tanque principal de condensados y se bombea de regreso a la caldera.

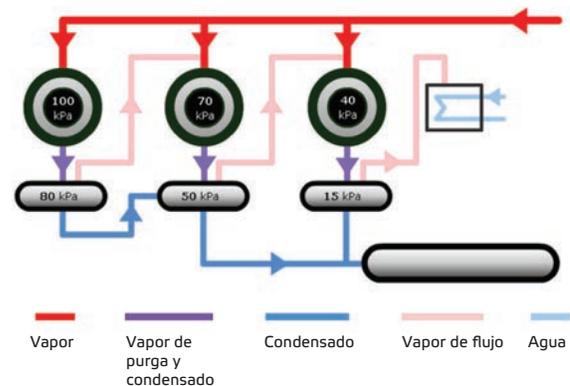


Figura 8. El principio de un sistema de cascada: el vapor de alta presión se reutiliza en los grupos de baja presión

La diferencia de presión entre el vapor y el lado de condensado se controla en dos pasos. El control grueso se realiza con las placas de orificios colocadas en todos los tubos de condensados. Después de las placas del orificio, la presión del lado del condensado es 20 kPa menor que del lado del vapor. El control fino se realiza con válvulas de control de la presión diferencial en los tanques de condensados.

Las placas de orificios tienen dimensiones para reducir la presión en 20 kPa. Restringen el vapor de purga a un valor entre el 10% y el 15% del volumen de abasto, al tiempo que permiten un flujo libre de condensados.

La presión de vapor debe controlarse con todo cuidado durante las pausas de las hojas. La **figura 9** demuestra la forma en que el punto de ajuste de vapor y el valor real de la presión se controlan durante una pausa de hojas.

Circuito del termostato

El circuito del termostato (Figura 10) recircula el vapor de purga en un grupo de secadores. Bajo condiciones normales de operación, se recircula todo el flujo de purga, excepto una pequeña purga para prevenir la acumulación de no condensables. Durante el calentamiento, se apaga el termostato a fin de purgar el aire del sistema.

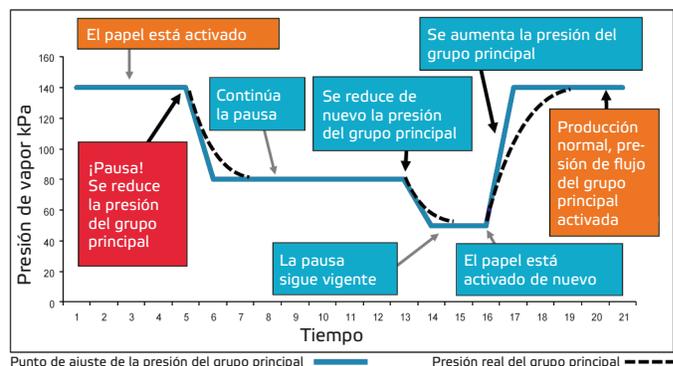


Figura 9. Control de la presión de vapor durante una pausa de papel

La eliminación de condensados se controla mediante el control automatizado de purga (ABC, por sus siglas en inglés) o el control de velocidad de vapor de purga en vez de hacerlo con el control convencional de presión diferencial. Los grupos de vapor pueden controlarse de manera independiente entre sí. Se elimina el riesgo de inundar los secadores. Los controles son sencillos y se ajustan una sola vez; hay poca necesidad de intervención del operario. El ABC también funciona en los sistemas de cascada.

La carga de condensación cae de manera considerable cuando no hay hoja; por lo tanto, es necesario un condensador de ventilación para mantener el drenaje en los secadores sin la hoja (se necesitan especialmente con sifones rotatorios). En la **figura 10**, los últimos dos grupos de secadores (derecha) están arriba y abajo: para el control del rizado.

El termocompresor (**Figura 11**) recomprime y vuelve a presurizar el vapor. Hace que un grupo de secadores sea completamente independiente de cualquier otro grupo, opuesto al sistema de cascada que vaya de manera sucesiva de los sistemas de alta a baja presión. (Nota: todos los secadores Yankee son termocompresores, porque no hay lugar adónde llevar el vapor después del Yankee; es decir, no es posible utilizar secadores de presión más baja para utilizar el vapor en un arreglo de cascada.

Caja de vapor

Una caja de vapor que funcione bien es necesaria para un contenido de mayor sequedad del papel después de la prensa, reducir el consumo de vapor y mejorar operatividad. La caja de vapor calienta la malla mediante la inyección de vapor en la hoja (**figura 12**). Después, cuando la hoja va al corte, mejora el contenido en seco (es decir, el efecto de prensa) debido a la disminución de la viscosidad del agua. Esto facilita el que el agua abandone la hoja; por lo tanto, la hoja está más seca luego de salir del corte.

Los perfiles se mejoran debido al flujo de vapor en zonas de 3 pulgadas (por ejemplo, IQSteamPro de Valmet), lo cual permite la operación a un mayor nivel de humedad en la bobina. Una mejora de 1% a 2% de humedad en la bobina permite al fabricante vender más agua en la hoja, en vez de fibra, por ejemplo. La temperatura de la malla que entra a los secadores aumenta, lo que permite al operador aumentar la presión y temperatura del vapor en los secadores, sin recoger fibra.

Si el perfil es lo bastante bueno -es decir, plano (se obtiene con un buen sistema de control como IQSteamPro), el 2 sigma es menor y la uniformidad es mayor. En este caso, los clientes tenderán a aceptar 0.5% a 1% de más humedad en el producto final que sale del planta del papel.

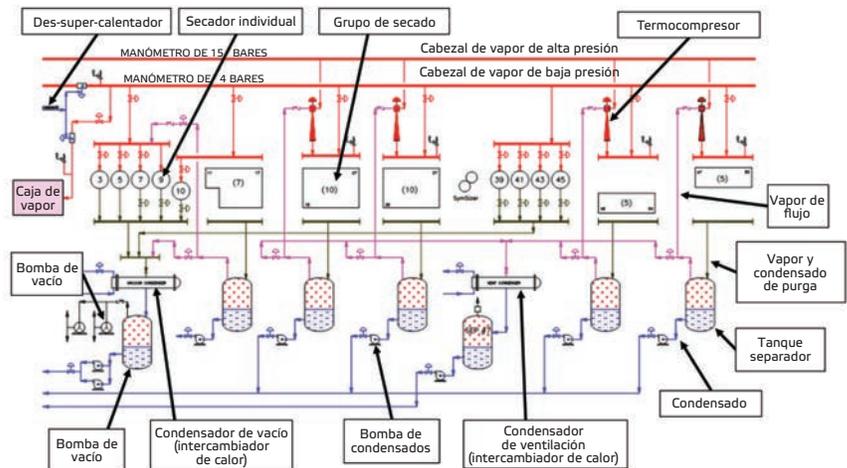


Figura 10. Diagrama de flujo para un sistema de vapor y condensados del termocompresor

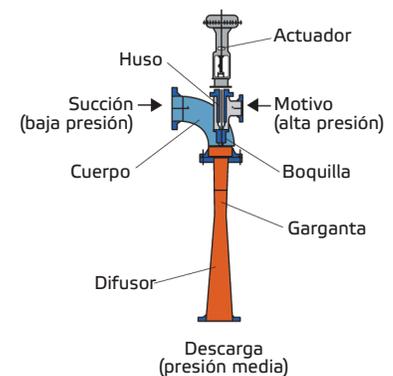


Figura 11. El circuito del termocompresor recircula el vapor de purga en un grupo de secadores.

Elevar la temperatura de la hoja mediante vapor

- Vapor condensado en la malla antes del corte
- Disminuye la viscosidad y la tensión superficial del agua
- Se suavizan las fibras de la malla
- Se reducen las cargas hidráulicas y las fuerzas capilares.
- Aumenta la compresibilidad de la malla, disminuye el efecto de resorte (springback).

Deshidratación mejorada del corte

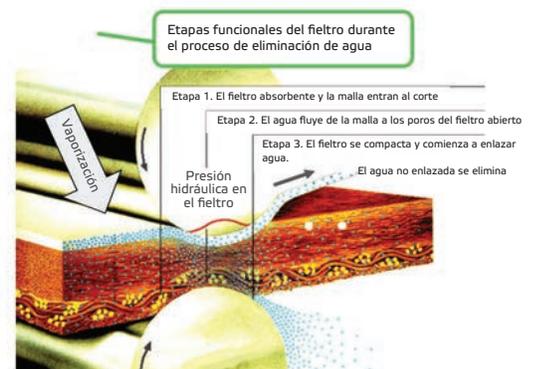


Figura 12. Principio de operación de la caja de vapor (IQSteamPro)

En general, al elevar la temperatura de la hoja de 10° C a 14° C en la sección de prensa mejorará la sequedad de la hoja en un 1%, lo que lleva a una mayor producción o a una disminución comparable de 3% a 4% en el consumo de vapor en la sección del secador (TAPPI TIS 0404-22). Un aumento de un punto porcentual en el contenido seco de la malla después de la prensa reduce en 4% el consumo de vapor en la sección del secador, lo que disminuye la energía de calor utilizada para fabricar una tonelada de papel en 80 a 176 MJ aproximadamente. Por ejemplo, un contenido seco de malla 3% mayor después de la prensa permite un aumento de hasta 200 m/minuto en la velocidad de producción de la máquina papelera. Estos beneficios sólo pueden lograrse si la caja de vapor opera de manera correcta y sin problemas. Valmet proporciona procesos de la caja de vapor y servicios de prueba de condiciones para todas las marcas de cajas de vapor.

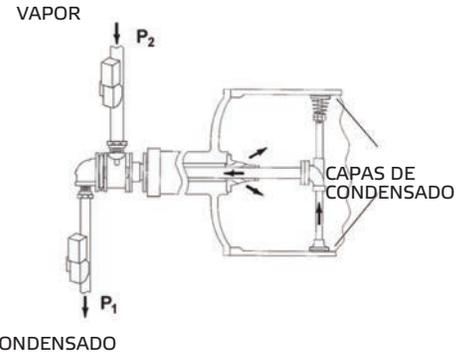


Figura 13. El ensamble del sifón del secador (rotatorio), dentro del cilindro, con las tuberías de entrada y de salida

Componentes del sistema de vapor y condensados

Sifones y juntas

Como se ilustra en las Figuras 6 y 13, el cilindro de secado incorpora ciertos elementos de drenaje: juntas y sifones. El sifón puede ser estacionario o rotatorio.

Las presiones y diferenciales de vapor cambian en tanto el papel recorre la sección de secado. Las presiones y diferenciales aproximados típicos en cada grupo de secador para una máquina que funciona a 1200 m/minuto (4000 pies/minuto) se ilustran en la Tabla 1.

Grupo

	1	2	3	4
Cabezal de entrada P2, bares (psi)				
Estacionario	0.4 (5.7)	1.1 (16.4)	1.9 (27.4)	2.6 (37.8)
Rotatorio	0.8 (11.6)	2.0 (28.3)	3.1 (45.0)	4.2 (61.6)
Cabezal de salida P1, bares (psi)				
Estacionario	0 (0)	0.7 (10.7)	1.5 (21.5)	2.2 (32.2)
Rotatorio	0 (0)	1.1 (16.7)	2.3 (33.4)	3.4 (50.0)
Presión diferencial P2 – P1				
Estacionario	0.4 (5.7)	0.4 (5.7)	0.4 (5.7)	0.4 (5.7)
Rotatorio	0.8 (11.6)	0.8 (11.6)	0.8 (11.6)	0.8 (11.6)
Velocidad de la máquina = 1200 m/minuto (4000 pies/minuto)				
Carga de condensación = 4400 lb/h				

Tabla 1. Presiones y diferenciales típicos de vapor en los cuatro grupos de secador de una máquina

Sifón rotatorio vs. estacionario

Un steamfit/sifón puede operar con un sifón estacionario o rotatorio. Como se esperaba, el sifón estacionario permanece en su lugar en tanto que el cilindro secador gira. Por lo general, el extremo de admisión del sifón (la 'zapata') se extiende en un surco en la coraza del secador, desde la que se extiende el condensado que recubre la superficie interior de la coraza. Por otro lado, un sifón rotatorio gira con el cilindro secador. Una zapata de sifón rotatorio se mantiene en contacto directo con la superficie interna de la coraza del secador. Existen patas para mantener el claro en la coraza. Puede fijarse con pernos al secador, o bien mantenerse en su sitio con un resorte.

El sifón rotatorio requiere una importante presión diferencial a fin de sacar el condensado de la superficie interna de la cubierta hacia y dentro de la tubería del sifón. Un sifón estacionario puede utilizar una zapata con forma de cuchara, que lo ayudará a sacar el condensado hacia el tubo del sifón en tanto éste rota en torno a la coraza, lo que requiere menos presión diferencial para extraer el condensado.

Sifón estacionario	Sifón rotatorio
La diferencia de presión es necesaria para la operación.	
Condensado en forma de estanque	
Eliminación continua del condensado	Purga de vapor cuando el sifón está fuera del estanque
Condensado en forma de recubrimiento	
Índice más pequeño de purga: 12%	Índice mayor de purga: 25%... 30%
Los secadores se detienen mientras el vapor avanza	
Eliminación normal del condensado	Acumulación de vapor de purga y condensados en el secador, a menos que el sifón esté colocado en el fondo
Corrida normal inmediatamente después del arranque	El condensado requiere tiempo para ponerse en equilibrio

Figura 14. Características de los sifones estacionarios contra rotatorios

Por lo tanto, un sifón estacionario requerirá menos vapor para operar de manera eficaz. Potencialmente, esto representa importantes ahorros en costos, como se observa en el ejemplo siguiente.

Sifón rotatorio: purga 20%

- 40 secadores * 0.2 * 350 kg/cilindro * 8000 horas/año * 8.4 EUR/ton = 188,160 EUR/año

Sifón estacionario: purga 10%

- 40 secadores * 0.1 * 350 kg/cilindro * 8000 horas/año * 8.4 EUR/ton = 94,080 EUR/año

La diferencia de 94,080 euros al año da una ventaja definitiva al sifón estacionario (observe que esto no aplica del todo, dependiendo de lo eficiente que sea el sistema de vapor existente).

Existen otras diferencias fundamentales entre los sifones estacionario y rotatorio que se basan en su construcción, instrumentación y operación. Éstas se ilustran en la **Figura 15**.

Válvulas

Debido a las elevadas temperaturas, en este proceso se utilizan válvulas con asiento metálico. Las válvulas utilizadas deben proporcionar ciertos niveles mínimos de ajuste. Las válvulas de vapor deben cerrarse durante las pausas de la hoja, o bien por otras razones de paro breve. La elevada temperatura en los secadores puede dañar las telas cuando los secadores no están en operación. Las válvulas con fuga pueden causar que los secadores se inunden con condensados, lo que perjudica el reinicio y provoca problemas a los impulsores de la máquina.

Las válvulas en un sistema de vapor necesitan cerrarse o abrirse en caso de falla durante los cortes de energía, para proteger el sistema dependiendo del lugar donde se utilicen. Las válvulas utilizan actuadores con resorte para abrir o para cerrar, a fin de asegurar que el sistema está protegido.

En general, las válvulas de mariposa se utilizan para caídas de baja presión y condiciones en las que el corte de la válvula no es demasiado elevado, ya que se trata de una válvula muy eficaz desde el punto de vista de los costos. Cuando se requieren paros mayores y caídas medias de presión, las válvulas segmentadas de bola son la opción eficaz en cuanto a costos, con un gran desempeño. Las caídas mayores de presión y aplicaciones de servicio severo se mueven hacia la serie de válvulas Finetrol y de globo rotatorio. Las válvulas de bola segmentada, Finetrol y de bola rotatoria tienen la opción de atenuación de ruido Q-Trim para las aplicaciones en las que el ruido del flujo destruiría la válvula.

El peso de base y el consumo de vapor de las máquinas de cartón deben modificarse con frecuencia en incrementos grandes, durante la operación. Las válvulas que se utilizan para propósitos de control deben proporcionar una buena capacidad de control (rango). Por lo general se utilizan válvulas de tipo de segmento en forma de V (calcular la generación de ruido en el caso de presiones elevadas). Por lo general se utilizan Q-Trims.

Tanque de condensados

Las principales funciones del tanque de condensados son: Separar el vapor de purga y el condensado que se reciben de los grupos de secadores, para bombear el condensado al principal tanque de condensados, y guiar el vapor de purga y de flujo a un termocompresor, grupo de cascada o condensador de vapor residual.

La **Figura LL** muestra un tanque de condensados en operación, al tiempo que funciona con normalidad. Durante la operación normal, el vapor y el condensado fluyen desde los grupos de vapor hacia el tanque de condensados.

VENTAJAS del sifón rotatorio

- Firme y mecánicamente resistente, con el dimensionamiento y la instalación correctos.
- Posicionamiento libre en la dirección transversal del secador
- Es posible ubicarlo entre barras del secador
- No requiere un surco de condensado
- Soporte más ligero y sencillo

DESVENTAJAS del sifón rotatorio

- El requerimiento de presión diferencial y de vapor de purga dependen de la velocidad de la máquina
- Por lo general no se adaptan bien a un sistema de vapor en cascada, en especial si la presión de vapor disponible es baja (el rango de ajuste para la capacidad de secado permanece reducido)
- No es adecuado para las nuevas máquinas de alta velocidad
- La eliminación de condensados no está en operación cuando la máquina está parada, a menos que los sifones estén colocados en el fondo (en los secadores impulsados por tela, los sifones no mantienen la misma posición).
- La descarga de residuos de agua no siempre es posible mientras la máquina se encuentra en operación
- Varios tamaños de sifón para una máquina (2 a 3 tamaños diferentes)

Figura 15. Ventajas y desventajas de los sifones rotatorios (contra los estacionarios)

Una bomba de condensados funciona con las válvulas manuales abiertas. La bomba de condensados de emergencia se detiene y las válvulas de mano se abren. El condensado se bombea al tanque principal de condensados, con un nivel de éstos entre 20% y 80%. El controlador de nivel de condensado está en modo automático y el controlador de nivel controla las válvulas. El vapor de purga de los grupos de vapor y el vapor de flujo en el tanque de condensado se dirigen hacia un grupo de vapor con una presión menor o un termocompresor para recircular dentro del mismo grupo.

Durante una situación de corte de hoja o de calentamiento, fluye menos condensado al tanque. De lo contrario, la situación será más o menos la misma que durante un funcionamiento normal. Luego de un paro prolongado, es preciso vaciar los tanques para eliminar la suciedad del sistema y las válvulas de eliminación deben verificarse y cerrarse, si se encuentran abiertas.

Los principales objetivos del control de nivel del tanque de condensados son: asegurar un espacio suficiente para el flujo de purga y la creación de vapor de flujo, así como permitir variaciones normales en el flujo del condensado. El nivel se mide con un indicador y se controla con una válvula de salida, de recirculación y bombas de condensados. Cuando el nivel es elevado, se cierra la válvula de recirculación, se abre la válvula de salida y las bombas están en funcionamiento. Cuando el nivel es bajo, se abre la válvula de recirculación, se cierra la válvula de salida y las bombas se detienen.



Figura 16. Tanque de condensados durante una situación de funcionamiento normal

Intercambiador de calor residual

El propósito del intercambiador de calor residual es triple: condensar el vapor de flujo que no se utiliza para calentar cilindros, mantener la diferencia de presión entre el primer grupo de vapor y el tanque de condensados (es posible crear el vacío para la operación de baja presión cuando el vapor se condensa en condensado) y trabajar como rompedor del condensador de vapor cuando éste no está encendido.

La circulación del agua de enfriamiento condensa el vapor. La temperatura del agua controla la circulación de ésta, para mantener presión o vacío suficientes. Si no se alcanza el punto de ajuste de la diferencia de presión, la válvula de agua de enfriamiento aumentará o disminuirá el flujo, para lograr dicho requerimiento. La temperatura del agua de enfriamiento debe ser aproximadamente 20° menor que la temperatura del condensado.

Bomba de vacío

La función principal de la bomba de vacío en un sistema de vapor y condensado consiste en eliminar el aire del sistema y permitir que el intercambiador de calor cree el nivel necesario de vacío. La válvula de ruptura controla el nivel de vacío.

Simulación de vapor y condensados – Steamux

La **Figura 17** muestra el consumo típico de vapor de una máquina de papel fino. Valmet desarrolló una herramienta de software para dimensionar el sistema de vapor y condensados de una máquina nueva. El programa, llamado Steamux, también se utiliza para verificar la capacidad e identificar cuellos de botella en las máquinas existentes. Por lo tanto, Steamux puede guiar el redimensionamiento del equipo de una

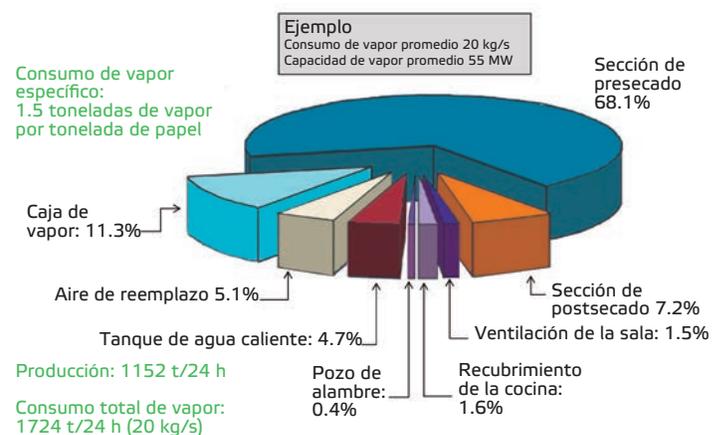


Figura 17. Consumo típico de vapor de una máquina de papel fino

máquina existente, incluyendo las bombas de condensado, los intercambiadores de calor, las válvulas de control y la tubería. Las **Figuras 18 y 19** son ejemplos de las simulaciones que Steamux puede proporcionar.

Mantenimiento de los sistemas de aire, vapor y condensados

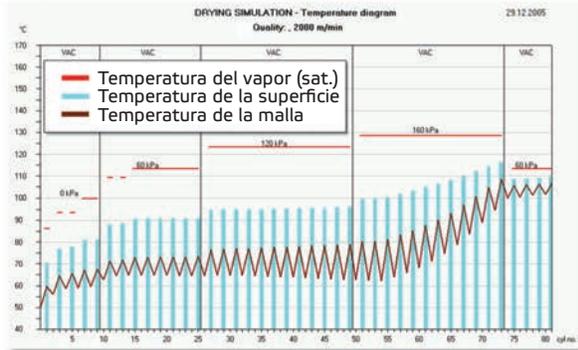


Figura 18. Simulación Steamux - diagrama de temperaturas



Figura 19. Simulación Steamux - diagrama de evaporación

Los siguientes lineamientos representan las acciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse cada año. Por lo general, el servicio anual para el equipo de calefacción y ventilación se realiza durante los meses de verano, cuando se requiere poco o ningún calentamiento del aire de entrada. Esto garantiza que el equipo se encuentre en buenas condiciones de trabajo para la siguiente temporada de calor.

Verificar por completo las condiciones y operación de todos los componentes del sistema de control. Dar servicio regular a estos componentes: filtro de aire de los instrumentos (reemplazar el cartucho del filtro), válvulas reguladoras de presión, medidores de presión de aire de los instrumentos, controlador de temperatura (verificar y calibrar), válvulas solenoides, operadores de compuertas (verificar y calibrar), válvula de vapor (verificar y calibrar), tubos y uniones de aire, cableado y conexiones eléctricas.

Verificar por completo las condiciones y operación de todos los componentes del sistema de tubería de vapor y condensados. Dar servicio regular a estos componentes: válvulas de compuerta y de cierre, coladores, válvulas de retención, aislamiento de la tubería, tubos y uniones, soportes de tubería, rompedores de vacío, trampas de vapor.

Verificar las condiciones del sistema completo de ductos. Los ductos rotos o corroídos deben repararse o reemplazarse. De ser necesario, debe equilibrarse de nuevo el sistema de distribución.

Verificar las condiciones de los soportes de ductos, y repararlos en donde se requiera.

Productos y servicios de vapor y condensados de Valmet

Desde 1961, Valmet ha desarrollado de manera activa productos para sistemas de aire en Norteamérica. Esto continuó en el año 2000, mediante la adquisición de la tecnología y muchos de los ingenieros de Beloit. El resultado de esta mezcla de la experiencia de Valmet, Enerdry y Beloit es una cantidad de productos y servicios bien concebidos e instrumentados con gran cuidado, para hacer que las líneas de pulpa, cartón, papel y papel tisú funcionen de manera eficiente y económica.

Auditorías del sistema de vapor y condensados

Las avanzadas soluciones de deshidratación y secado de Valmet se proponen mejorar la calidad del papel y ayudar a mejorar la operatividad, la capacidad, el consumo de energía, la calidad de la economía de calor y la velocidad de la línea de producción. El alcance de la mejora puede definirse de manera exacta mediante una encuesta personalizada de deshidratación y secado.

Estar consciente de las condiciones de operación, al tiempo que se ahorra tiempo y dinero, son los temas “calientes” en el mantenimiento de los sistemas multi-cilindros y de secadora Yankee. Estos sistemas se benefician de las auditorías regulares para vigilar el desempeño.

Por desgracia, con el tiempo, todos los componentes del sistema experimentarán degradación en sus condiciones y desempeño. Sólo las inspecciones regulares pueden mantenerlo consciente de las condiciones de operación de su sistema de vapor y condensados Yankee de multi-cilindros. Algunos de los indicios potenciales de problemas que es posible detectar en las inspecciones internas incluyen: ajustes de controles y puntos de ajuste inadecuados, uso excesivo de energía, erosión de vapor, fugas de vapor, corrosión, problemas de secado y operación insegura.

La detección temprana de estos problemas y muchos otros puede representar tremendos ahorros en tiempo y dinero, e incluso podría impedir que el personal de operación sufra daños. Valmet posee el personal y equipo necesarios para inspeccionar con rapidez y precisión la operación de su sistema de vapor del secador, y brindarle un análisis detallado.

Los beneficios de una auditoría de sistemas son muchos, e incluyen: mejor productividad con una inversión limitada; menor costo por tonelada producida; una forma más sistemática para desarrollar operaciones, procesos y equipo; soporte de largo plazo por parte de un proveedor confiable de maquinaria y procesos; y la asistencia especializada inmediata que se requiera.

Una auditoría típica debe incluir por lo menos las siguientes acciones: inspección de un sistema externo de vapor y condensados, verificación de la operación, cálculos de procesos del sistema, mediciones de temperatura y detección de problemas específicos.

Partes y kits de refacciones de steamfits y sifones

Los ensambles dúplex de fuelles, simplex de servicio continuo y dúplex de steamfit y sifón que reciben un mantenimiento adecuado tienen como resultado un tiempo de secado más productivo, y reducen de manera considerable el tiempo de paro para cambios de carbones y otras actividades comunes de mantenimiento.

Steamfits y sifones dúplex de fuelle

El steamfit dúplex de fuelle Beloit con sifón giratorio se introdujo a principios de la década de 1960, para su uso con secciones de secadores de engranes internos. Es posible demostrar su éxito mediante el hecho de que existen literalmente docenas de máquinas que hoy en día utilizan estos ensambles steamfit/sifón. Es posible asegurar su éxito continuado con las partes de reemplazo o actualización OEM de Valmet.

Las partes usuales de los steamfit/sifones dúplex de fuelle que requerirán reemplazo debido al desgaste normal o al daño operacional se observan en la **figura 20**. Los carbones, soportes de carbones, fuelles, resortes y anillos de empaque son las partes consumibles normales que se reemplazan con mayor frecuencia. Las otras partes desglosadas que se ilustran son igualmente importantes para el desempeño del ensamble steamfit/sifón como un todo. También requerirán reemplazo ocasional; por lo tanto, es preciso inspeccionarlas según se requiera al reemplazar las partes consumibles normales.

La tarea de mantenimiento de los steamfits puede simplificarse al adquirir partes consumibles preensambladas y normales,

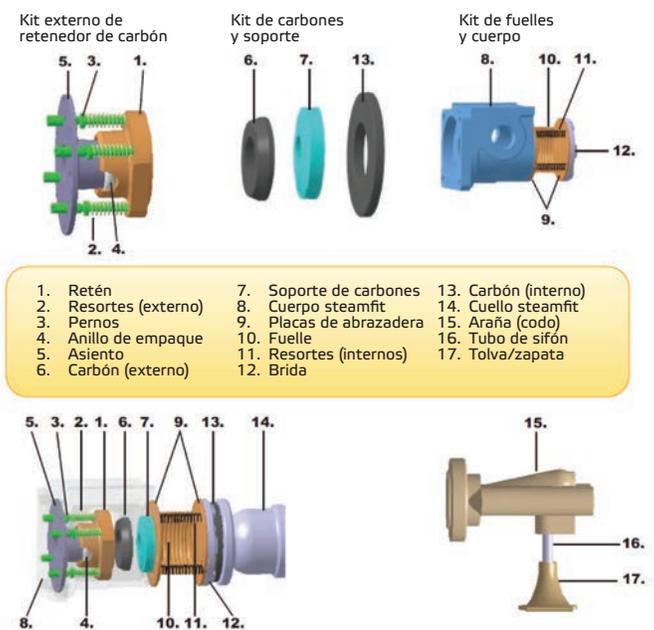


Figura 20. Partes recomendadas de reemplazo y kits de refacciones para el steamfit/sifón dúplex de fuelle

como kits de partes de mantenimiento. Los kits que se ilustran en la **figura 20** no sólo ahorrarán tiempo de mantenimiento, sino que además asegurarán que usted cuente con las partes correctas cuando las requiera.

Steamfits y sifones simple y dúplex de servicio continuo (CS, por sus siglas en inglés)

Muchas veces olvidados debido a sus remotas ubicaciones, los ensambles de steamfit/sifón simple y dúplex Beloit CS se convierten en componentes críticos desde el punto de vista del reemplazo de partes, absolutamente críticos para las operaciones interrumpidas. La **figura 21** ilustra las partes recomendadas de reemplazo para el steamfit y sifón dúplex CS.

La ilustración incluye las refacciones recomendadas para un sifón simple CS rotatorio o estacionario (**figura 21**, izquierda), así como el codo convencional de hierro forjado del sifón (**figura 21**, derecha). Este codo de sifón de hierro forjado de estilo antiguo, si se utiliza con ciertos arreglos de sifón rotatorio, puede cambiarse al nuevo tubo

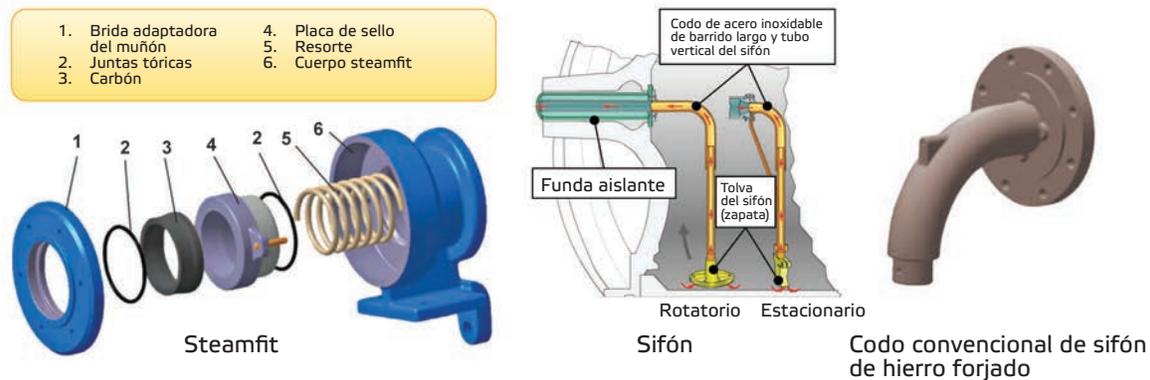


Figura 21. Partes recomendadas de reemplazo para el steamfit y sifón dúplex CS, y el codo tradicional de hierro forjado

de sifón vertical y codo de acero inoxidable de largo alcance “de cambio rápido” (**figura 21**, centro). La conversión reducirá la mano de obra y el tiempo muerto. La cifra a la derecha muestra las partes de reemplazo de los sifones CS dúplex rotatorio (**figura 22**, arriba) y estacionario (**figura 22**, abajo).

Las partes OEM genuinas proporcionan valor. Cada parte se fabrica con base en estrictas especificaciones de dimensiones y materiales, para funcionar como partes originales. Valmet almacena muchas de estas partes de reemplazo de sistemas steamfit.

Unidades de vapor y condensados

Los cilindros secadores pueden estar equipados con unidades DriCombi o DryCompact de Valmet para un abasto de vapor seguro y libre de problemas y una eliminación de condensados a prueba de fugas. El condensado se elimina mediante un sifón estacionario. Su robusto diseño asegura una operación eficiente y libre de vibraciones bajo cualquier condición.

La primera junta de vapor sin fuelle de Valmet entró en operación en 1990. La primera máquina nueva equipada con juntas de vapor Valmet sin fuelle empezó a operar en noviembre de 1992. El mismo diseño de juntas está también disponible para el abasto y drenaje de agua. Hoy en día, Valmet tiene aproximadamente 2,000 referencias en todo el mundo. Las juntas de vapor y condensados con sifones estacionarios se utilizan en máquinas que operan entre 300 y 2100 metros por minuto, y pueden utilizarse con presiones de vapor de hasta 11 bares (las tres clases de presión).

Primero, el vapor va hacia la junta de éste a través de la entrada (**figura 23**). A continuación, este vapor fluye a través de los agujeros en el tubo de vapor al espacio abierto entre los tubos de vapor y de condensados. Desde allí fluye hasta que se expande en el secador, donde libera su energía térmica y se condensa como agua. Este condensado se elimina con un sifón desde un surco de condensados. El condensado fluye a través de la tubería de sifón y de

condensados fuera del secador. Por último, podemos ver al condensado escapar del secador si lo observamos en el indicador de flujo.

Como podemos ver en la **figura 23**, la energía térmica se dirige al secador a través del muñón. Esto provoca una carga térmica en el muñón y en especial en el rodamiento, cuando se calienta el secador (durante el arranque). Es en ese punto en donde los rodamientos pueden sufrir daños graves si los secadores se calientan con demasiada rapidez.

El lado izquierdo de la **Figura 23** muestra el funcionamiento de la junta de vapor en condiciones normales de operación. El muñón del secador (que se ilustra en rojo) gira, al igual que la contrabrida unida al mismo.

La otra parte del sello de la junta de vapor, el anillo de carbón (en amarillo), se sostiene en su sitio mediante un retén del pistón y, por lo tanto, permanece estacionaria.

La presión entre la contrabrida y el anillo de carbón se crea con resortes helicoidales y la presión del vapor en el secador.

Cuando aumenta la presión de vapor, se crea más presión de sellado, debido a que el vapor tiene un acceso detrás del pistón dentro de la junta. Esto ayuda a que el sello se mantenga en su lugar, ya que mientras más presión haya en el secador, se requiere más presión de sellado.

Con este tipo de arreglo, siempre hay por lo menos un nivel mínimo de presión entre los elementos de sellado. Esto se crea con los resortes. También se necesita presión de sellado cuando la presión del vapor es baja o nula, a fin de que el carbón selle. Por ejemplo, si un secador funciona debajo de la presión atmosférica de vapor.

Unidad de vapor y condensados DriCombi

DriCombi (**figura 24**), equipado con un sífon estacionario, transmite vapor al cilindro de secado y elimina el condensado con eficiencia, al tiempo que requiere poco mantenimiento. Ésta es la mayor de dos juntas de vapor; por lo general se encuentra en las máquinas nuevas. Está equipada con rodamientos CARB, resortes múltiples, tubos con el máximo diámetro externo y anillo de carbón de segmento.

La unidad proporciona la eliminación eficiente de las fugas de vapor y de aire, y no es sensible a las vibraciones. El vapor (**figura 24**, flechas rojas) fluye a través de una conexión de fuente de vapor hacia la junta, desde donde pasa a un tubo de vapor fijo que va al cilindro de secado, donde calienta el secador y se condensa en agua. El condensado (**figura 24**, flechas azules) se succiona hacia un sífon estacionario y se evacúa mediante un tubo de condensados acoplado dentro del tubo de vapor. El condensado pasa por un indicador de flujo que se emplea de manera que sea posible supervisar el índice de eliminación de condensados desde el exterior. Si el índice de flujo del condensado no es normal, el personal de operación observará que hay problemas en el funcionamiento del secador. Existen varias opciones de configuración disponibles, para

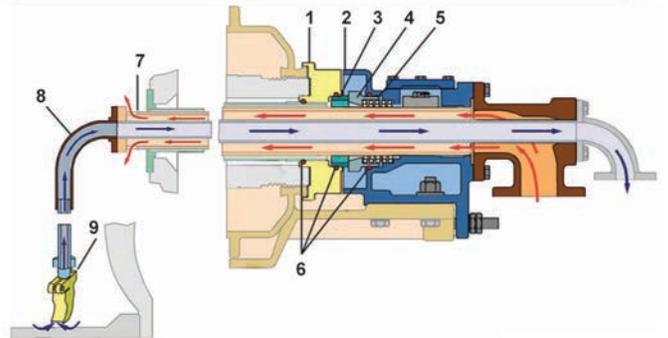
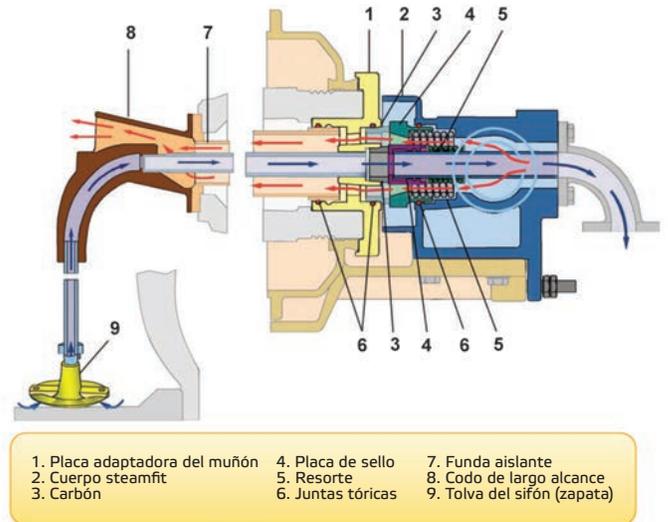


Figura 22. Partes recomendadas de reemplazo para el steamfit dúplex CS con sífon rotatorio (arriba) y estacionario (abajo).

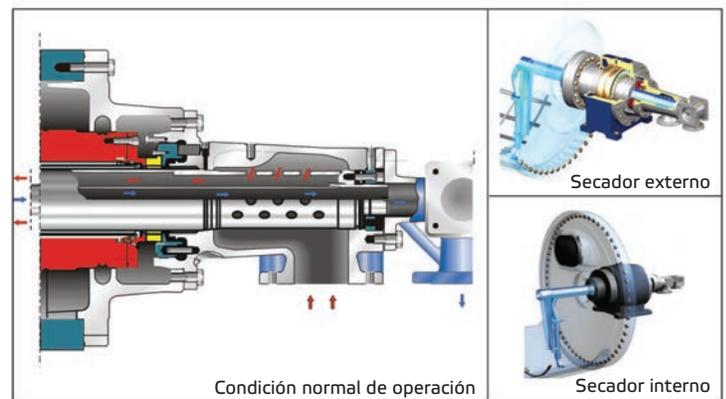


Figura 23. Unidad de vapor y condensados

ajustarse a diferentes necesidades de aplicación: unidad de vapor, de condensados, de vapor y condensados, y junta de agua.

La presión de sellado entre el anillo de carbón y la contrabrida se crea con varios resortes y con presión de vapor en el secador. Las dimensiones con este diseño de junta son mayores que con DriCompact; por lo tanto, los tubos de vapor y de condensados pueden ser más grandes.

DriCombi proporciona las herramientas para optimizar su proceso, con una eliminación constante de condensados y un manejo exacto de las áreas del borde de la malla de papel, gracias a la holgura ajustable del sifón. Existe una eliminación eficaz de las fugas de vapor y de aire a través de sellos nuevos y resistentes, y la eliminación de la vibración a través de un sistema rígido de soporte de sifón. El diseño es fuerte y resistente a la corrosión, y el daño a los rodamientos se impide mediante la funda aislante, que mantiene estable la temperatura del aceite lubricante. Asimismo, es fácil observar la eliminación de condensados y las condiciones del sello de carbón.

Unidad de vapor y condensados DriCompact

La nueva unidad de vapor y condensados de Valmet, DriCompact (figura 25), está diseñada para asegurar una operación libre de problemas con un mínimo de mantenimiento. Equipada además con un sifón estacionario, esta “pequeña” junta de vapor utiliza un resorte grande, tubos con un diámetro exterior más pequeño y anillo de carbón de segmento. Se emplea para realizar modificaciones en la sección del secador y en casos en los que una junta DriCombi, que es más grande, no encaja en la aplicación. DriCompact es más pequeño y compacto que DriCombi, pero puede usarse con las mismas presiones de vapor (hasta 11 bares).

DriCompact funciona de la misma forma que DriCombi, con la excepción de que la presión del sello entre el anillo de carbón y la contrabrida se crea con un solo resorte y con la presión de vapor en el secador. Las dimensiones con este diseño de junta son menores que con DriCombi; por lo tanto, los tubos de vapor y de condensados son más pequeños.

DriCompact tiene muchos otros beneficios además de su función principal, el abasto seguro y libre de problemas de vapor y la eliminación de condensados sin ninguna fuga. El índice de purga de vapor se reduce al mínimo con un sifón estacionario, que es la forma más económica de eliminar condensados. La punta ajustable del sifón permite el control manual de temperatura en las áreas del borde del cilindro, de forma similar a DriCombi.

La instalación y servicio de DriCompact es sencilla, debido a las partes divididas de peso liviano, y a la reducción al mínimo de los requerimientos de mantenimiento. Los demás beneficios de DriCompact son similares a los de DriCombi.

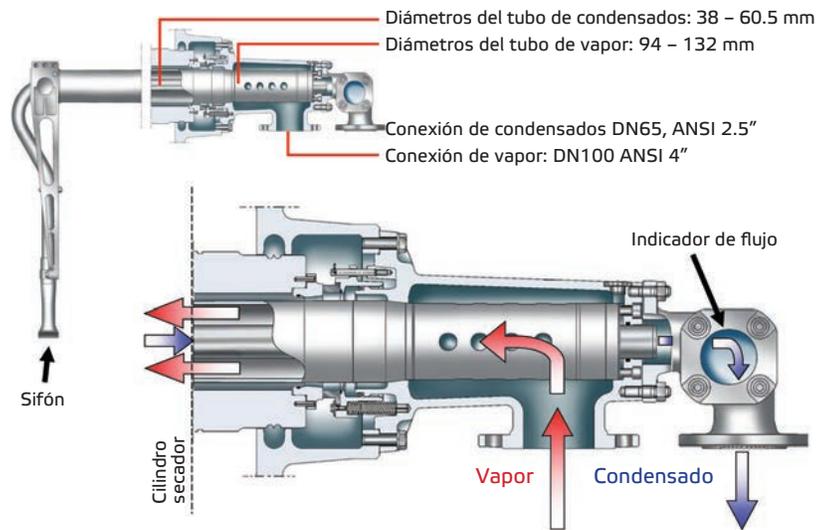


Figura 24. Unidad de vapor y condensados DriCombi

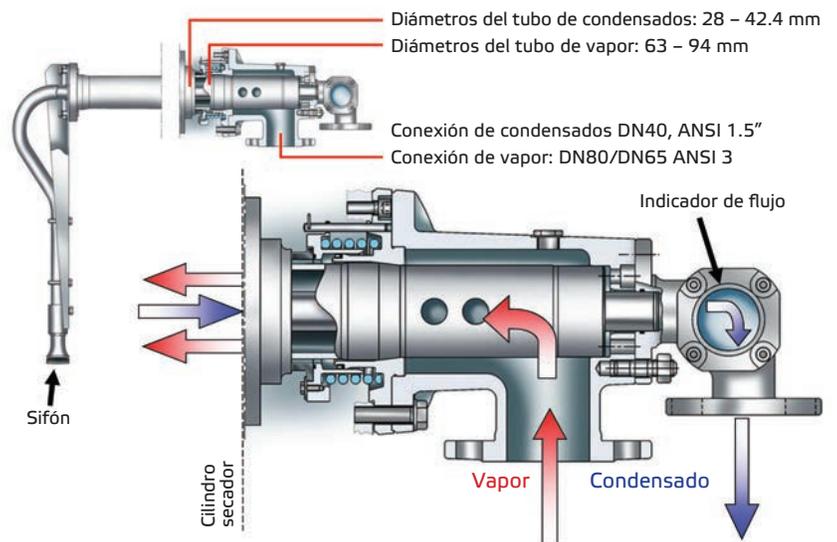


Figura 25. Unidad de vapor y condensados DriCompact

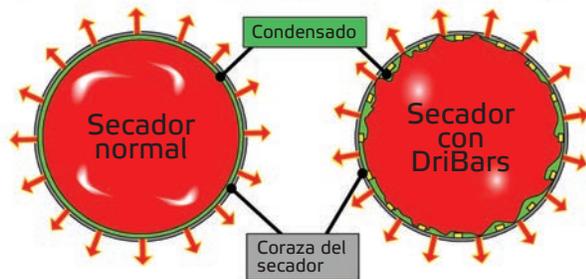
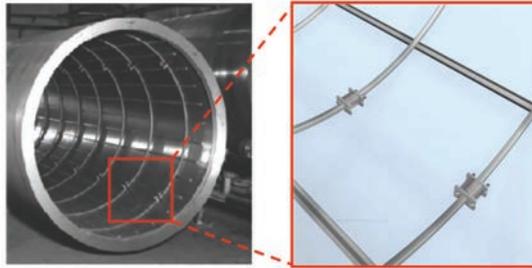


Figura 26. Las DriBars (arriba) rompen el condensado que recubre (abajo a la derecha), proporcionando perfiles de humedad más parejos y aumentando la eficiencia energética

Barras de secado

Las barras secadoras de Valmet, DriBars (figura 26, parte superior) tienen barras de acero bajo en carbono con perfil en forma de U, que se fijan a la superficie interior de la coraza del cilindro mediante el uso de tirantes especiales de soporte diseñados para permitir la expansión térmica. La longitud de las barras está optimizada para proporcionar la temperatura superficial más uniforme posible.

Las DriBars mejoran la transferencia de calor a través de la coraza, al romper la película de condensado que se forma dentro de la coraza del cilindro (figura 26, abajo). Las DriBars mejoran tanto la eficiencia energética de los cilindros secadores como los perfiles de humedad de la hoja mediante temperaturas superficiales más uniformes en el secador (figura 27).

Funda de aislamiento del cilindro secador

La funda aislante (figura 28) se fabrica de acero y se ensambla en un muñón de secador. Allí forma un espacio vacío (aislante) entre la perforación del muñón y el vapor

dentro del secador. Esto reduce la energía térmica que se envía del vapor al muñón (y de allí al rodamiento). La inducción térmica reducida disminuye la expansión térmica del muñón, lo que a su vez reduce las tensiones en el eje interno del rodamiento. Esto también mantiene más baja la temperatura de operación del rodamiento.

Si no se usa una funda aislante, lo común es que se elimine el claro en el rodamiento o las tensiones en el anillo interno aumenten demasiado, lo que provocará daños en el rodamiento. Una funda aislante es una forma sencilla y barata de reducir la probabilidad de fallas en los rodamientos.

La necesidad de un sistema avanzado de control de secado

La sección de secado tiene tres áreas importantes que realizan funciones separadas, pero que también tienen una relación directa entre sí. El vapor en los secadores agrega calor al papel, para crear el potencial de evaporación. Los sistemas de aire del proceso proporcionan el aire templado necesario para la evaporación y eliminan el aire húmedo de la cubierta secadora. Los sistemas de recuperación de calor captan la energía en la salida de la cubierta, para su reutilización en el proceso.

Los sistemas de operatividad desempeñan una importante función en la maximización del uso de la energía en los secadores, ya que mejoran la eficiencia y además son parte de los sistemas de aire del proceso. Los sistemas de vapor y condensados del secador son también parte del proceso de recuperación de calor, mediante sistemas de vapor de flujo y condensados.

En pocas palabras, la sección del secador es el principal usuario de energía en la planta de papel y abarca varios sistemas separados que es preciso coordinar para una operación eficiente. Al mismo tiempo, por lo general la sección de secado es el proceso menos comprendido en el fabrica de papel. Mediante un mejor conocimiento y control del secado

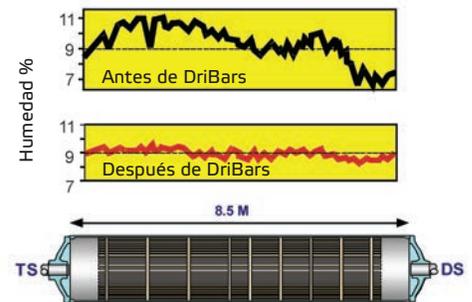


Figura 27. Ejemplo de la mejora con DriBar en los perfiles de humedad de una máquina de papel periódico.

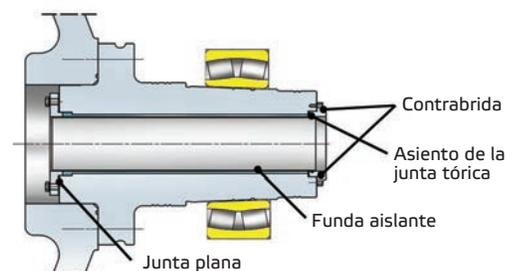


Figura 28. Una funda aislante protege a los rodamientos contra fallas

existe la posibilidad de realizar mejoras energéticas en las áreas de: uso de vapor y de electricidad, y recuperación de calor en el proceso de secado.

Un sistema avanzado de control proporciona la oportunidad de mejora en el control de los sistemas de secado para:

- Optimizar la estrategia de secado
- Mejorar los cambios de grado
- Mejorar el embobinado y la recuperación con lógica de control de corte de hojas.
- Hacer consistentes los inicios de sistemas
- Integrar todos los controles del proceso de secado durante la producción

El potencial adicional de la nueva automatización radica en la simplificación del proceso de control de secado, y en el seguimiento de variables importantes para la evaluación de sistemas y solución de problemas. En resumen, la automatización puede eliminar las conjeturas del control de secado, para una operación consistente y confiable.

Sistema de control DryingMaster, para una sección de secado eficiente

La respuesta de Valmet a la necesidad de una sección de secado eficiente que soporte la operación de la máquina es la suite de control DryingMaster (**figura 29**). Utilizando el conocimiento de procesos y la experiencia en automatización de Valmet, esta suite de control se desarrolló para integrar el control del vapor y condensado de la sección de secado, los sistemas de aire de producción y operatividad, lo que dio como resultado una red dinámica de control de sistemas, para aquellos sistemas que antes se controlaban de manera separada. DryingMaster optimizará el proceso de secado para beneficio de las áreas de:

- Reducción en el uso de energía
- Métodos consistentes de secado
- Mejor operatividad
- Alta eficiencia y productividad
- Ahorros en mano de obra
- Parámetros comparativos de proceso y energía
- Capacidades de diagnóstico remoto

Con los requerimientos de las máquinas modernas, esta nueva automatización se desarrolló para simplificar y hacer más eficiente el control de la sección de secado.

Todas las herramientas correctas en un solo lugar

Con DryingMaster, las plantas tienen la automatización total del proceso de secado. Esto comienza con el arranque del secador automático para los sistemas de vapor y aire. Luego, durante la producción, se optimizan los sistemas para los requerimientos de secado y uso de energía. Durante los trastornos de sistemas y cortes de hojas, es lógico reducir al mínimo el consumo de energía, asegurar que el secador esté listo para el bobinado de hojas en todo momento y reducir al mínimo el tiempo de recuperación del corte de hojas.

Una vigilancia continua de la energía crea las herramientas para comparar el desempeño del secado, y permite determinar qué tan bien funciona el extremo húmedo de la máquina, además de la sección de secado. La variable más importante que es preciso rastrear es la cantidad de trabajo que realizan los secadores, que se ilustra como carga de evaporación. Una vez que se tiene la evaporación, es posible determinar cierto número de variables para el control y desempeño de la sección de secado.



Figura 29. DryingMaster coloca las herramientas adecuadas en un solo lugar, permitiendo al operador dominar el proceso de secado.

Esto abre la puerta a varias oportunidades de determinar qué es necesario hacer para que los sistemas de secado se optimicen para la operación. Conocer cuál es la humedad de la prensa para las condiciones actuales de operación proporciona la información necesaria para hacer que los controles automáticos sean precisos, repetibles y confiables. (Nota: esto se calcula con base en el uso de vapor por parte del secador y se usa con los datos históricos para determinar la evaporación y la humedad de la prensa. En el pasado se usaron las mediciones de humedad de la cubierta y del flujo de salida, pero estos sistemas requieren de mucho mantenimiento para mantenerse calibrados. Así, ahora se emplea el uso del vapor, ya que este sistema es claro y consistente para propósitos de vigilancia).

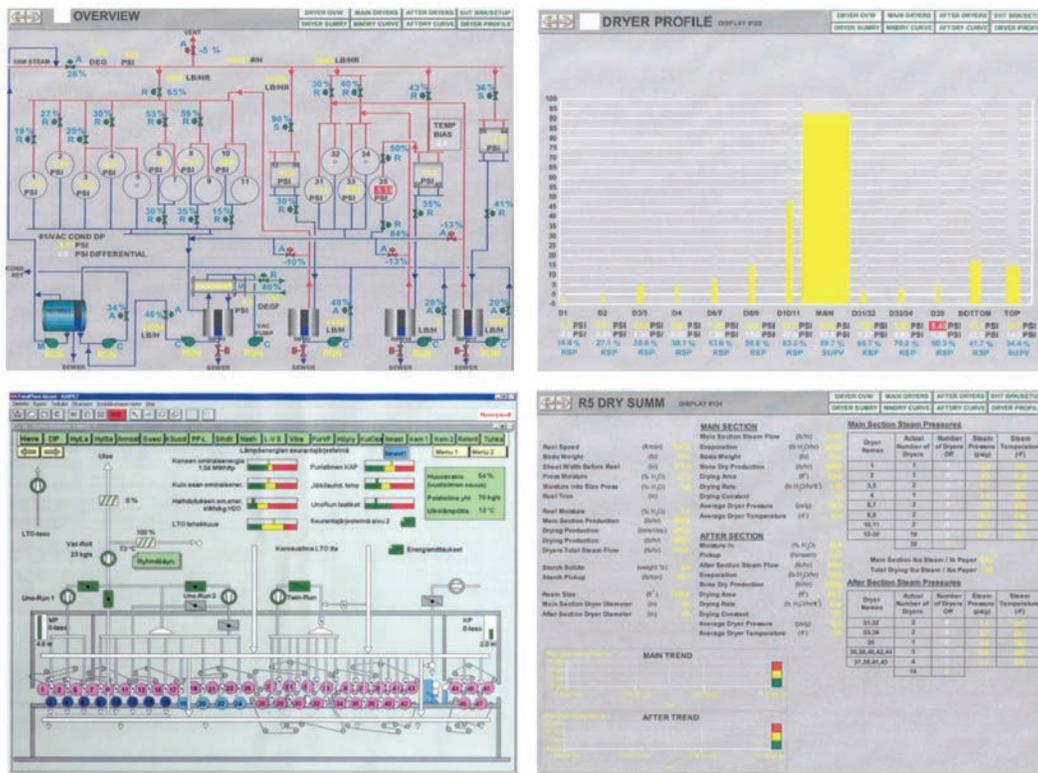
Una de las claves para un buen control del proceso es tener un sistema que sea correcto para la aplicación de los requerimientos. Una buena automatización puede ayudar a un mal arreglo del sistema pero, por sí solo no puede maximizar la eficacia y la eficiencia de dicho sistema.

Con el sistema apropiado instalado, es posible tener el mayor control y potencial de ahorro de energía. Todos los componentes de control deben estar en condiciones de operación adecuadas para que el sistema funcione bien, desde el arranque inicial y en lo sucesivo. Una vez que se establece un parámetro con la funcionalidad del equipo adecuado, la vigilancia del sistema puede proporcionar la información necesaria para poder solucionar las fallas de los componentes.

Comenzar con una buena interfaz de operador

Para simplificar los controles de sistemas, es preciso tener una buena interfaz de operador. La representación gráfica debe ser precisa y mostrar la información requerida de una manera clara y bien comunicada al operador.

DryingMaster utiliza la información medida para calcular las variables importantes del sistema para la vigilancia del control y el desempeño. Con la información calculada, el sistema controla el mantenimiento de las variables necesarias del proceso, que determinan las condiciones de operación. Luego optimiza las variables de control de los sistemas de vapor y aire para un buen secado del papel y un uso eficiente de la energía.



Y agregar herramientas estratégicas

Además de los aspectos energéticos de los controles, también hay capacidades para variar en forma automática la forma en que los sistemas secan el papel, con base en el grado y la producción de la máquina. Esto se realiza con estrategias o curvas de secado, que varían la cantidad de vapor que se utiliza en las diferentes secciones del secador, para los requerimientos de producción y grado. Asimismo, la cubierta se controla para eliminar y proporcionar los volúmenes correctos de aire para cada requerimiento de secado, con los sistemas de operatividad optimizados para funcionalidad y uso de energía.

Otros controles de DryingMaster que contribuyen a un desempeño consistente y ahorros de energía son:

- Secuencias automáticas de arranque y paro, para asegurar prácticas consistentes y seguras de calentamiento.
- Lógica de cambio de corte de hojas, para los sistemas de vapor y aire que mantienen las temperaturas del secador para una buena recuperación del corte, y reduce el uso de energía.
- Cambio de grado, que ajusta de manera automática las presiones de vapor y las rampas de temperatura, con base en el cambio de peso.
- Control automático de ondulación, que ajusta de manera automática las presiones de secado de arriba hacia abajo, con base en los requerimientos de ondulación y secado.
- Presión diferencial automática y/o control de purga con base en el desempeño del sifón, para la administración de energía y un drenaje confiable del secador.
- Lógica anti-estrangulamiento de los termostatos en donde se requiera, para asegurar una operación eficiente del sistema.
- Para el extremo húmedo y la guía a los post secadores, es posible ajustar el aumento en la presión de vapor de manera automática para el peso o grado de base, que libera a los operadores de tener que realizar este ajuste para los cambios de grado.
- Modo de espera para paros breves o limpiezas, que reducirá al mínimo la energía con el sistema funcionando en punto muerto.

Los indicadores ayudan a comparar la operación del secador.

Con las herramientas adecuadas de vigilancia, es posible saber dónde estamos en términos de desempeño del sistema y de consumo de energía. Las mediciones para la vigilancia y evaluación de energía pueden incluir algunas o todas las siguientes: flujo de vapor a los secadores, flujo de condensado a los secadores, flujo de agua de enfriamiento al condensador, temperaturas de los sistemas de aire de la cubierta, pérdidas de presión de los sistemas de aire de la cubierta y cargas del motor.

Con las mediciones de consumo de energía, DryingMaster calculará los indicadores de proceso necesarios para comparar la operación de secado, como: evaporación, humedad promedio de la prensa, flujos de aire de la cubierta, consumo de vapor y de energía. (Nota: existen algunas variables que el operador debe introducir, ya que el sistema no vigila toda la información física en los secadores, como la cantidad de secadores que están apagados. Las variables que es preciso introducir son sólo para el desempeño del sistema, y la automatización seguirá realizando las funciones necesarias sin esta información, pero las tendencias de desempeño reflejarán la operación real).

Los indicadores de producción se utilizan para determinar los requerimientos de control de la máquina, como la cantidad de aire de entrada y de salida de la cubierta que se requiere para cumplir con las condiciones actuales de secado, al tiempo que se reduce al mínimo la cantidad de vapor y electricidad que es preciso enviar a los sistemas. El uso de los indicadores como parámetros también permite un análisis detallado del sistema, e indica si se encuentra en buena operación, o bien si hay áreas que requieren solución de problemas o mantenimiento.

Con los indicadores del proceso instalados, es posible calcular los indicadores principales. Los indicadores principales también se comparan para decirnos: Cuál es el desempeño del secador, qué tan bien funciona el extremo húmedo de la máquina, el uso de energía específico en la sección de secado, qué tan eficiente es el uso de energía en la producción, qué tan eficiente es el uso de energía para la carga actual de secado y la eficiencia de la recuperación de calor. Por último, proporciona un resumen de las variables medidas desde la sección de secado, y los datos relevantes del proceso desde los sistemas de medición en un solo lugar y de una forma fácil de evaluar.

DryingMaster simplifica el proceso de secado

Cuando observamos la sección del secador a través de los ojos de DryingMaster, el proceso se simplifica. Las mediciones realizadas permiten la evaluación en tiempo real de la operación del sistema y dan a la automatización la capacidad de integrar los sistemas de control que antes estaban separados en un programa unificado. Las mediciones posteriores permiten evaluar el uso de la energía y de la energía recuperada, así como completar la optimización de los sistemas.

La presentación de la información muestra cuánto, dónde y los costos asociados con la energía para determinar si es el momento de: cambiar o limpiar los fieltros, limpiar los elementos de recuperación de calor, cambiar los filtros o realizar un mantenimiento del sistema. Al reunir y armar esta información en un solo lugar, se simplifican la evaluación y el conocimiento de los sistemas.

Es posible configurar los controles para adaptarlos a sus necesidades

Desde el aspecto de hardware, es posible instalar DryingMaster como sistema supervisor que se comuniquen con un DCS o PLC existente. O bien puede ser un sistema independiente de control únicamente para la sección del secador. También es posible seleccionar las capacidades de control de programación con base en los requerimientos de la máquina. El software puede separarse para el sistema de vapor del secador y el sistema de aire del proceso, con los siguientes controles de base:

- Arranque y paro automático
- Control de humedad de dirección de la máquina Valmet
- Lógica automática de corte de hojas para los controles del sistema de vapor
- Estrategia de secado para los controles del sistema de vapor
- Modo de espera para los paros o limpiezas breves programados

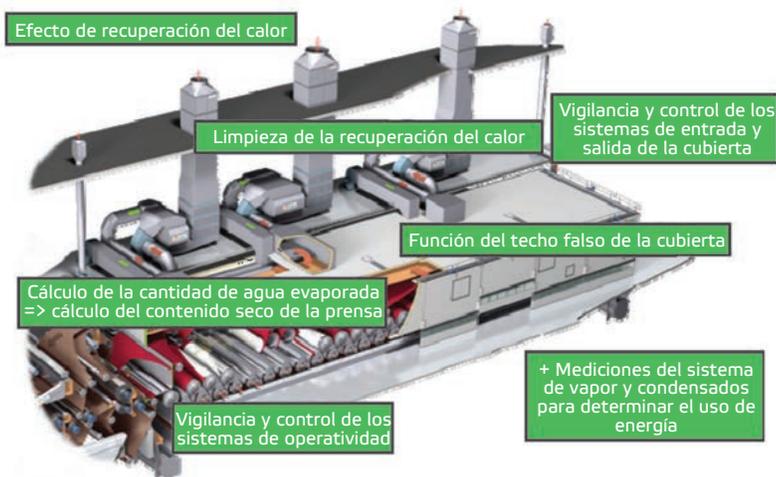


Figura 31. DryingMaster permite al operador vigilar y controlar los costos asociados con el proceso de secado.

Es posible expandir estos módulos básicos para agregar los sistemas de aire del proceso y operatividad para todas las capacidades enunciadas. También es posible agregar módulos avanzados en la instalación o en una fecha posterior, cuando se requiera o desee. Los módulos a considerar dependen de los requerimientos de secado y se enumeran a continuación:

- Lógica avanzada de cambio de grado para productores múltiples
- Controles de secado de recubrimiento multivariable IQ, que pueden controlar hasta nueve variables diferentes del proceso al mismo tiempo
- IQ Insight, que es un sistema de medición de humedad en la sección de prensa
- Valmet FieldCare, que es un paquete de vigilancia de válvulas e instrumentación
- Consolas adicionales de operación
- Estaciones adicionales de control del proceso
- Software de herramientas de ingeniería para la expansión del sistema de control
- Es posible proporcionar comunicación con los servicios remotos, para la revisión de los controles de supervisión o de sistemas independientes.
- Y servicios como Valmet DNA Help Desk, con soporte telefónico 24 horas al día, 7 días a la semana

Beneficios del sistema de control DryingMaster

Con el sistema DryingMaster instalado, no importa qué equipo esté en la máquina: el método de control de secado será consistente y el desempeño y el uso de energía serán óptimos. La calidad del papel será consistente. La estrategia consistente de secado mejora el control y la estabilidad del retiro de hojas. Al aumentar las presiones y la temperatura de vapor en el extremo húmedo se reducen la toma de hojas y los defectos de calidad que se asocian con los secadores calientes. Los métodos confiables de control de corte de hoja impiden que los secadores se sobrecalienten, para un mejor bobinado de hojas. La recuperación del corte de hojas se optimiza para cortes breves de hojas. El control automático de ondulación tendrá como resultado tanto obtener como mantener el papel dentro de las especificaciones para todos los grados y condiciones de secado.

Con el sistema optimizado de control del secador, es posible ahorrar energía mediante el propio sistema, y el tiempo activo de la máquina se maximizará con un drenaje consistente del secador y las capacidades de recuperación del propio secador. El arranque es muy sencillo con la programación automática, y permite que los operadores trabajen en otros sistemas una vez que se inicia el programa. Cuando la secuencia de arranque está completa, la máquina queda lista para el bobinado de hojas y la producción de papel sobre especificación. Las gráficas fáciles de entender son intuitivas y de uso eficiente. Al medir y calcular los indicadores principales del sistema se obtiene un método de evaluación sencillo y rápido.

Caso de estudio: enfoque total de sistemas

Una máquina de papel periódico con un corte de 305” agregó barras secadoras para mejorar el perfil. No se hizo ningún otro cambio al sistema. Se probó el cilindro secador 11, un secador superior UnoRun, y se descubrió que aún tenía un perfil inaceptable de temperatura de la superficie. Se trataba de un ejemplo de no ver la imagen completa antes de realizar un cambio al proceso.

Antes de llamar a Valmet para que realizara una auditoría del sistema de vapor y condensado, se equipó el secador con barras rompedoras, sifones rotatorios de 1”, líneas de condensado de 1 1/2” y flujo visible en el cristal de mira. Luego de que Valmet presentó sus recomendaciones de la auditoría, el planta y Valmet hicieron cambios a varios componentes del sistema y probaron de nuevo el secador.

La nueva configuración del secador incluyó barras rompedoras, sifones de 1 1/4”, líneas de condensado de 3”, menores presiones diferenciales y una mejor temperatura superficial para la diferencia de la temperatura del vapor. El enfoque total de sistemas de Valmet representó resultados positivos en el desempeño (**figura 32**).

Caso de estudio: DryingMaster proporciona enormes ahorros en un planta de papel periódico

El fabrica opera una máquina Valmet de papel periódico de 1980, que opera aproximadamente a 4500 pies por minuto. El sistema original de cascada con sifones estacionarios utilizaba vapor a 35 psig recuperado del TMP. El sistema estaba limitado en flexibilidad, y todo el vapor de purga se ventilaba al condensador.

El proceso de fabricación de papel padecía problemas de control de humedad MD. Todos los grupos de vapor se controlaban de manera individual. Se utilizaba un pequeño grupo de vapor (5 de los 35 secadores) para control de humedad. Además, hubo pérdidas inaceptables de tiempo y producción después del arranque. Se requerían de 20 a 40 minutos para alcanzar los objetivos de calidad. Luego de los cambios de grado, por lo general el papel estaba fuera de especificación debido a la ondulación.

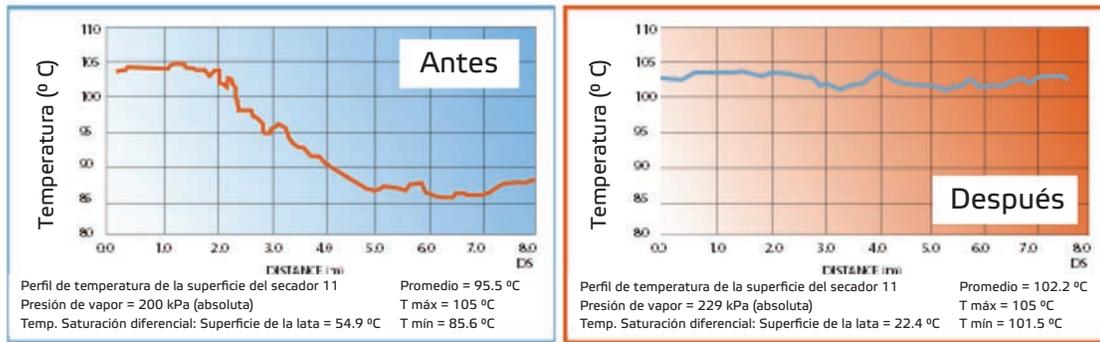


Figura 32. Luego de una auditoría amplia, el enfoque total de sistemas de Valmet a los sistemas de vapor y condensados mejoró en gran medida los perfiles de este planta de papel periódico.

Oportunidades de los nuevos recursos

El planta identificó varias oportunidades. Primero, había un exceso de agua caliente disponible del planta de pulpa. Podría usarse para reducir la cantidad de agua caliente necesaria del proceso de secado. Segundo, había vapor a 250 psig eficaz desde el punto de vista de los costos, disponible de una caldera de la prensa de lodos. La caldera operaba de manera continua para utilizar el combustible excedente de desperdicio. Se dio la orden al planta de maximizar el uso de estos recursos, a fin de crear ahorros de energía.

¿Cómo se instrumentó DryingMaster?

El planta se puso en contacto con Valmet para iniciar una revisión de sus procesos y realizar recomendaciones. Con base en esta revisión, se hizo la recomendación de optimizar el sistema de vapor de la sección de secado. DryingMaster ofrecía la mejor solución para cumplir con los requerimientos del planta en términos de ahorro de energía, así como de calidad y producción de artículos.

Se modificó el sistema de vapor (Figura 33) por un arreglo híbrido de cascada y termocompresor. El grupo grande principal de vapor se separó en dos grupos. Los secadores superiores e inferiores del grupo final de vapor se separaron, para mejorar el control de la ondulación. Se modificaron algunos de los controles de presión para maximizar la flexibilidad de la cascada del sistema.

En el área de automatización, el planta ahora tenía un sistema de vapor completamente controlado, incluyendo el control automático de secado para todos los grados, así como cambios automáticos de grado. La ondulación se ajustaba de manera automática, con un control consistente para todas las condiciones de secado. La presión diferencial se controlaba de manera automática, para proporcionar una eliminación confiable de condensados y un uso eficiente de la energía del secador.

Se instrumentó nueva lógica de programación para los cortes de hojas, que mantenían las temperaturas del secador durante los cortes y mejoró el bobinado de la hoja del secador (figura 34). Se agregó un modo de espera /lavado de fieltro, lo

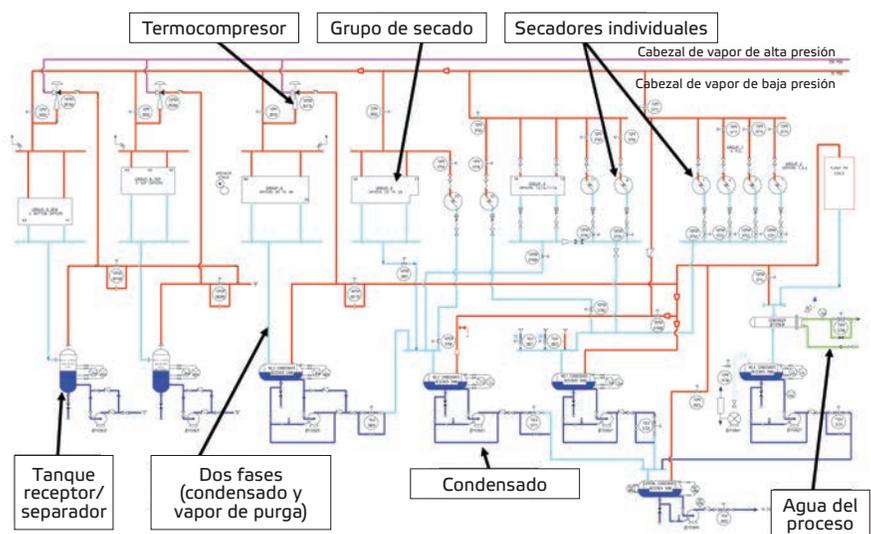


Figura 33. Se modificó el sistema de vapor por un arreglo híbrido de cascada y termocompresor

que generó un uso eficiente de energía durante los tiempos muertos. Asimismo, se automatizaron los procesos de arranque y paro. Esto aseguró que los secadores estuvieran listos para operar cuando fuera necesario, y los arranques se hicieron más consistentes al tiempo que se protegía el equipo y se reducía al mínimo el uso de energía.

Figura 34. La pantalla Sheet Break permite a los operadores vigilar y controlar todas las variables de los procesos esenciales de secado durante las operaciones automáticas.

El planta comenzó a utilizar el nuevo reporte Resumen de Desempeño del Secado (**figura 35**) como parte de la instrumentación de DryingMaster. Esto incluía una tendencia en tiempo real del desempeño del secado, que les permitía vigilar el uso de energía en todo momento. La carga de evaporación para la cubierta del secador y el contenido de humedad de la hoja se calcularon de manera automática. Además, el Resumen de Desempeño del Secado proporcionó los parámetros comparativos del sistema de vapor bajo todas las condiciones de operación. Esto permitió al planta vigilar los costos actuales de energía de operación y determinar cuándo programar el mantenimiento de la sección del secador o de prensa.

Figura 35. El Resumen de Desempeño del Secado proporciona retroalimentación en tiempo real de la operación del sistema de secado.

¿Cuáles fueron los resultados?

Se lograron importantes resultados positivos con base en la instrumentación del sistema DryingMaster:

- Se eliminó la ventilación del vapor al condensador y se redujo al mínimo el agua caliente creada por el sistema de vapor
- El planta ahora tenía suficiente flexibilidad en el sistema de vapor para su proceso de secado. Fue posible obtener resultados de secado consistentes, independientemente del grado que se producía. Lograron un control eficaz de humedad en la dirección de la máquina. Los cambios de grado ocurrieron de manera automática sin salirse de la especificación de humedad.
- El control de ondulación era ahora totalmente automático. La ondulación de la hoja permaneció dentro de las especificaciones en todo momento: durante la operación normal, así como después de los cambios de grado. No se requirió ningún ajuste de ondulación.
- Los nuevos programas de corte de hoja mejoraron en gran medida la operación de la máquina en la sección de secado, durante las pausas de la hoja. Esto eliminó las envolturas del secador durante el bobinado, mantuvo buenas temperaturas en el secador para el bobinado de hojas, y eliminó la ventilación de vapor durante los cortes (para ahorrar energía).
- Los nuevos programas de arranque y paro automáticos también mejoraron la operación de la máquina. Se eliminó el tiempo perdido durante los arranques debido a la sección de secado. El planta ahora usaba un procedimiento de arranque consistente, que aseguraba un buen incremento de temperatura en el secador y la eliminación de aire de los secadores. Se simplificaron los paros.



Figura 34. La pantalla Sheet Break permite a los operadores vigilar y controlar todas las variables de los procesos esenciales de secado durante las operaciones automáticas.



Figura 35. El Resumen de Desempeño del Secado proporciona retroalimentación en tiempo real de la operación del sistema de secado.

¡La prueba son los resultados finales!

Por supuesto, todas las mejoras a la operación de la máquina no significaban nada si no había contribuciones importantes en los resultados financieros. Y esta planta es un excelente ejemplo de lo que DryingMaster puede hacer por el margen de utilidad de su planta. El planta reportó ahorros medidos de 5700 libras por hora. Esto, junto con las mejoras en el bobinado del secador y los nuevos controles de corte de la hoja, produjo los resultados siguientes:

- Ahorros de \$240,000 al año (a \$5 USD por cada 1000 libras de vapor)
- Producción por \$112,590 al año (como resultado de la reducción de dos minutos al día en el tiempo de corte)

¡La instrumentación de DryingMaster resultó en ahorros por más de 350,000 dólares al año en el proyecto!

Como se ve en este caso de estudio, DryingMaster reducirá al mínimo el uso de energía, lo ayudará a obtener productos dentro de las especificaciones con rapidez y consistencia, eliminará las conjeturas y las variables para una operación consistente y, lo más importante, maximizará la producción y la calidad en su sección de secador.

Caso de estudio: un planta de papel periódico aumenta la producción y la calidad del producto mediante una importante reconstrucción de la sección del secador

Un planta de papel periódico quería mejorar la calidad y productividad del rodillo en su máquina Dominion número 4 de 30 años de antigüedad, para que fuera similar a la de su máquina número 5, una Valmet de 10 años. La sección del secador generó perfiles de humedad difíciles de controlar y tenía otros problemas de operación.

Los expertos de Valmet Air Systems trabajaron con el personal del planta para realizar una auditoría general que suponía pruebas de diagnóstico en el planta y verificó que la sección del secador tenía muchos problemas que limitaban la creciente producción o la mejora ulterior de la calidad del rodillo. Uno de estos problemas consistía en un sistema de vapor ineficaz que era inflexible y desperdiciaba vapor, como lo demostraron las mediciones y las discusiones con el personal del planta.

El problema: un sistema inadecuado de vapor y condensado

El Superintendente de PM observó que había series de humedad cerca de la zapata del sifón. Las zapatas en los sifones rotatorios se colocaron a tres cuartas partes del camino hacia el lado posterior de la máquina, y su ajuste y mantenimiento eran muy difíciles. Asimismo, los perfiles de humedad cambiaron con el paso del tiempo. Parte de la inestabilidad del perfil se debía a las fugas de aire mal selladas en juntas de vapor y condensados.

La sección del secador se dividió en sólo dos grupos de vapor. El primer grupo utilizó cinco secadores superiores calentados (los secadores Unorun inferiores no se calentaban). Los 41 secadores restantes formaron un enorme segundo grupo, y la presión de vapor del mismo se utilizaba para el control de humedad en la bobina. Este segundo grupo se operaba con frecuencia a baja presión, para evitar problemas de humedad. Sin embargo, para mantener una presión diferencial suficiente para retirar el condensado de los secadores (utilizando sifones rotatorios), se desconectaban algunos secadores. El resultado fue la desestabilización del perfil de humedad y un exceso de vapor que se ventilaba al condensador, de tal modo que se desperdiciaban hasta 8000 libras de vapor por hora.

Debido a que se requería una alta presión diferencial para drenar el condensado con sifones rotatorios, el primer grupo de secadores no podía controlarse con precisión a fin de crear un aumento gradual de temperatura y evitar la recolección. Asimismo, el primer grupo de secadores sufría de inundaciones. La consecuencia era una severa vibración de la máquina, observada por los operadores y una hora de tiempo muerto para drenarla. Una gran diferencia de presión y temperatura entre los dos grupos provocaba piquetes y cortes en la hoja.

Formular e instrumentar un plan de acción

Valmet formuló y presentó un plan de acción que incluía recomendaciones para una importante reconstrucción del sistema de vapor y condensado, para actualizarlo. El planta decidió seguir adelante con un programa de mejora de máquinas de 3.7 millones de dólares, que también incluía la reingeniería del sistema de vapor y condensados, nuevos sifones estacionarios y barras en los cilindros secadores, cambios en la tubería de aproximación, una nueva pantalla secundaria, un nuevo impulsor de velocidad variable en la bomba del ventilador y un nuevo sistema de control de calidad en línea.

Se redimensionaron las placas de orificios en las líneas de condensado para coincidir con las cantidades de carga de condensados y de purga, permitiendo que todos los cilindros del secador utilizaran la misma tubería vertical del sifón. Esto supuso más flexibilidad para los cambios en la velocidad y diferentes grados, además de que la reducción en la velocidad del vapor y condensados en los tubos de sifón de gran diámetro disminuiría la erosión en la tubería.

Los nuevos sifones estacionarios requerían sólo 2-4 psi (14-28 kPa) en comparación con los antiguos sifones rotatorios, que requerían un diferencia de presión de 9 a 11 psi (62-75 kPa). Las nuevas juntas fijaron la fuga de aire que causaba malos perfiles. Los cabezales existentes de condensado se reutilizaron debido a las menores presiones necesarias, reduciendo aún más los costos de instalación.

Casi todos los cilindros de secador se actualizaron con barras de secador, para proporcionar turbulencia de condensados y mejorar la transferencia de calor. Las barras secadoras eran fáciles de instalar y requerían sólo tirantes especiales cargados con resortes que permitían la expansión térmica.

El enfoque total de sistemas del equipo Valmet tuvo como resultado la reconfiguración del grupo de vapor del secador para brindar un mejor control sobre los cambios de temperatura y el control de humedad por parte del sistema de control de calidad. El nuevo escenario utiliza cinco secadores controlados de manera individual en el extremo húmedo y tres grupos de vapor independientes en una configuración híbrida de cascada y termostato. Se proporcionaron nuevos separadores, bombas, transmisores y medidores, junto con unidades pre-ensambladas de pre-tubería y pre-evaluación.

Excelentes resultados

Luego del arranque, la máquina funcionó a velocidades mayores y requería una temperatura de vapor más baja para secar el papel. El mejor índice de transferencia de calor tuvo como resultado un aumento en la temperatura de la coraza de 8° a 10° C en los primeros cuatro secadores. La eficiencia y la velocidad de la máquina, así como los niveles de humedad de la bobina aumentaron más allá de las expectativas, en tanto que el consumo total de vapor disminuyó de manera considerable (**figura 36**). De acuerdo con el Superintendente de PM, la sección de secador de PM4 dejó de ser un problema después de la reconstrucción.

Resumen

El diseño, instrumentación y mantenimiento eficaces de los sistemas de vapor y condensados resultan en una disminución en el uso de energía, un proceso de secado más eficaz y un producto final de mayor calidad. La habilidad para distribuir vapor, regular la fuente de éste, controlar la eliminación de condensados y asegurar una reutilización eficiente del vapor de purga y de flujo en la sección de secado son las funciones primarias de un sistema de vapor y condensado. El sistema de vapor y condensado puede ser de cascada, termostato o híbrido por su diseño.

El sistema de vapor y condensado funciona con la cubierta de la sección del secador y el equipo de ventilación, los sistemas de operatividad y de recuperación de calor para proporcionar al

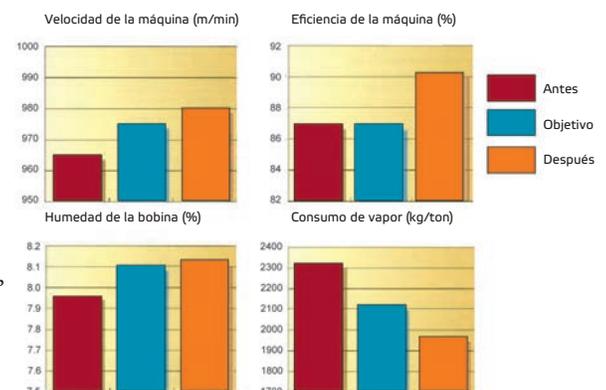


Figura 36. Los resultados de la reconstrucción (verde) superaron los objetivos (azul) establecidos por el planta.

fabricante de pulpa, papel, cartón y papel tisú todo el equipo necesario para asegurar un control completo sobre el desempeño del secado y el consumo de energía de la sección de secado. El enfoque total de sistemas de Valmet combina todos los elementos de los sistemas de aire para maximizar el uso de la energía y de control de secado en el planta. El sistema de control DryingMaster es un ejemplo de este enfoque total que ahorra cientos de miles de dólares al año.

Valmet es un proveedor global de tecnología y servicios para sus clientes en las industrias de proceso, incluyendo, minería, construcción, pulpa y papel, energía, petróleo y gas. Valmet emplea a 29,000 personas en más de 50 países.