

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE SECADO CON CALENTAMIENTO Y REGULACIÓN DE VACÍO

Oscar Velazquez Camilo^a, Adrian Vidal Santo^b, Francisco Javier Lagunes Tejeda^b, Marco Osvaldo Vigueras Zúñiga^b y Sara Isabel Chabat Uranga^a

^aLicenciatura en Ingeniería Química, Universidad Veracruzana-Facultad de Ingeniería, Región Veracruz. Boca del Rio, Veracruz, C.P. 94294, México. E-Mail: ovelazquez@uv.mx

^bLicenciatura en Ingeniería Mecánica Eléctrica, Universidad Veracruzana-Facultad de Ingeniería, Región Veracruz. Boca del Rio, Veracruz, C.P. 94294, México.

Resumen

El secado es uno de los métodos más usados para la conservación de alimentos a través de los tiempos; este proceso involucra la transferencia de masa y energía. El estudio del secado se refiere a la eliminación de agua de los materiales de proceso, sólidos y otras sustancias por evaporación. El término secado se usa también con referencia a la eliminación de otros líquidos orgánicos. La ventaja de secar implementando vacío es porque la temperatura es directamente proporcional a la presión en la mayoría de los líquidos; por lo que a menor presión, menor temperatura de evaporación. Muchos productos que se secan pueden soportar temperaturas elevadas, sin embargo existen muchos otros que son termolábiles, los cuales requieren un tratamiento a temperaturas bajas. Esto da lugar a que en el mercado exista un gran número de secadores comerciales con costos muy elevados, por lo anterior, se diseñó y construyó una cámara de secado con calentamiento por medio de resistencias eléctricas y regulación de vacío, con Sistema de Control Supervisorio por Adquisición de Datos (SCADA), en donde se estudiaron los parámetros que intervienen en este proceso como son: la temperatura y presión de operación. Se realizaron dos corridas experimentales para obtener la información necesaria para el análisis de la sensibilidad de parámetros, y posteriormente se obtuvieron los valores que se deben manejar en el material de entrada y en la operación del equipo para no desperdiciar energía en forma de calor y obtener un producto de calidad.

Introducción

El secado es uno de los métodos más usados para la conservación de los alimentos a través de los tiempos; este proceso involucra la transferencia de masa y energía. El estudio del secado se refiere a la eliminación de agua de los materiales de proceso, sólidos y otras sustancias por evaporación. El término secado se usa también con referencia a la eliminación de otros líquidos orgánicos [1,2]. Al realizar un proceso de secado se debe suministrar calor de alguna fuente, ya sea natural o artificial, la ventaja de secar implementando vacío es que la temperatura es directamente proporcional a la presión en la mayoría de los líquidos; por lo que a menor presión, menor temperatura de evaporación. Muchos productos que se secan pueden soportar temperaturas elevadas, sin embargo existen muchos otros que son termolábiles, los cuales requieren un tratamiento a temperaturas bajas y/o moderadas [1]. Algunos secadores son continuos mientras que otros operan por cargas; unos mantienen agitado el sólido y otros no. Existen secadores que pueden operar con cualquier tipo de material mientras que otros presentan limitaciones en la alimentación [3]. Los equipos de secado pueden clasificarse en:

- Secadores en los que el sólido se encuentra directamente expuesto a un gas caliente (generalmente aire).

- Secadores en los que el calor es transmitido al sólido desde un medio externo tal como vapor de agua condensante, generalmente a través de una superficie metálica con la que el sólido está en contacto.

Los secadores al vacío son adecuados para gran variedad de productos en las industrias de química fina, química farmacéutica, cosmética y agroalimentaria: extractos de plantas medicinales, antibióticos, enzimas, productos cristalinos, colorantes, granulado de plástico, aditivos alimentarios, especias y condimentos, zumos de frutas, secado de productos que requieran un bajo contenido de humedad residual.

Los secadores al vacío se encuentran de dos maneras, estático o rotativo; en los estáticos se coloca el producto a secar en las bandejas sobre las placas calientes. Un sistema de vacío con un condensador de disolventes, permite reducir la presión dentro de la cámara y permite evaporar el disolvente a muy baja temperatura; en los rotativos se dice que se coloca el producto en un tambor rotatorio que dispone de un recubrimiento exterior de calefacción. En la estática se usa el mismo sistema de vacío y el condensador, con la diferencia que al girar el tambor cambia la superficie de secado constantemente, logrando así un secado más rápido.

Metodología

El proyecto se dividió principalmente en dos etapas: la primera fue el diseño y la selección de materiales para construcción de la cámara de vacío, y construcción de un condensador-intercambiador de tubos y coraza de un solo paso; y por último las corridas experimentales con la aplicación de un sistema SCADA a través del software LabView y hardware CompactRIO ambos de National InstrumentsTM, los cuales actualmente son empleados en investigación para la implementación de instrumentos virtuales, estos proporcionan un entorno de desarrollo gráfico para el diseño de aplicaciones de adquisición, análisis y presentación de datos experimentales; se procedió al montaje del mismo, así como al desarrollo de pruebas, donde los resultados obtenidos fueron tabulados y validados.

El tipo de control implementado en el sistema de retroalimentación es un controlador de tipo On/Off de temperatura, el cual tiene solo dos posiciones, encendido y apagado, por lo que el elemento final de control sólo ocupa una de las dos posibles posiciones. En la Figura (1) se muestra el sistema SCADA que permite calcular en tiempo real los parámetros y así dar seguimiento a las variables más importantes del sistema como: la temperatura de la cámara y la temperatura del sólido que está en proceso de secado al vacío.

En la Figura 1a, se muestra las respuestas de temperaturas de la cámara y el sólido a secar, obtenidas en la primer corrida experimental en la cual se logró alcanzar una presión de vacío de 70 cmHg en la cámara de vacío; se inició la corrida experimental colocando dentro de la cámara un recipiente de aluminio con 300 mL de agua, este proceso duró 57 minutos en donde el agua comenzó en ebullición a los 56.8 °C. En la Figura 1b, se observa el punto de ebullición al que llegó el agua y la comparación de la temperatura del sólido (línea azul) y la temperatura de la cámara (línea roja).

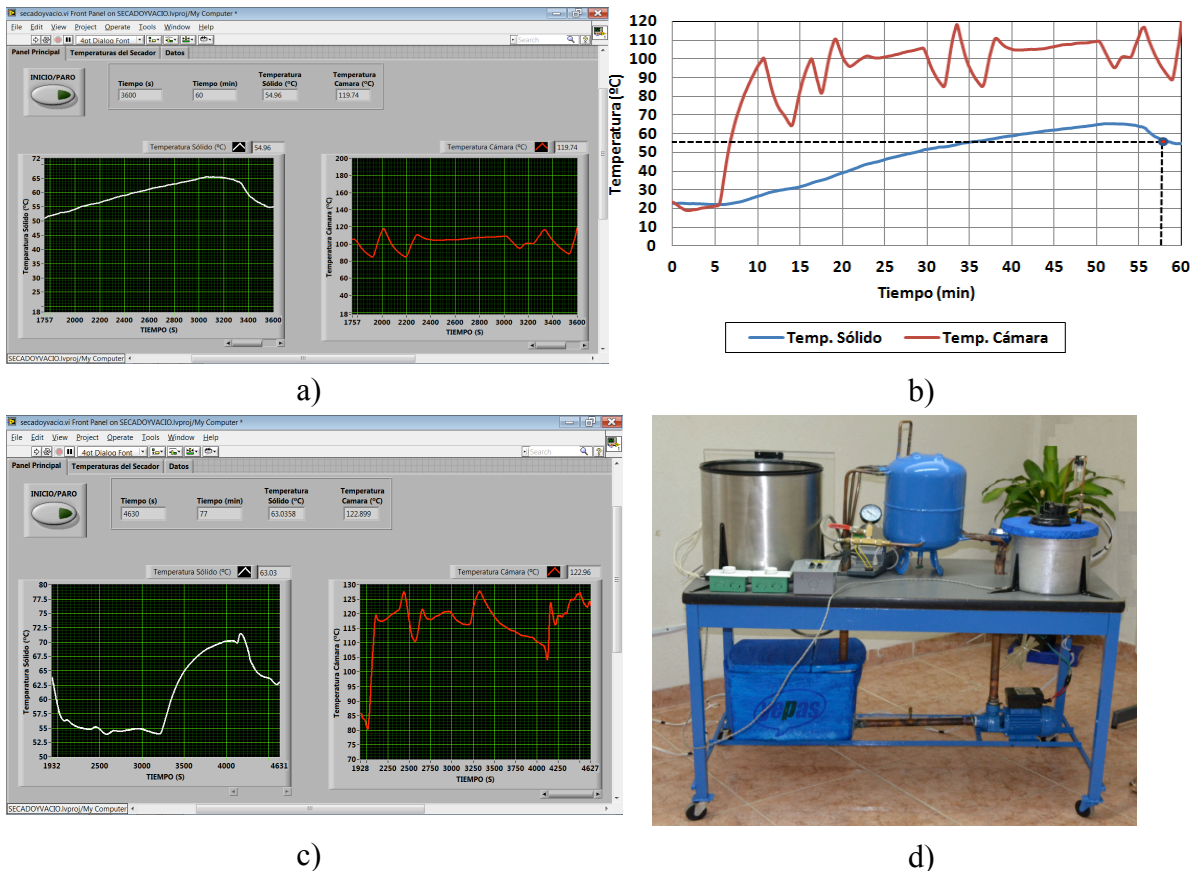


Figura 1. Pruebas experimentales y prototipo. 1a) temperaturas de la cámara y el sólido a secar, 1b) temperatura y presión de equilibrio para agua, 1c) respuesta para el secado de papaya y 1d) prototipo construido.

En la Figura 1c se muestran las respuestas de la segunda corrida: Secado de Papaya; la cual inició pesando 100.85g y después de 30 min de secado al vacío pesó aproximadamente 52g, a lo que se concluyó que se le retiró cerca de 48g de agua al sólido (Papaya) y se corroboró al recuperar el condensado. En la figura 1d se muestra el prototipo de secador al vacío de usos múltiples.

Conclusiones

El equipo de secado a vacío permite secar materiales con estructuras termolábiles hasta una temperatura de 56.8 °C y 70 cmHg, abarcando gran cantidad de productos alimenticios ricos en vitaminas, permitiendo además conservar un sabor natural y textura con color agradable como en el caso de obleas de papaya.

Se diseñó y construyó un secador a vacío con sistema SCADA con la finalidad de que los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, región Veracruz-Boca del Río puedan realizar prácticas y poder observar el funcionamiento de un sistema de secado con calentamiento y regulación de vacío, además de poder usarse para investigaciones futuras.

Referencias

1. Geankoplis, C.J. "Procesos de transporte y operaciones unitarias." *C.E.C.S.A.* Segunda Edición, México, (1995).
2. McCabe, W. L. - Harriott, P. - Smith, J. C. "Operaciones unitarias en Ingeniería Química". *Editorial MCGRAW-HILL*, (2007).
3. Montes Haro Adrián, Noriega Sotomayor Ignacio, Rojas Díaz Francisco Javier, Tochimani Hinojosa Pedro Eduardo, "Horno al Vacío, calentamiento por resistencias para secado de humedad de transformadores de 45 KVA, 1.3 x 1.3 x 1.3 mts". *Tesis de Licenciatura en Ingeniería Mecánica. CUCEI*, Universidad de Guadalajara, (2002).
4. Alamilla, L. "Aspectos sobre el Uso de Secadores por Aspersión". *Documento predoctoral. ENCB-IPN*. México. 81 (2001).
5. LE Talavera, M Farías, "El vacío y sus aplicaciones". *Fondo de Cultura Económica*, México, (1995).