



ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ



**Одеса
2016**

УДК [620.9:628.87]:334.723
ББК [620.9:628.87]:334.723
Е 61

Е 61 Енергія. Бізнес. Комфорт: матеріали науково-практичної конференції (1 грудня 2016 р.). – Одеса: ОНАХТ, 2016. –52 с.

У збірнику подано тези доповідей науково-практичної конференції.

Збірник містить тези доповідей по енергетичному та екологічному менеджменту та аудиту (секція 1), по альтернативним джерелам енергії (секція 2), по енергоефективним технологіям та обладнанню (секція 3) та по моделюванню енергоефективних процесів.

УДК [620.9:628.87]:334.723
ББК [620.9:628.87]:334.723

© Одеська національна академія харчових технологій, 2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ОДЕСЬКА ОБЛАСНА РАДА СПІЛКИ НАУКОВИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ
ОБ'ЄДНАНЬ УКРАЇНИ
КОНСАЛТИНГОВА ЛАБОРАТОРІЯ «ТЕРМА»

ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ.

Матеріали науково-практичної конференції

1 грудня 2016 року

Одеса
2016

5) $Z = Z_1$ – рівняння енергії.

Алгоритм розрахунку модульної стрічкової мікрохвильової сушарки потребує наступні вхідні данні: температура і витрати повітря (t_b, G_b), коефіцієнти теплопровідності та тепловіддачі продукту (λ_p, α_p), геометричні розміри каналу сушіння (l_k, b_k, h_k), товщина слою продукту (h_p), швидкість руху стрічки ($v_{тр}$), а також потужність мікрохвильового випромінювача ($q_{мв}$).

Спочатку розраховуються теплофізичні властивості повітря;

Одержавши кінетичний коефіцієнт в'язкості (ν) та число Прандтля (Pr) розраховується число Нусельта (Nu). Знаючи Nu знаходимо коефіцієнт тепловіддачі від повітря до продукту;

Виходячи з того, що процес є нестационарним далі розраховується число Біо (Bi) та безрозмірна температура тіла (θ);

Наприкінці розраховується число Фур'є з якого знаходиться час за який температура в нижній частині продукту стане заданою.

Література

1. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах – Одесса: «Друк», 2008. – 348 с.

Бурдо О.Г., д.т.н., проф., **Резніченко Т.А.**, асп. **Ружицька Н.В.**, к.т.н., асистент
Одеська національна академія харчових технологій

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВАКУУМ-ВИПАРЮВАННЯ ЦУКРОВИХ РОЗЧИНІВ В УМОВАХ ДІЇ МІКРОХВИЛЬОВОГО ПОЛЯ

Концентровані і сухі екстракти смакових, ароматичних і біологічно активних речовин з дорогої рослинної сировини, мають тривалі терміни зберігання, зручні для транспортування та використання як у харчових і фармацевтичних виробництвах, так і в побуті.

В процесі концентрування екстрактів випарюванням їхня теплопровідність зі збільшенням вмісту сухих речовин зменшується. За рахунок цього у більшості існуючих випарних апаратів не забезпечується рівномірне підведення енергії до продукту, що веде до його «пригоряння», тобто термічному пошкодженню, а також знижує енергетичну ефективність процесу [1].

При мікрохвильовому підведенні енергія надходить безпосередньо до молекул води в продукті, оскільки сухі речовини як правило радіо прозорі. Осередки пароутворення виникають у всьому об'ємі і виконують функцію гріючої поверхні. Таким чином площа поверхні теплообміну повинна збільшуватись на порядки. Реалізується схема підведення енергії, яка показала високу ефективність у технологіях сушіння [2, 3].

Метою проведених досліджень було визначення впливу параметрів процесу (кількість підведеної енергії, тиск, поверхня випаровування) на швидкість видалення вологи з продукту і використання одержаних залежностей для побудови математичної моделі процесу і розробки інженерної методики розрахунку відповідного обладнання. Швидкість протікання процесів випарювання в умовах мікрохвильового підведення енергії визначається складними взаємодіями бага-

тьох факторів, врахувати які в одній універсальній для всіх випадків моделі неможливо. Отримати структуру критеріального рівняння для розрахунку мікрохвильових вакуум-випарних апаратів періодичної дії, можна методом аналізу розмірностей [4].

В загальному вигляді на продуктивність апарату за конденсатом v впливають кількість підведеної мікрохвильової енергії N , питома теплота пароутворення розчинника, який видаляється r , густина розчинника ρ , площа дзеркала продукту в апараті S , рівень продукту в апараті h , об'єм продукту V_{np} , тиск в апараті та навколишньому середовищі P та P_6 . Тоді отримуємо наступну залежність у загальному вигляді:

$$v = f(N, r, \rho, S, h, V_{np}, P, P_6). \quad (1)$$

Перелік параметрів наведено у табл. 1. Всі параметри складаються з трьох основних розмірностей: довжини (м), маси (кг) та часу (с). Скориставшись аналізом розмірностей можна функцію (1) замінити залежністю між числами подібності. За π -теоревою визначаємо кількість безрозмірних комплексів, які описують процес. Оскільки число змінних $n = 9$, число одиниць виміру $m = 3$, кількість безрозмірних комплексів, що описують процес дорівнює $(n - m) = 6$.

Таблиця 1

Список параметрів

Параметр	Символ	Розмірність
Продуктивність установки за конденсатом	v	$\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$
Густина розчинника	ρ	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$
Площа поверхні продукту	S	м^2
Рівень продукту в апараті	h	м
Тиск в апараті	P	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Базовий тиск	P_6	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Потужність мікрохвильового поля	N	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$
Об'єм продукту	V_{np}	м^3
Питома теплота пароутворення розчинника	r	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$

Наведемо функцію у степеневому вигляді:

$$v = A N^a r^b \rho^c S^d h^e V_{np}^f P^g P_6^n. \quad (2)$$

Складаємо рівняння розмірностей:

$$\frac{\text{м}^3}{\text{с}} = \left(\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} \right)^a \cdot \left(\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \right)^b \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)^c \cdot \left(\text{м}^2 \right)^d \cdot \left(\text{м} \right)^e \cdot \left(\text{м}^3 \right)^f \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2} \right)^g \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2} \right)^n. \quad (3)$$

Склавши матрицю розмірностей для рівняння (2) об'єднуємо параметри за однаковими показниками степеня:

$$v \cdot r^{0,5} h^2 = A \cdot \left(\frac{N \cdot h^2 \cdot P_6}{r^{2,5}} \right)^a \cdot \left(\frac{\rho \cdot h^4 \cdot P_6}{r} \right)^c \cdot \left(\frac{S}{h^2} \right)^d \cdot \left(\frac{V}{h^3} \right)^f \cdot \left(\frac{P \cdot P_6 \cdot h^2}{r^2} \right)^g. \quad (5)$$

Комплекси, отримані у рівнянні (5) використовуємо для пошуку комбінацій, які дадуть структуру критеріального рівняння.

$$\frac{h^2 \cdot r^{0.5}}{v} \cdot \frac{N \cdot h^2 \cdot P_0}{r^{2.5}} \cdot \frac{r}{\rho \cdot h^4 \cdot P_0} = \frac{N}{v \cdot r \cdot \rho} = \text{Bu}. \quad (6)$$

$$\left(\frac{S}{h^2}\right) \cdot \left(\frac{h^3}{V}\right) = \frac{S \cdot h}{V} = F. \quad (7)$$

Комплекс F – враховує вплив площі поверхні пароутворення.

Вплив тиску враховується комбінацією:

$$\left(\frac{P \cdot P_0 \cdot h^2}{r^2}\right) \cdot \left(\frac{P_0^2}{r^2}\right) = \frac{P}{P_0} \quad (8)$$

Таким чином із застосуванням чисел подібності отримуємо наступне рівняння:

$$\text{Bu} = A \cdot (F)^n \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^m, \quad (9)$$

Константи A, n, m визначаються експериментально.

Обробка масиву експериментальних даних дозволяє рекомендувати для розрахунку процесу випарювання у мікрохвильовому вакуум-випарному апараті наступне рівняння:

$$\text{Bu} = 4,33 \cdot F^{-1,93} \cdot \left(\frac{P}{P_0}\right)^{0,12} \quad (10)$$

Висновки: Встановлено, що на інтенсивність випарювання окрім енергопідведення і тиску також впливає площа поверхні випаровування. Температура продукту, який концентрують залежить не тільки від тиску в апараті, але й від кількості підведеної енергії і може значно перевищувати температуру кипіння. Визначальний вплив на інтенсивність випарювання чинять потужність електромагнітного поля та площа поверхні випаровування.

Література

1. Бурдо О.Г. Исследование вакуум-выпарных аппаратов нового типа / Бурдо О.Г., Ружицкая Н.В., Макаренко Т.А., Малашевич С.А. // Наукові праці ОНАХТ. – Вип. 45, Т.2. – Одеса, 2014. – С.212–214
2. Бурдо О.Г. Эволюция сушильных установок. – Одесса: «Полиграф», 2010. – 368 с.
3. Бурдо О.Г. Исследование модуля ленточной сушилки растительного сырья с комбинированным электромагнитным подводом энергии / Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Яровой И.И., Ружицкая Н.В.// Труды IV Международной научно-практической конференции «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов СЭТТ-2011)». – Т.1, Москва, 2011. – С. 422 – 426.
4. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах: Учебник. – Одесса: Друк, 2008. – 348с.

СЕКЦІЯ 4.
МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

Андреев І.А., Яшук В.О. ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ПЛОСКИХ ФІБРО-БЕТОННИХ ВИРОБІВ	34
Жихарева Н.В., Хмельнюк М.Г. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	36
Лагутін А.Ю., Стоянов П.Ф., Іванчук Я.П. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ЕФЕКТІВ ПОТОКУ ПОВІТРЯ В МІЖРЕБЕРНОМУ КАНАЛІ КОНВЕКТИВНИХ ПОВЕРХОНЬ ТЕПЛООБМІНУ	38
Минев А.Б., Косой Б.В. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ГИБРИДИЗАЦИИ ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ	40
Балагура В.В. ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ МОДУЛЬНОЇ СТРИЧКОВОЇ МІКРОХВИЛЬНОЇ СУШАРКИ	42
Бурдо О.Г., Резніченко Т.А., Ружицька Н.В. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВАКУУМ-ВИПАРЮВАННЯ ЦУКРОВИХ РОЗЧИНІВ В УМОВАХ ДІЇ МІКРОХВИЛЬНОГО ПОЛЯ	43
Сакалюк А. Ю. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОПЧЕНИЯ КОЛБАСЫ	46
Гудзь С.С. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В МАЛОГАБАРИТНОМУ ТЕПЛОНАСОСНОМУ ВАКУУМНОМУ ДЕАЛКОГОЛІЗАТОРІ	47
Кепин М.І. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ПЛОДОВ КОСТОЧКОВЫХ КУЛЬТУР	48

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ПІДПРИЄМСТВА

Консалтингова лабораторія **ТЕРМА** (теплотехнології, енергоефективність, ресурсоефективність, менеджмент енергетичний, аудит енергетичний)

На ринку консалтингових послуг КЛ «ТЕРМА» з 1997р. Працівники КЛ «ТЕРМА» пройшли підготовку по програмі «TACIS» та отримали відповідні сертифікати. З 1999р. лабораторія має ліцензію (№026) на право проведення енергетичних обстежень підприємств та навчання енергетичному менеджменту.

Напрямок діяльності КЛ «ТЕРМА»: науково – методологічна в сфері енергетичної ефективності, консалтингові послуги з енергетичного аудиту та менеджменту, наукові розробки та принципово нові конструкції енергоефективного обладнання, пропагандистка робота по підвищенню культури споживання енергії при підготовці молодих спеціалістів та серед населення регіону.

Розробки КЛ «ТЕРМА»: концепція Енергетичних програм зернопереробної галузі та Одеського регіону; Програми підвищення енергетичної ефективності міст Одеси та Теплодара; енергетичні обстеження та обґрунтування норм споживання енергії на 91 об'єкті бюджетної сфери Одеського регіону та інш.

КЛ «ТЕРМА» приймала участь в організації та проведенні 5 Міжнародних конференцій «Інноваційні енерготехнології»; 3 регіональних симпозіумах «Енергія. Бізнес. Комфорт»; молодіжного Форуму «Енергоманія».

КЛ «ТЕРМА» має значний досвід, професійних виконавців, сучасні мобільні прилади для проведення енергетичних досліджень та розробці обґрунтованих енергетичних програм різного рівня

одеська національна академія
харчових технологій

консалтингова лабораторія
ТЕРМА

65039, м. Одеса, вул. Канатна. 112, тел. (048)712-41-75; 712-41-29; 724-86-72;
факс (048)725-31-64; 725-32-84. E-mail nauka@onaft.edu.ua
terma_onaft@rambler.ru www.onaft.edu.ua