

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ПОТОКУ В КОЛОННОМУ АПАРАТІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

А.В. Копиленко, О.І. Усанов

Український державний університет харчових технологій

Математичні моделі структури потоків являють собою диференціальні рівняння, що відображають зв'язок між різними параметрами процесу. Застосування методу трасування передбачає відшукання цих зв'язків, виходячи з аналізу розподілення речовини у досліджуваному потоці.

Оскільки на явище міжфазного масообміну на тарілках колони істотно впливає перемішування у рухомому потоці, математичною моделлю процесу буде рівняння, яке характеризує зміну концентрації речовин, зумовлену лише рухом.

Колону, що працює у циклічному режимі, найліпше описує коміркова модель руху потоків, причому як об'єкт повинен використовуватись не окремий контактний пристрій, а секція з каскаду тарілок або ж уся колона. Припускаючи, що у кожній комірці (тарілці) потік у час парового періоду τ_p перебуває у стані ідеального

перемішування, опишемо його рівнянням моделі ідеального змішування

$$\frac{dC_i}{dt} = \frac{1}{\tau_i} (C_{i-1} - C_i), \quad (1)$$

З припущення, що $\tau_i = \tau/n$, де n – кількість ступенів у колоні, випливає, що

$$\frac{dC_i}{dt} = \frac{n}{\tau} (C_{i-1} - C_i), \quad (2)$$

Для розв'язання диференціального рівняння (2), яке відображає зміну концентрації у кожній із комірок, та скориставшись методом перетворення часової функції $C(\tau)$ за Лапласом, можемо записати:

$$W(P) = 1 / t_p - 1,$$

де t – поточний час; P – оператор Лапласа для переведення диференціальних рівнянь у операторну форму.

Процеси та апарати харчових виробництв

Після проведення потрібних обчислень рівняння імпульсної характеристики для колонного апарата має вигляд

$$C_{\text{вих}}(t) = C_{\text{кр}}(t) = \frac{1}{(n-1)!} \left(\frac{nt}{\tau}\right)^{n-1} \frac{n}{\tau} e^{-\frac{nt}{\tau}} \quad (3)$$

Вираз (3) є рішенням диференціального рівняння коміркової моделі в області кінцевих значень змінної t . Наявність подібного рішення дозволяє провести перевірку адекватності прийнятої моделі реальному процесу на тарілках колони за циклічного режиму шляхом зіставлення теоретичних кривих відгуку з відповідними експериментальними кривими, отриманими на дослідній установці.