



**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



плодів на напівфабрикат (м'якоть та фрагменти покривної тканини) та відходи (кісточки), та машину для пакування готового продукту. Для одержання продукції у вигляді порошку в лінію може бути включена машина для тонкого подрібнення.

Основними складовими економічної привабливості запропонованого напрямку первинної переробки плодів є такі:

1. Спрощення діючих машинно-апаратних схем за рахунок вилучення теплового обладнання для обробки сировини перед подальшим розділенням на напівфабрикат та відходи що, в свою чергу, приводить до економії теплової енергії на етапі попередньої переробки.

2. Можливість одержання більш якісного кінцевого продукту за рахунок збереження біоенергетичного потенціалу вихідної сировини.

3. Можливість виконання процесу переробки сировини в нативному стані в режимі безперервної дії з одночасним розділенням на фракції в одному робочому просторі машини.

4. Можливість одержання кісточок без порушення їх початкових біологічних властивостей як цінної вторинної сировини для подальшої переробки та використання як насінневого матеріалу для галузі садівництва.

5. Переробку сировини виконувати за умовами безвідходної технології.

**Хомічук В.А.** канд.техн.наук, (ОНАХТ, м. Одеса, Україна)

**Усатенко Н.Ф.** канд.техн.наук, (Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди, м. Хмельницький, Україна)

### СТАБІЛЬНІСТЬ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМІННИКІВ ПРИ КОПЧЕННІ М'ЯСОПРОДУКТІВ

Процес термообробки є однією із основних операцій при виготовленні ковбасних виробів. Реалізація процесу відбувається в термічних камерах за рахунок конвективного теплообміну між теплообмінником та продуктом.

Залежно від виду продукту, технологічний процес проводять в декілька етапів, які різняться між собою не тільки фізичними параметрами робочого середовища, а і його хімічним складом. Так, наприклад, температура робочого середовища в вантажному об'ємі термокамер в процесі термообробки варених ковбас коливається в межах від 20 °С до 90 °С, відносна вологість – від 30 % до 100 %, швидкість – від 0,5 м/с до 2,5 м/с, а на етапі копчення його склад поповнюється декілька сотнями слабоагресивних хімічних компонентів диму, які знаходяться в газоподібному, пароподібному, крапельно-рідкому і твердому (частки вугілля, сажі і золи) стані [1]. В процесі копчення ці компоненти осаджуються не тільки на поверхню продукту, а і на теплообмінник, що часом суттєво знижує коефіцієнт його тепловіддачі та, за рахунок зменшення живого перетину для проходження через теплообмінник робочого середовища, збільшує його аеродинамічний опір. Як наслідок, збільшується опір аеродинамічної системи термокамер в цілому, що спричиняє додаткові

навантаження на електродвигуни вентиляторів рециркуляції, збільшуючи їх споживану потужність. Загалом же, проблема підтримання у належному стані теплообмінних поверхонь різних конструкцій при їх експлуатації в димоповітряному середовищі досі залишається однією із самих актуальних у м'ясній та рибній промисловості.

Для захисту поверхонь теплообміну від забруднень використовують ряд способів, але всі вони мають деякі недоліки і є недостатньо ефективними [2].

Тому нами поставлена мета – підтримання на належному рівні теплотехнічних характеристик теплообмінників при копченні м'ясопродуктів.

Для досягнення поставленої мети використано зразок оребреної біметалевої теплообмінної поверхні „сталь – алюміній”, створеної методом лиття розплавленої алюмінієвої чушки марки АК-6 на гарячекатану сталеву трубу. Вагомим аргументом для використання цього зразка є високий коефіцієнт теплопровідності алюмінію, з якого утворені ребра ( $\lambda_{ал}=196$  Вт/м·К).

Оптимальність геометрії ребра на трубі визначали на основі порівняльних теплотехнічних розрахунків трьох моделей теплообмінників, створених з використанням залежностей, що рекомендовані в літературних джерелах [3, 4, 5]. Геометрією ребра для теплообмінних поверхонь, вибирали у співвідношенні висоти ребра до зовнішнього діаметра труби:  $h=0,4d_0$ ,  $h=0,7d_0$ ,  $h=d_0$ . При цьому для розрахунків в конструкціях теплообмінників приймали однаковими: зовнішній діаметр труби ( $d_0=25$  мм); шаг оребрення труби ( $u=13$  мм); кількість ребер на трубі ( $i=77$  шт); кількість труб в живому перетині для проходження робочого середовища ( $n_1=7$ ); загальна кількість оребрених труб ( $n_2=14$ ). Ідентичними прийнято було і вирішальні умови експлуатації теплообмінників: теплове навантаження на теплообмінник  $Q=31500$  кДж, середня температура теплоносія ( $T_{сер}=132$ °С), коефіцієнт тепловіддачі від теплоносія до труби ( $\alpha_{ни}=3000$  Вт/м<sup>2</sup>К), продуктивність вентилятора рециркуляції ( $V=3000$  м<sup>3</sup>/год), тощо.

В результаті порівняльних математичних обчислювань моделей теплообмінників було встановлено, що теплообмінник, скомпанований з оребрених труб з висотою алюмінієвого ребра  $h=d_0$  (теоретична ефективність ребра  $E=0,77$ ), мав коефіцієнт теплопередачі  $k=42,6$  Вт/м<sup>2</sup>°К - в середньому, на 26 % нижчий ніж у двох інших. Теплове навантаження на нього було знято за рахунок збільшення для нього поверхні теплообміну, що, як наслідок, привело до незначного збільшення початкових капіталовкладень. Але, при цьому, аеродинамічний опір цього теплообмінника в мережі був нижчий на 35 % ніж у інших, що дозволило знизити на 35 % потужність електродвигуна вентилятора рециркуляції і, в подальшому, зменшити витрати на експлуатацію аеродинамічної мережі термокамери в середньому на 16 %. В умовах економії енергоресурсів це



було достатньо вагомим аргументом на користь саме цієї моделі теплообмінника.

Результати роботи захищені патентом України № 29193 А "Пристрій для термічної обробки та копчення ковбасних виробів"[6].

Доведено, що протягом тривалого часу експлуатації в димоповітряному середовищі теплообмінники раціональної конструкції мають достатньо чисту поверхню і зберігають стабільно високі теплотехнічні характеристики. (коефіцієнт тепловіддачі  $k=42,6 \text{ Вт/м}^2\text{°К}$ ).

#### Література

1. Курко В.И. Химия копчения. -М.:Пищевая промышленность, 1969.-343 с.
2. Вивчення тепломасообмінних процесів при термічній обробці м'ясопродуктів для оптимізації технології і конструкції обладнання. Звіт по НДР та ДКР/ТІММ УААН, №3.91.-К., 1994.-102 с.
3. Эккерт Э.Л., Дрейк Р.М. Теория тепло- и массообмена (перевод с англ. под редакцией А.В. Лыкова). – М.Л.:Госэнергоиздат, 1961.-680 с.
4. Карасина Э.С. Теплообмен в пучках труб с поперечным ребрами // Изв. ВТИ.-1952.- №12.- С.12-16.
5. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел (перевод с англ. под редакцией А.А. Померанцева).- М.: Наука, 1964.-487 с.
- 6 Патент 29193 А Україна , МКІ А 23 В4 / 044 Пристрій для термічної обробки та копчення ковбасних виробів / Єресько Г.О., Усатенко Н.Ф., № 98010467; Заявл. 28.01.98; Опубл. 16.10.00.-Бюл. N 5-11.

### СЕКЦІЯ 4

#### МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

**Зиков О.В.** канд.. техн., наук. доцент, докторант  
(ОНАХТ, м. Одеса, Україна)

#### **МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЙ СЕЛЕКТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ДІЇ**

Аналіз виробництва і споживання енергії показує, що Україна є енергодефіцитною країною, тому питання ефективного використання енергії мають важливе значення. І, хоча питома споживання енергії на душу населення значно зменшилось і стало нижчим ніж у багатьох країнах Євросоюзу, близько 40% енергії споживає промисловість. Тобто зменшення енерговикористання йде в основному за рахунок зниження комфорту населення. При цьому ефективність використання енергії в Україні на порядок гірша ніж середня по Євросоюзу (за даними [1,2]). Очевидно, що промисловість України в загалі, а зокрема і харчова промисловість, мають значний потенціал підвищення енергоефективності.

Більшість технологічних процесів харчових виробництв протікає при тепловій або холодильній обробці продукту. Причому організація теплових режимів цих виробництв визначає і органолептичні показники готової продукції, і витрати енергії на її переробку, і продуктивність апаратів.

Розуміння впливу рівня температур на перебіг хімічних реакцій в продукті дає можливість ефективного управління процесами при зберіганні або виробництві продукту. Правильна оцінка необхідної кількості енергії і місця її підведення дозволяє розробити сучасне енергоефективне обладнання, що не призводить до небажаного зниження показників якості продукту: проникненню канцерогенних фракцій в продукт, погіршення смаку, кольору, запаху, викликати пригар продукту, його псування.

Проблеми забезпечення ефективного підведення енергії, адресної її доставки до елементів харчової сировини можуть вирішуватися на базі сучасних пристроїв - теплових труб, термосифонів та інших видів автономних пристроїв для передачі теплоти [3, 4] а також за рахунок засобів з об'ємним підведенням енергії селективної дії [5,6]. Селективне підведення енергії дозволить витратити тільки необхідну кількість енергії. Але для розрахунку і проектування таких пристроїв потрібні уточнені математичні моделі процесів з адресною доставкою енергії.

Для процесів сушіння дисперсних матеріалів розроблена модель тепломасообміну в шаровому підігрівачі для стаціонарних та нестаціонарних умов нагрівання [7,8].

Селективне підведення енергії в об'ємі матеріалу, що висушується можливо за умов використання НВЧ випромінювання. В таких умовах можливими стають процеси механодифузії (видалення вологи з капілярів під дією градієнта тиску який утворюється внаслідок дії випромінювання на воду, що знаходиться всередині капілярів). Урахувати вплив цього процесу можливо доповнивши модель об'єкта еквівалентною структурою геометрії капілярів в продукті та розрахувавши поля температур і тисків всередині капілярів.

Запропоновані доповнення моделей процесу сушіння дають змогу розробити програми для розрахунку і оптимізації енергоефективного сушильного обладнання.

#### Література

1. International Energy Agency. Key World Energy Statistics // IEA. 2017. 38 p.
2. - International Energy Agency I. Key world energy statistics. 2016.
3. Бурдо О.Г. Совершенствование процессов и аппаратов пищевой и холодильной технологий на основе автономных теплопередающих устройств. 1988. 526 p.
4. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств. Одесса: Полиграф, 2008. 244 p.
5. Burdo O. et al. Development of wave technologies to intensify heat and mass transfer processes // EasternEuropean J. Enterp. Technol. 2017. Vol. 4, № 11–88.
6. Burdo O. et al. Using of the Wave Technologies in Intensification Processes of Heat and Mass Transfer // EUREKA Phys. Eng. 2017. Vol. 4, № 4. P. 18–24.
7. Зыков А.В. Проблемы моделирования процессов сушки // Научные работы ОНАХТ. 2007. Vol. 1, № 30. P. 122–126.
8. Смирнов Г.Ф., Зыков А.В. Анализ процесса сушки недеформируемого, нагреваемого материала на основе представлений о существовании физических механизмов ее торможения // Научные работы [Одесской национальной академии харчових технологій]. 2014. № 45 (2). P. 214–221.



### **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 ЕКСТРАКТІВ ШИПШИНИ ....	35
<b>Бурдо О.Г., Войтенко О.К., Омар С.А., Катасонов О.В.</b> НОВІТНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ СУШІННЯ ЦИБУЛІ .....	36
<b>Бурдо О.Г., Гладушняк 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 ЕКСТРАКТІВ 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 ШИПШИНИ .....	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