

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**82 НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**ВИКЛАДАЧІВ УНІВЕРСИТЕТУ**

**Одеса 2022**

Наукове видання

Збірник тез доповідей 82 наукової конференції викладачів університету  
26 – 29 квітня 2022 р.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.  
За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Рекомендовано до друку та розповсюдження в мережі Internet Вченою радою  
Одеського національного технологічного університету,  
протокол № 13 від 24.05.2022 р.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,  
Лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки,  
д-ра техн. наук, професора Б.В. Єгорова

Укладач Т.Л. Дьяченко

Редакційна колегія

Голова

Єгоров Б.В., д.т.н., професор

Заступник голови

Поварова Н.М., к.т.н., доцент

Члени колегії:

Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор  
Бурдо О.Г., д-р техн. наук, професор  
Віннікова Л.Г., д-р техн. наук, професор  
Гапонюк О.І д-р техн. наук, професор  
Жигунов Д.О., д-р техн. наук, професор  
Іоргачова К.Г д-р техн. наук, професор  
Капрельянц Л.В., д-р техн. наук, професор  
Коваленко О.О., д-р техн. наук, професор  
Косой Б.В., д-р техн. наук, професор  
Крусір Г.В., д-р техн. наук, професор  
Мардар М.Р., д-р техн. наук, професор  
Мілованов В.І., д-р техн. наук, професор  
Павлов О.І., д-р екон. наук, професор  
Плотніков В.М., д-р техн. наук, професор  
Станкевич Г.М., д-р техн. наук, професор  
Савенко І.І., д-р екон. наук, професор  
Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор  
Ткаченко Н.А., д-р техн. наук, професор  
Ткаченко О.Б., д-р техн. наук, професор  
Хобін В.А., д.т.н., професор  
Хмельнюк М.Г., д-р техн. наук, професор  
Черно Н.К д-р техн. наук, професор

Завдяки інноваційній технології мікрохвильового нагріву в поєднанні з вакуумом сушарка матиме низькі витрати енергії та високу якість сушіння при низьких температурах процесу.

### **Література**

1. Бурдо О. Г. Еволюція сушильних установок – Одеса: Поліграф, 2010. – 368с.
2. Рогов І.А., Некрутман С.В., Лисов Г.В. Техніка мікрохвильового нагрівання харчових продуктів. – М.: 1981. – 200 с.
3. Безбах І., Яровий І., Войтенко О. (2019). Комбіновані способи енергозабезпечення при сушці рослинної сировини. Наукові праці. – Вип. 83(2), – С. 71-77. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v2i83.1532>

## **РОЗВИТОК КОНСТРУКЦІЙ РЕКУПЕРАТИВНИХ ЗЕРНОСУШАРОК НА БАЗІ ТЕРМОСИФОНІВ**

**Безбах І.В., д.т.н., доцент**

**Одеський національний технологічний університет, м. Одеса**

Внаслідок зростання населення, світовий попит на енергію та якісну їжу продовжує зростати. Енергоспоживання та якість у процесах виробництва харчових продуктів є важливими параметрами, які необхідно ретельно вивчати та аналізувати.

Сушіння зерна складає до 25 % промислового споживання енергії у розвинених країнах. Свіжозбирані зернові зазвичай мають високу вологість, що унеможливорює негайне зберігання зерна. Приблизно 30 % зерна слід сушити після збирання врожаю [1]. В Україні зазвичай для сушіння зернових використовують конвективні шахтні сушарки.

Конвективні сушарки асоціюються з низьким тепловим ККД. У конвективних шахтних зерносушарках використовують гази згоряння палива та безпосередньо направляють їх у продукт. Існує ризик потрапляння канцерогенів у зерно.

Дослідження, присвячені питанням сушіння, є актуальними. Щоб звести до мінімуму втрати зерна, отримати якісні продукти, знизити навантаження на навколишнє середовище необхідні нові конструкції ефективних зерносушарок.

У сушарках для економії енергії застосовують сонячні колектори, рециркуляцію та осушення теплоносія [2]. Для застосування у процесах сушіння зернових такі сушарки мають низьку продуктивність. Для отримання чистого агента сушіння, вирішення проблем проникнення канцерогенів в продукт застосовують трубчасті теплообмінники. Як теплоносії використовують вихлопні гази [3]. Недоліком є необхідність у додаткових вентиляторах для перекачування теплоносія. Очікується, що використання термосифонів (ТС) у процесах сушіння допоможе знизити споживання енергії, оскільки ТС ефективно працюють у таких областях як охолодження електроніки та космічних апаратів, рекуперація тепла. ТС усуває необхідність у допоміжних пристосуваннях для перекачування теплоносія. ТС застосовують у сонячних сушарках. У роботі [4] у сонячний колектор сушарки були вбудовані конденсаційні ділянки ТС, які нагрівали повітря, що йде на сушіння. У роботі [5] представлено конструкцію шнекової сушарки на базі кільцевого ТС. Загальний коефіцієнт теплопередачі виявився на 35 % вищим, ніж у звичайної сушарки з паровою сорочкою, завдяки теплопровідності кільцевої теплової труби. Розроблена сушарка компактна і дозволяє заощаджувати енергію у процесах сушіння. Недолік – застосування шнекових пристроїв у процесах сушіння призведе до травмування зерна.

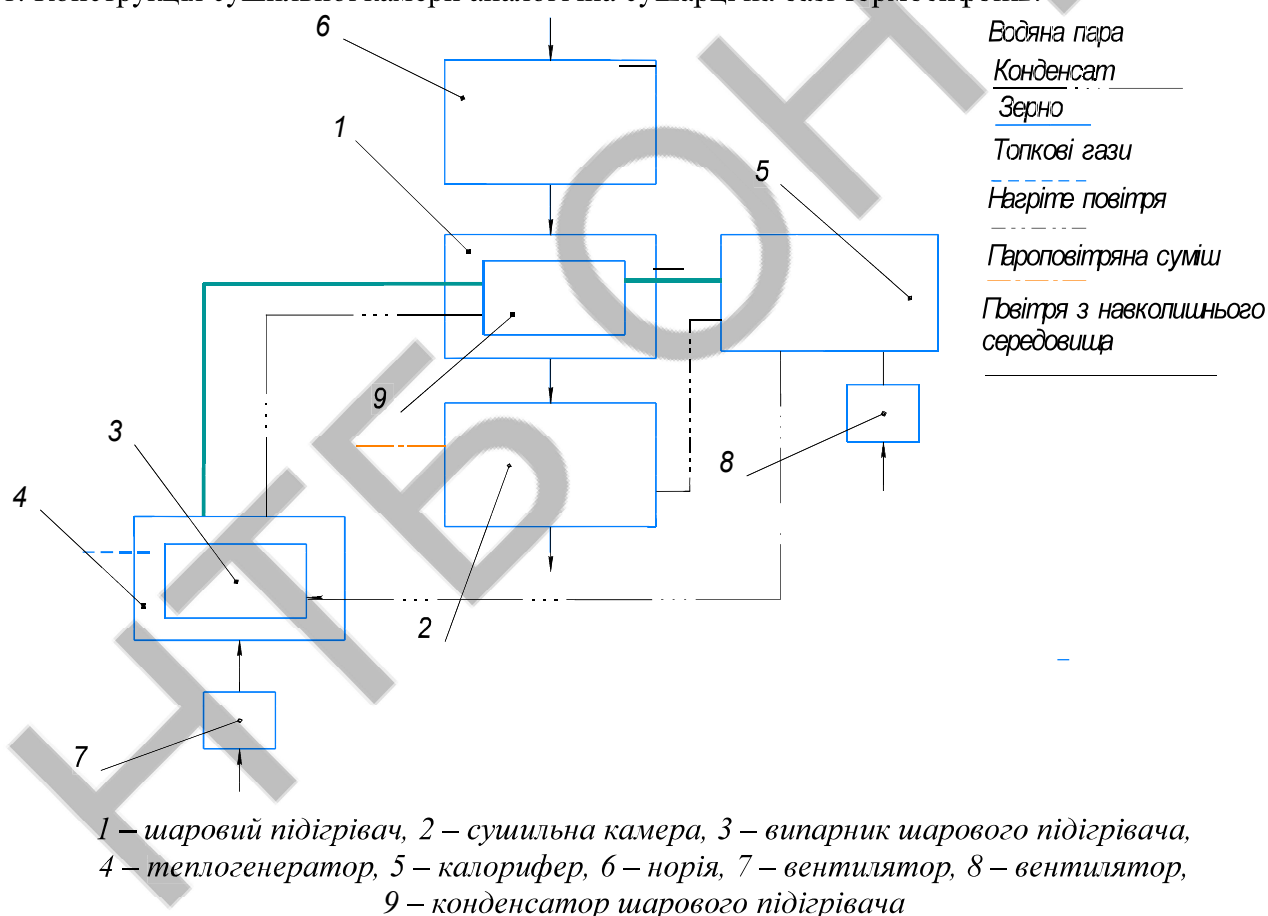
Показником енергоефективності сушарок є питома витрата енергії  $q$ , МДж/кг. Для конвективного сушіння наводяться значення від 3,5 до 4 МДж/кг. Для найпоширеніших шахтних сушарок цей показник у кілька разів вищий, що є недоліком.

Видається перспективним провести розробку сушарки для зерна на базі ТС. Метою роботи є розвиток конструкцій сушарок на базі ТС. Це дозволить: зменшити питомі витрати енергії при сушінні, за рахунок використання високоефективних тепловодів – термосифонів; уникнути контакту топкових газів із зерном; покращити екологію при сушінні.

В ОНАХТ в рамках програми № ДЗ/13-2017 проведено розробку енергоефективної зерносушарки на базі термосифонів. При розробці використано матеріали досліджень [6].

Сушарка містить шаровий підігрівач, сушильну камеру, теплогенератор, калорифер, норію для завантаження продукту, вентилятори. Гази згоряння з теплогенератора надходять спочатку в шаровий підігрівач, після в калорифер. У шаровому підігрівачі відбирається близько 40 % енергії теплоносія, у калорифері – 60 %. Повітря в калорифері нагрівається від температури навколишнього середовища до 60 °С. Зерно, що подається норією, потрапляє в шаровий підігрівач і нагрівається до температури сушіння. Підігріте повітря подається в сушильну камеру, насичується вологою продукту і видаляється через канали на корпусі камери у вигляді пароповітряної суміші.

Як розвиток розробленої конструкції пропонується рекуперативна сушарка на базі термосифонів. Сушарка містить шаровий підігрівач 1, сушильну камеру 2, калорифер 5, норію 6 для завантаження продукту, вентилятори 7, 8. Випарник 3 шарового підігрівача знаходиться всередині теплогенератора 4, а конденсатор 9 всередині шарового підігрівача 1. Конструкція сушильної камери аналогічна сушарці на базі термосифонів.



**Рис. 2 – Блок-схема рекуперативної зерносушарки на базі термосифонів**

Сушарка працює у такий спосіб. При згорянні палива у теплогенераторі 4 утворюються гази згоряння, що нагрівають випарник 3. Усередині випарника утворюється водяна пара, яка поступає у конденсатор 9. Зерно, що подається норією 6, зіштовхується з нагрітою поверхнею конденсатора 9 й нагрівається до температури сушіння. Водяна пара віддає теплоту і конденсується, конденсат під дією гравітаційних сил повертається у випарник 3. Зерно у шаровому підігрівачу 1 і сушильній камері 2 рухається щільним

гравітаційним шаром. Водяна пара з конденсатора 9 направляється до термосифонного калорифера 5, в якому нагрівається повітря з навколишнього середовища.

Фактично система випарник–конденсатор–калорифер являє собою суцільний термосифон. На відміну від попередньої конструкції, в якій всередині шарового підігрівача знаходиться 130 гладких термосифонів, а всередині калорифера 200 оребрених термосифонів. При цьому досягається повніше використання енергії газів згоряння. Таке технічне рішення призведе до підвищення надійності роботи системи та зниження металоємності.

### **Література**

1. Energy parameters of corn drying in a hot air dryer powered by exhaust gas waste heat: An optimization case study of the food-energy nexus // *Energy Nexus* Volume 4, 30 December 2021, 100029 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427121000292>

2. Development and modeling of heat and mass transfer analysis of a low-cost solar dryer integrated with biomass heater: Application for West African Region // *Energy Conversion and Management* Volume 51, Issue 4, April 2010, Pages 813-820 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890409004610>

3. C. Ononogbo, O.C. Nwifo, C.A. Okoronkwo, N.V. Ogueke, J.O. Igbokwe, E.E. Anyanwu, Equipment sizing and method for the application of exhaust gas waste heat to food crops drying using a hot air tray dryer, *Ind. J. Sci. Technol.* 13 (5) (2020) 502-518, doi:10.17485/ijst/2020/v013i05/145593. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427121000292>

4. A novel thermal energy storage integrated evacuated tube heat pipe solar dryer for agricultural products: Performance and economic evaluation // *Renewable Energy* 179, December 2021, Pages 1674-1693. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096014812101034X?via%3Dihub>

5. Hybrid heat pipe screw dryer: A novel, continuous and highly energy-efficient drying technology // *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification* 128 (2018) 199-215 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255270118300163>

6. Бурдо О. Г. Еволюція сушильних установок – Одеса: Поліграф, 2010 – 368с.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБ'ЄМНОГО ДОЗУВАННЯ ГУСТИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ РОЗМІРНОСТЕЙ**

**Зиков О.В., д.т.н., доцент, Всеволодов О.М., к.т.н.**

**Одеський національний технологічний університет, м. Одеса**

Фасування продуктів, підготовлених до консервації в тару, один з основних процесів консервного виробництва. Подача в консервну тару певної кількості товару, що підлягає консервації, здійснюють машини. Вони відокремлюють від загальної кількості продукту задану, і подають в консервну тару. Пристрої для наповнення тари за обсягом називаються дозувальними, а для наповнення за рівнем називаються наповнювальними.

Основне призначення дозуючих пристроїв – забезпечити необхідну кількість матеріалу з достатньою точністю. Фасувальні машини класифікують за способом дозування на вагові, об'ємні і до заданого рівня в заповнюваній тарі. Необхідно відзначити, що ваговий спосіб дозування не знайшов застосування в овочеконсервній промисловості.

За структурою робочого циклу – дозування порційне (дискретне), а за принципом дії об'ємне. Для дискретного дозування притаманне періодичне повторення циклів виходу дози. При об'ємному способі дозування, дозуюче відміряє порцію за допомогою мірної камери певного обсягу.

РОБОТА АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ НЕСИМЕТРИЧНІЙ НАПРУЗІ МЕРЕЖІ <b>Штепа Є.П.</b> .....	232
ПРОВІДНІСТЬ В ЛЕГОВАНОМУ ПОЛІСТІРОЛІ <b>Ревенюк Т.А.</b> .....	234
СТРУКТУРА РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ АПАРАТІВ ДЛІЯВТОРИННОГО ОЧИЩЕННЯ РОСЛИННИХ ОЛІЙ <b>Осадчук П.І.</b> .....	236

#### **СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА»**

РОЗРОБКА ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДРУКУ НА 3-D ПРИНТЕРІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМИ RHOLOGIC ZBRUSH <b>Котлик С.В., Соколова О.П.</b> .....	238
МАТЕМАТИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ АНАЛІЗУ КОРЕКТНОСТІ ПІДГОТОВКИ ДОКУМЕНТІВ <b>Макось Н.О., Волков В.Е.</b> .....	239
RESEARCH ON THE IMPORTANCE OF THE AVAILABILITY OF VIRTUAL LABORATORY WORK FOR THE LEARNING PROCESS <b>Olshevska O., Sakaliuk O.</b> .....	241

#### **СЕКЦІЯ «ЕКОЕНЕРГЕТИКА, ТЕРМОДИНАМІКА ТА ПРИКЛАДНА ЕКОЛОГІЯ»**

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЕРОВСКІТІВ ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ <b>Бошков Л.З., Дем'яненко Ю.І., Суходольська Г.Б.</b> .....	242
ТЕХНОЛОГІЯ ПРИГОТУВАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ТЕРМОАКУМУЛЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ <b>Желєзний В.П., Хлісва О.Я., Івченко Д.О., Семенюк Ю.В.</b> .....	244
ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ ВИДОБУТКУ АТМОСФЕРНОЇ ВОДИ <b>Бошков Л.З., Тітлов О.С.</b> .....	246
ОТРИМАННЯ ПІСНОЇ ВОДИ З МОРСЬКОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛЬДОГЕНЕРАТОРА <b>Подмазко О.С., Піщанська Н.О.</b> .....	248
АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ОДЕСЬКОМУ РЕГІОНІ У 2008-2021 РОКАХ <b>Семенюк Ю.В.</b> .....	250
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ І ЗДОРОВ'ЯМ НАСЕЛЕННЯ В ОДЕСЬКОМУ РЕГІОНІ У 2008-2020 РОКАХ <b>Семенюк Ю.В.</b> .....	252

#### **СЕКЦІЯ «ПРОЦЕСИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ»**

ПРОЕКТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СУШИЛКИ <b>Яровий І.І., Арістов М.А.</b> .....	254
РОЗВИТОК КОНСТРУКЦІЙ РЕКУПЕРАТИВНИХ ЗЕРНОСУШАРОК НА БАЗІ ТЕРМОСИФОНІВ <b>Безбах І.В.</b> .....	256
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБ'ЄМНОГО ДОЗУВАННЯ ГУСТИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ РОЗМІРНОСТЕЙ <b>Зиков О.В., Всеволодов О.М.</b> .....	258
ПРОЦЕСИ ВИЛУЧЕННЯ ПРОТЕЇНУ З МАКУХИ АМАРАНТУ <b>Ружицька Н.В.</b> .....	261
ВЕРТИКАЛЬНА ІНТЕГРАЦІЯ ЗВО ЯК ЗАСІБ ОРГАНІЗАЦІЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКИ <b>Яровий І.І., Абраменко І.С., Григор'єв М.О.</b> .....	262

#### **СЕКЦІЯ «КРІОГЕННА ТЕХНІКА»**

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕПАДУ ТИСКУ В БЕЗМАШИННИХ КРІОГЕНЕРАТОРАХ <b>Бондаренко В.Л., Симоненко Ю.М., Тишко Д.П., Медушевський Є.В.</b> .....	264
ДОСЛІДЖЕННЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕРМОКОМПРЕСОРА <b>Бондаренко В.Л., Симоненко Ю.М., Чигрін А.О., Костенко Є.В.</b> .....	265
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПОРШНЕВИХ КОМПРЕСОРИВ <b>Буданов В.О.</b> .....	266