

## 17. Математичне моделювання процесу сушіння культивованих грибів

Тетяна Бурлака, Юлія Запорожець, Тетяна Мучич  
 Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** У представленій роботі за допомогою диференціальних рівнянь проведено математичне моделювання кінетики процесу сушіння високовологих матеріалів. Отримані залежності дозволять в подальшому при використанні спеціалізованих обчислювальних пристроях багаторазово вирішувати завдання розрахунку кінетики сушіння при зміні початкової вологості продукту.

**Матеріали і методи.** Основні теплообмінні і масообмінні характеристики сушіння одержані експериментальними методами у лабораторних умовах кафедри процесів і апаратів харчових виробництв Національного університету харчових технологій. Оброблення експериментальних даних і розрахунки було виконано із застосуванням сучасної інтегрованої системи MathCAD 14.

**Результати.** Математична модель процесу сушіння формулюється на основі узагальненого закону переміщення вологи, що враховує потік вологи, як у вигляді пари, так і у вигляді рідини, викликаний наявністю у вологому матеріалі градієнта вологості і градієнта температури.

Так як температура теплоносія в реальних умовах становить величину менше 80 °С, то явищем бародифузії і термовологопровідністю нехтуємо. Коефіцієнти поглинання, відбивання і пропускання променевого потоку будемо вважати постійними. Нехай щільність променевого потоку падаючого на частинку променевого потоку дорівнює  $q(\tau)$ :

$$q(\tau) = Aq(\tau)\exp(k(R - r))$$

У цих умовах процес сушіння описується системою диференціальних рівнянь в часткових похідних в сферичних координатах, що складається з диференціальних рівнянь тепло- і масопереносу для частки продукту.

$$\begin{cases} \frac{\partial T(r, \tau)}{\partial \tau} = a \left( \frac{d^2 T(r, \tau)}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dT(r, \tau)}{dr} \right) + \frac{\varepsilon r}{c} \frac{\partial W(r, \tau)}{\partial \tau} + \frac{Aq}{c\rho_0} \\ \frac{\partial W(r, \tau)}{\partial \tau} = a_m \left( \frac{d^2 W(r, \tau)}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dW(r, \tau)}{dr} \right) + a_m^r \left( \frac{d^2 T(r, \tau)}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dT(r, \tau)}{dr} \right) \end{cases}$$

Система рівнянь вирішена методом інтегральних перетворень Лапласа. Розроблено програмний модуль розрахунку процесу сушіння високовологих матеріалів при конвективно-терморадіаційному режимі в системі MathCAD.

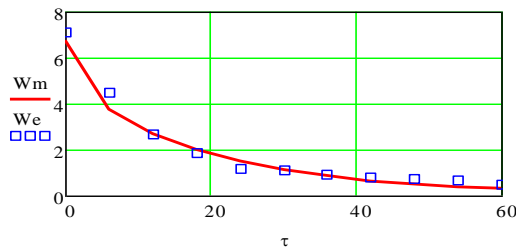


Рис. 1. Зміна вологовмісту культивованих грибів від часу

де  $W_e$  – експериментальні дані, кг/кг;  $W_m$  – розраховані дані, кг/кг;  $\tau$  – тривалість сушіння, хв.

Порівняльний аналіз розрахункових і експериментальних даних (рис. 1) показує хорошу збіжність: відхилення розрахункових даних від експериментальних даних не перевищувало 12,6%.

**Висновки.** Отримана система диференціальних рівнянь переносу разом з початковими й граничними умовами відображає в аналітичній формі основні риси досліджуваного процесу сушіння високовологих матеріалів, тобто є його математичною моделлю.