

SECADO DE MADERA EN CÁMARA BASADO EN RADIACION DE ULTRASONIDO DE POTENCIA Y DE INFRARROJO

REFERENCIA PACS: 43.35.Cz

G.A. Valentino¹ L. Leija¹, J. A. Gallego², G. Gonzalez¹

1 Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN
CINVESTAV IPN

Av. IPN 2580 Col. Sn. Pedro Zacatenco

Delegación: Gustavo A. Madero. 07360 México D.F, México

E-Mail: valentin@mail.cinvestav.mx; lleija@mail.cinvestav.mx

2 Instituto de Acústica. CSIC

Serrano, 144. 28006 Madrid. España

Tel. 34 915 618 806. Fax: 34 914 117 651

E-Mail: jgallego@fresno.csic.es

ABSTRACT

The following work proposes a solution to the rupture of the cellular structure of the wood during its process of drying. The system proposes the use of power ultrasound and infrared radiation for the drying of great volumes of wood, increasing the production while reducing the drying times.

RESUMEN

El siguiente trabajo propone una solución alternativa a los problemas de agrietamiento y ruptura de la estructura celular de la madera durante su proceso de secado. El sistema propuesto plantea utilizar ultrasonido de potencia y radiación infrarroja, como energías alternativas no contaminantes, para el secado en serie de grandes volúmenes de madera, aumentando la producción al reducir los tiempos de secado.

1. INTRODUCCIÓN

La madera tiene su mayor limitante en la falta de control de calidad en el producto terminal de la mayoría de los aserraderos, siendo el secado inadecuado de este producto el mayor problema[8]. El correcto secado de la madera es por todo ello uno de los primeros retos a los que debe enfrentarse el industrial transformador de este producto que desee competir por la calidad.

El secado al aire o en cámara, se convierte en un paso esencial en el proceso de elaboración de la madera, es una de las fases que consume más energía y si se efectúa en forma incorrecta puede originar fuertes pérdidas de materia prima y en consecuencia generar grandes gastos al empresario.

Se propone en este protocolo un sistema de secado basado en tecnologías alternativas para la deshidratación de fibras vegetales utilizando tecnologías radiantes de ondas mecánicas (ultrasonido) y no ionizantes (infrarrojo), cuyos puntos de operación sean de 100 a 130°C, llevando secados de humedad relativa inicial del 120% a una humedad final del 10% y que reduzcan los periodos de secado en un 50 %[7].

Uno de las principales propiedades del ultrasonido es su profundidad de penetración, propiedad que no tienen los sistemas convencionales de secado que obligan a alargar los periodos mientras se secan las capas superficiales de la madera. El ultrasonido puede secar al mismo tiempo las capas centrales de la pieza acelerando el proceso. El efecto de agrietamiento se ve reducido debido a que la molécula de agua al ser evaporada fluye por los intersticios de las células que forman el Xilema en forma más rápida, de cualquier forma el sistema debe tener la capacidad de mantener la temperatura del centro de la pieza de madera a una temperatura inferior a la del punto de ebullición del agua, para evitar la ruptura de la estructura de la madera[5], por lo tanto se propone que el sistema en lo posible someta a la pieza a un flujo de aire seco y húmedo. El recinto deberá tener un sistema de calentamiento adicional basado en radiadores infrarrojos de tipo comercial para acelerar el proceso de deshidratación.

2. MÉTODOS

Se puede afirmar que a pesar de que existe una gran variedad de métodos para obtener el secado de la madera, el método mas usado sigue siendo el secado al aire libre, con sus carencias anteriormente analizadas. El secado en cámara en México se presenta en la zona maderera del norte en donde se cultivan maderas de mayor resistencia, presentando en la mayoría de los casos el uso del secado a temperatura media, aplicando un presecado en base a vapor húmedo caliente. Resulta difícil pensar que solo algunos industriales transformadores de la madera que representan las firmas más importantes en cuanto a producción y calidad, cuentan con estufas de eléctricas para su secado, aunque posteriormente se tenga que dar un segundo tratamiento a las capas superiores para corregir el quemado producido, indicándonos que sus cámaras son obsoletas y su procedimiento es parcialmente erróneo. El total de estufas eléctricas instaladas en México con capacidad de 35000 pt y 40000 pt es de 9, se cuenta con 20 estufas de tipo Moore de 25000 pt a 60000 pt y 8 estufas de caldera de 40000 pt a 10000 pt de capacidad, todas ellas componen el total del equipo para secado de madera en nuestro país[2]. Se tiene que hacer una anotación importante, no se cuenta con una estufa de radiofrecuencia y solo se tiene equipo convencional a muy alto costo que arroja una producción muy baja, el resto de la producción de madera se seca al aire libre y presenta mala calidad por la poca resistencia al doblez de las piezas[4].

El empleo del ultrasonido como método de calentamiento para el secado de madera, obedece a la disposición que tiene esta técnica a eliminar la ruptura de la estructura celular del xilema, al desalojar el vapor de agua de las capas interiores de la pieza a secar mediante la penetración de la onda mecánica. Una vez que la onda penetra en el interior de la pieza y logra el calentamiento al hacer oscilar las moléculas de agua incrementando su energía cinética hasta una temperatura inferior al punto de ebullición, las capas interiores logran secarse con mayor facilidad al aplicarles un fluido de vapor fresco y húmedo evitando así el agrietamiento.

El empleo del ultrasonido como energía para el secado de madera es factible porque evita el agrietamiento y ruptura celular de las capas superficiales, haciendo de esta técnica una de las más útiles y practicas, justificando por ello la construcción de una estufa de cámara prototipo para lograr temperaturas controladas entre 100 y 130 °C, que reduzcan los tiempos de secado en un plazo de 1 a 5 días, llevando la humedad contenida en la pieza de 120 al 10%.

a) Sistema de secado de madera basado en radiadores infrarrojos y ultrasonido de potencia

El trabajo contempla el diseño y construcción de una estufa de cámara que utilice radiadores ultrasónicos capaz de secar un volumen de madera escalado equivalente a 3 m³ y que lleve la humedad de las piezas de madera a secar del 120% al 10% reduciendo los tiempos de secado a periodos más cortos.

El recinto propuesto debe contener un sistema de circulación de aire interior y de extracción de vapor húmedo, la utilización de radiadores ultrasónicos obedece a que el sistema debe evitar el agrietamiento de la capa superficial de la madera y la ruptura de la

estructura celular en el interior de la pieza. Esta situación se origina cuando se lleva la zona media a temperaturas superiores al punto de ebullición del agua y se presenta en casi todos los métodos a excepción del método al aire libre. El sistema planteado puede observarse en la figura 1.

El sistema en su etapa experimental debe contemplar el sensado de la temperatura y la humedad de la madera a distintos espesores para evitar llegar al punto de ebullición del agua en el interior de la pieza y que esto ocasione la ruptura de las fibras que componen la madera. Por tal motivo se utilizarán sensores de humedad relativa y sensores de temperatura en tres diferentes espesores de la pieza.

El sistema planteado controlará la potencia de los transductores ultrasónicos, los periodos de radiación, los periodos de ventilación y el tiempo de secado, haciendo uso de la adquisición continua de los contenidos de humedad y de temperatura como datos para el control del sistema. Se propone la utilización de un ordenador para la etapa de control y la adquisición de los datos y un microcontrolador para el manejo de la fase de potencia. Se propone utilizar el microcontrolador AT9051200AVR y un ordenador cuyos requerimientos se satisfacen utilizando un microprocesador 80486DX4 de Intel o superior.

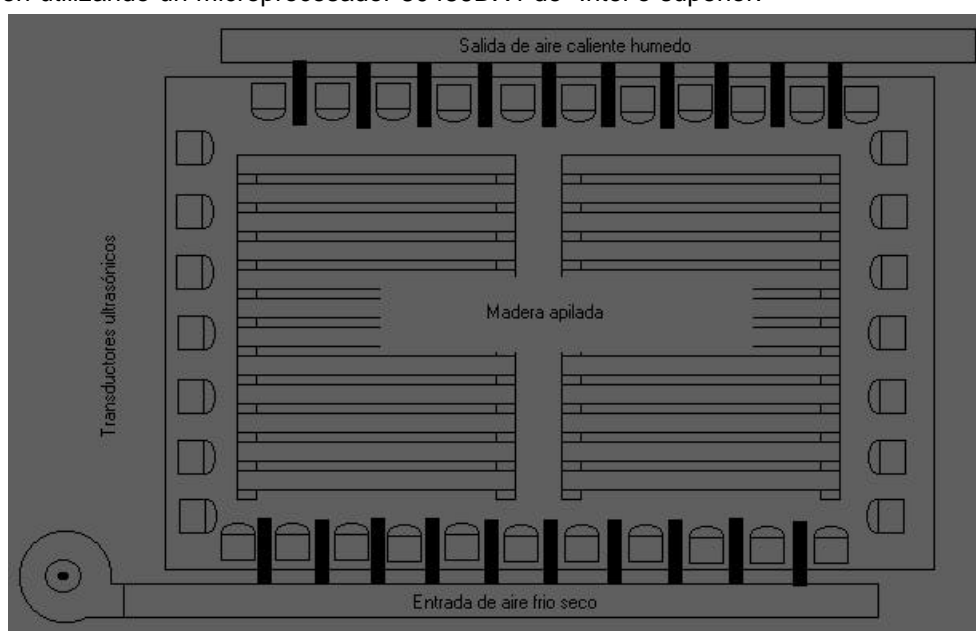


Figura 1. Sistema de secado de madera basado en radiadores ultrasónicos.

b) Dispositivo de secado de la madera basado en radiadores infrarrojos.

Se construye actualmente un dispositivo de secado de madera a base de infrarrojos, minimizando la cantidad de energía no utilizada mediante la reflexión de la luz a base de espejos. Las dimensiones del dispositivo son de X120cm, Y60cm, Z100cm, como lo indica la figura 2. Se cuenta con un total de 20 lámparas infrarrojas de 300W de potencia, con una distribución tal que la reflexión de la luz de las lámparas que se cuenten en caras opuestas sea aprovechada al máximo. La separación de los grupos de radiadores es de 40 cm, a una distancia igual a la mitad se debe colocar un soporte para posar la madera a ser secada. El control de la temperatura del dispositivo en primera instancia se realizará variando la frecuencia de la alimentación de los radiadores y los periodos de radiación. El sistema debe contar con un total de tres sensores de temperatura que pueden ser termistores o termopares, los cuales se colocarán a diferentes profundidades de la madera para registrar los niveles de penetración de la onda infrarroja.

Para llevar el registro en la fase de experimentación, se propone el empleo de una tarjeta de adquisición a través de la cual se realizará la adquisición de la señal de temperatura y el control de la frecuencia de alimentación y de los periodos de radiación. La fase de control manejada desde la PC contiene una fase de potencia que utilizará un banco de MOSFETS

para controlar la alimentación hacia las lámparas mediante el control de la frecuencia a través de un control digital. Debido a que el sistema requiere de una gran cantidad de corriente la alimentación debe ser trifásica, y los MOSFETS propuestos deben ser de potencia y alta disipación.

Para evitar que el vapor de agua no salga del dispositivo y se condense en el espejo reflector superior provocando que una vez más la madera se humedezca el sistema contará con ventiladores en una de las caras que acelere el proceso de secado y evite la gran cantidad de humedad.

El dispositivo de secado debe estar forrado con reflectores en todo su entorno, para evitar afectar el desempeño del ventilador se propone un forro en base a una malla metálica de 1 mm de cuadro, pintada de color cromo para realizar la reflexión de la luz infrarroja.

Actualmente el dispositivo se encuentra terminado en su parte física: las etapas de control, de potencia y de implementación de software se encuentran en su fase terminal y de pruebas.

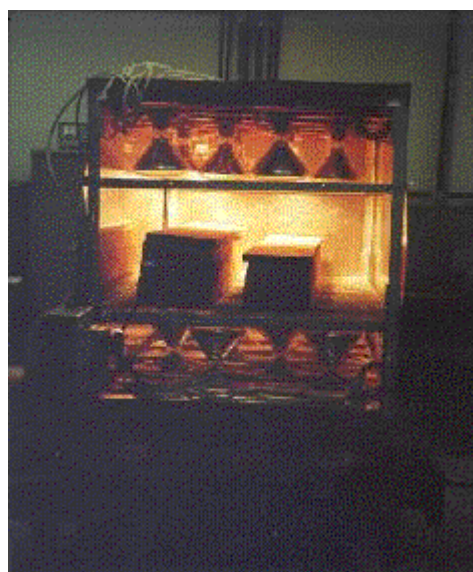
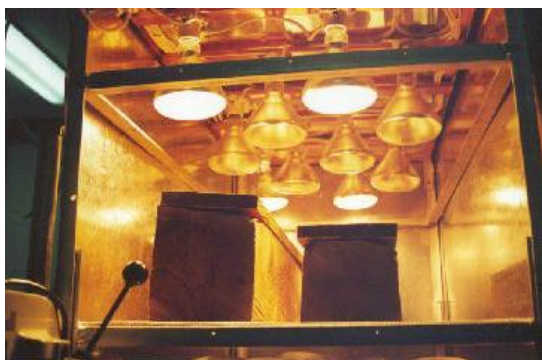


Figura 2. Sistema de secado de madera basado en radiadores infrarrojos

Conclusiones

Se puede concluir que el sistema de secado de madera en cámara propuesto en este trabajo representa una opción óptima para la solución de los problemas agrietamiento de la madera, que el prototipo mostrado tiene su aplicación en apilamientos pequeños de 0.72 m^3 en maderas de alto contenido de humedad (Pino, Cedro, Caoba, etc) y que el empleo de radiadores infrarrojos proporciona la temperatura idónea para garantizar el secado de las capas superficiales del apilamiento.

La segunda etapa del trabajo que integra la radiación por ultrasonido de potencia, obedece a la disposición de hacer de este método un proceso mas fiable al calentar la zona media de la pieza, para este efecto se tienen proyectadas las siguientes metas:

- Caracterizar al menos un transductor ultrasónico con la potencia necesaria para producir hipertermia en diferentes tipos de madera, llevando el material biológico hasta el secado (10% de humedad relativa).
- Incorporar al recinto de secado, la cantidad de transductores ultrasónicos necesarios para llevar la zona media de la pieza de madera a $95 \text{ }^\circ\text{C}$ aproximadamente.
- Caracterizar el sistema encontrando las curvas de secado (frecuencia-potencia vs tiempo) de las principales maderas de uso comercial.

Es necesario mencionar que el empleo del ultrasonido de potencia dentro del área médica, se ha acrecentado debido a la profundidad de penetración que los instrumentos ultrasónicos alcanzan en tejidos musculares. El sistema presentado nos plantea la posibilidad de establecer protocolos terapéuticos de hipertermia en otros tipos de tejidos biológicos, en especial el caso del tejido óseo, por su similitud en cuanto a características físicas con el xilema que forma la madera.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Gordon, J. E. 1978 Structures or why things don't fall down, Penguin Books. Harmondsworth, Middlesex, Inglaterra.
- 2 Ricalde C; M.O. Ricalde C. 1989. Propiedades físicas de la madera. Cap. 1.3. Manual para el diseño de estructuras de madera. Instituto de Ecología. A.C. Xalapa Ver.
- 3 Barcenas P; G.M. 1985. Recomendaciones para el uso de 80 maderas de acuerdo con su estabilidad dimensional
4. COFAN . Manual de Construcción de Estructuras Ligeras de madera. Edit. Consejo Nacional de la Madera en la construcción . A.C. México D.F.
- 5 Ortega E; F. Y M.O. Ricalde C. 1989. Estructura biológica de la madera. Capitulo 1.2. . Manual para el diseño de estructuras de madera. Instituto de Ecología. A.C. Xalapa Ver.
- 6.- Bodig, J. 1982. Mechanics of wood and wood composites. Van Nostrand Reinhold. New York.
- 7.- Riba R; R. Determinación del contenido de humedad en equilibrio para madera en México. Nota técnica N° 13 INIREB-LACITEMA, Xalapa Ver.
- 8.- AITIM. Manual de secado de Maderas. España .