

Левтринська Ю.О., аспірант, Терзієв С.Г., д-р. техн. наук, Зиков О.В., канд. техн. наук, доцент (ОНАХТ, м.Одеса, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КОНЦЕНТРОВАНИХ ЕКСТРАКТІВ КАВИ

Складний характер взаємодії факторів, що визначають швидкість протікання процесів екстрагування в системі «тверде тіло - рідина», не дозволяє встановити загальну модель всіх випадків екстрагування. Але рішення задачі масопереносу в умовах мікрохвильового поля можна розглянути як сукупність моделі дифузії всередині капіляра пористого тіла, моделі масопереносу з пористого тіла сферичної форми, а також моделі дифузії з точкового джерела в потік.

Розрахунок процесу екстрагування речовини рідиною з твердої фази полягає у визначенні необхідної тривалості процесу (довжини апарату при заданій швидкості руху по ньому) для отримання потрібного ступеня екстрагування. Можливий і зворотний розрахунок – визначення ступеня екстрагування речовини при заданій тривалості процесу.

Модель процесу екстрагування повинна визначати тривалість для апаратів періодичної і напівнеперервної дії, або тривалість контакту фаз і конструктивні розміри безперервно діючого екстрактора. У всіх випадках є необхідною лінія рівноваги фаз «тверде тіло - рідина».

Рівновага під час вилучення в системі «тверде тіло - рідина» настає в тому випадку, коли хімічний потенціал вилученої розчинної речовини в екстрагенті стає рівним величині його хімічного потенціалу в вихідному твердому тілі. Стосовно системи «кава - вода» рівновага досягається при рівності концентрацій розчинних речовин в пористій структурі твердого речовини і в основній масі розчинника. Рушійною силою в даному випадку буде різниця цих концентрацій, і швидкість процесу може бути описана рівнянням [1]:

$$\frac{dM}{dt} = \beta F (c_n - c_0) \quad (1)$$

де M – маса твердої речовини, що розчинюється в момент часу τ ; β – коефіцієнт масовіддачі в рідкій фазі; F – поверхня контакту фаз в момент часу τ ; c_n – концентрація розчинних речовин, що дорівнює концентрації насиченого розчину; c_0 – середня концентрація в основній масі розчину.

Тверде тіло (кавову сировину) будемо вважати бінарної системою, що складається з нерозчинної і розчинної частин. Розчинної частиною представляється весь комплекс компонентів, що переходять в екстрагент.

За умов дії мікрохвильового випромінювання, окрім різниці концентрацій на швидкість процесу впливає також бародифузійна складова, яка виникає внаслідок підвищення тиску всередині капілярів сировини.

Для розрахунку гідравлічних і термічних опорів і відповідних коефіцієнтів переносу, отримано структуру критеріального рівняння використовуючи метод аналізу розмірностей:

$$St_m = A (Re)^m (Sc)^n (Bu)^p (\Pi)^b (D)^k \quad (2)$$

де St_m – число Стантона масообмінного; Re – число Рейнольдса; Sc – число Шервуда; Bu – число Бурдо; Π – безрозмірна параметрична проникність; D – еквівалентний діаметр часток сировини; A, m, n, p, b і k константи, які визначаються при обробці масиву відповідних експериментальних даних.

Після проведення ряду досліджень визначено значення констант рівняння (2):

$$St_m = 0,027 (Re)^{-0,86} (Sc)^{0,43} (Bu)^{0,43} (\Pi)^{0,35} \cdot (D)^{1,2} \quad (3)$$

Перед виготовленням апарату необхідно уточнення основних конструктивних особливостей апарату таких як його габаритні розміри, кількість секцій, потужність генераторів електромагнітної енергії, витрата екстрагенту та сировини. У основу комп'ютерного експерименту покладено рівняння інтенсивності масопереносу з кавової сировини за умов дії мікрохвильового поля та запропонована інженерна методика розрахунку мікрохвильового екстрактора.

Проведення комп'ютерного експерименту дає можливість виробити технологічні рекомендації, щодо ведення процесу екстрагування за умов дії мікрохвильового поля.

Основні інструменти для проведення експерименту – комп'ютерна техніка та пакет прикладних програмних пакетів Microsoft Excel та програма «EXTRACTOR.1» написана на мові програмування Pascal, в середовищі Borland Delphi 7.0.

Моделювання та оптимізація за допомогою пакету програм EXTRACTOR дозволили запропонувати типорозмірний ряд екстракторів. Максимум економічної ефективності відповідає: масообмінним модулям довжиною 0,94 м, висотою 0,9 м, шириною 350 мм, кількості масообмінних модулів 15 шт та при значенні висоти масообмінного модуля екстрактора 1...8 мм, гідромодулі «сировина-екстрагент» 1:3 та температурі близько 100 °С.

Аналіз експерименту показав, що найбільший вплив на процес екстрагування в умовах дії мікрохвильового мають такі технологічні та режимні параметри: вихідна мікрохвильова потужність магнетронів, продуктивності по сировині і екстрагенту, а також висота шару сировини в одиничному масообмінному модулі.

Література:

1. Процессы переработки кофейного шлама [Текст] / О.Г. Бурдо, С.Г. Терзиев, Н.В. Ружицкая, Т.Л. Макиевская– Киев: «ЭнтерПринт», 2014 – 228 с.

Янаков В.П., канд. техн. наук **Паляничка Н.А.**, канд. техн. наук **Темников Г.Е.** (ТГАТУ, г. Мелитополь, Украина)

ПРОЦЕССНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМЕСА ТЕСТА

Целью создания широкого ассортимента хлебопекарной, макаронной и кондитерской продукции является полное удовлетворение пищевых запросов