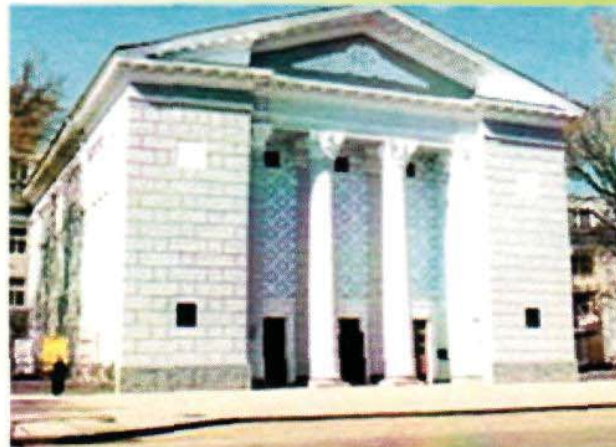




**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА  
АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**



**Одеса  
2017**

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

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

Е 61 Енергія. Бізнес. Комфорт: матеріали науково-практичної конференції (16 листопада 2017 р.). – Одеса: ОНАХТ, 2017. 68 с.

У збірнику подано тези доповідей науково-практичної конференції.

Збірник містить тези пленарних доповідей, доповідей по енергетичному та екологічному менеджменту (секція 1), альтернативній енергетиці (секція 2), енергоефективним технологіям та обладнанню (секція 3), моделюванню енерготехнологій (секція 4) та тези доповідей молодих вчених (секція 5).

## **ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**

Матеріали науково-практичної конференції

16 листопада 2017 року

Одеса  
2017

## МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КОНЦЕНТРОВАНИХ ЕКСТРАКТИВ 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]:

$$\frac{dM}{d\tau} = \beta \cdot F \cdot (c_n - c_0), \quad (1)$$

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

Тверде тіло (кавову сировину) будемо вважати бінарною 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;  $\Pi$  – 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):

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

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, Україна)

### ПРОЦЕССНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАМЕСА ТЕСТА

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

населения. Она основывается на технических возможностях тестомесильных машин, специфике используемых технологий и потенциале качествообразующих преобразований применяемого рецептурного сырья. Дальнейшая организация гидромеханических, теплообменных, массообменных и механических процессов в технологической операции замеса теста даёт возможность определить наиболее эффективное сочетание процессных, технологических и товароведческих подходов:

- улучшение качественных показателей теста; повышение энергетической эффективности используемых технологий замеса;
- рост технологической надёжности работы тестомесильной машины;
- возможность прогнозирования свойств хлебопекарного, макаронного и кондитерского теста;
- управление реализуемых процессов тестоприготовления.

Эти подходы в конечном итоге приводят к определению эффективности пищевых производств. В дальнейшем они суммарно определяют возможность управления качеством теста и контроле энергозатрат в данный период времени и в последующем формируют стоимость выпускаемой продукции. Последующее обеспечение решения проблем реализуемых технологий в работе тестомесильной машины сводится к решению задачи "mini-max":

$$\chi(d) = \max_{A_1 \in \Xi} \cdot \min_{A_2 \in Z} \cdot \max_{A_3 \in J} \cdot g_K(d, z, \xi) \leq 1 \quad (1)$$

где,  $\chi(d)$  – эффективность хлебопекарных, макаронных и кондитерских производств, ед.;  $A_1$  – границы варьирования качественных и энергетических показателей выпускаемой продукции, ед.;  $\Xi$  – функция гибкости стоимости выпускаемой продукции, шт/грн.;  $A_2$  – границы варьирования стоимостных показателей выпускаемой продукции, грн.;  $Z$  – стоимость энергозатрат при реализации технологической операции замеса, грн/кВт.;  $A_3$  – границы варьирования при управлении качеством выпускаемой продукции, ед.;  $J$  – технологически обоснованный уровень однородности теста выпускаемой продукции, кг/м<sup>3</sup>;  $g_K$  – возможность управления качеством выпускаемой продукции, ед.;  $d$  – технические возможности изменения энергетического воздействия на рецептурное сырьё и тесто применяемой тестомесильной машины, ед.;  $z$  – возможности изменения параметров процессов в применяемой технологии выпускаемой продукции, ед.;  $\xi$  – границы параметров применяемого рецептурного сырья в технологии выпускаемой продукции, ед.

Последующее решение проблем реализуемых технологий пищевых производств даёт возможность определить экономическую эффективность выпускаемой продукции и сегмента её реализации на рынке хлебопекарных, макаронных и кондитерских изделий. Достижимое улучшение качественных показателей теста повышает энергетическую результативность тестоприготовления и технологическую надёжность тестомесильной машины

при сохранении вероятности прогнозирования свойств теста. В целом данный подход возможно представить виде таблицы.

Таблица 1

Показатели используемых технологий замеса теста

№ п/п	Наименование	Характеристика
1	Экономическая	эффективность хлебопекарных, макаронных и кондитерских производств, ед.
2	Процессная	границы варьирования качественных и энергетических показателей выпускаемой продукции, ед.
3	Товароведческая	границы варьирования при управлении качеством выпускаемой продукции, ед.
4	Аппаратная	технические возможности применяемой тестомесильной машины, ед.
5	Технологическая	возможности изменения параметров процессов в применяемой технологии выпускаемой продукции, ед.
6	Энергетическая	стоимость энергозатрат при реализации технологической операции замеса, грн/кВт.

Ключевым направлением усовершенствования технологии замеса является поиск новых технологических решений. При этом величина стоимости энергозатрат при реализации технологической операции замеса должна соответствовать получаемому уровню однородности теста. Результатом исследований действенного сочетания является обеспечение достаточных параметров реализации тестоприготовления:

1. факторы пищевого производства;
2. решение задачи "mini-max" реализуемых технологий;
3. показатели используемых технологий замеса теста;

Экспериментальная апробация выдвигаемых теоретических предпосылок даст возможность повысить эффективность применяемых технологий при изготовлении хлебопекарной, макаронной и кондитерской продукции.

Резниченко Т.А., аспирант (ОНАПТ, г. Одесса, Украина)

### ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ РАСТВОРОВ В МИКРОВОЛНОВОМ ВАУУМ-ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ

При микроволновом подводе энергия подводится непосредственно к молекулам воды в продукте, так как сухие вещества как правило радиопрозрачны. Очаги парообразования возникают во всем объеме и выполняют функцию греющей поверхности. Таким образом площадь поверхности теплообмена должна возрастать на порядки. Реализуется схема подвода энергии, показавшая высокую эффективность в технологиях сушки [1, 2].

Скорость протекания процессов выпаривания в условиях микроволнового подвода энергии определяется сложными

**СЕКЦІЯ 3**  
**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ**

<b>Бурдо О.Г., Мордынский В.П., Светличный П.И., Омар Саид Ахмед</b> ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ВАКУУМНАЯ СУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА .....	25
<b>Жихарєва Н.В., Бабой Є.О.</b> ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ КОМФОРТНОГО КОНДИЦІОНАННЯ ПОВІТРЯ ГРОМАДСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ .....	27
<b>Бурдо А.К., Альхури Юсеф, Величко В.П.</b> ИННОВАЦИОННАЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЯ ЭКСТРАГИРНОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФИТОПРЕПАРАТОВ .....	29
<b>Яровий І.І., Марєнченко О.І.</b> ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ СУШІННЯ СОНЯШНИКА	30
<b>Орловська Ю. В., Трішин Ф.А.</b> ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ В НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ АПАРАТАХ ДЕМІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ .....	33
<b>Альхури Юсеф, Аванійчук Е.Ю., Величко В.П.</b> НОВІТНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ЕКСТРАКТИВ ШИПШІНИ ....	35
<b>Бурдо О.Г., Войтенко О.К., Омар С.А., Катасонов О.В.</b> НОВІТНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ СУШІННЯ ЦИБУЛІ .....	36
<b>Бурдо О.Г., Гладушник О.К., Кєпін М.І.</b> ЛІНІЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ПЕРЕРОБКИ ПЛОДІВ .....	38
<b>Хомічук В.А., Усатенко Н.Ф.</b> СТАБІЛЬНІСТЬ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМІННИКІВ ПРИ КОПЧЕННІ М'ЯСОПРОДУКТІВ .....	39

**СЕКЦІЯ 4**  
**МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ**

<b>Зиков О.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЙ СЕЛЕКТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ДІЇ .	41
<b>Труханов В.С., Вігульський А.К., Стоянов П.Ф.</b> АНАЛІЗ КРИТЕРІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОПЕРЕЧНО-ОРЕБРЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ТЕПЛООБМІНУ ....	43
<b>Трач О.Р., Трішин Ф.А.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ПРИ ФОРМУВАННІ ЛЬОДОВОГО БЛОКУ .....	45
<b>Лєвтринська Ю.О., Терзієв С.Г., Зиков О.В.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КОНЦЕНТРОВАНИХ ЕКСТРАКТИВ КАВИ .....	47
<b>Янаков В.П., Паляничка Н.А., Темников Г.Е.</b> ПРОЦЕСНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАМЕСА ТЕСТА .....	48

<b>Рєзничєнко Т.А.</b> ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ РАСТВОРОВ В МИКРОВОЛНОВОМ ВАУУМ-ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ .....	50
---	----

**СЕКЦІЯ 5**  
**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ**

<b>Афанасьєва А., Вєчірко В., Патрашко М., Слїд Д.</b> ПОКРАЩЕННЯ СТРУКТУРИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ЖИТЕЛІВ СЛОБІДКИ	53
<b>Милнїчук Е.С., Копач С.А., Лєонова Л.Ю.</b> ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ .....	54
<b>Філінок О.М., Блошенко Н.С., Коваль О.Є.</b> СВІТОВИЙ ДОСВІД ОТРИМАННЯ ЕНЕРГІЇ ЗІ СМІТТЯ ТА ВІДХОДІВ .....	56
<b>Вєлічко В.П.</b> ІННОВАЦІЙНА ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЯ ЕКСТРАГУВАННЯ ІЗ ПЛОДІВ ШИПШІНИ .....	58
<b>Воронко О., Чабанюк В.</b> ЕНЕРГЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ГІМНАЗІЇ №5 ТА ЇЇ ТЕПЛОВА МОДЕРНІЗАЦІЯ .....	60
<b>Козловський О.С.</b> ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ЖИТЛОВОГО ВИСОТНОГО БУДИНКУ ЗА АДРЕСОЮ ШАМПАНСЬКИЙ ПРОВУЛОК 2/1 .....	62