

Secado de bizcochos en un secadero tipo túnel

S.A. Almeida* J.C. De Baca* O.D. Rivas*
sara_almeida9@hotmail.com jcdeBaca@yahoo.com dani930@gmail.com

*Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

Resumen: Se realizó simulación del proceso de transferencia de masa durante el secado de bizcochos en un secadero tipo túnel con aire caliente circulando en contra corriente, para ello se usó el método de resolución numérica de diferencias finitas, se estimó el tiempo de residencia del bizcocho dentro del secadero. El tiempo que tarda en reducirse la humedad desde la concentración inicial a la preestablecida es de aproximadamente 45 minutos.

Palabras claves: Secado, bizcochos, tiempo de residencia

1. Introducción

El objetivo del trabajo es encontrar el tiempo que tarda en disminuir la concentración de humedad hasta una concentración final preestablecida dentro del bizcocho (sólido).

El proceso de secado se realiza de manera continua en un secadero tipo túnel, por el cual pasan bandejas perforadas con el material a secar, dentro del túnel, se hace fluir, a contracorriente aire caliente, el cual sirve para secar los sólidos. [Geankoplis, 2010]

2. Modelado

Para la formulación y resolución del problema se realizaron las siguientes consideraciones:

- El bizcocho es un cilindro de espesor muy pequeño que puede ser analizado como un placa plana, donde L es el espesor del biscocho y D es el diámetro del mismo en m.
- L es mucho menor a D por lo que puede despreciarse la transferencia de masa por los costados
- No hay reacción.
- Difusividad constante, (isotrópico).
- No estacionario (El sistema va perdiendo humedad con el tiempo).
- La difusividad efectiva esta dado por D_{ab} y los coeficientes ϵ y τ que son las fracciones de espacios vacíos y el factor de corrección de la trayectoria mas larga respectivamente, la razón entre ambos se aproxima a uno.
- La transferencia de masa dentro del sólido se da solo por difusión.
- La difusión es unidimensional, produciéndose solo en dirección del eje Z .

Para la resolución del problema, se escoge como sistema un solo bizcocho, el cual se modela como un cilindro de espesor mínimo, que puede ser considerado como una placa plana para su estudio, a través del cual se produce la difusión del agua hacia la corriente de aire caliente. La ecuación diferencial obtenida es:

$$\frac{\partial \rho_A}{\partial t} = -Dab \frac{\epsilon}{\tau} \frac{\partial^2 \rho_A}{\partial z^2}$$

En donde Dab es la difusividad de masa del agua en la masa en m^2/s y ρ a es la concentración de agua en la masa (humedad) en $\frac{KgdeAgua}{Kgdesolido}$

- Condicion inicial:

$$\rho = \rho_{max} = 50$$

- Condiciones de frontera:

$$\rho = \rho_{min} = 15$$

Por simetría

$$\frac{\partial \rho_A}{\partial z} = 0$$

3. Metodología

Para la resolución del sistema se realiza la discretización del fenómeno, utilizando el método de de resolución numérica de diferencias finitas, aplicando la ecuación para:

$$\frac{D}{h^2}(w_{i+1,j} - 2w_{i,j} + w_{i-1,j}) = (1/k)(w_{i,j+1} - w_{i,j})$$

donde k es el tamaño de paso para el tiempo , h es el paso utilizado para el espacio y Dab la constante de difusividad para el sistema.

4. Resultados y discusiones

Como se observa en la gráfica, las curvas tienen pendiente negativa a medida que avanza en la posición, donde la humedad es menor. Y esta concentración va disminuyendo a medida que se avanza en el tiempo.

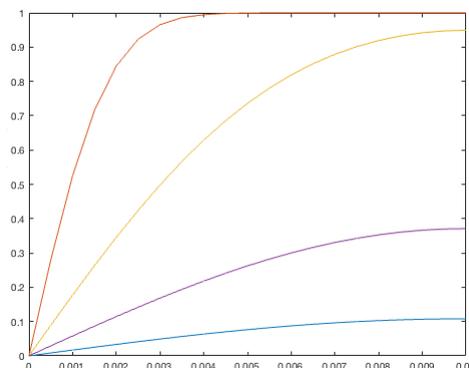


Figura 1: Curva de velocidad de secado. Humedad Eliminada vs Tiempo

5. Conclusión

Mediante la aplicación de métodos numéricos para la resolución del sistema simplificado, se llega a la distribución de concentración como función de la posición y el tiempo. El resultado obtenido concuerda con las tendencias encontradas en la bibliografía.

6. Bibliografía

- [1] A. Vian, J. Ocón. Elementos de la Ingeniería Química. Editorial Aguilar S.A., España, 1976
- [2] Cengel, Y. A., y Ghajar, A. J. (2011). Transferencia de calor y masa.
- [3] Incropera, F. Y DeWitt, D (1999). Fundamentos de Transferencia de Calor (4ed). España: Prentice-Hall.
- [4] Geankoplis, C.J, (2010) . Procesos de Transporte y Principios de Separación (Incluye operaciones Unitarias). (4ed). México.
- [5] Chapra S.C, Canale R.P. Métodos Numéricos para Ingenieros, Mc Graw Hill, México (2007)
- [6] Túneles de Secado. Diario de Ciencias Aplicadas. Disponible en: <http://www.diariodeciencias.com.ar/tuneles-de-secado-cintas-para-secado/>

7. Anexo

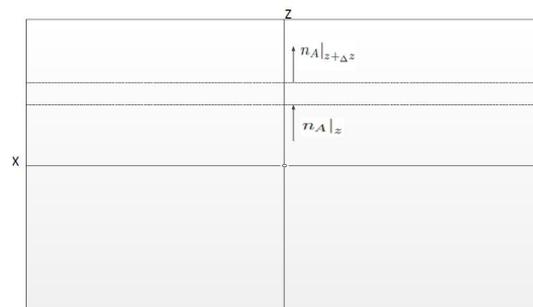


Figura 2: Volumen de control tomado para el análisis

Ecuación de balance

$$A_A = E_A - S_A + G_A$$

Ya que no ocurre ningún tipo de reacción la generación es cero.

$$G_A = 0$$

$$A_A = n_{Aentr} - n_{Asal}$$

$$\frac{\partial n_A}{\partial t} = n_A|_z * S - n_A|_{z+\Delta z} * S$$

$$\frac{\partial(\rho_A * S * \Delta z)}{\partial t} = (n_A|_z - n_A|_{z+\Delta z}) * S$$

$$S * \Delta z * \frac{\partial \rho_A}{\partial t} = (n_A|_z - n_A|_{z+\Delta z}) * S$$

La superficie se mantiene constante.

$$\frac{\partial \rho_A}{\partial t} = -\left(\frac{n_A|_{z+\Delta z} - n_A|_z}{\Delta z}\right)$$

Aplicando limite.

$$\frac{\partial \rho_A}{\partial t} = \lim_{\Delta z \rightarrow 0} -\left(\frac{n_A|_{z+\Delta z} - n_A|_z}{\Delta z}\right)$$

$$\frac{\partial \rho_A}{\partial t} = -\frac{\partial n_A}{\partial z}$$

$$n_A = -\frac{\epsilon}{\tau} * D_{AB} * \frac{\partial \rho_A}{\partial z}$$

$$\frac{\partial \rho_A}{\partial t} = \frac{\epsilon}{\tau} * D_{AB} * \frac{\partial^2 \rho_A}{\partial z^2}$$