

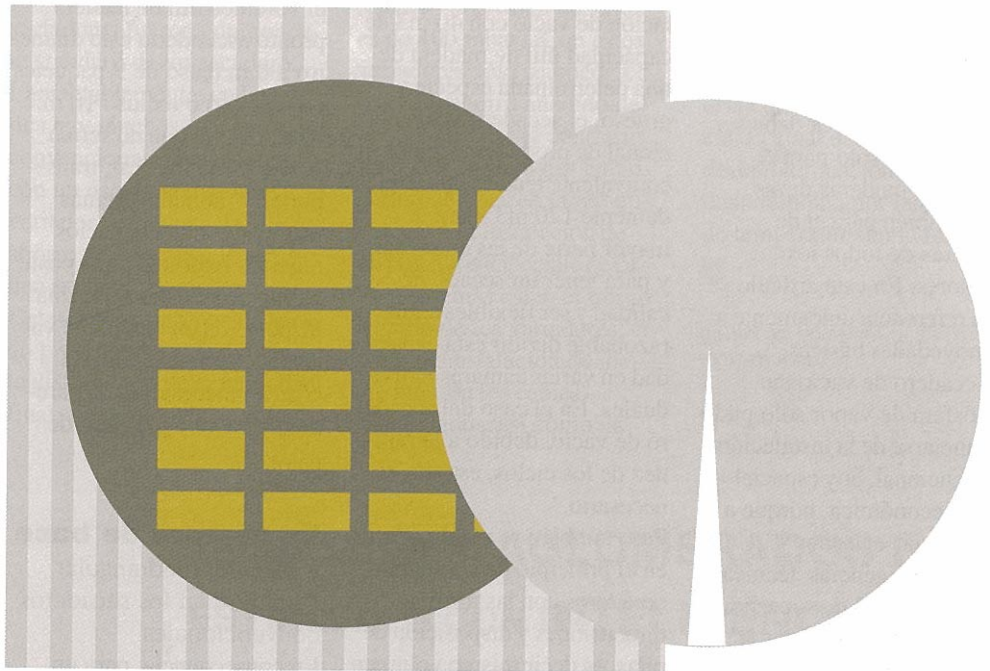


TECNOLOGÍA

ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO DEL SECADO AL VACÍO

REINHARD BRUNNER, L INGENIERO
DIPLOMADO
HANNOVER

Con motivo de la LIGNA de 1997 el mismo autor publicó en varias revistas especializadas, entre ellas AITIM, el artículo "Los días del secado convencional de la madera están contados – Vapor en lugar de aire". Esta publicación provocó una gran discusión entre profesionales e industriales. La continuación es especialmente oportuna ahora cuando en la LIGNA 1999, la última del milenio, hemos podido recoger el último estado de la técnica de secado de la madera.



Parte 1ª:

La cámara con base

De sección cuadrangular, de fabricación modular, con perfiles de refuerzo de aluminio hace bajar los costes

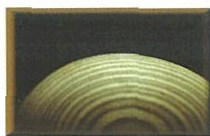
En el secado convencional de la madera con renovación de aire no ha habido avances relevantes en los últimos dos años desde LIGNA 1997 – los secaderos de los fabricantes principales son prácticamente iguales – como para poder solucionar finalmente los problemas importantes del

secado. Se nombran el desperdicio de energía (impuesto ecológico) y con ello la contaminación atmosférica, el secado al aire libre con sus correspondientes defectos y costes adicionales como coloraciones, fendas, ataque de xilófagos, inmovilización de capital. O daños causados por el secado como las tensiones, deformaciones, grietas, dispersión de la humedad final, coloraciones y, no en último lugar, la duración excesivamente prolongada del secado y con ello la dificultad de orientar la empresa al mercado y a la flexibilidad, para reaccionar

rápido a las condiciones cambiantes.

De forma diferente ha sucedido el desarrollo tecnológico del secado al vacío. Este proceso benigno, que no crea tensiones en la madera – no hay necesidad de secar la madera en el límite de su resistencia – ofrece todavía un enorme potencial de desarrollo tanto en la investigación básica, como también respecto a la construcción y control de las instalaciones. En consecuencia se podrán mejorar los resultados del secado y reducir los costes de los secaderos. Hay una cantidad

enorme de novedades que comunicar. Estas se escapan del marco de este artículo; por lo tanto se analizará aquí, como más importante, la decisiva parte económica. Si se trata de comparar económicamente los sistemas de secado convencional / vacío, el industrial plantea cada vez con más frecuencia la frase que alude a la rentabilidad y que se ha hecho especialmente típica en América "¿Cuándo empezaré a ganar dinero con esto?" Por tanto no se trata de un simple cálculo comparativo de ambos sistemas, sino del punto de referencia de



"retomo". Y nosotros conocemos que lamentablemente es extremadamente difícil probar este retorno de la inversión, dada la situación de dominio del secado convencional con intercambio de aire que aún existe.

Especificaciones técnicas imprescindibles

Los secaderos de vacío tienen que tener condiciones que les permitan ser una alternativa al sistema convencional y no solo en determinados casos. Debido a las ventajas del método esta técnica debe ser adecuada no solo para el secado de maderas duras, sino también para el de coníferas de todos los espesores. En este artículo se hará referencia únicamente a las novedades básicas. El secadero de vacío en atmósfera de vapor sólo pudo distanciarse de la instalación convencional, hoy especialmente económica, porque a pesar de las enormes y costosas exigencias técnicas (sobre cada m² de superficie del secadero actúan por la presión exterior casi 10 toneladas; en la atmósfera sin aire y para un volumen grande de madera, la transferencia rápida de calor a la madera que se seca es extremadamente difícil) después de un gran trabajo de ingeniería fue posible fabricar de forma económica secaderos de vacío con una capacidad grande de madera. Un auténtico secadero de vacío de gran volumen debe de tener en cuanto a la base y altura la misma disposición de pilas de madera que cualquier secadero moderno convencional. Son posibles 4, 6, 9, 12 o 16 pilas en sección. Estos secaderos se conciben de

tal forma que se montan a partir de módulos constructivos, como los convencionales. El sellado necesario se consigue por soldadura o por bridas y materiales modernos para juntas.

Para una comparación económica de ambas tecnologías de secado hay que partir de la misma producción anual. Si se admite una velocidad de secado 3 veces mayor en el secado al vacío respecto del convencional, para una instalación de vacío con 40 m³ de capacidad útil de madera de una determinada especie y grueso, el secadero convencional de producción anual equivalente tendría aproximadamente 120 m³. Para la mayor parte de las empresas y para tener un secado de calidad y ser flexibles sería razonable dividir esta capacidad en varias cámaras individuales. En el caso del secadero de vacío, debido a la rapidez de los ciclos, esto no es necesario.

Pero también se puede pensar en el principio de comparar secaderos con las mismas dimensiones y disposición de pilas, es decir mismo volumen de madera. Para comparar los costes de secado (se verá en las partes 2 y 3 de este artículo, en las próximas ediciones de la revista) se escogió este camino.

La diferencia entre la presión del aire de la atmósfera y la baja presión absoluta dentro del secadero de vacío plantea el principal problema constructivo. Con una diferencia de presión de 900 mbar actúa una fuerza de 9 t por m² de superficie de secadero (es decir 2.000 t para un secadero de vacío de solo 35 m³ de volumen neto de madera). Esto exige una construcción muy estable calculada con

seguridad. Los costes de fabricación suben en proporción al cuadrado cuando aumenta la capacidad de madera, en comparación con los del secadero convencional, así que se alcanzan rápidamente las condiciones de no rentabilidad en la relación coste/rendimiento. Volúmenes pequeños de secadero pueden conseguirse con facilidad a partir de un tubo de acero inoxidable de 2 a 4 m de diámetro. Si aumentamos el volumen útil de madera pronto ascendería este diámetro a 6 m (caso de 9 paquetes en sección) o incluso 10 m, dimensiones que no serían rentables de fabricar, transportar y montar. Además resultan grandes espacios muertos internos, cuyo coste habría de ser asumido. Una disposición en batería de varios secaderos supondría costes innecesarios de paredes, espacio y pérdidas de calor.

La cámara de base y sección cuadrangular igual que en los secaderos convencionales

En consecuencia, para un volumen grande de madera continúa forzosamente la configuración cuadrangular de la cámara, bien probada en el método convencional. Hay que añadir otras especificaciones como resistencia a la corrosión, durabilidad, montaje sencillo y condiciones de transporte favorables. ¿Acero inoxidable o aluminio? La madera unida a temperatura y agua de condensación puede causar en el acero inoxidable económico de baja aleación corrosión perforante, con agrietamiento e intercrystalina. Deben de utilizarse, por lo tanto, aceros de alta aleación costosos (por

ejemplo 1.4539 o incluso enriquecido con titanio 1.4541).

Las aleaciones de aluminio por el contrario han demostrado su durabilidad prolongada frente a la corrosión en secaderos de madera desde hace 50 años. Sin embargo hay que compensar su menor resistencia específica, respecto de la del acero, con espesores mayores de pared o con una técnica de refuerzo como en la construcción de automóviles, aviones, o del moderno tren rápido. Una cámara de aluminio de secado de vacío que sea competitiva frente al secadero convencional solo es concebible si se aprovecha el potencial técnico específico de fabricación, se utilizan bien los modernos materiales y se dispone del know-how necesario. Entre otros se citan perfiles de aluminio especiales que sólo se pueden comprar de forma económica en grandes pedidos, así como estructuras reticulares, nudos, chapas de aluminio, etc. Todos estos elementos deben utilizarse para fabricar los secaderos según el sistema modular. La gran presión exterior exige puertas pesadas. Una puerta para un secadero de 9 paquetes en sección sólo se podría desplazar con un accionamiento motorizado. La puerta giratoria utilizada en los pequeños secaderos de vacío no es aconsejable en los grandes, puesto que inhabilitaríamos un gran espacio delante del secadero. Una construcción más manejable resulta de puertas individuales de aluminio ligero para cada fila de pilas de madera. La carga sobre raffles es condición indispensable para la maniobra sin tiempos muertos de los secaderos de vacío. Por lo tanto sólo hay que abrir la respectiva puerta, operación

que se hace fácilmente. La capacidad de calentamiento del medio de secado (en este caso vapor) se reduce aproximadamente de forma proporcional al disminuir la presión. Hay que producir por tanto velocidades de la comente de vapor considerablemente mayores y mejor distribuidas que las del secado convencional (20 a 40 m/s). Para ello se utilizan ventiladores de gran diámetro. Con un diámetro de hélice de 100 cm se consigue aproximadamente el doble de caudal del de los ventiladores que más frecuentemente hoy se utilizan (80 cm. diámetro) e incluso el cuádruple de los de 60 cm. A veces los fabricantes intentan suplir la falta de velocidad de vapor aumentando el nº de revoluciones con un variador de frecuencia. Esto no es aconsejable puesto que la energía consumida aumenta con el nº de revoluciones en razón de la 3ª potencia de este último y por lo tanto no es una

práctica rentable.

¿Variadores de frecuencia en los secaderos de vacío?

El uso de vanadores de frecuencia sólo para ahorrar energía se aconseja de forma limitada. El autor informó ya en 1983 explícitamente sobre la aplicación de variadores de velocidad a los secaderos convencionales (1) y no pasaron 5 años hasta que estos variadores fueron componente standard de un secadero. Lamentablemente, en la práctica hay muchos secaderos convencionales en los que, con un uso exagerado del variador de frecuencia, el ahorro de energía que obtienen no pasa de aparente. Debido a los tiempos de secado prolongados y la deficiente distribución de la humedad final, consecuencia de veloci-

dades del aire demasiado pequeñas y desiguales por un uso excesivo del variador de frecuencia, no se obtiene ningún resultado económico satisfactorio.

El ahorro de energía que se obtiene con el variador de velocidad en el secadero de vacío es del orden de la 3ª parte del correspondiente al secado convencional, porque el consumo de electricidad, mismo sin variador, baja por ejemplo de 3 kW a 1 kW (cuando la presión absoluta es de 100 mbar). Con estos variadores sólo se puede obtener un ahorro añadido del 10 al 20%. Por el contrario aparecen desventajas como perturbaciones en la red que obligan a la instalación de dispositivos especiales y filtros. Además están el riesgo de fallo de los variadores, el coste de instalación de los mismos, de los cables apantallados, así como un

factor de eficacia de sólo el 95-97%.

Trabajando por debajo de 200 mbar, con una regulación independiente de los ventiladores "inteligente" en dependencia de cada fase de secado, diámetros grandes de ventiladores y fases de impulsos programadas correctamente por medición de temperatura de la madera (los ventiladores trabajan mediante el sistema de impulsos durante la fase de calentamiento) se puede llegar a un ahorro de energía eléctrica mayor que el que se obtendría con variador de frecuencia. El final de la fase de deshumidificación vendría dado también por las sondas de temperatura en la madera



(EL ARTÍCULO CONTINUARÁ EN LOS DOS PRÓXIMOS NÚMEROS)