

М.І. Погожих, д-р техн. наук, проф. (ХДУХТ, Харків)
А.О. Пак, канд. техн. наук, доц. (ХДУХТ, Харків)
М.В. Жеребкін, канд. техн. наук (ХДУХТ, Харків)

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ КІНЕТИКИ ТЕМПЕРАТУРИ СИРОВИНИ ПІД ЧАС ЗТП-СУШІННЯ

У ХДУХТ працює наукова школа, яка займається проблемами сушіння сировини тваринного і рослинного походження, а саме сушіння способом змішаного теплопідводу (ЗТП-сушіння). ЗТП-сушіння відрізняється від традиційних способів організацією та механізмами процесу зневоднення, що дозволяє його віднести до дійсно штучних способів. Однією із особливостей даного способу зневоднення є характер кінетики температури сировини в процесі сушіння. Кінетика температури під час ЗТП-сушіння відрізняється від інших способів S-подібним характером. Для температури під час даного способу сушіння спостерігаються два екстремуми: локальний максимум при середніх значеннях вологовмісту зразка та мінімум в області гігроскопічного стану (рис. 1.).

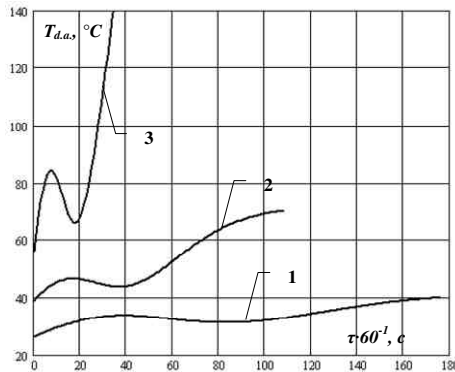


Рисунок 1 – Кінетика температури сировини під час ЗТП-сушіння за різної температури сушильного агента, °C: 1 – 40; 2 – 70; 3 – 140

В класичній літературі з теорії сушіння, зокрема в «Теорії сушіння» О.В. Ликова, кінетика температури сировини в процесі зневоднення описується емпіричним рівнянням виду:

$$f_1(\tau) = a_1 \cdot (1 - \exp(-b_1 \tau^{c_1})), \quad (1)$$

де a_1 , b_1 та c_1 – емпіричні коефіцієнти.

Через особливості кінетики температури сировини під час ЗТП-сушіння (рис. 1) не представляється можливим описати зміну температури з часом в даному процесі тільки рівнянням (1). Характерні локальні максимуми та мінімуми кінетики температури під час ЗТП-сушіння можна описати, якщо доповнити рівняння (1) функцією:

$$f_2(\tau) = a_2 \cdot \exp\left(-\frac{(\tau - b_2)^2}{c_2}\right), \quad (2)$$

де a_2 , b_2 та c_2 – емпіричні коефіцієнти.

Використовуючи для описання зміни температури сировини з часом під час ЗТП-сушіння функцію, яка представляє собою суму функцій (1) та (2) (Рис.2), отримано емпіричні функції для кінетики температури за різної температури сушильного агента:

$$f_{T_{d.a.}}(\tau) = (1 - \exp(-\tau^2 \cdot a0_{T_{d.a.}})) \cdot a1_{T_{d.a.}} + a2_{T_{d.a.}} \cdot \exp\left(-\frac{(\tau - a3_{T_{d.a.}})^2}{a4_{T_{d.a.}}}\right), \quad (3)$$

де $a0_{T_{d.a.}}$, $a1_{T_{d.a.}}$, $a2_{T_{d.a.}}$, $a3_{T_{d.a.}}$ та $a4_{T_{d.a.}}$ – емпіричні коефіцієнти.

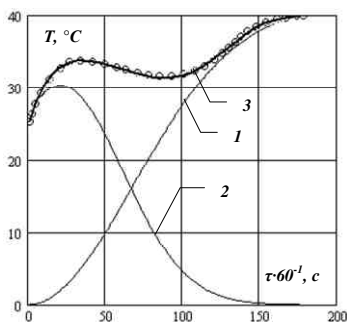


Рисунок 2 – Апроксимація експериментальних даних: 1 – функція виду (1); 2 – функція виду (2); 3 – функція виду (3)

Апроксимаційні функції для кінетики температури сировини за різної температури сушильного агента мають однаковий вид, але різні значення апроксимаційних коефіцієнтів.

Таким чином, отримано аналітичну функцію, що описує з достатнім ступенем точності температуру сировини в ФЄ в залежності від тривалості сушіння способом змішаного теплопідводу.