

UTILIZACION RACIONAL de SECADEROS DE MADERA por DESHUMIFICACION

La búsqueda actual de la reducción de stocks de materias primas, así como la demanda creciente de madera seca, ha hecho que se desarrolle un importante mercado de instalaciones de secado que ha movido a los constructores a la creación y desarrollo de diversas técnicas. Se pueden destacar pequeñas variantes del secado tradicional por calor (cámaras calientes), el secado por vacío, y por deshumificación.

Los constructores de secaderos por deshumificación, lo presentan, evidentemente, lleno de ventajas, entre las que cabe señalar las siguientes:

Puesta en obra muy simple y fácil.

Consumo de energía muy reducido.

Utilización sumamente fácil, apenas es necesaria vigilancia.

Calidad de secado muy buena.

Pero, muchos usuarios, hoy día, no comparten esta visión tan optimista de los constructores debido a que obtienen resultados diferentes a los esperados, cabiendo señalar los siguientes:

Tiempos de secado superiores.

Consumo superior de energía.

Aparatos rápidamente deteriorados, menos productivos de lo que se indicaban.

Muchos de estos casos son debidos a la mala aplicación del procedimiento, que ha llegado a teñir la buena imagen de este método de secado.

En este estudio se trata de exponer algunas nociones teóricas sobre la utilización de estos secaderos, aplicadas a un caso concreto, así como las recomendaciones que deben seguir los industriales para la elección del aparato deshumificador, con el fin de llegar a la utilización racional de este tipo de secaderos.

CARACTERISTICAS DE LOS APARATOS DESHUMIFICADORES

El aparato de basa en un compresor que comprime una cierta cantidad de un gas (Freón) que después es rápidamente liberado. El ciclo de compresión lleva consigo una producción de calor cuando pasa, el Freón, del estado gaseoso al líquido en una batería llamada condensador. El ciclo de expansión produce frío, al pasar el

Freón de líquido a gas en una batería llamada evaporador.

El aire húmedo (debido a que ha pasado a través de la madera húmeda) es conducido, mediante ventiladores, al evaporador, produciéndose la condensación del vapor de agua que lleva el aire, debido al principio de la pared fría; después, el aire ya seco se conduce al condensador donde se calienta.

Según esto, el aparato deshumificador está definido por:

La potencia del compresor condiciona una cantidad fija de frigorías suministradas por el evaporador y de calorías por el condensador, para una temperatura y humedad del aire fijas.

El tipo y la potencia de los ventiladores que condiciona el gasto del aire.

CARACTERISTICAS DE LA MADERA EN UN AMBIENTE DE SECADO

Si se somete una madera a un ambiente seco, parte del agua contenida en la madera se evaporará, hasta alcanzar el punto de equilibrio higroscópico. La intensidad de esta evapo-

DESHUMIFICACION

ración depende de los siguientes factores:

Factores del ambiente

La forman la temperatura y la humedad relativa del aire. Al aumentar la temperatura y velocidad del aire y disminuir la humedad relativa, aumenta la capacidad de captación de humedad por parte del aire y, por tanto, aumenta la intensidad de evaporación.

Factores del material

Son los siguientes:

Humedad de la madera.

A mayor humedad, las ligazones existentes entre la madera y el agua son menores, por lo que la evaporación es más fácil y, por tanto, más intensa.

Temperatura de la madera.

A mayor temperatura, mayor velocidad de migración del agua del centro a la superficie, con lo cual la evaporación es más intensa.

Densidad.

A mayor densidad, más ligada se encuentra el agua a la madera y, por tanto, menos intensa será la evaporación.

Del término $\frac{M_0}{S} = e \times W$,

siendo

M_0 = masa del producto.

S = superficie de la madera.

e = espesor.

W = masa volumétrica.

A mayor valor de este término, menor relación existe entre superficie y masa volumétrica con lo cual más difícil será la evaporación y, por tanto, menos intensa.

EVOLUCION DE LA HUMEDAD DE LA MADERA CON EL TIEMPO DURANTE SECADO

Curva de secado

En función de la variación de los factores antes aludidos, varía la intensidad de la evaporación y, por tanto, la curva de secado.

La experiencia permite conocer las condiciones óptimas de secado, teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por los aparatos deshumificadores respetando la estructura de la madera. Una vez fijadas estas condiciones, se puede conocer el estado higrométrico de la madera y la velocidad con que se evapora el agua por metro cuadrado de superficie. Conociendo esta velocidad en las condiciones dadas, se puede conocer la masa de agua transmitida por

el lote de madera al aire que le rodea por unidad de tiempo. Es esta masa de agua la que deberá condensar el aparato deshumificador y, por tanto, definir sus características.

Así, si se quiere calcular el aparato necesario para secar un lote de 20 m³ de madera de pino (Peso seco $P_0 = 450 \text{ Kg/m}^3$) de humedad inicial 70 % y final 19 % y sección $50 \times 50 \text{ mm}^2$, lo primero que se debe conocer es la curva óptima de secado de la madera de estas características, teniendo en cuenta las limitaciones del aparato deshumificador. Para este ejemplo tomaremos una temperatura en la cámara creada por dicho aparato de 30 a 35° C, la máxima posible es de 45° C. Esta curva de secado se conoce por la experiencia. En nuestro caso la curva de secado es tal que para el paso de la humedad de la madera del 70 al 53 % tarda dos días, del 53 al 36 % tarda 4 1/4 días y del 36 al 19 %, tarda 5 3/4 días. Como se aprecia para intervalos de humedad constante, el tiempo de secado va aumentando, debido, como ya dijimos, a que las ligazones entre el agua y la madera aumentan cuanto menor es la humedad de la madera.

La masa de agua transmitida al aire por m³ de madera es la siguiente:

$$\text{Humedad de la madera} = \frac{\text{Peso de la madera húmeda} - P_0}{P_0} \quad P_h = (1 + H) P_0$$

Peso de la madera al 70 % de humedad $P_{70} = (1 + 0.7) \times 450 = 765 \text{ Kg/m}^3$.

Peso de la madera al 53 % de humedad $P_{53} = (1 + 0.53) \times 450 = 688,5 \text{ Kg/m}^3$

Peso de la madera al 36 % de humedad $P_{36} = (1 + 0.36) \times 450 = 612 \text{ Kg/m}^3$

Peso de la madera al 19 % de humedad $P_{19} = (1 + 0.19) \times 450 = 53,55 \text{ Kg/m}^3$

Por tanto, la masa de agua transmitida por m³ de madera al aire, será por fase:

1.^a fase:
Entre el 70 y el 53 % de humedad $765 - 688,5 = 76,5 \text{ Kg/m}^3$

2.^a fase:
Entre el 53 y el 36 % de humedad $688,5 - 612 = 76,5 \text{ Kg/m}^3$

3.^a fase:
Entre el 36 y el 19 % de humedad $612 - 535,5 = 76,5 \text{ Kg/m}^3$

Luego el agua transmitida por todo el lote en cada fase considerada será 1.530 Kg.

Por tanto, el aparato deshumificador necesitará evaporar, por hora de secado, los siguientes litros de agua:

1.^a fase:
 $1.530 \text{ Kg} / 2 \text{ días} \times \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}} = 31,875 \text{ l/h.}$

2.^a fase:
 $1.530 \text{ Kg} / 4 \frac{1}{4} \text{ días} \times \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}} = 15 \text{ l/h.}$

3.^a fase:
 $1.530 \text{ Kg} / 5 \frac{3}{4} \text{ días} \times \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}} = 11,087 \text{ l/h.}$

El aparato deshumificador debe ser tal que condense el agua aportada por la madera, por lo que pudiera pensarse que el aparato ideal sería aquel que condensase los 31,875 l/h, pero dicho aparato en la 2.^a fase y 3.^a fase tendería a condensar dicha cantidad de humedad, produciendo una gran sequedad en la cámara que podría provocar fenómenos de cementación.

Si, por el contrario, la capacidad del aparato fuese de

11,087 l/h, en la 1.^a fase y 2.^a fase de secado no sería capaz de eliminar todo el agua de la madera, provocando un ambiente de humedad excesiva que podría dar lugar al desarrollo de los hongos del azulado.

Si se instala un aparato con capacidad de 15 l/h, los fenómenos de desarrollo de hongos y de cementación se verían reducidos, pero podrían darse.

Los constructores de estos se-

cajeros proponen las siguientes soluciones:

Instalar un aparato con 31,875 l/h de capacidad y al llegar la madera al 53 % de humedad, añadir nuevos lotes de madera a la cámara a la humedad del 53 % de forma que el aporte de humedad de la madera sea siempre el mismo.

(En este caso habría que aportar

$$\frac{31,875}{15} \times 20 = 42,5 \text{ m}^3$$

de madera al 53 %.)

Al llegar la madera al 36 %, habría que hacer lo mismo.

(Se aportaría

$$\frac{31,875}{11} \times 20 = 57,5 \text{ m}^3$$

de madera al 36 %.)

Este caso presenta la dificultad de tener que disponer de cantidades de madera a una cierta humedad, caso que en la práctica sería difícil de desarrollar.

Encontrar un medio de disminuir el volumen de condensación efectuado por el deshumificador. Esto puede realizarse de las siguientes formas:

Instalando dos o tres aparatos deshumificadores en la cámara e ir parando el funcionamiento de éstos conforme las necesidades de condensación.

Instalando un aparato con varios compresores frigoríficos e ir, al igual, que en el caso anterior, desconectando dichos compresores.

Mediante un aparato cuyo funcionamiento al principio sea continuo y al final discontinuo.

Estos sistemas requieren una inversión alta, ya que poseen una capacidad de deshumificación que sólo es utilizada al principio.

Otro sistema consistiría en instalar en la cámara de secado un sistema de chimeneas o compuertas, además de un aparato deshumificador con capacidad para la última fase de secado. Al principio del ciclo se mantendrán abiertas las compuertas con el fin de que se elimine a través de ella, el exceso de humedad y luego ir cerrándolas conforme disminuya la humedad de la madera.

Este procedimiento requeriría una pequeña inversión, pero los costos de producción aumentarían debido a que con la humedad también se eliminaría calor a través de las compuertas, y que habría que recuperar a base de baterías de calor adicionales.

Si las cantidades a secar fuesen muy importantes (alrededor de 1 000 m³/mes o más), se puede utilizar, de forma muy rentable, el secadero continuo por deshumificación, tipo túnel, constituido por una serie de cámaras comunicantes equipadas cada una con un aparato deshumificador con la capacidad de condensación que correspondiese a la fase de secado en que se encuentre la madera.

La 1.^a cámara, sería sólo de precalentamiento, a base de recuperar el calor de las demás cámaras.

La 2.^a cámara, dispondría de un aparato deshumificador de gran capacidad de condensación, capaz de absorber el gran aporte de humedad de la madera en esta fase de secado.

La 3.^a y 4.^o cámara, irán disponiendo de aparatos sucesivamente menos potentes debido al menor aporte de humedad de la madera.

De esta forma el secado se iría adaptando perfectamente a la curva de secado correspondiente.

Para secar maderas muy diferentes, tanto en especie como en dimensiones, el túnel de secado debería adaptarse a las muy diferentes curvas de secado correspondientes. Esto se podría lograr, si en lugar de poseer cada cámara un aparato deshumificador, dispusiera de varios más pequeños y así poniendo en funcionamiento sólo los necesarios, poder adaptarse a las diferentes curvas de secado que surjan.

Entre todas estas soluciones, el usuario puede elegir la forma más conveniente para realizar su secado.

Una cuestión que surge muy a menudo entre los usuarios, es el de si se puede secar conjuntamente maderas de diversas características, tanto en especie, dimensiones como en humedad inicial.

La madera contenida en la cámara debe ser lo más homogénea posible, con el fin de conseguir economía y calidad del secado. Al no ser homogénea las calidades de secado bajan y los costos aumentan, por lo que debe evitarse siempre que sea posible.

En el caso de que no puedan confeccionarse lotes homogéneos, debe tenerse en cuenta las siguientes reglas prácticas.

Si se secan especies muy diferentes (frondosas y coníferas) de humedades iniciales muy parecidas, convienen que se mezclen unas con otras.

Si además tienen espesores diferentes, conviene que los espesores menores estén más húmedos que los mayores.

Nunca se deben secar maderas con humedad inicial muy alta, y sobre todo de coníferas, con frondosas de humedad inicial muy baja.

En cuanto a sacar o meter madera durante el secado, sólo es conveniente en el caso tratado anteriormente, pero como regla general, nunca se podrá reemplazar madera seca por madera húmeda.

RECOMENDACIONES PARA LA ELECCION DEL APARATO DESHUMIFICADOR

Primero se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

Producción mensual que quieren secar.

Especie o especies a secar y su proporción.

Humedad inicial de la madera y humedad final que se quiere obtener.

Espesores de madera y su proporción.

Con estas variables y teniendo en cuenta:

Tiempos de secado realistas.

Calidad de secado, buena.

Inversión, lo menos gravosa posible.

Costos de explotación, mínimos.

Se determinan las características del aparato deshumificador, es decir:

Potencia y tipo de compresor.

Presencia o no de condensador auxiliar. (Regulador de presión, de freón, regulador de temperatura.)

Capacidad de extracción del agua para unas condiciones de temperatura y humedad relativas dadas.

Potencia y gasto del ventilador (principal y auxiliar).

Potencia de calefacción.

Potencia eléctrica total instalada.

Consumo eléctrico medio

Teniendo estas características se podrá llegar a la elección concreta del aparato deshumificador necesario.

También es interesante tener en cuenta para dicha elección el servicio post-venta del aparato.

Realizada la elección del aparato se debe estudiar la conveniencia del tipo de construcción de la cámara de secado, su forma y situación del deshumificador, teniendo en cuenta que siempre la cámara debe estar aislada.