



**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА  
АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**



**Одеса  
2022**

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

Е 61 Енергія. Бізнес. Комфорт: матеріали регіональної науково-практичної конференції (16 грудня 2021 р.). – Одеса: ОНАХТ, 2022. – 62 с.

У збірнику подано тези доповідей науково-практичної конференції.  
Збірник містить тези пленарних доповідей, доповідей по енергетичному та екологічному менеджменту (секція 1), енергоефективним технологіям та обладнанню (секція 2), моделюванню енерготехнологій (секція 3) та тези доповідей молодих вчених (секція 4).

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

© Одеська національна академія  
харчових технологій, 2022

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

## **ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ**

Матеріали регіональної науково-практичної конференції

16 грудня 2021 року

Одеса  
2022

## СЕКЦІЯ І

### ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ І МОНІТОРИНГ

**О.П. Воінов**, д-р. техн. наук (*Херсонська філія НУК, Херсон*),  
**Д.В. Коновалов**, д-р. техн. наук (*Херсонська філія НУК, Херсон*),  
**В.С. Самохвалов**, канд. техн. наук (*Херсонська філія НУК, Херсон*)

#### ЕНЕРГЕТИЧНІ ОБ'ЄКТИ МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В ФОРМУВАННІ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ

У своїй багатотисячолітній історії людство створило велике багатогалузеве світове виробництво, що забезпечує його існування і прискорений розвиток. Спираючись на позитивний результат своєї праці на пройденому історичному шляху розвитку, людство має намір продовжити курс на прискорене розширення виробництва.

Створені об'єкти виробництва розташовані в навколишньому природному середовищі (ПС), з яким тісно взаємодіють.

Світове виробництво використовує ПС як безвідмовне універсальне джерело матеріальних і енергетичних потреб в процесі власного широкомасштабного світового розвитку. При цьому воно здійснює на ПС багатofакторний, інтенсивний шкідливий вплив, сила якого зростає з прискоренням в процесі бурхливого розширення масштабу виробництва.

Механізм шкідливого впливу ускладнюється, його масштабність і сила зростають прогресивно, з прискоренням. Вони вже істотно перевершують природні можливості механізму самовідновлення, властивого ПС.

В результаті пройденого етапу взаємодії виробництва і ПС, його стан виявився досить складним, небезпечним для живої природи, в тому числі для людства, і фактично нетерпимим, що вимагає вжиття невідкладних заходів для порятунку ПС, тобто для нормалізації екологічної обстановки в світі.

Виникла світова проблема захисту, нормалізації, стабілізації стану ПС, а потім збереження його в майбутньому. Вона виявилася головною проблемою в широкій і багатогранній сфері діяльності сучасного людства [1]. З проблемою подібних масштабу, складності і невідкладності вирішення людство зіштовхнулося вперше.

Сферу впливу виробництва на ПС необхідно дуже серйозно змінити, зробити її здатною успішно, радикально і своєчасно вирішувати складні завдання глобальної екологічної проблеми, з метою формування в перспективі нормальної екологічної обстановки в світі.

Сценарій майбутнього тривалого процесу вирішення проблеми стабілізації стану ПС передбачити неможливо. Однак є підстави вважати, що на першому етапі необхідно зупинити триваючий нині процес погіршення стану ПС і стабілізувати його. Гранично висока складність цього завдання є очевидною і зрозумілою.

На першому етапі належить, удосконалюючи (в екологічному відношенні) процес розвитку світового виробництва, зменшити ступінь шкідливого впливу його на ПС до такого рівня, коли цей ступінь зрівняється з рівнем протікаючого в ПС природного процесу самовідновлення. На наступному, другому етапі і в майбутньому належить підтримувати цей процес на сприятливому для ПС рівні.

Майбутня глибока модернізація світового виробництва повинна торкнутися всіх його галузей, як виробляючих сировину і енергію, так і переробних, які споживають їх.

Кожна галузь виробництва здійснює на ПС свій шкідливий вплив, особливий за характером і за силою.

Важливою особливістю розвитку виробництва є збільшення його енергоозброєності. У зв'язку з цим, одною з необхідних умов забезпечення успішного розвитку виробництва є інтенсивний, прискорений розвиток його енергетичної галузі, що забезпечує своєю продукцією (електрикою і теплотою) інші галузі, і забезпечує цим можливість їх функціонування і, при цьому, надає на ПС шкідливий вплив, унікальний за силою і за багаточисельністю шкідливо впливаючих чинників [2].

У цій особливо важливій галузі виробництва рішення задач даної проблеми є досить складним і відповідальним, оскільки безпосередньо впливає на екологічну обстановку в світі. Дуже важливою є перспектива розвитку енергетичної галузі в кожній країні і в світі в цілому.

Проблематика екологічного характеру заслужено набула провідного положення в сучасних науково-технічних дослідженнях всіх країн.

В Україні вся діяльність держави щодо підвищення екологічної ефективності виробництва підпорядкована стратегії державної екологічної політики країни на період до 2030 року.

Україна бере участь у здійсненні заходів важливої міжнародної програми енергозбереження, що має екологічну сутність[3].

Рішення задач даної глобальної проблеми зачіпає всі галузі виробництва і всі частини території держави, її регіонів, ставить перед галузями державної виробничої системи комплекс складних науково- і організаційно-технічних, а також соціально-психологічних завдань. Значний інтерес представляє, зокрема, перспектива і особливості вирішення цих задач на території підприємств морської інфраструктури України, представленої рядом морських портів, які мають потужну сучасну виробничу базу і вносять суттєвий внесок у господарську діяльність держави і в життя суспільства. Високі складність і масштабність цих задач ускладнили шляхи їх ви-

рішення.

На об'єктах морської інфраструктури мають бути проведені конкретні роботи на діючому обладнанні, в першу чергу енергетичному, в напрямку використання доступних можливостей підвищення рівня його енергоефективності.

Кожен з діючих територіальних портових комплексів, які формують вітчизняну морську інфраструктуру, складається з ряду виробничих, адміністративно-господарських та житлово-комунальних об'єктів, об'єднаних територіально і які беруть участь в загальному досить складному виробничому процесі, що здійснюється на території інфраструктури.

Заходи програми робіт, що підлягають виконанню з даної проблеми, повинні в необхідній мірі стосуватися всіх елементів даної інфраструктури. Однак, в першу чергу, слід приділити увагу підвищенню рівня екологічної ефективності (екологічності) функціонування об'єктів теплоенергетичного призначення, які надають на ПС шкідливий вплив сильніше за всі інші.

У їх числі, перш за все, слід звернутися до використовуваних у інфраструктурі котельних установок, які серед комплексу її технічних об'єктів надають на ПС найбільш інтенсивний шкідливий вплив, і систем тепlopостачання.

Відзначимо, що в енергетиці України понад 95% діючих котлів відпрацювало розрахунковий ресурс працездатності, сильно зношені. Тому рівень технологічної ефективності і рівень екологічності цих котлів є низьким. А шкода, що наноситься ними ПС, досить висока.

Для підвищення екологічності зношеного обладнання, слід здійснити його оновлення, яке по суті є інструментом розвитку виробництва [4].

За нинішніх досить скромних можливостей ресурсозабезпечення реально доступним є лише часткове оновлення зношеного котельного обладнання. Застосування повного або надлишкового оновлення належить організувати в майбутньому.

Належним чином поставлене і продуктивно проведене часткове оновлення котлів і котельно-допоміжного обладнання здатне істотно підвищити рівень екологічності діючих котельних установок.

Підвищення рівня екологічності котельних установок, які використовуються в енергетиці України, є важливим перспективним елементом зниження рівня їх шкідливого впливу на ПС.

Необхідно враховувати ту важливу обставину, що рівень одержуваної ефективності заходів здійсненого оновлення залежить від організаційно-технічної грамотності постановки його процесу і від якості управління ним.

У складі устаткування морської інфраструктури важливим за ступенем шкідливого впливу на ПС також є набір застосовуваних систем централізованого тепlopостачання комплексу виробничих об'єктів порту,

будівель адміністративно-господарського та житлово-комунального секторів на території інфраструктури.

Характерними рисами більшості діючих нині систем централізованого теплопостачання є низька експлуатаційна надійність, через високий ступінь зносу устаткування, відносно низький рівень технологічної ефективності і екологічної ефективності функціонування.

Відзначимо, що в містах, в будинках нової забудови, стан систем теплопостачання більш сприятливий, часто наближається до нормативного.

У нинішніх умовах є підстави вважати за доцільне в найбільш зношених системах проведення часткового оновлення, а в аварійних ділянках тепломережі здійснення повного оновлення.

Важливим заходом в діючих підрозділах технічного обслуговування систем централізованого теплопостачання може бути перетворення застосовуваного нині практично епізодичного експлуатаційного обслуговування в експлуатаційне обслуговування за графіком, та реорганізація застосовуваного нині аварійно-відновлювального ремонтного обслуговування в профілактичне ремонтне обслуговування.

Також необхідно підвищити увагу до якості управління процесом функціонування систем централізованого теплопостачання, а також процесом їх організаційно-технічного забезпечення і експлуатаційного обслуговування.

З метою підвищення екологічності комплексу обладнання морської інфраструктури, доцільно всі технічні об'єкти піддавати частковому оновленню в доступному обсязі, в намічені терміни.

Подібні комплекси заходів стосовно найбільш складних об'єктів морської інфраструктури – котельних установок і систем централізованого теплопостачання є складними і трудомісткими в реалізації, але відрізняються значною ефективністю.

Програма заходів щодо часткового оновлення інших елементів морської інфраструктури, особливо функціонального обладнання порту, є менш складною, ніж програма часткового оновлення об'єктів енергетичного призначення, але є значно більш широкою за кількістю діючих об'єктів.

Загалом, програма заходів в рамках проблеми підвищення екологічності комплексу технічних об'єктів фактично містить дві частини.

Її перша, технічна, частина охоплює заходи, що здійснюються на технічних об'єктах світового виробництва, зокрема на об'єктах морської інфраструктури.

Друга, соціально-психологічна, частина (окрема проблема, тут не розглянута) присвячена комплексу питань, пов'язаних з проблемою зміни, нормалізації відношення людей, населення Землі до фактичного стану навколишнього ПС. Дана проблема полягає в продиктованій життям необхідності нинішнє споживацьке ставлення людей до ПС змінити в корені: підняти до рівня відношення турботливого, завбачливого, охорон-

ного.

Здійснення програми заходів щодо підвищення рівня екологічності технічних об'єктів повинно спиратися на використання доступних досягнень вітчизняних і зарубіжних фахівців у відповідній галузі науки і техніки. Це в повній мірі відноситься до розглянутої проблеми підвищення екологічності об'єктів морської інфраструктури та шляхів вирішення задач, що її сформували.

#### Література

1. Буркинський Б.В. (2006). Екологічно чисте виробництво. Наукові засади впровадження та розвитку. Вісник НАН України, No 5. – С. 11–17.
2. [Hansen K., Breyer Ch., Lund H.](#) (2019). Status and perspectives on 100% renewable energy systems. [Energy](#), Elsevier, [vol. 175\(C\)](#), p.p. 471-480. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544219304967>.
3. Воинов А.П., Димитрова Ж.В., Воинова С.А. (2016). Значение проблемы энерго-сбережения. Аналитико-управленческий аспект. Проблемы экологии и энерго-эффективности в современном строительстве: материалы Международной научно-практической конференции, 24–25 ноября 2016, Азербайджан, Баку: Азербайджанский архитектурно-строительный университет. - С. 58 – 63.
4. Воинов А.П., Коновалов Д.В., Самохвалов В.С., Воинова С.А. (2019). О некоторых особенностях управления изношенными техническими объектами. Энергетика та електрифікація, № 4. – С. 23 – 25.

**Бундюк А.М.**, к.т.н, професор (*НУ «Одеська політехніка», м. Одеса*)

## ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМНИЦТВА І БІЗНЕСУ

Сучасна економіка широко оперує поняттями "підприємництво" і "бізнес". Деякі економісти ототожнюють ці два поняття. Але, хоча поняття "підприємництво" і "бізнес" мають на меті отримання прибутку від певної діяльності, кожне з них має певні особливості і конкретний зміст.

• **Підприємництвом** називають діяльність, пов'язану з новаторством, підвищеним венчурним ризиком, з новою якістю одержуваних результатів, тобто з особливою інноваційною формою бізнесу.

**Бізнесом** називають репродуктивну діяльність, тобто виробництво продукції і послуг здебільшого за відомими технологіями. **Бізнес** - поняття ширше, ніж підприємництво, і охоплює всі відносини, що виникають між усіма учасниками ринкової економіки, включаючи у дію не тільки підприємців, а й споживачів, найманих працівників, державні структури.

Елементом бізнесу є підприємницький бізнес, який має в основі дві моделі:

• **Класична** – що орієнтується на максимізацію віддачі від ресурсів, які має підприємство (фірма, організація);

• **Інноваційна** – що передбачає використання будь-яких нових можливостей для підприємництва, навіть якщо власних ресурсів для цього недостатньо.

Найчастіше ці моделі використовують у поєднанні. А що може принести діджиталізація до бізнесу?

Крім того, що діджиталізація просто не дозволить бізнесу померти, існує ціла низка переваг переходу на digital:

- Висока конкурентоспроможність.
- Економія коштів (при грамотному підході).
- Спрощення роботи з даними.
- Побудова позитивного іміджу компанії.
- Підвищення лояльності клієнтів до бренду.

Чи всім потрібна діджиталізація?

Digital-трансформація - масштабна трансформація бізнесу, яка зачіпає весь набір функцій підприємства від автоматизації закупівель і виробництва продукції до маркетинга та продажу [1]. Вона безпосередньо впливає як на зміну операційної моделі, так і на інфраструктуру підприємства, що базується на цифрових технологіях і протікає під дією трьох основних драйверів: зміна запитів користувачів, розвиток технологій та посилення конкуренції.

Використання сучасних digital-технологій тією чи іншою мірою потрібне кожному виду бізнесу – це очевидно. Необхідний мінімум для будь-якої компанії зараз – це наявність сайту та облікових записів у соцмережах.

Але якщо говорити про більш ґрунтовну digital-трансформацію – вона має зачіпати не лише роботу з клієнтами, а й глибинні процеси бізнесу: виробництво, управління персоналом, внутрішні комунікації. Для здійснення такої трансформації має бути проведена серйозна робота, що вимагає великих енерговитрат, в основу якої можуть лягти такі технології, як аналіз Big data, хмарні та мобільні сервіси, розробка agile.

Рекомендована така дорожня карта трансформації бізнесу підприємства:

Усвідомлення наявної потреби у цифровізації власного бізнесу – наукові дослідження та конструкторсько-технологічні розробки – інжиніринг бізнесу – реінжиніринг виробничих і управлінських бізнес-процесів – автоматизація виробничих і управлінських бізнес процесів – комп'ютеризація адміністративних і виробничих підрозділів – інформатизація економічних розрахунків – завершальна цифровізація бізнесу – платформізація як технології та інструменти розвитку бізнес-процесів – нові бізнес-моделі бізнесу – завершені цифрові трансформації бізнесу – нові конкурентні продукти – лідируюча позиція на ринку.

Digital-трансформації передували певні зміни в різноманітних підприємствах [2,3,4].

Слід нагадати, що в організації підприємств проведені зміни функціонального принципу організації виробництва на процесний принцип. Ця зміна проведена у два етапи: інжиніринг бізнесу і реінжиніринг бізнес-процесів.

Технологізація пов'язана з використанням робото-технічних систем, станків з програмним управлінням тощо. Автоматизація технологічних процесів базувалась на системах автоматичного управління та системах автоматизованого управління. Комп'ютеризація дозволила використання пакетів прикладних програм як в технічних, так і в економічних бізнес-процесах.

Сучасні комп'ютерні платформи розробляються у провідних державах: США, Англії, Німеччині, Франції та в інших країнах. З середини 1980-х років була розроблена комп'ютерна технологічна платформа планування ресурсів підприємства (ERP-Enterprise Resources Planning). ERP-технологія стала новим стандартом для систем управління виробництвом.

Наступна розробка пов'язана з утворенням комбінованої комп'ютерної технологічної платформи «1С: ERP», яка об'єднає технологічні можливості платформ «1С:» і ERP. Передбачається синергетичний ефект нової платформи.

Повною мірою можна стверджувати, що діджиталізація актуальна для середнього та великого бізнесу – малий бізнес цілком може обмежитися використанням кількох digital-інструментів. При цьому вона потрібна компаніям, які використовують нові бізнес-схеми типу B2C, а також B2B та B2G.

Якщо говорити більш конкретно, то діджиталізації найбільше потребують два види бізнесу: банки та E-commerce [5].

**Висновок.** Діджитал-трансформація підприємств – це єдиний шлях, що гарантує конкурентоспроможність сучасного бізнесу і його подальший розвиток.

#### **Література**

1. Рогатных Е. Б. Влияние цифровизации на развитие современной мировой экономики // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. № 11. Т. 5. С. 64–70.
2. World Economic Report. System Initiatives. Digital Transformation of Industries. February. 2016. URL: <https://www.weforum.org/reports/digital-transformation-of-industries>.
3. David Bray, Digital transformation of international business, Доступ до ресурсу: <https://blog.ingate.ru/detail/digital-transformatsiya-v-biznese-chto-eto-takoe-i-pochemu-izmeneniya-neizbezhny/>
4. Автоматизация для создания работоспособного будущего, McKinsey Global Institute, январь 2017 года: <http://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works/>
5. Chaffey D., Business and E-Commerce Management, 2007. <https://itfstudio.ru/content/materials/b2b/>

Мординський В. П., к.т.н., доцент (ОНАХТ, м. Одеса)  
Молчанов М. Ю., магістр (ОНАХТ, м. Одеса)

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ПЛІВКОВОГО МІКРОХВИЛЬОВОГО ЕКСТРАКТОРА

Плівковий мікрохвильовий екстрактор для міцних спиртних напоїв призначений для екстрагування з сировини дуба у спирти різного походження під впливом НВЧ поля для створення у напою насиченого аромату та легкого смаку дуба.

Мікрохвильовий екстрактор з тонкоплівковою течією складається з корпусу, всередині якого розміщений магнетрон, внутрішньої камери в якій знаходиться реактор з продуктом і насоса, який качає екстрагент через реактор для змиву екстрактивних речовин, що виділилися з сировини і створення тонкої плівки рідини на поверхні сировини.

Усередині реактора, виконаного з радіопрозорого матеріалу, з сировиною відбувається процес механодифузії внаслідок чого з пор та каналів сировини викидаються розчинні, слабозчинні та нерозчинні частинки та потрапляють у плівку екстрагента. Сировина, поміщена в реактор, в даному випадку дубова клепка, постійно омивається тонким шаром екстрагента частково напитуючи їм зовнішні капіляри, потім запускається магнетрон і впливає мікрохвильовим полем на полярні молекули води, які знаходяться як усередині сировини, так і покривають його тонкою плівкою, що постійно рухається. Усередині кубика з деревини дуба утворюється парова бульбашка, яка під дією механодифузії виривається зі стінки і виштовхує з глибини деревини екстрактивні елементи в циркулюючу, на зовнішній стороні кубика, плівку екстрагента.

При роботі екстрактора енергія, вироблена магнетронами, витрачається не тільки на нагрів самого продукту, але і на втрати в навколишнє середовище, а також на активацію процесу механодифузії.

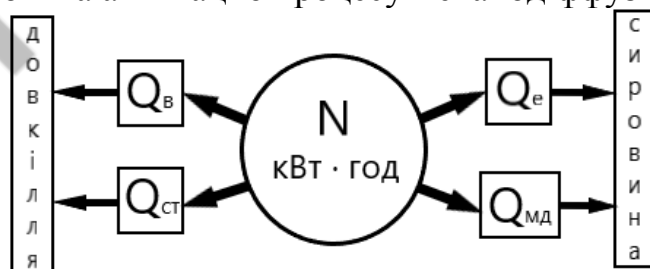


Рис. 1 – розподіл використаної енергії на сировину та втрати.

Де:  $Q_{в}$  – втрати тепла через вентилятори,  $Q_{ст}$  – втрати тепла через стінки,  $Q_{е}$  – втрати енергії екстрагування,  $Q_{мд}$  – втрати енергії на організацію процесу механодифузії.

Для досліджень була обрана клепка українського дуба, як нова, так і бувша у використанні в коньячному виробництві.

В якості екстрагента на установці великого обсягу використовувався французький виноградний спирт міцністю 72 % об. Зразки спирту відповідають міцності спиртів, які направляються на витримку в класичною технологією виробництва коньяків.

Обґрунтування вибору даних видів дубової деревини є дослідження можливості їх використання для отримання високоякісних коньяків з нетрадиційної, прискореною технологією.

Після проведення експериментів створено діаграму що вказує на ККД установки. ККД плівкового мікрохвильового екстрактора становить 51.2 %.

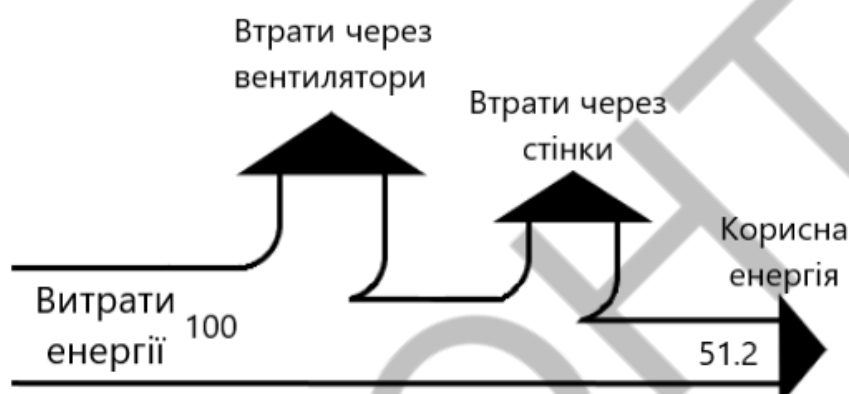


Рис. 2 – Діаграма Санкей – для плівкового мікрохвильового екстрактора

В ході дослідження була вивчена можливість вилучення сухих речовин з дубової клепки за допомогою дії МХ поля для отримання коньяків за інноваційною, прискореною технологією.

Результати дослідів показали, що підвищена потужність магнетронів швидше підвищує температуру як продукту, так і деревини, що негативно може позначатися на смакових якостях готового продукту, але в той же час, витягується більше сухих речовин з деревини дуба за рахунок більш інтенсивного і тривалого впливу МХ поля.

Було визначено, що перед початком процесу екстрагування необхідно промити дубові чіпси для запобігання забруднення спирту деревним пилом який залишається на поверхні після нарізування деревини на кубики, що негативно може позначатися на свідченнях приладів і на органолептичних якостях (особливо на смак і колір).

Запропонована та випробувана конструкція плівкового мікрохвильового екстрактора значно інтенсифікує процес екстрагування з деревини дуба, разом з тим зменшуючи час обробки сировини, витрати енергії та трудомісткість. Продукт що був виготовлений на плівковому мікрохвильовому екстракторі має значну концентрацію екстрактивних речовин у екстракті, а також аромат який неможливо було отримати традиційними методами.

## СЕКЦІЯ II

### ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

**Ляшенко А. В.**, к.т.н., ст. науков. співр. (*Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ*)

#### РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ВІДХОДІВ БІОМАСИ

В результаті господарської діяльності лісових господарств утворюються відходи деревинної біомаси, які можна використовувати, у тому числі, для отримання теплової енергії. Таким чином стає питання в розробці енергоефективних способів з підготовки та сушіння тріски паливної для подальшого її використання в народному господарстві.

В якості досліджуваного матеріалу були використані дерева різних порід, довжиною від 1,5 до 2,5 м та товщиною від 0,5 см до 2,5 см.

Для експериментального дослідження процесу конвекційного сушіння тріски паливної на першому етапі був використаний існуючий експериментальний стенд та розроблена методика проведення експерименту. Швидкість руху теплоносія в дослідній камері вимірювалась за допомогою анемометру чашкового. В якості модельного матеріалу використовувалась тріска паливна з вологістю  $W=15 - 20\%$ .

При проведенні серії експериментальних досліджень використовувався матеріал з початковою вологістю  $W=50...60\%$  температура теплоносія була в межах  $t=120...160^{\circ}\text{C}$ , швидкості руху теплоносія  $v=0,2...1$  м/с, початкова висота шару матеріалу становила  $h=30...100$  мм.

На основі отриманих експериментальних даних були вибрані оптимальні режими швидкості руху теплоносія в експериментальній ємності та висота початкового шару матеріалу, що досліджується, а саме вологої тріски паливної. Результати роботи показали ефективність вибраного способу сушки для даного виду матеріалу.

Енергоефективна переробка відходів діяльності лісових господарств дасть можливість отримувати якісний кінцевий продукт (тріску паливну) з подальшим її використанням в народному господарстві.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що можливо, організувати такий режим процесу сушіння при якому, витрати тепла можна звести до мінімуму ( $q=3000...3500$  кДж/кг випареної вологи) з отриманням кінцевого готового продукту високої якості.

Ляшенко А. В., к.т.н., ст. науков. співр. (*Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ*)

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ СУШКИ ВИСОКОВОЛОГИХ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ СУМІСНИХ З ОДНОЧАСНИМ ДИСПЕРГУВАННЯМ В РОТОРНИХ АПАРАТАХ**

Літературний огляд і аналіз показують перспективність застосування установок, які працюють з одночасною сушкою і диспергуванням в одній робочій камері. В них створюються великі поверхні тепломасообміну, збільшується в порівнянні наприклад, з барабанными установками питома продуктивність, зменшуються капітальні витрати і енерговитрати на випаровування вологи. На основі отриманих результатів експериментальних досліджень при різних режимах сушки термолабільних матеріалів (курячого посліду, рибного борошна та інш.) розроблені технології та обладнання для їх обробки.

Автор експериментально доводить можливість досягнення наступних теплотехнічних величин в камері: початкової температури теплоносія в межах 600 - 800°C; коефіцієнта тепловіддачі в межах 900 - 1200 Вт / (м<sup>2</sup> • град); середньої кількості теплоти на випаровування вологи в межах 3500 - 4000 кДж / кг випареної вологи; середньої напруги камери по випареній волозі 350 - 400 кг / (м<sup>3</sup> • год).

Підсумком обробки та узагальнення отриманих результатів стала розробка методики інженерного розрахунку камери установки, підібрано обладнання для формування технологічних ліній по виробництву різних видів органічних термолабільних матеріалів.

Автором експериментально доведено, що розпорошення оброблюваного матеріалу на елементи малих розмірів, яке організовано в одній камері дозволить штучно підтримувати температуру поверхні матеріалу близької до температури мокрого термометра, тим самим зводячи знаходження матеріалу в другому періоді до мінімуму.

Отримані орієнтовні термодинамічні показники вказують на перспективність застосування камер одночасного сушіння і диспергування при обробці термолабільних матеріалів.

Результати роботи авторів можуть бути використані при проектуванні енергоефективного сушильного обладнання для технологічних ліній з переробки органічних термолабільних матеріалів.

**Фатєєва Я.О.**, аспірант (ОНАХТ, м. Одеса)

**Терзієв С.Г.**, д-р техн. наук., доцент (ОНАХТ, м. Одеса)

## **НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИЙ МЕТОД ОПРІСНЕННЯ МОРСЬКОЇ ВОДИ**

Дефіцит прісної води зростає та до кінця ХХІ століття проблема ще більш загостриться, оскільки населення планети збільшується високими темпами (більше 80 млн осіб в рік) [1]. Тоді як в індустріально розвинених країнах (США, Японія і т.д.) витрата води, в порівнянні з малорозвиненими країнами, в рази більше, а до будинків 46% жителів Землі взагалі не підведено водопровід. Тому вже зараз відбувається пошук нових джерел прісної води.

Одним із способів отримання прісної води – демінералізація морської, в даній роботі в якості об'єкту дослідження є вода Чорного моря.

Морська вода характеризується солоністю. Під солоністю морської води розуміють масу сухих солей в 1 кг морської води. Середня солоність Світового океану 35 ‰ (г/кг) [2]. Розподіл солоності на поверхні Чорного моря характеризується її незначним (від 17,5 до 18,3 ‰) збільшенням з північного заходу на південний схід, що пояснюється впливом річок, які впадають у північно-західну частину моря [3].

Інноваційний метод демінералізації морської води полягає в використанні блочних кріоконцентраторів для опріснення морської води.

Морська вода (продукт) попередньо охолоджувалася і заливалася в концентратор, який виконаний у вигляді теплоізолюваної прямокутної ємності. Концентратор вертикального переміщувався. По осі концентратора нерухомо встановлені два кристалізатори, які виконані у вигляді пластин. Така форма кристалізатора забезпечує простоту зняття льоду блоку з поверхонь кристалізаторів.

Після завершення процесу виморожування блок льоду разом із кристалізатором витягували з розчину. Зняття блоку льоду із кристалізатора здійснювали шляхом зміни напрямку руху теплового потоку. Для цього перемикач режимів встановлювали в положення «Відтаювання». Напруга подається на соленоїдний вентиль, і пари гарячого холодильного агенту з компресора, минаючи конденсатор, надходив до кристалізатора.

Отримані результати показали, що вхідний вміст солей істотно впливає на інтенсивність процесу демінералізації морської води.

Ефективність технології опріснення виморожуванням визначається як інтенсивністю процесу кристалізації, так і процесом сепарування розчину з пористої структури блоку льоду. При початковому солемісті 6,74 г/л процес сепарування стоків з блоку льоду проходить інтенсивніше, це говорить про те, що при більшому значенні початкового вмісту солемісту блок льоду має більш пористу структуру. Солеміст першої порції стоків у

3,2 рази вище, ніж вихідна концентрація розчину.

За допомогою індикаторних тестів були визначені наступні показники морської води: нітрати (NO<sub>3</sub>), нітрити (NO<sub>2</sub>), карбонатна жорсткість (кН), водний показник (рН), фосфати (PO<sub>4</sub>), аміак/амоній (NH<sub>3</sub>/4), а також солеміст. Також на аналогічні показники протестували водопровідну воду м. Одеси. Порівнюючи результати тестів можливо зробити такі висновки: кількість нітратів в опрісненій воді на 3 мг/дм<sup>3</sup> нижче ніж у водопровідній, значення карбонатної жорсткості на 2 мг/дм<sup>3</sup> менше та кількість фосфатів в опрісненій воді в 5 разів менше водопровідної.

Пропонований метод опріснення реалізується низькотемпературною установкою блочного виморожування, за допомогою якої можливо отримати не тільки воду з меншим вмістом солей, а й прісну воду, якість якої відповідає до питної (водопровідної).

#### Література

1. Електронний ресурс: <https://www.nationalgeographic.com>
2. Електронний ресурс: <https://uk.wikipedia.org>
3. Хільчевський В. К. Гідрохімія океанів і морів — К.: ВПЦ «Київський університет», 2003.- 114 с.

**Терзієв С.Г.**, д.т.н., доцент (ОНАХТ, м. Одеса)

**Бабійчик Д. Ю.**, магістр (ОНАХТ, м. Одеса)

### РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ЗЕРНОСУШАРКИ

Природно – кліматичні умови більшості сільськогосподарських районів України такі, що першорядну роль для забезпечення зберігання врожаю відіграє сушіння зерна. Від 20 до 50 % щорічно вирощуваного в цих районах зерна підлягає сушінню, а в деякі роки – 70...80 %. Сучасно та правильно проведене сушіння не тільки підвищує стійкість зерна при зберіганні, а й поліпшує його продовольчі якості.

У структурному відношенні зернина є анізотропним колоїдним капілярно – пористим тілом із складною будовою його окремих частин. Так, верхні або плодові оболонки основних злакових культур (пшениці та жита) складаються із трьох шарів щільних здерев'янілих клітинних стінок з великою кількістю капілярів і мікропор, через які пара води може легко проходити всередину зернини та цим самим видалятися під час сушіння зерна. У зернинах вівса, ячменю, рису, проса плодові оболонки покриті ще квітковою оболонкою, що значною мірою уповільнює їх сушіння.

Вологість зерна залежить від місця проростання, способу та строків його збирання, зберігання та ін. Залежно від вмісту вологи зерно поділяють на сухе (до 14 %), середньої сухості (від 14 до 16 %), вологе (від 16 до 18 %), сире (понад 18 %). Для інших культур, особливо для насіння соня-

шника, рапсу та рицини, ці значення будуть іншими.

Наука і практика підтверджують той факт, що висушити зерно з високою вологістю за одне проходження через сушарку можна лише впровадженням інтенсифікованих комбінованих методів рециркуляційного його сушіння, які здійснюють у двох напрямках: реконструюють шахтні прямо-точні зерносушарки та будують нові сучасні рециркуляційні сушарки.

Але сучасні методи сушіння зерна є досить енергоємними саме тому потрібно шукати шляхи удосконалення зерносушарок для підвищення їх енергоефективності.

Для технологій зерносушіння характерні три проблеми: енергетика, екологія та безпека зернового продукту. В даний час в Україні сушіння зерна здійснюють сумішню топкових газів та повітря в шахтних установках за конвективного способу зневоднення. Не можна вважати застосовувані технології зерносушіння такими, що відповідають сучасним вимогам ні з точки зору енергетики та екології, ні безпеки продукту. Через відсутність газифікації більшості підприємств зернопереробної промисловості України, у топках багатьох сушарок спалюють рідке паливо, переважно дизельне. Вміст забруднень у сушильному агенті не контролюється.

Як правило, сорт палива не регламентується, процес горіння не автоматизується, контроль канцерогенних компонентів у продуктах згорання та в сушильному агенті не проводиться. Все це не виключає можливість проникнення канцерогенних речовин у зерно і далі в борошно та хліб. Самостійною проблемою є безпека насінневого зерна.

Так як традиційні методи є витратними, а також забруднюють навколишнє середовище це являється великою проблемою нашого світу та нашого майбутнього покоління була створена науково – технічна гіпотеза що до використання електромагнітних технологій для «витягнення» з глибини зерна вологи та видалення її механічним методом не пошкодивши зерно.

Можливе механічне видалення вологи з поверхні зернівки при її доставці до поверхні бародифузійним механізмом, який ініціюється дією імпульсного електромагнітного поля (ІЕМ). Тоді видалення вологи відбуватиметься методами фільтраційного сушіння, а підведення енергії – хвильовими технологіями. Такий комбінований спосіб має низку істотних переваг. По – перше, у традиційних підходах градієнт вмісту вологи спрямований у глиб продукту, а температури – до поверхні. При ІЕМ градієнт температури спрямований усередину продукту. Саме цей факт дозволяє ініціювати бародифузійний потік вологи до поверхні. По – друге, на нагрівання сухої частини продукту витрачається менша кількість енергії.

Створений комбінований тех. процес вісушування зерна складався з двох етапів: 1 – вплив на зерно НВЧ полем; 2 – видалення поверхневої вологи з зерна на центрифuzі.

Отримані дані показують що для видалення 1 кг. вологи з зерна ку-

курудзи на центрифугі потрібно 1,1 МДж енергії, для видалення 1 кг. вологи з зерен ячменю потрібно 3,7 МДж енергії, в той час як на сучасних зерносушарках для видалення 1 кг вологи з зерна потрібно витратити не менше 4,8 МДж енергії.

Для порівняння кількість енергії витраченої на видалення 1 кг. вологи в сучасних сушарках знаходиться в діапазоні 4.8 ... 7.9 МДж.

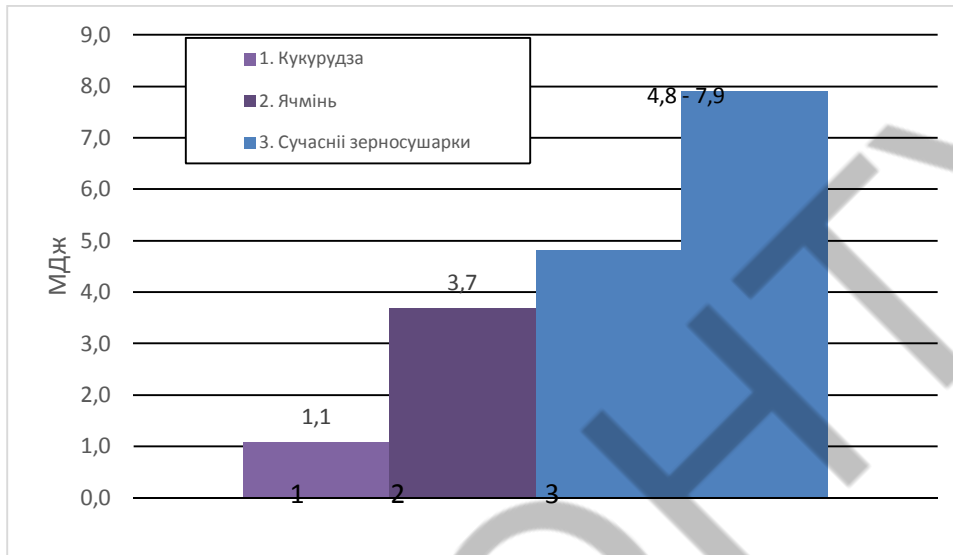


Рис. 1 – Кількість енергії витраченої на видалення 1 кг. вологи в сучасних сушарках

Продуктивність даного комбінованого метода сушіння зерна на прикладі з зернами кукурудзи дозволяє скоротити витрати енергії в більше ніж в чотири рази.

**Ружицька Н.В.**, к.т.н., асистент (ОНТУ, м. Одеса)

## **НОВІ НАПРЯМКИ ПЕРЕРОБКИ ФРУКТОВО-ЯГІДНИХ ВІДХОДІВ**

Україна є виробником продукції переробки фруктово-ягідної сировини: соків, пюре. Після віджиму фруктових соків залишаються великі об'єми відходів – вичавок, які складають близько 36 % всіх відходів [1]. Через високу вологість фруктові вичавки повинні або піддаватися сушінню, або іншим видам подальшої переробки, оскільки в них швидко починаються процеси бродіння. В той же час, наприклад, свіжі яблучні вичавки містять цукри, пектини, а також вітаміни, поліфеноли, пігменти, ароматичні речовини[1]. Проте можливе екстрагування водорозчинних речовин, які можна використати у виробництві напоїв, кондитерських виробів.

Для інтенсифікації процесу екстрагування та збільшення виходу цільових компонентів пропонується використання технологій адресної дос-

тавки енергії, які виявили високу ефективність в технологіях виробництва розчинної кави, одержанні екстрактів лікарських рослин.

В якості об'єктів дослідження розглядалися яблучні та сливові вичавки. Екстрагування свіжих яблучних вичавок сорту «Голден», вологістю близько 80 %, проводили у інноваційному мікрохвильовому вакуум-екстракторі. Температури обробки не перевищували 40 °С, що дозволяє зберегти термолабільні речовини, зменшити зміни у смакових властивостях. Через високий вміст води у твердій фазі, використовували низькі гідромодулі 1:2, 1:4, 1:6. В перші п'ять хвилин спостерігалось найбільше зростання концентрації сухих речовин, було вилучено близько 50% від сухих речовин, що переходять до екстракту. А після 60 хвилин обробки концентрація сухих речовин стає постійною. Загалом вдалося вилучити 46 % від всіх сухих речовин сировини з яблучних вичавок і 55% зі сливових. Питомі енергетичні витрати склали 0,7...0,8 МДж/кг екстракту. Одержаний яблучний екстракт після зневоложення до 80...90 % сухих речовин мав виражене оранжево-жовте забарвлення, солодкий смак та виражений аромат яблук сорту «Голден». Консистенція висушеного продукту наближується до консистенції фруктового мармеладу, що вказує на високий вміст пектинів. Сливовий екстракт мав інтенсивне темно-червоне забарвлення і після висушування також мав консистенцію фруктового мармеладу, виражені солодкий смак та фруктовий аромат.

Таким чином, екстрагування відходів переробки фруктової сировини дозволяє отримати нові натуральні продукти.

### **Література**

1. Егоров Б. В., Цюндик А. Г., Орехова В. Г. Перспективы переработки и использования яблочных выжимок. Зернові продукти і комбікорми, 2015, Том 1 № 59. С.38-43

**Левтринська Ю.О.**, к.т.н., асистент, (ОНТУ, м. Одеса)

**Висоцька Н. Е.**, студ. гр. ГМ-20, ф-т НТТ та ІМ (ОНТУ, м. Одеса)

### **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ПРОЦЕСИ ПЕРЕРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ СИРОВИНИ**

Організацією об'єднаних націй наприкінці ХХ сторіччя наступні проблеми було визначені пріоритетними для усього людства:

- проблема миру і роззброєння;
- екологічна;
- демографічна;
- енергетична;
- сировинна;
- продовольча;

- використання ресурсів Світового океану;
- мирне освоєння космосу;
- подолання відсталості країн, що розвиваються.

Таким чином, у будь якій галузі при модернізації технологій та обладнання слід намагатися рухатися у напрямку комплексних мір з подолання цих проблем. Численні дослідження українських та закордонних вчених свідчать про високий потенціал удосконалення способів енергопідведення у зниженні витрат енергії при обробці рослинної сировини. У процесах зневоднення сировини добре себе зарекомендували вакуумні методи сушіння [1], вібраційне сушіння [2], мікрохвильове [3] і комбіноване мікрохвильове сушіння. Потенціал модернізації теплових сушарок обмежено питомою енергією випаровування вологи, тому навіть оптимізований та автоматизований процес не може забезпечити енергоефективність, що необхідна сучасному виробництву.

При виробництві харчових концентратів та галенових і новогаленових фармацевтичних препаратів ключовими є процеси екстрагування. Від температурних режимів суттєво залежить якість вихідного продукту, проте при роботі з термолабільною сировиною майже неможливо вилучити максимальну кількість екстрактивних речовин. Таким чином окрім проблем витрати енергії постає проблема використання сировини. Позитивні результати отримано при застосуванні електромагнітного впливу у процесах екстрагування [4], зокрема мікрохвильового [5], віброекстрагування [6] та ультразвукового [7].

Перелічені інноваційні підходи дозволяють знизити робочі температури процесів зневоднення та екстрагування. У випадку вакуумних технологій знижується температура кипіння, у випадку вібраційного та ультразвукового впливу пришвидшуються дифузійні процеси, а частина вологи з сировини видаляється механічно. Найскладнішим та найцікавішим з точки зору механізму є мікрохвильовий вплив на сировину. При взаємодії мікрохвильового поля з полярними розчинниками, яким є вода вдається досягти значної інтенсифікації масообмінних процесів.

Здешевлення та оптимізація використання продовольчих ресурсів дозволить вирішити, принаймні частково продовольчу кризу. Використання харчових концентратів, вироблених за інноваційними технологіями з використанням низькотемпературної техніки та технологій направленої енергетичної дії дозволить доставляти такі продукти у віддалені райони і забезпечувати якісне харчування населення, що потерпає при неврожаях, посухах та стихійних лихах, які стають більш частими у зв'язку зі змінами клімату.

Здешевлення виробництва та підвищення якості фармацевтичних препаратів також є важливим в умовах пандемії та профілактики захворюваності. Застосування рослинної сировини дозволяє виготовляти широку номенклатуру препаратів і зниження вартості ліків є актуальною задачею.

## Література

1. Сардаров, А. М., Маяк, О. А., & Шершньов, Г. Г. (2018). Дослідження структурних характеристик і кінетики процесу сушіння рослинної сировини у вібраційній вакуумній сушарці. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, (24, № 6), 110-118.
2. Бандура, В. М., & Ярошенко, Л. (2019). Обґрунтування параметрів процесу сушіння насіння соняшнику у вібросушарці на основі інфрачервоного опромінення. *Scientific Works*, 83(1), 110-116.
3. Безбах, І. В., Яровий, І. І., & Войтенко, О. К. (2019). Комбіновані способи енергопідведення в процесах сушіння рослинної сировини. *Scientific Works*, 83(2), 71-77.
4. Михайлов, І. В., Костенко, О. М., & Дрожчана, О. У. (2021). Загальна характеристика екстракції із застосуванням нових фізичних методів. In *Техніка та технології в агропромисловому виробництві (присвячена 55-й річниці заснування інженерно-технологічного факультету Полтавського державного аграрного університету): матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 7-8 жовтня 2021 р. Полтава: ПДАУ, 2021. 200 с.* (р. 103).
5. Левтринская, Ю. О., Альхурі, Ю., Голінська, Я. А., & Терзієв, С. Г. (2018). Вакуумні мікрохвильові технології при виробництві фітопрепаратів з плодів шипшини. *Scientific Works*, 82(1), 42-48
6. Запорожець, Ю., & Бурлака, Т. (2021). Вплив електроіскрових розрядів перед віброекстрагуванням на хмелеву сировину. *Научный взгляд в будущее Учредители: Институт морехозяйства и предпринимательства*, 1(22), 31-36.
7. Целень, Б., Гоженко, Л., Радченко, Н., & Іваницький, Г. (2020). Використання кавітаційних ефектів в процесах екстрагування. *Scientific Works*, 84(1), 92-97.

**Акімов О.В.**, аспірант (ОНАХТ, Одеса)

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОХВИЛЬОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИНОРІБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Використання мікрохвильових технологій та їх комбінація з іншими методами обробки сировини в різних галузях промисловості активно вивчається. Вже відомі роботи по використанню мікрохвильового випромінювання для мікробіологічної стабілізації вин, екстрагування виноградних вичавок, обробки м'язги під час мацерації, обробки недостиглого винограду, стерилізації дубових бочок та багато іншого [1-4].

На кафедрі процесів, обладнання та енергетичного менеджменту ОНАХТ досліджується можливість та перспективи використання мікрохвильових технологій у виноробній промисловості. Однією з інноваційних та перспективних ідей є використання електромагнітного випромінювання для виробництва високоекстрактивних вин із використанням дубових чіпсів. Дана технологія може використовуватися як альтернатива витримки вин у дубових бочках або на дубових чіпсах.

Витримка – це технологічний процес, в результаті якого у вині формуються букет, характерний для вин даного типу, вино освітлюється, стає

прозорим і стабільним до помутнінь. При витримці протікають різні фізичні і хімічні процеси, інтенсивність яких змінюється на різних стадіях витримки. Основні процеси, які протікають при витримці це: осадження, випаровування летючих компонентів та складні біохімічні процеси. Традиційні методи витримки вин у добових бочках дуже тривалі і супроводжуються значними втратами вин в результаті його випаровування через пори та нещільності дубової деревини. Крім того, процес витримки є трудомістким, і супроводжується такими операціями, як доливки через усушку, переливки з метою зняття осаду, мийка та окурювання дубових бочок після переливок для забезпечення мікробіологічної стабільності. [5]

Для витримки потрібні великі приміщення з постійною температурою і вологістю всередині, для мінімізації втрат вина через випаровування у навколишнє середовище. В залежності від розміру бочок, температури навколишнього середовища і типу приміщення втрати вина складають від 1,7% до 6% на рік. [5] І ці втрати дуже значні. Можна також відмітити те, що вино проникає в пори дубової деревини максимум на 3-4 мм., і з кожним роком витримки цей шар виснажується, пори закриваються осадом та винним каменем. Тому, потрібно через певний час зчищати виснажений шар і всю внутрішню поверхню бочки. Звичайна мийка не повністю очищує поверхню. А виснажений шар у 3-4 мм треба повністю знімати. Для цього бочку розбирають, а потім знову збирають, а це дуже трудомісткий процес. Можна також зазначити, що деревина використовується не повністю, і значна частина поверхні деревини зовсім не приймає участі у екстрагуванні. Вищезазначені операції, що проводять з винами під час витримки, неповнота використання дубової деревини, складнощі з їхнім розбиранням та втрати вина з випаровуванням значно підвищують собівартість виробництва вина. До цього ще можна додати втрати на підтримання постійної температури у приміщення для витримки.

Запропонована інноваційна технологія дозволяє зменшити трудомісткість процесу, мінімізувати витрати вина з випаровуванням, зникає необхідність довготривалої витримки у спеціальних приміщеннях. І все вищезазначене дозволить прискорити отримання витриманих, так званих, «високоекстрактивних вин» у виноробній промисловості.

На кафедрі була проведена серія експериментальних досліджень, направлених на отримання високоекстрактивних вин за допомогою використання мікрохвильових технологій, дубових кубиків та ординарного червоного вина. Для екстрагування використовувались два мікрохвильових екстрактора з різним принципом дії. Для проведення експерименту в якості сировини використовували дубову деревину у виді кубиків розміром приблизно 2 на 2 см, термічно оброблених. Термічна обробка є необхідним етапом для приготування бочок для витримки. Такий вид обробки проводиться для кращого вилучення екстрактивних речовин з дубової деревини. Особливістю плівкового МХ екстрактора (ПМХЕ) є те, що процес екстра-

гування проводиться у тонкому шарі рідини, що стікає по поверхні дубових кубиків. А особливістю вакуумного МХ екстрактора (ВМХЕ) є те, що екстрагування проводиться у об'ємі рідини, в даному випадку вина. Дані щодо параметрів проведення дослідження представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри процесу екстрагування

№ серії	Екстрактор	Маса деревини, г	Маса екстрагенту, г	Тиск, кПа	Температура процесу, °С	Встановлена потужність, Вт	Тривалість, хв
1	Плівковий МХ екстрактор (ПМХЕ)	100	500	100	до 40	127	36
2	Плівковий МХ екстрактор (ПМХЕ)	100	500	100	до 40	127	18
3	Вакуумний МХ екстрактор (ВМХЕ)	100	500	15	до 40	127	28

Після закінчення серії експериментів, отриманим винам дали охолонути і потім провели дегустацію. Всі зразки отриманих вин не мали ярко вираженого аромату дубу, характерного для витриманих вин, смак мав ноти увареності. Тому, винам дали можливість відпочити для асиміляції екстрактивних речовин з дубу у вині. Вина витримували у скляних пляшках приблизно 2 тижні. Після закінчення терміну була проведена повторна дегустація.

Перший зразок вина (ПМХЕ, час 36 хв.) мав виражений тонкий ненав'язливий аромат дубу та ванілі, смак приємний, відчувались дубильні речовини, екстрактивність, спостерігався характерний тон витримки, з'явилася округлість. Але був присутній легкий тон термообробки. Початковий, не оброблений, зразок вина не мав вищезазначених характеристик. Другий зразок вина (ПМХЕ, час 16 хв) мав трохи кращу ароматику, незначно більше танінності, була сильніша терпкість, загалом склалося відчуття, що другий зразок, менш гармонійний у порівнянні з першим. Тому його було рекомендовано до подальшої витримки. Третій зразок (ВМХЕ, час 28 хв) теж мав тони дубової бочки, але смак не гармонійний, відсутній так званий стрижень вина. Імовірно, це пов'язано з тим, що процес проводився у вакуумі, де дубова деревина знаходилася в об'ємі вина, і вино поглинало більшу частину МХ енергії, через що спирт з вина почав випаровуватися і завдяки зворотному холодильнику накопичувався на ньому і стікав у загальний об'єм вина з кубиками назад. І саме цей процес міг зруйнувати так

званий стрижень вина, через що воно і відчувалось негармонійним. Як вишненок, можна відмітити привабливість даної технології та отриманих вин, але технологія потребує подальшого дослідження, і можливого зниження температури процесу для запобігання утворення тону увареності. Також слід відмітити, що дана технологія може бути застосована для виробництва бренді та віскі.

#### **Література**

1. Бурдо, О. Г. Процессы инактивации микроорганизмов в микроволновом поле: монография / Бурдо Олег Григорьевич, Рыбина Ольга Борисовна. - Одесса : Полиграф, 2010. - 200 с.
2. Кондратьев Д. В., Щеглов Н. Г. Способы получения экстракта виноградных выжимок и возможности его использования в пищевой промышленности // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2009. №1. – С.62-65.
3. Tartian, Alexandru & Cotea, Valeriu & Marius, Niculaua & Zamfir, Cătălin-Ioan & Colibaba, Cintia & Morosanu, Ana-Maria. (2017). The influence of the different techniques of maceration on the aromatic and phenolic profile of the Busuioacă de Bohotin wine. BIO Web of Conferences. 9. 02032. 10.1051/bioconf/20170902032.
4. Casassa, L. & Sari, Santiago & Bolcato, Esteban & Fanzone, Martín. (2019). Microwave-Assisted Extraction Applied to Merlot Grapes with Contrasting Maturity Levels: Effects on Phenolic Chemistry and Wine Color. Fermentation. 5. 15. 10.3390/fermentation5010015.
5. Герасимов М.А. Технология вина. – М.: Картонажная фабрика, 1959. — 642 с.

**Молчанов М. Ю.**, магістр (ОНТУ, м. Одеса)

### **ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ ЦИРКУЛЯЦІЙНОГО МІКРОХВИЛЬОВОГО ЕКСТРАКТОРА**

Виробництво екстрактів, олій, концентратів, є енерговитратним, довгим і має невеликий коефіцієнт корисної дії. Тому актуальним завданням є: зменшення часу обробки сировини, мінімізація кількості спожитої енергії і при цьому збільшення ККД, а також якості продукту.

Одні і ті ж чинники можуть надавати на процес екстрагування одночасно і позитивну і негативну дію. Підвищення температури знижує якість готового продукту з іншого боку підвищення температури прискорює процес «виходу» екстрактивних речовин з сировини. Дроблення, збільшує поверхню контакту фаз, але подрібнення твердого матеріалу лімітується труднощами поділу фаз після екстрагування, високими енергетичними затратами на дроблення і погіршенням гідродинамічних умов на поверхні розділу фаз.

Останнім часом зростає інтерес до методів, при яких інтенсифікація процесу досягається за рахунок використання електроімпульсних технологій, що характеризуються високими, питомими по потужності впливами на

біомасу, вміщену в реактор і дозволяє проводити обробку при менших температурах ніж зазвичай.

Саме тому були розроблені експериментальні МХ установки – ємнісна, плівкова та циркуляційна для екстрагування що працюють за принципом адресної доставки енергії до сировини.

Перевагами плівкового МХ екстрактора є: підвищена інтенсифікація процесу, малий час обробки, порівняно невеликі витрати енергії, простий контроль за потужністю магнетрона, постійне промивання сировини також інтенсифікує процес екстрагування.

Але в даній конструкції – неможливо визначити товщину плівки екстрагента на поверхні сировини, плівка може екранувати поверхню сировини.

Створено працюючий напівпромисловий варіант плівкового мікрохвильового екстрактора для виробництва міцних спиртних напоїв.

Для підвищення ефективності екстрактора та була запропонована ідея створення циркуляційного МХ екстрактора де електромагнітне поле буде діяти на продукт з певною періодичністю після промивання його постійно циркулюючим екстрагентом щоб «наситити» сировину екстрагентів і ініціювати процес екстрагування.

Перевагами циркуляційного МХ екстрактора є: значна інтенсифікація процесу екстрагування, невеликі температури обробки сировини, малий час обробки, мікрохвильове поле повністю діє на сировину насичену екстрагентом, порівняно невеликі енерговитрати, можливість регулювання часу періодичного настоювання сировини в екстрагенті, чистіший екстракт через наявність фільтру на зворотному патрубку.

Був проведений комплекс експериментальних досліджень на традиційних та інноваційних екстракторах. Визначено питомі витрати енергії, на вилучення 1 кг. цільових компонентів, складають: на циркуляційному 0,13 кВт·год, на плівковому 0,16 кВт·год, на ємнісному 0,17 кВт·год, на водяній бані 0,24 кВт·год.

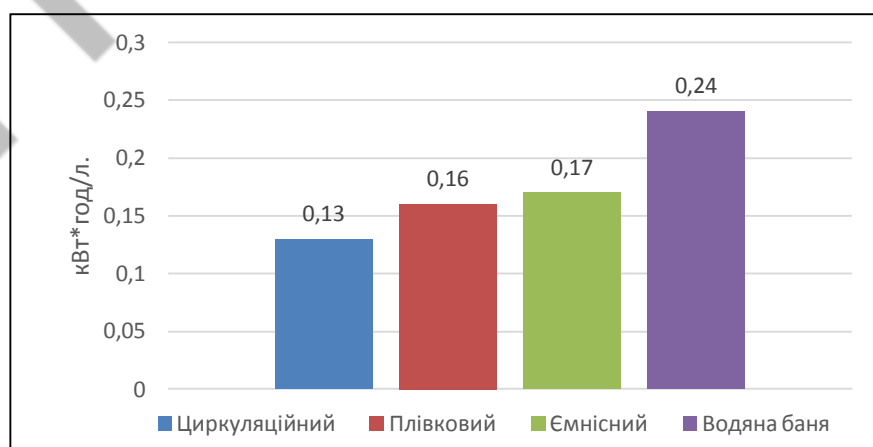


Рис. 1 – Питомі витрати енергії на екстракторах різної конструкції

Визначено ККД установок, вони становлять: на циркуляційному 61 %, на плівковому 51 %, на ємнісному 48 %, на водяній бані 33 %.

Визначено що в інноваційному циркуляційному екстракторі витрати енергії на виділення однакової маси сухих речовин в порівнянні з традиційними екстракторами менше в 2 рази, а ККД більше майже в 2 рази.

#### **Література**

1. Бурдо О.Г. Харчові нанотехнології – новий напрямок у науці //Наукові праці. ОНАХТ – Випуск 32. - Одеса: 2008 - С. 208 - 213.

**Shipko H.I.**, student of AEM-20 (*ONAFТ, Odessa*)

**Shipko N.I.**, student (*School № 45, Odessa*)

**Shipko A.I.**, graduate student (*ONAFТ, Odessa*)

**Shipko I. M.**, Associate Professor (*ONAFТ, Odessa*)

**Toroshchina O. I.**, chairman of the public organization "OUR HOUSE"

### **HEATING, AIR CONDITIONING AND HOT WATER SUPPLY SYSTEM BASED ON A HEAT PUMP**

Everyone knows that the processes of heating, air conditioning and water heating are very energy-intensive, and therefore expensive, but always very relevant! Therefore, looking for alternatives, it is interesting to pay attention to equipment using renewable heat sources (air, water, solar energy). So life itself invites us to use heat pumps for these purposes.

A heat pump is a device for transferring thermal energy from a source of low-grade thermal energy (with a low temperature) to a consumer (heat carrier) with a higher temperature.

Types of industrial models:

Brine-to-water heat pump

By the type of coolant in the inlet and outlet circuits, the pumps are divided into eight types: "soil-water", "water-water", "air-water", "soil-air", "water-air", "air-air" " freon - water ", " freon - air ". Heat pumps can use the heat of the air discharged from the room, while heating the supply air - recuperators.

Extraction of heat from air

The efficiency and choice of a particular source of heat energy strongly depend on climatic conditions, especially if the source of heat extraction is atmospheric air. In fact, this type is better known as an air conditioner. There are tens of millions of such devices in hot countries. For northern countries, heating in winter is most relevant. Air-to-air and air-to-water systems are also used in winter at temperatures down to minus 25 degrees, some models continue to operate down to -40 degrees. But their efficiency is low, about 1.5 times, and during the heating season, on average, about 2.2 times compared to electric heaters.

In severe frosts, additional heating is used. When the capacity of the main heating system by heat pumps is insufficient, additional heat supply sources are switched on. This system is called bivalent.

#### Extraction of heat from rocks

Rock requires drilling a well to a sufficient depth (100-200 meters) or several such wells. A U-shaped weight is lowered into the well with two plastic tubes forming a contour. The tubes are filled with antifreeze. For environmental reasons, this is a 30% ethyl alcohol solution. The well is filled with groundwater in a natural way, and the water conducts heat from the stone to the coolant. If the length of the well is insufficient or if you try to get an oversized power from the soil, this water and even antifreeze can freeze, which limits the maximum thermal power of such systems. It is the temperature of the returned antifreeze that serves as one of the indicators for the automation circuit. Approximately 50-60 W of thermal power falls on 1 running meter of a well. Thus, to install a heat pump with a capacity of 10 kW, a well with a depth of about 170 m is required. It is impractical to drill deeper than 200 meters; it is cheaper to make several wells of shallower depth 10 to 20 meters apart. Even for a small house of 110-120 sq.m. with low energy consumption, the payback period is 10 - 15 years. Almost all installations on the market operate in the summer, while heat (essentially solar energy) is taken from the room and dissipated in the rock or groundwater. In Scandinavian countries with rocky soil, granite acts as a massive radiator, receiving heat in summer / day and dissipating it back in winter / night. Also, heat constantly comes from the bowels of the Earth and from groundwater.

#### Extraction of heat from the ground

The most effective, but also the most expensive schemes provide for the extraction of heat from the ground, whose temperature does not change during the year already at a depth of several meters, which makes the installation practically independent of the weather. According to 2006, in Sweden half a million of such installations, in Finland 50,000, in Norway up to 70,000 were installed annually soil in the region. In practice, 0.7 - 1.2 meters. The minimum distance between the collector pipes recommended by manufacturers is 1.2 ... 1.5 meters. No drilling is required here, but more extensive excavation work is required over a large area and the pipeline is more at risk of damage. The efficiency is the same as when extracting heat from a well. No special soil preparation is required. But it is advisable to use an area with wet soil, if it is dry, the contour must be made longer. The approximate value of the thermal power per 1 m of the pipeline: in clay - 50-60 W, in sand - 30-40 W for temperate latitudes, in the north the values are lower. Thus, to install a heat pump with a capacity of 10 kW, an earthen contour with a length of 350-450 m is required, for laying which a plot of land with an area of about 400 m<sup>2</sup> (20x20 m) is required. When calculated correctly, the contour has little effect on green spaces.

But where can we get the resources for heat pumps? Given the uniqueness of the city of Odessa and its environs, located on the grandiose underground

labyrinth of catacombs (where, as you know, the air temperature underground all year round is +14, and the length reaches three thousand kilometers), which has always attracted and attracts attention for their various uses, including to obtain resources in heating, air conditioning and hot water supply systems using heat pumps.

The advantages of heating, cooling, as well as heating water in houses with a heat pump:

- High performance. A heat pump for heating produces 3-5 kW of heat, consuming 1 kW of electricity.
- Profitability. Significant savings in operating costs. A heating system based on a heat pump pays off in several years of operation.
- No need to reconcile. Installation of systems based on a heat pump does not require approval from regulatory and inspection authorities.
- Durability. A heat pump has a much longer service life than other heat sources.
- Environmental friendliness. The heat pump uses renewable heat sources (air, water, solar energy).
- Safety . Fire and explosion-proof, as it does not use combustion processes.

The processes of heating, air conditioning and water heating are very energy-intensive and therefore expensive. Heat pumps are equipment that uses renewable heat sources. They allow up to 5.5 kilowatts of thermal energy from 1 kilowatts of electric energy.

As a source of energy, it is proposed to use the heat of the catacombs (where it is known that the temperature under the ground all year round + 14 ° C, and the length reaches three thousand kilometers). Some buildings, such as the Art Museum in Odessa, have an underground grotto or entrance to the catacombs, which greatly simplifies the installation of the heating system. In the Odessa region there are also many houses or territories located on the catacombs, which makes it possible to use it for heating, air conditioning and hot water supply using heat pumps.

**Шипко І.М.**, доцент кафедри ТОЗВ (ОНТУ, м.Одеса)

**Шипко Н.І.**, учениця (ОЗОШ № 45, м.Одеса)

**Шипко Г.І.**, студент групи АЕМ-20, (ОНТУ, м.Одеса)

**Торощина О.І.**, голова ГО "НАШ ДІМ"

## **ОТРИМАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ СПАЛЮВАННЯМ ПІСЛЯЖНИВНИХ РЕШТОК**

Щорічно Україна споживає близько 200 млн. т умовного палива, а видобуток із природних джерел країни становить 80 млн. т. С кожним ро-

ком відбувається ускладнення видобутку та подорожчання традиційних видів палива. Тому великого значення набуває пошук альтернативних видів енергії. В якості біопалива можуть використовуватися післяжнивні рештки (солома, стебло, качани кукурудзи, лушпиння соняшнику). Їх кількість щорічно становить близько 50 млн. т. На 1т зібраного зерна пшениці отримують близько 400 кг соломи. При спалюванні 1 Кг пшеничної соломи можливо отримати» 2500 калорій теплової енергії, майже 3 кВт/год енергії. Спалювання всього 3 кг палива із пшеничної соломи дає таку ж кількість енергії, що й 1 м<sup>3</sup> газу або 1 літр дизельного палива. Використання цього потенціалу дозволить скоротити залежність від імпорту енергії. Післяжнивні рештки відносяться до оновлюємих видів енергії, а їх спалювання не збільшує кількість парникових газів. Це пояснюється тим, що рослини при спалюванні виділяють таку ж кількість вуглецю, яку вони вони вилучили з атмосфери під час росту. До останнього часу солому не розглядали як альтернативний вид енергії. Це пов'язано в першу чергу з наявністю дешевих традиційних видів палива. Крім того для використання соломи в якості палива потрібні спеціальні котли. Однією з проблем є те, що при спалюванні соломи зола конденсується на стінках котла і призводить до його корозії. Тому в таких котлах збільшують товщину стінки, або використовують нержавіючу сталь. В золі присутній кобальт, що обмежує можливості її використання в якості мінерального добрива без попереднього очищення. Найбільш сучасні технології отримання енергії з соломи розвинуті в Данії, де з 1991 року заборонено спалювати солому в полі. Розроблено конструкції котлів як періодичної дії так і безперервної. Котли безперервної дії більш сучасні, дозволяють регулювати кількість подаваної сировини та повітря, що забезпечує більш повне згорання чим в котлах періодичної дії. Спалюють солому на вугільних електростанціях в якості додаткового палива. Де під дією високої температури відсутня конденсація золи на поверхнях котлів. Післяжнивні рештки вважаються місцевим паливом. Перевезення їх на великі відстані економічно недоцільно. Як правило їх використовують в радіусі 30 кілометрів. Тому в першу чергу розташовувати обладнання для отримання такої енергії потрібно в сільськогосподарських районах для опалення підприємств зі зберігання та переробки зерна, будинків. Як показує досвід Данії в певній кількості рослинна сировина може використовуватися на теплових електростанціях. Також солому використовують у вигляді палива для зерносушарок. Подорожчання традиційних видів палива призводить до пошуку можливостей використання альтернативного палива.

**Бандура В.М.**, д.т.н., професор (*Національний університет біоресурсів та природокористування України*)

## **ПОРІВНЯННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ОЛІЇ ОТРИМАНИХ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ**

Останнім часом площі олійних культур швидко збільшуються. Україна була і надіюся залишиться одним з найбільших експортерів олійної сировини та готового продукту у світі. За підсумками 2020 року Україна залишилась лідером з виробництва та експорту олії соняшникової на світовому ринку. У 2020 році експорт соняшникової олії з України вдруге поспіль сягнув рекордного показника – 6,9 млн тонн, тим самим на 12% перевершивши рекорд 2019 року у 6,1 млн тонн [1].

На сучасному етапі розвитку науки і техніки, заслуговують визнання потенційні можливості мікрохвильової технології для підвищення ефективності багатьох традиційних виробництв і отримання продукції з новими, кращими споживчими якостями.

На основі технологій нагрівання мікрохвилі розсіюють електромагнітну енергію всередині цільового продукту. Процес нагрівання генерується швидкою зміною (мільйон разів на секунду) полярності електромагнітного поля, яке створює вібрацію і обертання поляризованих молекул всередині матеріалу. Це стало можливим завдяки діелектричним властивостям матеріалів. Так як молекули води поляризовані, то застосування мікрохвильових технологій дуже ефективні при нагріванні вологих матеріалів [2].

При традиційному нагріванні тепла енергія передається провідністю із зовні до центру виробу. Мікрохвильові технології нагрівають продукт рівномірно: це називається об'ємним нагріванням. Вироблення тепла відбувається майже миттєво і забезпечує ідеально контрольований процес завдяки швидкому, рівномірному нагріву. Більш того, майже вся енергія передається обробленому продукту, різко зменшуючи втрати енергії.

Екстракція в дисперсній системі рослинних олійних матеріалів (дисперсна фаза і рідкий розчинник-екстрагент) широко розповсюджена в технологіях виробництва олії. Перспективним напрямком ефективно організації процесу екстрагування є залучення мікрохвильових технологій – використання енергії електромагнітного поля надвисокої частоти (ЕНП НВЧ) безпосередньо у технологічному процесі.

За рахунок накладання ЕМП НВЧ на взаємодіючі фази при екстрагуванні олійної сировини можна одержати концентрований екстракт, скоротити тривалість технологічного процесу і суттєво його інтенсифікувати при зменшенні питомих затрат енергії [3].

На сьогодні нагромаджено великий досвід використання мікрохвильових технологій у різних галузях промисловості для інтенсифікації процесу виробництва. Однак, на нашу думку, дуже мізерні дослідження щодо

проведення екстрагування насіння соняшнику етиловим спиртом, не має надійних даних щодо режимів мікрохвильового екстрагування, властивостей одержуваних екстрактів, що не дає можливості створити відповідну технологію та розробити мікрохвильовий пристрій для одержання речовин. Ці обставини визначили актуальність проведення наукових досліджень екстрагування олійної сировини розчинниками в мікрохвильовому полі.

Основна мета дослідження полягала в оцінці можливості заміни гексану, який традиційно використовується для екстракції рослинних олій, більш безпечним розчинником – етанолом, при екстракції олії з макухи соняшнику та насіння ріпаку в мікрохвильовому полі. Таким чином, вивчено вплив типу розчинника на фізико-хімічні характеристики олії та знежирених шротів [4].

Досліджено основні показники складу і якості екстракційної олії соняшникової та ріпакової. Якість олії та напрями її використання у продуктах харчування здебільшого визначаються її жирно-кислотним складом. Аналіз жирно-кислотного складу олії проводили методом газової хроматографії з використання колонки HP-88 100 m\*0.25 mm\*0.20  $\mu$ m. Можливість використання олії у харчуванні встановлювали шляхом проведення пробних лабораторних досліджень і вивчення зміни фізико-хімічних показників у процесі зберігання.

Було проведено порівняння екстракції методу Сокслета (розчинник – гексан) з методом екстракції сировини в мікрохвильовому полі (розчинник – етиловий спирт) [5]. Проведені дослідження фізико-хімічних показників свідчать про ступінь окиснення олії (визначення пероксидного та анізидинового чисел).

Пероксидне число є показником вмісту первинних продуктів окиснення. Пероксидне число олії, яка отримана екстракцією методом Сокслета (розчинник – гексан), становило 5,0 моль  $\frac{1}{2}$ O/кг. Пероксидне число олії, яка отримана екстракцією в мікрохвильовому полі (розчинник – етиловий спирт), становило 3,8 моль  $\frac{1}{2}$ O/кг.

Анізидінове число є показником вмісту альдегідів у рослинних оліях (вторинні продукти окиснення). Анізидінове число олії, яка отримана екстракцією методом Сокслета (розчинник – гексан), становило 0,3 у.о. Анізидінове число олії, яка отримана екстракцією в мікрохвильовому полі (розчинник – етиловий спирт), становило 0,2 у.о.

Порівнявши дані пероксидного та анізидінового чисел, можна стверджувати, що кращі показники має олія, що отримана методом екстракції сировини в мікрохвильовому полі (розчинник – етиловий спирт).

Кислотне число є одним із основних якісних показників, які характеризують ступінь свіжості олії. Кислотне число олії, яка отримана екстракцією методом Сокслета (розчинник – гексан), становило 3,1 мг КОН/г. Кислотне число олії, яка отримана екстракцією в мікрохвильовому полі (розчинник – етиловий спирт), становило 2,1 мг КОН/г.

Порівняння кислотних чисел олій, що вилучені з сировини різними методами екстракції, свідчить про те, що олія, яка отримана методом екстракції сировини в мікрохвильовому полі з використанням в якості розчинника етилового спирту, має кращі показники кислотного числа.

Дослідження показали, що крашу стійкість до окиснення під час зберігання (3 місяці) має олія, яка отримана методом екстракції сировини в мікрохвильовому полі з використанням в якості розчинника етилового спирту.

#### Література

1. Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки»  
<http://www.iae.org.ua/>
2. Burdo O., Bandura V., Kolianovska L., Dukulis I. Experimental research of oil extraction from canola by using microwave technology. 17th International Scientific Conference "Engineering for rural development" Jelgava. - 24.-26.05.2017. - P. 296-302. - (23.-25.05.2018. Jelgava, Latvia).
3. Bandura V., Kotov B., Gyrych S., Gricshenko V., Kalinichenko R., Lysenko O. Identification of mathematical description of the dynamics of extraction of oil materials in the electric field of high frequency. *Agraarteadus*. 2021, 32(1), стр. 8–16.
4. Бандура В.М., Коляновська Л.М. Інтенсифікація екстрагування рослинних олій електромагнітним полем. Зб. наук. пр. Одеської національної академії харчових технологій. Вип. 39. Том. 2. Одеса, 2011. С. 186-190.
5. B. Kotov, V. Bandura Construction of a mathematical model of extraction process in the system "solid body – liquid" in a microwave field. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5/6 (95). 2018. P.33-43.

**Бурдо А.К.**, канд. техн. наук, доцент (ОНТУ, Одеса)

**Мілінчук К.С.**, студентка 3 курсу (ОНУ ім. Мечникова, Одеса)

### **РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ФІТО-ЕКСТРАКТІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧУВАННЯ**

Сучасний рівень життя потребує постійного зростання рівня споживання енергії, особливо це стосується високорозвинених країн. В той же час, швидко зростаюче споживання енергоносіїв при постійному зменшенні їх запасів в надрах планети викликає занепокоєння. Проведені дослідження говорять про те, що у майбутньому столітті проблеми енергії, екології та їжі будуть основними для людей.

Рівень споживання енергії однією людиною на Україні вище, ніж в більшості розвинених країн Європи, однак якість життя на рівні відсталих країн. Зараз коштовність енергоносіїв в Україні стрімко зростає, але, на жаль, підвищення енергоефективності більшості харчових підприємств проходить дуже повільно.

В сучасних харчових технологіях виробництва дуже широко використо-

вують процес екстрагування, він навіть є таким, що визначає як якість, так і економічні показники підприємства в цілому. Однак, цей процес є достатньо трудомістким та енерговитратним. В деяких виробництвах він може проходити навіть роками. В той же час, використання сучасних технологій може дозволити істотно інтенсифікувати процес екстрагування [1].

Харчування сучасної людини визначає її стан здоров'я протягом всього життя, безпосередньо впливає на благополуччя та тривалість життя. Концепція харчування змінюється із минулого акценту на виживання, задоволення голоду, відсутності небажаного впливу на здоров'я та обслуговування життєдіяльності організму на використання харчових продуктів для покращення здоров'я таким чином, щоб запобігти ризику хронічних захворювань типу серцевосудинних, онкологічних, ожиріння тощо.

Лікарські рослини містять складні комплекси сполук, які мають потужний фізіологічний вплив на організм людини. Найбільш цікавими для технології функціональних страв та напоїв є водорозчинні сполуки, які не мають вузько спрямованої фізіологічної дії, легко включаються в метаболічні ланцюги організму, сприяючи кращому обміну речовин, утворенню власних структур і відновленню пошкоджень, зокрема такі, що володіють антиоксидантною активністю, – флавоноїди, вітамін С [2].

Екстракти з рослинної сировини досить популярні і входять до складу багатьох страв і напоїв на харчових підприємствах, в тому числі у закладах ресторанного господарства. Але, існуючі технології не забезпечують повного вилучення корисних компонентів з сировини та збереження їх в процесі екстрагування, тому є малоефективними. Про це свідчать результати попередніх досліджень [3,4,5].

В ряді робіт [6-8] показано, дією НВЧ- енергії зазвичай досягається велика швидкість та достатня рівномірність нагріву, гігієнічність процесу екстракції і економія теплової енергії. При цьому мікрохвильова обробка продуктів дозволяє значно підвищити ступінь вилучення і поліпшити якість екстракту, так як багато біологічно-активних речовин в екстрактах не руйнуються і зберігають свої властивості. Одночасно значно скорочується тривалість обробки сировини, знижується дія патогених мікроорганізмів, підвищується стабільність і виходить більш екологічно безпечна продукція.

Процеси в мікрохвильовому полі, в порівнянні з традиційними, можуть бути прискорені в кілька разів. При електромагнітної обробці відбувається одночасне нагрівання всієї маси оброблюваного матеріалу як в макро-, так і мікрооб'ємах. Як правило, готовність НВЧ-апаратури до роботи досягається протягом 30-50 с, що в умовах виробництва економічно вигідно завдяки скороченню енерговитрат. Іншою важливою перевагою високочастотної обробки є те, що на відміну від традиційного тепломасообміну тут немає необхідності створювати великі градієнти температур, вологості, тиску.

На сучасному етапі в світовій практиці спостерігається тенденція до створення харчових продуктів функціонального призначення. Одним із найпе-

спективніших шляхів розроблення такої продукції є використання нетрадиційної рослинної сировини, зокрема лікарської, яка є природним джерелом біологічно активних речовин (БАР). Систематичне вживання функціональних харчових продуктів і добавок з адаптогенною та антиоксидантною активністю здатне усунути або ослабити дерегуляцію, нормалізувати імунний статус організму. Цей шлях видається більш фізіологічним, ніж застосування фармакологічних препаратів та імуномодуляторів прямої дії.

Дикорослі ягоди є цінними носіями вітамінів та інших біологічно активних речовин. Ягоди чорноплідної горобини характеризуються високим вмістом вітамінів С, Е і β-каротину, фенольних сполук (антоціанів, катехинів, флавонолів та ін.), дубильних, пектинових та мінеральних речовин та ін. Завдяки унікальному хімічному складу вони мають всебічні лікувально-профілактичні властивості. Але, традиційні методи обробки плодів горобини чорноплідної приводять до суттєвих втрат барвних речовин. В зв'язку з цим необхідність пошуку новітніх методів обробки рослинної сировини з метою максимального збереження барвних речовин із горобини чорноплідної при отриманні із них різних продуктів.

В результаті досліджень було порівняно екстракти з ягід чорноплідної горобини, одержані в НВЧ-установці в умовах вакууму та традиційним способом. Результати досліджень оцінювали за величиною антиоксидантної активності та кількістю сухих речовин. Кращі показники одержано при екстрагуванні в НВЧ полі вже через 20-30 хв обробки.

З використанням одержаного фіто-екстракту з чорноплідної горобини розроблено рецептуру напою оздоровчо-профілактичної дії. Напій готують з яблучного та гарбузового соків разом з водними екстрактами м'яти та концентрату горобини чорноплідної. Такий склад надає напою своєрідного приємного смаку та аромату, забезпечує високий вміст цінних біологічно активних речовин, що сприяють підвищенню захисних функцій організму від шкідливого впливу навколишнього середовища. Напій справляє імуностимулюючу, тонізуючу, адаптогенну дію.

Таблиця 1. Вплив споживаної енергії та способу обробки на антиоксидантну активність екстракту з горобини чорноплідної

Вид обробки продукту	Час екстрагування, хв	Діапазон температур екстрагування, °С	Антиоксидантна активність, ум.од.акт.	Сухі речовини, %	Кількість споживаної енергії, кДж
НВЧ обробка в умовах вакууму	10	36-37	400	2	108
	20	44-45	516,6	2,3	216
	30	49-50	516,6	2,6	324
	40	26-27	511,6	3	432
	50	43-44	516,6	3,5	540
	60	35-36	483,3	4	648
НВЧ обробка традиційна	30	65	400	4	324

Тобто, за рахунок використання новітніх технологій переробки рослинної сировини можна досягти підвищення енергоефективності процесу екстрагування та біологічної активності продукту, розширення асортименту продукції.

### Література

1. Бурдо О.Г. Пищевые наноэнерготехнологии: научное пособие/ О.Г. Бурдо. – Херсон: Гринь Д.С., 2013. – 294 с.
2. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия / Павлюк Р.Ю., Черевко А.И., Погарская В.В., Яницкий В.В. и др. - Харьков; Киев, 2002. 202 с.
3. Выбор оптимальных условий извлечения антоциановых соединений из высушенных и свежесобранных плодов рябины черноплодной/Логвинова Е.Е., Брежнева Т.А., Сливкин А.И., Самылина И.А., Берест И.С. – Вестник ВГУ, Серия: химия, биология, фармация, 2014, №1, 122-125.
4. Екстрагування антоціанів з горобини чорноплідної. / Кондя О.С., Салеба Л.В. – Вісник ХНТУ, №1(68), 2019, 100-104.
5. Дейнека Л.А. Метод экстракции и очистки антоцианов из плодов аронии черноплодной / Л.А. Дейнека, И.П. Блинова, А.Н. Чулкова, В.И. Дейнека // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. – 2015. – №10. – Выпуск 18/2. 60–64.
6. Процессы переработки кофейного шлама / Бурдо О.Г, С.Г Терзиев, Н.В. Ружицкая, Т.Л. Макиевская. – Киев: ЭнтерПринт, 2014. – 228.
7. Патент на корисну модель №115723. Спосіб одержання екстракту з горобини чорноплідної / Бурдо А.К., Боднар В.В. - Власник Одеська національна академія харч. Технологій. Номер заявки у 2016 11254 від 07.11.2016; публікація 25.04.2017, Бюл. № 8.
8. Дослідження способів вилучення фітокомпонентів / Бурдо А.К., Тележенко Л.М., Чебан М.В. Наук. Пр./ОНАХТ. – О. 2019. – Вип.82 №2. 61-67.

## СЕКЦІЯ ІІІ

### МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

**Зиков О.В.**, д.т.н., доц. (ОНАХТ, м. Одеса)

**Всеволодов О.М.**, к.т.н. доц. (ОНАХТ, м. Одеса)

**Петровський Р.В.**, магістр ф-т НТтаІМ (ОНАХТ, м. Одеса)

#### ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ГОРЛОВИНИ СКЛЯНИХ БАНОК НА ЯКІСТЬ ЗАКУПОРЮВАННЯ КРИШКОЮ ТИП 3

На відміну від загальноприйнятого методу гарячого заповнення, при використанні кришок типу 3 в процесі закупорювання досягається додатковий форвакуум за допомогою впорскування водяної пари в незаповнений простір у верхній частині скляної тари з продуктом. За допомогою методу парового вакууму досягається підвищений кінцевий вакуум і відбувається додаткове витіснення повітряного кисню з незаповненого простору у верхній частині ємності з продуктом. Останнє допомагає зберегти якість і

смак продукту, а також збільшує термін його зберігання.

Кришки типу 3 (Твіст-Off рис. 1) - кришки з упорами відносяться до металевих вакуумних кришок, які безпосередньо після процесу закручування на скляній

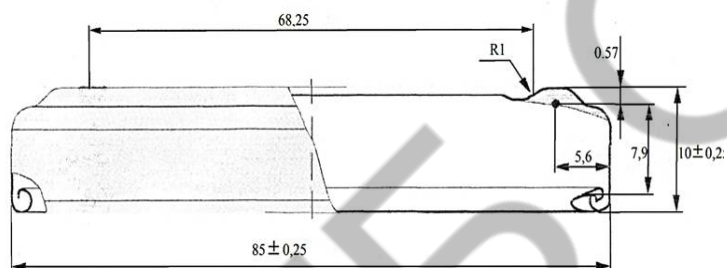


Рис. 1 – Кришка тип 3 (Твіст-офф)

тарі утворюють герметично закриту упаковку з вакуумом всередині. На скляних банках використовується, наприклад, тип горловини - Helix. Спіральна нитка різьблення без стопора, упори кришки розміщуються під різьбленням поворотним рухом.

Для горловини типу Helix положення упору визначається відстанню між розділовим швом на горловині та початком упору кришки (відстань швів - упор). На кожній горловині знаходяться дві видимі вертикальні розділові лінії (розділовий шов = формувальний шов). Якщо упор кришки знаходиться зліва від розділового шва, можливий стан перекрученої кришки з сильно розігнутими упорами (Рис.3). Тоді упаковка не закрита надійно. Надійне положення кришки, коли упори кришки знаходяться праворуч від розділового шва.



Рис. 2 – Різьблення на горловині банки.

жній горловині знаходяться дві видимі вертикальні розділові лінії (розділовий шов = формувальний шов). Якщо упор кришки знаходиться зліва від розділового шва, можливий стан перекрученої кришки з сильно розігнутими упорами (Рис.3). Тоді упаковка не закрита надійно. Надійне положення кришки, коли упори кришки знаходяться праворуч від розділового шва.

Розглянуті можливі випадки положення кришки відносно шву банки піддаються контролю і виправленню. Але нерідко, якщо кришка правильно розташована відповідно позиції «В» на рисунку 3 герметичного закупорювання не відбувається. Це пов'язано з таким явищем, як неплотинність горловини банки. Тобто горловина банки має «сідлоподібну» форму.



- А: Недостатній натяг упора. Невірне положення кришки. Неплотне положення кришки приводить до втрати вакуума
- ▤ В: Вірне розташування кришки. Упор кришки на ділянці різьблення з нахилом
- С: Зірвана кришка, на рисунку зона зліва від шва

Рис. 3 – Горловина XELIX

Проведені експерименти по визначенню неплотинності горловини тари свідчать про те, що так звана «сідлоподібність» горловини тари і є винуватицею негерметичного з'єднання кришки та горловини банки. За результатами експерименту середня величина неплотинності становить 0,09 мм.

Після установки кришки на горловину банки і її затягування різниця між цими двома положеннями кришки складає в середньому 0,08 мм.

Таким чином, залишається неуцільненим пластизолем проміжок в 0,01 мм на куті відповідному розташуванню «сідла» на горловини банки.

### **Висновки:**

1. Пластичність пластизолу, недостатня для заповнення можливих проміжків між самим пластизолем і горловиною банки.
2. Компанія виробник не гарантує заявлену товщину пластизолу на своєму виробі.
3. Проблема утворення неплотинності горловини тари, з великою часткою вірогідності, можливо полягає в зношеності чорнових та чистових форм, або стані виробничого обладнання при виробництві скляних банок.

### **Способи вирішення.**

З метою мінімізації утворення «сідлоподібної» горловини банки можливі наступні шляхи вирішення:

1. Необхідно збільшити пластичність пластизолу та його масу для того, щоб пластизоль міг заповнювати собою можливі проміжки між горловиною банки та кришкою.
2. Для мінімізації сідлоподібності горловини банки, при її проходженні через лери (при відпалі) здійснювати переміщення банки на горловині.
3. Заздалегідь робити висоту банки більшою на 1мм з метою проведення кінцевої механічної обробки (наприклад шліфування) для ліквідації неплотинності горловини тари.

**Яровий І.І.**, к.т.н., (ОНАХТ, м. Одеса)  
**Алі В.П.**, аспірант, (ОНАХТ, м. Одеса)  
**Тиць О.М.**, магістрант (ОНАХТ, м. Одеса)

## **ЕНЕРГЕТИКА МІКРОХВИЛЬОВОГО СУШИЛЬНОГО АПАРАТУ З КОМБІНОВАНИМ СПОСОБОМ ВОЛОГОВІДВЕДЕННЯ**

Технологія електромагнітного сушіння все частіше знаходить своє місце в процесах комбінованого сушіння та термічної обробки матеріалів, зокрема у поєднанні з конвективним нагрівом гарячим повітрям, інфрачервоним випромінюванням та іншими менш поширеними способами вологовидалення.

Наукова гіпотеза. Одними з найбільш ефективних сушильних апаратів на основі мікрохвильових технологій вологовидалення є модульні стрічкові установки. При всіх перевагах таких установок (продуктивність, швидкість сушіння, просте масштабування), більш перспективним є їх комбінування з іншими видами енергопідводу. Окремої оцінки при використанні комбінованих способів сушіння потребує їх енергоефективність. В умовах високої вартості енергії саме цей показник буде визначати конкурентоздатність технології комбінованого сушіння.

Обґрунтуванням даної гіпотези є проведення енергетичного аудиту процесу комбінованого сушіння сировини рослинного походження з наступною розробкою рекомендацій для створення мікрохвильового сушильного апарата з комбінованим способом вологовідведення та підвищеною енергетичною ефективністю.

Об'єктом енергоаудиту є енерговитрати, що виникають в процесі комбінованого сушіння рослинної сировини в експериментально – дослідному стенді для комбінованого вологовидалення шляхом поєднання принципів мікрохвильового нагрівання та механічного відведення вологи методами фільтраційного сушіння. Енергетичний аудит комбінованого способу сушіння має включати в себе порівняльний аналіз енергетичних витрат комбінованого способу сушіння та одного з інших, найбільш поширених способів сушіння, наприклад конвективного. Зокрема, для конвективних сушарок характерні енерговитрати від 5 МДж/кг до 8 МДж/кг, та наявність викидів відпрацьованого теплоносія в атмосферу, тепломісткість якого лише на 10 % - 15 % менша, ніж у сушильного агенту. Недоліком також є взаємно протилежний напрямок градієнтів температури й вологовмісту, що значно зменшує швидкість процесу. Для суто мікрохвильового способу сушіння характерною особливістю може стати його висока продуктивність вологовидалення в межах матеріалу (міжшарове переміщення вологи), яка в інтенсивних режимах може перевищувати здатність даного способу випаровувати вологу з поверхні частинок.

Метою одного з напрямів досліджень [1], що проводяться на кафедрі

процесів, обладнання та енергетичного менеджменту ОНТУ, є експериментальне визначення потенціалу, можливостей та обмежень комбінованого способу сушіння з використанням МХ енергопідводу та принципів фільтраційного сушіння. Особливістю такої комбінації є висока ефективність та швидкість видалення вологи з поверхневих шарів частинок вологого продукту, та висока продуктивність такого комбінованого способу сушіння в цілому. Даний спосіб передбачає використання повітряного потоку лише в якості транспортуючого механізму без виконання ним функцій сушильного (теплового) агенту.

В результаті проведених досліджень підтверджено ефективність комбінованого способу сушіння, що поєднує мікрохвильове енергопідведення та фільтраційне сушіння. За результатами проведених досліджень запропоновано [1] удосконалену конструкцію сушильної камери для реалізації комбінованого способу сушіння. Оцінка енергетичної ефективності конкретного МХ способу сушіння а тим більше комбінованого способу, що реалізований у вигляді дослідного стенду, що має невелику продуктивність та не використовувався в промислових умовах дуже складно.

При оцінці енергоспоживання дослідної установки, що використовує комбінований спосіб сушіння електрична енергія використовується двома споживачами – блоком магнетрона та вентилятором для продування рухомого шару продукту. Для аналізу енерговитрат при комбінованому сушінні використаємо дані проведених досліджень доповнені інформацією про енергоспоживання кожного з елементів дослідної установки.

В ході дослідження з сушінням цедри грейпфрута здійснювався постійний МХ енергопідвід, але змінювався час продувки. В трьох дослідах продувка нагрітого в МХ полі матеріалу проводилась 10, 15 та 25 секунд. Питоме навантаження в кожному досліді було однаковим – 4,44 кВт/кг. Час МХ нагрівання складав 30 с в кожному досліді. Початкова маса зразка складала 135 гр., початкова вологість зразка 80 %. Споживаєма потужність складових стенда: МХ камери  $N_{МХ}=1036$  Вт.; вентилятора продувки  $N_{Вент}=583$  Вт.; інші споживачі  $N_{інші}=28$  Вт. Отримані в процесі дослідження залежності відображено на графіках рис. 1, 2.

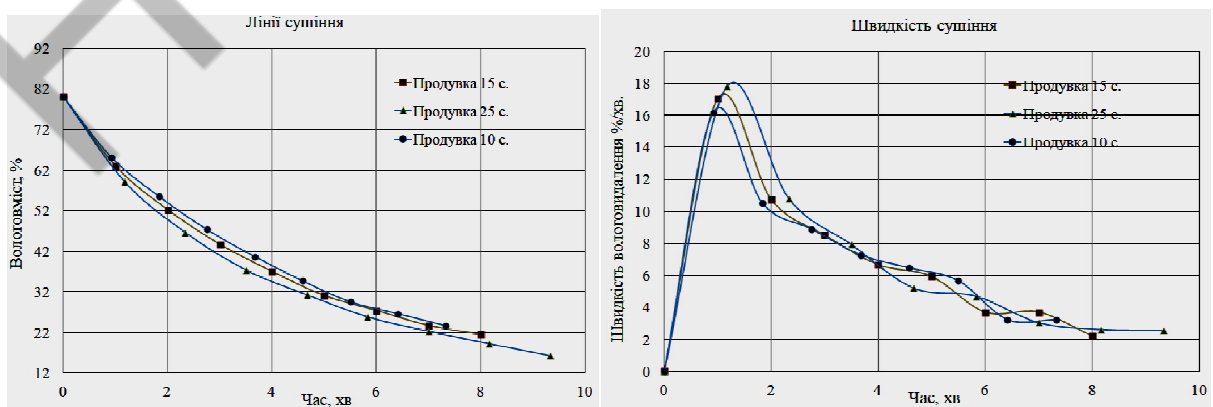


Рис.1 – Графіки сушіння при комбінованому способі вологовидалення

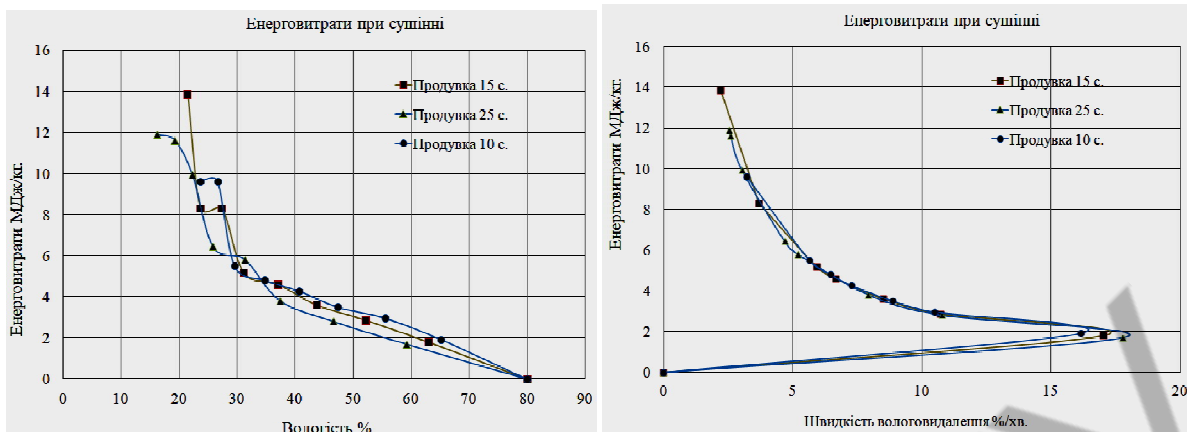


Рис.2 – Графіки енергетичних витрат при комбінованому способі вологовидалення

**Висновки** за результатами енергетичного аудиту процесу сушіння в установці з комбінованим способом вологовидалення та аналіз отриманих в ході дослідження залежностей.

1. Тривалість продувки мало впливає на кількість видаленої в ході сушіння вологи, доцільним часом продувки можна обрати 10 с.

2. Максимальне видалення вологи проходить за першу половину тривалості процесу.

3. При енергопідведенні в межах 4 кВт/кг вологого продукту половина терміну процесу сушіння складе близько 4 хв., при цьому вологовидалення може складати до 2/3 від початкової вологості.

4. Швидкість сушіння для такої сировини як цедра може в максимумі досягати 16-18 %/хв., що може пояснюватись наявністю в ній великої кількості легколетючих речовин.

5. Енергетичні витрати на видалення вологи зростають після видалення основної частини вологи. В перших 2/3 процесу витрати лінійно збільшуються від 2 до 5 МДж/кг видаленої вологи а після досягнення рівня вологості 25-27 % стрімко зростають до 10-14 МДж/кг.

6. Найефективніше процес комбінованого сушіння проходить в його першій третині, при енерговитратах в межах 1-3 МДж/кг швидкість вологовидалення досягає свого максимуму – 16-18 %/хв.. Очевидно саме цей режим вологовідведення слід дослідити більш ретельно.

Дослідження комбінації прямого енергопідведення до внутрішньої вологи в частинках сировини та механічного відведення капель вологи з поверхні частинок, в перспективі дозволить реалізувати процес сушіння з дуже низькими енергетичними витратами.

### Література

1. Яровий І. І. Перспективи використання технологій адресної доставки енергії у виробництві пектинів / І. І. Яровий, В. П. Алі // Збірник тез доповідей 81-ї наукової конференції викладачів академії, Одеса, 27–30 квіт. 2021 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій ; під заг. ред. Б. В. Єгорова. – Одеса : ОНАХТ, 2021. – С. 219–221

Марочко О.М., студентка группы АМ-11, (ОНАПТ, г.Одесса)

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОСИФОННОГО УТИЛИЗАТОРА ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩЕГО ГАЗА ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПЕЧИ**

Технологический процесс выпечки предназначен для закрепления структуры сформированных изделий, а также получения потребительских свойств готового продукта. На этом участке большую роль играют процессы теплообмена, межфазного перехода (испарение воды). Выпечкой завершается сложный комплекс коллоидных, биохимических и других протекающих процессов и на предыдущих участках технологической схемы – участках приготовления и обработки теста.

Следовательно, сущностью технологического процесса выпечки является целенаправленное преобразование материальных (сформированного теста) и энергетических (подвод тепла) потоков в специальном технологическом оборудовании (хлебопекарной печи) с целью получения готовой продукции (хлебобулочных изделий) с заданными свойствами.

Нагрев печи осуществляется с помощью теплогенератора (камеры сгорания) в который пропорционально подают газ с магистрали и воздух с окружающей среды. Это тепло подводят к печи, на выходе с печи у нас отработанные газы, которые выбрасываются в атмосферу.

Модернизация данной линии состоит в том, что на выходе с печи мы хотим поставить теплоутилизатор, который будет нагревать воздух с окружающей среды за счет отработанных газов с печи. Этот нагретый воздух мы будем направлять в теплогенератор, что даст возможность сэкономить расход энергии на нагрев печи.

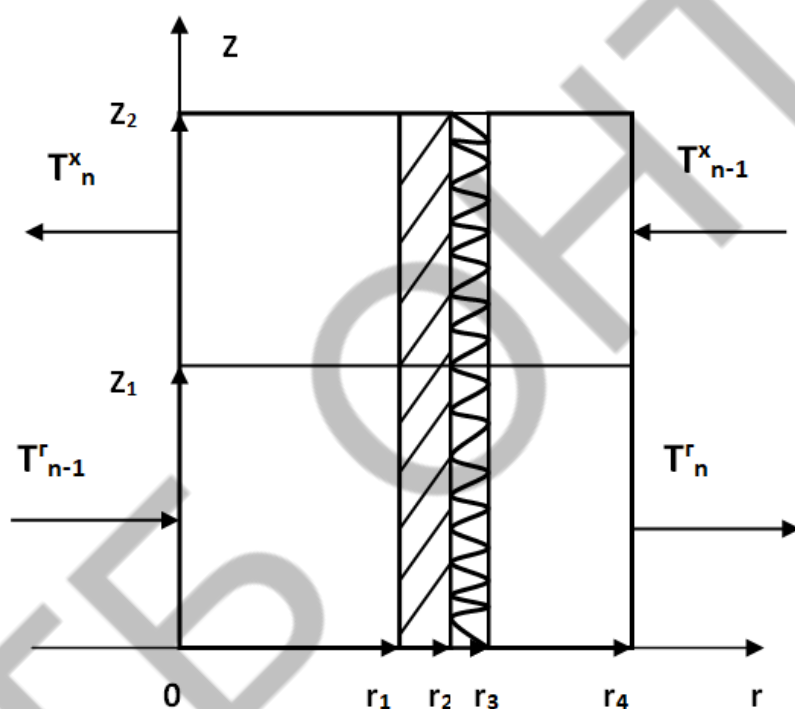
В качестве объекта исследования был выбран термосифонный утилизатор теплоты. Аппарат собирается из автономных модулей - термосифонов, что позволяет организовать рациональное противоточное движение сред, выполнить оребрение и со стороны газа и со стороны воздуха. Модульный принцип гарантирует высокую теплогидродинамическую надежность конструкции. Ресурс термосифонов не менее 60 тысяч часов. Аппарат прост в монтаже, удобен в эксплуатации. Аппарат содержит 200 ТС(термосифонов). В аппарате термосифоны расположены вертикально. Длина испарительной и конденсационной зон одинаковые. Общая высота ТС – 2 м.. Материал корпуса ТС- медь. Индивидуальное спирально – накатное оребрение изготовлено из алюминия. Камеры горячего и холодного потоков разделены трубной доской.

Задача исследования состоит в том, чтобы:

- Выбрать входные и выходные параметры технологического объекта;

- Установить математические связи между параметрами технологического объекта;
- Составить или использовать готовые алгоритмы и программы решения типовых задач ЭВМ;
- Получить необходимые характеристики технологических процессов с помощью математических моделей на ЭВМ;
- Провести оптимизацию характеристик объекта по выбранной целевой функции.

В ходе исследования термосифонного утилизатора теплоты был представлен в виде физической схемы (рис. 1) для дальнейшего определения протекающих там процессов, их уравнений и моделей.



*0-ось термосифонов;  $r_1$ - внутренний радиус термосифона;  
 $r_2$ – наружный радиус трубы термосифона;  
 $r_3$ – радиус оребренного термосифона;  
 $r_4$ – радиус влияния термосифона*

Рис.1 – Физическая схема теплоутилизатора

Были записаны уравнения, описывающие все протекающие в теплоутилизаторе процессы. Также были установлены основные процессы, протекающие в теплоутилизаторе, и при каком режиме и геометрических условиях они протекают. Эти процессы были описаны соответствующими моделями и занесены в таблицу 1.

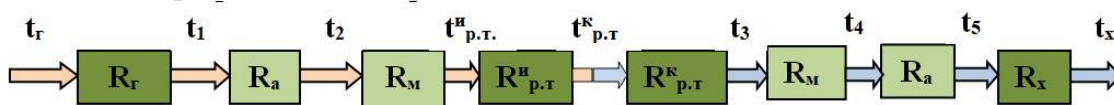
Таблица 1 – Сводка моделей тепловых процессов в теплоутилизаторе на термосифонах

№	Координаты	Характеристика процесса	Модель
1	$0 < z < z_1$ $0 < r < r_1$	Макрокинетика; процесс кипения рабочего тела внутри термосифона	Уравнение Толубинского: $\alpha_{п.т.}^и = 3,0 * q^{0.7} * p^{0.15}$ $\alpha_{п.т.}^и = 38,7 * \Delta t^{2,33} * p^{0,5}$
2	$0 < z < z_1$ $r_1 < r < r_2$	Микрокинетика; процесс теплопроводности через медную стенку	Уравнение Фурье: $R_M = \frac{\delta_M}{\lambda_M}$
3	$0 < z < z_1$ $r_2 < r < r_3$	Микрокинетика; процесс теплопроводности через оребренную поверхность термосифона	Уравнение Фурье: $R_a = \frac{\delta_a}{\lambda_a}$
4	$0 < z < z_1$ $r_3 < r < r_4$	Макрокинетика ; конвективный перенос от горячего теплоносителя к поверхности термосифона	Уравнение по рекомендациям А.А.Жукаускаса: $\alpha_r = \frac{A\lambda_2}{dr_3} (Re_A)^n * (Pr)^k * \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 * \left(\frac{p}{dr_3}\right)^2$
5	$z_2 < z < z_1$ $r_3 < r < r_4$	Макрокинетика ; Конвективный перенос от холодной поверхности термосифона к оребренной поверхности термосифона	Уравнение по рекомендациям А.А.Жукаускаса: $\alpha_x = \frac{A\lambda_x}{dr_3} (Re_A)^n * (Pr)^k * \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 * \left(\frac{p}{dr_3}\right)^2$
6	$z_2 < z < z_1$ $r_3 < r < r_2$	Микрокинетика; процесса теплопроводности через оребренную поверхности термосифона	Уравнение Фурье: $R_a = \frac{\delta_a}{\lambda_a}$
7	$z_2 < z < z_1$ $r_1 < r < r_2$	Микрокинетика; процесса теплопроводности через медную стенку	Уравнение Фурье: $R_M = \frac{\delta_M}{\lambda_M}$
8	$z_2 < z < z_1$ $r_1 < r < r_2$	Макрокинетика; Процесс теплоотдачи при конденсации рабочего тела внутри термосифона	Уравнение Нусельта: $\alpha_{п.т.}^к = \sqrt[4]{\frac{r \rho_{п.т.}^2 g \lambda_{п.т.}^3}{4 \mu_{п.т.} (t_c - t_k) r}}$

Далее была проведена интенсификация теплопередачи в утилизаторе теплоты. Интенсивность передачи характеризуется коэффициентом теплопередачи:

$$K = 1 / (R_r + R_a + R_M + R_{п.т.}^и + R_{п.т.}^к + R_a + R_M + R_x),$$

Цепочка термических сопротивлений:



где

$R_{п.т.}^и$  - термическое сопротивление теплоотдачи рабочего тела в процессе

кипения

$R_m$  - термическое сопротивление медной стенки

$R_a$  – термическое сопротивление алюминиевой оребренной поверхности

$R_T$  - термическое сопротивление в системе «горячий поток-стенка испарителя» термосифона

$R_x$  – термическое сопротивление в системе «стенка конденсатора-холодный поток»

$R_{p.t.}^k$  - термическое сопротивление теплоотдачи рабочего тела в процессе конденсации

Последним шагом исследования было составление алгоритма расчета экономических параметров. В итоге, мы получили, что разработанная конструкция - термосифонный утилизатор теплоты уходящего газа хлебопекарной печи позволит нам сэкономить топлива  $M=0,45 \cdot 10^{-3}$  ( $m^3/c$ ) и получить прибыль в размере 529 432 (грн). Стоимости термосифонов, утилизатора и его монтажа составляет 160 160[грн]. Срок окупаемости разработанного теплоутилизатора будет составлять 0,3(год).

## СЕКЦІЯ ІV

### ТРИБУНА МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ

Суліма Ю.Є., викладач (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

Шмадюк А.Т., студентка (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

#### ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ ВОЛОКОН У ТКАНИНАХ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Вже декілька років поспіль представники індустрії моди розвивають нові стратегії та підходи до всіх етапів виробництва, збуту та переробки модної продукції. Мова йде не лише про необхідність використовувати альтернативні еко-матеріали та еко-транспорт, але й про зменшення негативного впливу від виробництва, покращення умов праці на виробництві, свідоме споживання.

Гостро стоїть питання енергозбереження. Чи настільки ж екологічними є натуральні волокна, на які витрачаються тони води та хімікатів, а також корисні площі землі? Чи є синтетичні матеріали більш екологічними?

Тканини з натуральних волокон можуть бути виготовлені з тваринного, рослинного або навіть мінерального матеріалу, в них немає хімічних домішок. Застосовуються вони буквально всюди – від виробництва найтоншої білизни до пароізоляційних покриттів.

Натуральні матеріали за складом поділяються на три групи: рослинного походження (бавовна, льон, конопля, кропива, бамбук); мінеральні (азбест); тваринного походження (шерсть, шовк).

З кожного джерела сировини виробляють кілька видів тканин. Вони розрізняються по щільності, фактурі та за способом переплетення ниток. Так з вовни отримують і щільну пальтову тканину, і тонкий трикотаж для светрів.

В залежності від конкретного типу тканини визначається основний перелік властивостей:

1. Вовняні тканини одні з найбільш теплих. Їх призначення – збереження тепла в холодний період. Вони одні з найбільш щільних. Але природна еластичність вовняних волокон нерідко призводить до деформації матеріалу під дією вологи.

2. Шовк – дорога, складна у виробництві тканина, яка абсолютно не зберігає тепло. Велика частина речей з шовку призначена для літа, спекотної весни, бо шовк є тонким, легким, міцним та красивим.

3. Бавовна абсолютно не боїться високих температур. Відмінно пропускає повітря, виводить випаровування поту. Але при впливі вологи та тепла полотно часто дає усадку, деформується. Також тканина нестійка до стирання, швидко мнеться, вигорає під сонцем.

4. З коноплі виготовляють міцні, приємні до тіла полотна. Матеріал володіє антибактеріальними і тонізуючими властивостями, надає оздоровчий вплив на організм. Одяг з конопель захищає тіло від ультрафіолету. До переваг конопляного текстилю відносять і такі властивості натуральних тканин, як висока гігроскопічність і повітропроникність. З них шиють одяг, постільну білизну, взуття, сумки, рюкзаки.

5. Для тканин із кропиви (рами) характерний делікатний природний блиск, антибактеріальний ефект, приємні тактильні відчуття. З них шиють одяг, постільну білизну, скатертини.

6. Льон – міцніше бавовни. Тканина відрізняється підвищеною щільністю, хорошою волого- та повітряпроникністю, однак мнеться він набагато швидше іншого натурального текстилю.

Натуральні тканини вимагають більш дбайливого догляду, ніж синтетичні аналоги. Тому виробники часто в такий текстиль додають деяку частку штучних волокон (не більше 10%) для поліпшення властивостей тканин, така тканина в Україні вважається натуральною. [2]

У натуральних тканин є багато переваг та недоліків. До переваг належать гіпоалергенність, екологічність, широкий спектр використання, можливість вибору з величезної кількості підвидів матерії.

Якщо говорити про недоліки, то їх також багато: велика вартість сировини (вовна альпака, шовк); вимагають дбайливого догляду; чутливі до тепла, вологи, сонячного світла, швидко мнуться, утворюючи заломки.

Бавовна – найприбутковіша непродовольча культура у світі: 250 мільйонів людей у світі пов'язані з виробництвом бавовни та заробляють цим гроші. Проте для вирощування звичайної бавовни потрібна величезна кількість води – на виробництво однієї бавовняної футболки її потрібно 2720 літрів. [3]

Вирощування льону вимагає набагато менше води, ніж бавовна, і не потребує великої кількості хімічних добрив або пестицидів. Виготовлення тканини з волокон льону також є менш шкідливим. До того ж, лляний одяг є біорозкладним.

Вирощування конопель не вимагає великих витрат води, а сама рослина може виробляти в чотири-п'ять разів більше клітковини на гектар, аніж бавовна. Фактично конопля удобрює і насичує ґрунт, в якому росте, а не витягує з нього поживні речовини, як багато інших рослини. Незважаючи на перспективність на пряму, його розвиток в Україні стримують такі фактори, як відсутність переробних заводів, налагоджених ринків збуту та законодавчі обмеження, викликані боротьбою з наркотичними речовинами

та прирівнюванням промислової безнаркотичної коноплі до наркотичних засобів.

Бамбукова тканина – це натуральна віскоза, вироблена з бамбука. Еко одяг з цієї тканини має шовковисту структуру, неймовірно довговічний, біорозкладний і має вологостійкі властивості. Вирощування бамбука вимагає дуже мало води і не потребує використання добрив або пестицидів. Проте сам процес перетворення волокон бамбука в тканину хімічно інтенсивний і залишає значну кількість відходів.

Вовна – це повністю натуральне, поновлюване волокно. Вівці, споживаючи вуглець рослин, перетворюють його на вовну. 50% ваги вовни – це чистий органічний вуглець.

Одним із шляхів до забезпечення енергозбереження у виробництві тканин є вирощування органічної бавовни, яка потребує на 91% менше «блакитної води», тобто ґрунтової води та води з озер та річок. Органічна бавовна – є більш екологічною та дозволяє суттєво заощадити ресурси. [4]

За 2018-й та 2019 роки 22% від усієї бавовни вдалося виробити за новими методами з дотриманням вимог раціонального використання води, відмовитися від багатьох агрохімікатів, створити гідні умови праці. Так, у Пакистані вдалося скоротити споживання води на виробництво бавовни на 40%, а в Індії вдвічі. У цих країнах стали використовувати на 47% менше пестицидів і на 39% менше добрив. При цьому врожайність не впала, а ферми заробили на 11% більше. [5]

На даний момент найбільш перспективними натуральними волокнами для виробництва тканин в Україні є конопля та льон, на які вітчизняним виробникам легкої промисловості потрібно звернути увагу.

#### **Література**

1. About the Fashion Industry Charter for Climate Action [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://unfccc.int/climate-action/sectoral-engagement/global-climate-action-in-fashion/about-the-fashion-industry-charter-for-climate-action>
2. НАКАЗ МОЗ № 1138 від 29.12.2012 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Матеріали та вироби текстильні, шкіряні і хутрові. Основні гігієнічні вимоги»
3. The water footprint of cotton consumption [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://waterfootprint.org/media/downloads/Report18.pdf>
4. 2020 ORGANIC COTTON MARKET REPORT [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://textileexchange.org/2020-organic-cotton-market-report-osmr-released-2/>
5. Вплив бавовняної футболки: як розумний вибір може змінити наш водний та енергетичний слід [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.worldwildlife.org/stories/the-impact-of-a-cotton-t-shirt>

**Краснієнко Н.В.**, завідувач лабораторії аналітико-інформаційних технологій (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

**Зігура Т.М.**, студентка (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

## **ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ СОНЯЧНИХ СУПЕР-КОМІРОК МАЙБУТНЬОГО**

Потік енергії, що ллється на нас від сонця, міг би багаторазово задовольнити потреби світової енергії. Щоб у повній мірі скористатися цим потоком енергії та здійснити реальний вплив на глобальні викиди вуглецю, сонячна фотоелектрична енергія повинна використовувати теравати - і звичайні сонячні панелі можуть з труднощами зробити це.

Купа нових технологій спрямована на подолання тераватного виклику. Деякі з них можна дешево виготовити у масовому виробництві, можливо, надрукувати або навіть пофарбувати на поверхні. Інші можуть бути практично непомітними, акуратно вбудованими у стіни або вікна.

Більшість фотоелектричних елементів працюють в основному однаково. Шар напівпровідникового матеріалу поглинає фотони світла, генеруючи електрони та носії позитивного заряду, відомі як лунки (пусті місця, де зазвичай знаходиться електрон). Електрони відбираються, щоб обтікати ланцюг і виконувати корисну роботу, перш ніж рекомбінувати з лунками на іншій стороні комірки. Товщина шару кремнію повинна бути близько 200 мікрометрів, щоб поглинати значну частину світла, що потрапляє на нього.

Але інші матеріали поглинають сильніше і утворюють ефективніші шари, що збирають світло, товщиною всього кілька мікрометрів. Це робить комірки на основі цих матеріалів потенційно дешевшими та менш енергоємними для виробництва. Деякі з цих тонкоплівкових технологій добре зарекомендували себе. Телурид кадмію (CdTe) та селенід галію міді індій (CIGS) займають близько 5% сучасного світового ринку фотоелектричної промисловості. Інтерфейс між шаром CdTe та металевим провідником під ним має дефекти, які можуть допомогти лункам та електронам рекомбінуватись, і таким чином запобігти їх впливу на струм комірки. Але і CdTe, і CIGS залежать від рідкісних елементів - телуру та індію - і їх неможливо розгорнути на тераватних шкалах.

Тож дослідники досліджують безліч інших матеріалів. Органічні молекули, такі як полімери та барвники, синтезовані масово з простих інгредієнтів, можуть утворювати світлопоглинаючий шар у фотоелементі. На відміну від кремнію, органічні комірки гнучкі. Таким чином, їх можна легко наклеїти на поверхні, не вимагаючи важких скляних плит.

Органічні фотоелементи також можуть бути сконструйовані для поглинання переважно інфрачервоного світла і залишаються досить прозорими для видимого світла, що означає, що їх можна інтегрувати у вікна. Це

скло можна порівняти зі стандартними офісними вікнами з антибликовим покриттям. Прозорі органічні речовини також можуть підвищити ефективність за рахунок електродів, виготовлених з графену - тонкого, провідного та прозорого листа атомів вуглецю. А розміщення органічних фотоелементів всередині герметичної склопакета захистить їх від пошкодження киснем та водою.

Перовскіти – одні з найперспективніших нових фотоелектричних матеріалів. Всі вони мають таку саму кристалічну структуру, як мінерал оксиду титану кальцію, оригінальний перовскіт, який дає цю назву цьому семейству матеріалів. Однією з причин їх високої ефективності є те, що перовскіти, як правило, мають низьку кількість дефектів у своїй кристалічній структурі, що гарантує, що відносно небагато електронів і лунок втрачаються внаслідок передчасної рекомбінації. Більш того, всі матеріали в перовскітах є у великій кількості, а використовувані для їх виготовлення методи на основі розчинів потенційно дешевші, ніж високо-температурна обробка, необхідна для кремнієвих елементів. Але у перовскітів є ахіллова п'ята або дві. Зазвичай вони містять свинець, токсичний елемент, який може заважати їх комерціалізації, тому кілька команд шукають нетоксичні альтернативи, такі як олово. Перовскіти також схильні до деградації, особливо у присутності вологи, що дає їм короткий термін служби. Щоб вирішити цю проблему, до комірки додають додатковий шар перовскіту, що герметизує та захищає комірку, і має бути дешевшим варіантом, ніж пластикова інкапсуляція [1].

«Нано»-оптика може виробляти ще більше енергії від сонячного світла. Наноструктуровані матеріали можуть забезпечити кращі протиотражальні покриття, які дозволяють більше сонячного світла потрапляти в сонячну батарею. Вони також можуть бути використані для обмеження марнотратного випромінювання, коли електрони та лунки рекомбінують. А електроди з сітки нанопроводів можуть бути майже ідеально прозорими.

Виявилось, що наноциліндри можуть підвищувати продуктивність сонячних елементів кількома способами. Замість того, щоб поглинати світло, вони просто мають інший показник заломлення, ніж навколишній матеріал. В результаті певна довжина хвилі світла відбивається від масиву, тоді як інші проходять. Ці наноциліндри утворюють окремих шар між перовскітом і кремнієм. Коли світло надходить у клітину, шар перовскіту поглинає більшу частину короткохвильового світла, але частина з них проходить, не захоплюючись. Світло з більш довгою хвилею може проходити прямо крізь шар наноциліндра, не відбиваючись, щоб потрапити до кремнію під ним. Подібні методи могли б покращити захоплення світла у багатьох формах сонячних батарей, відбиваючи світло вперед-назад, поки воно не поглинеться [2].

**Висновки.** Поки не зрозуміло, які з цих технологій об'єднаються, щоб утворити супер-комірки майбутнього, але імпульс, схоже, не зупинити. Науковці стверджують, що органіка має реальну можливість у створенні вбудованих сонячних елементів. І це буде набагато дешевше.

#### Література

1. Вступ до перовскітів і перовскітових сонячних елементів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ua.dsisolar.com/info/an-introduction-to-perovskites-and-perovskite-36858695.html>
2. Основы нанооптики. / [Л.Новотный, Б.Хехт]. – М.: Физматлит, 2009. – 484 с.

**Кривченко А. А.**, викладач (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

**Кушко В. І.**, студентка гр. 2РП-07 (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

### ГІБРИДНА СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ

Створення сонячних батарей почалося ще в 19 столітті, а технологія виробництва розвивається швидко. Причиною служили постійно проведені дослідження в галузі перетворення сонячної енергії на електричну. 1839 Антуан-Сезар Беккерель представив батарею, яка під сонцем виробляла електрику. Перша сонячна батарея мала ККД 1%.

Використання сонячної енергії, як і інших джерел природної енергії, дозволяє створювати нові робочі місця. Адже саме сонце здатне може забезпечити людство необхідною енергією без ризиків для здоров'я людини та збереження навколишнього середовища.

Гібридна сонячна електростанція - це електростанції на базі відновлюваних джерел енергії, таких як сонце, вітер, гідроенергія, що виробляють екологічно чисту електроенергію. Сонячні електростанції та вітряки поки що не в змозі тягатися з потужними енерго агрегатами.

Оптимальною є комбінована схема роботи гібридної сонячної електростанції на основі відновлюваних джерел енергії та дизель-генератора (бензогенератора) як резерв. Таким чином, гібридна електростанція працює за наявності ясної погоди чи вітру, заряджаючи акумуляторні батареї чи видаючи потужність споживачеві. Як тільки гібридна енергоустановка перестає видавати необхідну потужність, вмикається дизель-генератор та поповнює запаси.

Принцип роботи гібридної сонячної електростанції: електроенергія від сонячних батарей через інвертор (це перетворювач постійного струму напруги 12, 24, 36 або 48 вольт у змінний струм напруги 220 вольт) потрапляє безпосередньо до споживачів. Із зовнішньої мережі, за достатньої освітленості енергія не береться взагалі. У разі вимкнення спільної мережі перехід на живлення від акумуляторів.

Переваги: збереження сонячної енергії та можливість витратити її на власний розсуд, незалежність від відключень електроенергії в мережі, дуже просте обслуговування – досить періодично оглядати конструкцію для профілактики, працює при перебоях у мережі, дозволяє заощадити на споживанні електроенергії.

Недоліки: необхідність виділення окремого приміщення під установку в ньому акумуляторів, висока ціна.

Гібридна сонячна електростанція конструктивно не суттєво відрізняється від інших систем. У її складі також сонячні панелі, металева конструкція для їхнього монтажу, інвертори, автоматика та захисні пристрої. Акумулятори, як в автономній станції. Різниця в тому, що в цьому комплекті використовується інший тип інвертора спеціально розроблений для роботи в гібридній системі генерації.

Гібридна сонячна станція поєднує в собі мережну та автономну станції і може накопичувати енергію в акумуляторних батареях, так і продавати надлишки за "зеленим" тарифом, здійснювати заряд акумуляторних батарей як від мережі, так і від сонячних панелей.

Гібридна Сонячна електростанція потрібна для: зниження споживання електроенергії, потрібно для резервного споживання у випадку перебоїв.

#### Література

1. <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=146>
2. <https://leader-nrg.com.ua/solar-power/gibridnye-elektrostantsii/>
3. <https://energy-dream.com.ua/gibridnye-solnechnye-elektrostantsyi/>
4. <https://greensystem.com.ua/catalog/solnechnye-elektrostantsii/gibridnye-solnechnye-elektrostantsii>
5. <https://solar-tech.com.ua/kak-ustroena-gibridnaya-solnechnaya-stanciya-2018-11-2.html>
6. <https://syenergy.com.ua/content/40-istoriya-sozdaniya-solnechnykh-batarej>

**Кривченко А. А.**, викладач (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

**Чулаков В. О.**, студент гр. 2РП-07 (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

## БІОЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ

Біоенергетика — галузь енергетики, заснована на використанні біопалива, яке виробляється з біомаси.

Біомаса – біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів).

Для України біоенергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, враховуючи високу залежність

країни від імпортованих енергоносіїв, в першу чергу, природного газу, і великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. На жаль, темпи розвитку біоенергетики в Україні досі істотно відстають від європейських. На сьогоднішній день частка біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні становить 1,78%. Щорічно в Україні для виробництва енергії використовується близько 2 млн. т у.п./рік біомаси різних видів. На деревину припадає найвищий відсоток використання економічно доцільного потенціалу – 80%, тоді як для інших видів біомаси (за винятком лушпиння соняшника) цей показник на порядок нижче. Найменш активно (на рівні 1%) реалізується енергетичний потенціал соломи зернових культур та ріпаку.

В Україні щорічно збирається понад 50 млн. т зернових культур. У значних обсягах солома і рослинні відходи, як побічні продукти сільськогосподарського рослинництва. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси в Україні є еквівалентним 18 млн. т н.е., а його використання дає змогу щорічно заощаджувати близько 22 млрд. м. куб. природного газу. Найбільший потенціал твердої біомаси зосереджений у Полтавській, Дніпропетровській, Вінницькій та Кіровоградській областях і становить понад 1,0 млн. т н.е./рік. Для визначення виходу соломи і рослинних залишків використовують коефіцієнт відходів - відношення урожаю соломи або стебел рослин до урожаю зерна. За різними оцінками, на кожен тону зерна можна отримати 1,5-2,0 т соломи або рослинних залишків. 50-60% соломи пшениці, ячменю, жита використовується для утримання худоби та удобрення ґрунтів, а стебла кукурудзи та соняшнику залишаються на полях після збирання врожаю. Таким чином, в Україні є достатній енергетичний потенціал соломи і рослинних відходів. Значна частина соломи після збирання пресується у тюки, брикети та пелети і використовується для опалення. На 14 підприємствах олійної промисловості спалюється понад 500 тис. т лушпиння соняшнику і 120 тис. т його гранулюється. Лісистість території України становить близько 16% її загальної площі. Щорічно заготовляється 16-17 млн. м ділової деревини; відходи переробки деревини складають до 10 млн. м. куб. На даний час близько 70 % відходів деревини у вигляді тирси, трісок, пелет і брикетів використовується як біопаливо.

Енергетичні культури – це окремі види дерев та рослин, що спеціально вирощуються для виробництва твердого біопалива. Вони поділяються на три окремі групи:

- швидкоростучі дерева;
- багаторічні трави (міскантус, шавнат);
- однорічні трави (сорго, тритикале).

До енергетичних рослин також належать традиційні сільськогосподарські культури, що вирощуються з метою виробництва біодизельного пального (ріпак, соняшник), біоетанолу (кукурудза, пшениця) та біогазу

(кукурудза). Одним із напрямків використання біомаси є її переробка у рідке біопаливо: біодизель та біоетанол.

Біодизель – метилові та/або етилові етери вищих органічних кислот, отриманих із рослинних олій або тваринних жирів, що використовуються як біопаливо чи біокомпонент.

Біоетанол – спирт етиловий зневоджений, виготовлений з біомаси або спирту етилового-сирцю для використання як біопалива.

Україна має необхідні умови для виробництва рідких біопалив, як за земельними ресурсами і рослинним потенціалом, так і за наявністю власних виробничих потужностей. Вже на сьогодні потенціал біомаси в Україні, придатний для рентабельного виробництва рідких біопалив (біоетанолу і біодизелю) дає підстави стверджувати про перспективність цього напрямку. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал рідкого біопалива в Україні є еквівалентним 1 млн. т н.е. Його використання дає змогу щорічно заощаджувати близько 1,2 млрд. м. куб. природного газу. Найбільший потенціал рідкого біопалива зосереджений у Вінницькій та Полтавській областях, де він становить понад 90 тис. т н.е./рік.

Економічний аналіз свідчить про загальну світову тенденцію до підвищення цін на енергоресурси. До того ж залежність України від постачання нафтопродуктів із Росії та інших країн робить її уразливою щодо забезпечення паливом автотранспорту, сільськогосподарських та інших машин. Тому розширення площ для вирощування ріпаку та організація виробництва біодизельного пального із застосуванням новітніх світових технологій та обладнання є одним із пріоритетних стратегічних завдань держави в галузі енергетики. Виробництво біоетанолу здійснюється переважно на реконструйованих спиртових заводах. Протягом останніх років виробництво паливного біоетанолу налагоджено на чотирьох спиртових заводах. Планується в найближчі три роки залучити до виробництва паливного біоетанолу ще 8 спиртових заводів. Використання рідкого біопалива дасть змогу зменшити викиди в атмосферу парникових газів і буде мати позитивний вплив на скорочення імпорту нафтопродуктів.

Біогаз - газ, отриманий з біомаси, що використовується як паливо. Виробництво енергії з біогазу не шкідливе для оточуючого середовища, оскільки не спричиняє додаткову емісію парникового газу CO<sub>2</sub> і зменшує кількість органічних відходів. На відміну від енергії вітру і сонячного випромінювання, біогаз можна отримувати незалежно від кліматичних і погодних умов, а на відміну від викопних джерел енергії біогаз в Україні має дуже великий відновлюваний потенціал. Річний теоретичний потенціал біогазу в Україні становить 3,2 млрд. м. куб.

Найбільший потенціал біогазу зосереджений у Дніпропетровській, Донецькій та Київській областях і становить понад 150 тис. т н.е./рік.

Ефективним шляхом доповнення та заміни традиційних паливно-енергетичних ресурсів є виробництво та використання біогазу, який утво-

рюється в результаті застосування технологій метанового зброджування тваринницької біомаси і на 60-70 % складається з метану. Іншим джерелом біогазу є звалища сміття на полігонах твердих побутових відходів.

Крім цього, джерелом біогазу є стічні води. Утилізація відстоїв міських і промислових стічних вод забезпечує вирішення важливих екологічних, енергетичних і соціальних проблем міст, особливо мегаполісів. Відстої міських і промислових стічних вод мають у своєму складі велику кількість органічних речовин.

За рахунок використання біогазу, отриманого в результаті анаеробної ферментації біомаси, можна замінити наступні види палива:

- природний газ та зріджені гази, що використовуються для енергозабезпечення промислових і побутових потреб;
- бензин, дизельне паливо та гас у двигунах внутрішнього згорання.

Застосування біогазу дає змогу отримувати теплову та електричну енергію, що є особливо привабливим для фермерських господарств.

Крім цього, суттєвий негативний вплив на довкілля здійснюють звалища і полігони твердих побутових відходів (далі – ТПВ).

Закриття полігонів і сміттєзвалищ та їх використання для будівництва сучасних систем збору й утилізації біогазу матиме позитивний екологічний та соціальний ефект. Науковці розглядають полігони ТПВ як джерела відновлюваних газових родовищ. Завдяки тому, що звалища ТПВ містять значну кількість органічних відходів, у товщі звалища в умовах обмеженого доступу кисню, органічні речовини під дією природних метаноутворюючих бактерій піддаються процесу анаеробної ферментації з утворенням біогазу.

Біогаз є багатокомпонентним газом, склад його може змінюватися залежно від морфологічного складу відходів, що потрапляють на звалища, та умов їх захоронення. Проте, основними компонентами біогазу є метан (40–60 %) і вуглекислий газ (30–45 %).

### **Література**

1. Енергетичний баланс України за 2015 рік. Експрес-випуск Державної служби статистики України № 455/0/08.4 вн-16 від 20.12.2016.
2. Проект Закону «Про внесення змін до Закону України «Про теплопостачання» щодо стимулювання виробництва теплової енергії з альтернативних джерел енергії» (№ 4334 від 30.03.2016) [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=58568](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=58568)
3. Закон України «Про Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг» (№ 1540-VIII від 22.09.2016) <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1540-19>
4. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (№ 555-IV від 20.02.2003) <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-15>
5. Розпорядження КМУ «Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року» № 902-р від 01.10.2014 <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%8>

**Кривченко А. А.**, викладач (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)  
**Щербаков Д. С.**, студент гр. 2РП-07 (ВСП «ОТФК ОНАХТ», м. Одеса)

## **ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Зовнішнє та внутрішнє освітлення за допомогою світлодіодів поступово входить у норму. Декілька років тому вченим вдалося підвищити яскравість світлодіодів. За енергоефективністю в освітленні світлодіодів немає рівних. При тому ж рівні освітлення споживання електроенергії знижується в кілька разів. Порівняно з лампами розжарювання у 8 разів, а порівняно з енергозберігаючими газорозрядними лампами у 3 рази.

Світлодіоди – це твердотільне джерело освітлення. Вони відмінно переносять низькі температури, на відміну від ламп розжарювання, які не можуть вийти на робочий режим, коли нитка розжарювання не може нагрітися до необхідної температури, і на відміну від газорозрядних ламп, які при низьких температурах починають мерехтіти.

Але як завжди в кожного є свої позитивні та негативні фактори, так і у світлодіодних технологій є свої плюси та мінуси. *До плюсів можна віднести:*

- вражаючі результати щодо енергозбереження, оскільки світлодіоди – це одна з нових технологій енергозбереження, яка стала масовою;
- довговічність світлодіодів;
- світлодіодні лампи менші нагріваються, можна використовувати для колби пластик, а не скло;
- лампи випускаються під усі стандартні цоколі та роз'єми;
- світлодіодні лампи не мерехтять;
- у складі ламп немає шкідливих з'єднань, їх треба спеціально утилізувати.

*До мінусів можна віднести:*

- відносно висока вартість світлодіодних виробів;
- трапляється економія виробників на периферійних деталях, саме вони виходять з ладу у світлодіодній лампі, самі світлодіоди довговічні;
- погіршення, згодом, світловіддачі світлодіодних джерел світла.

Застосування світлодіодної техніки змінює саму думку на принципи висвітлення. Максимально наближені за спектром до сонячного світла, що дають рівномірне освітлення поверхні і не містять таких шкідливих речовин, як ртуть, світлодіодні світильники в найближчі роки стануть стандартом якісного освітлення вулиць, осель, виробничих приміщень, спортивних об'єктів, довкілля і т.п.

Використовувані світлодіодні світильники перевершують інші установки щодо економії електроенергії та скорочення експлуатаційних витрат. Крім цього, технічні характеристики роблять використання світлодіодів зручнішим джерелом світла для зовнішнього освітлення, ніж лампи розжарювання, ДРЛ, ДНаТ та металогалогенні. Єдиною проблемою, яка стоїть на шляху масового впровадження світлодіодної світлотехніки в галузі зовнішнього освітлення, залишається відносно висока початкова вартість, яка нівелюється вартістю володіння, а також низькими витратами на експлуатацію та утилізацію.

Якщо взяти до уваги швидке зменшення цін на призначені для зовнішнього освітлення світлодіодні світильники та постійне покращення технічних характеристик самих світлодіодів, то можна очікувати, що світлодіодні світильники найближчим часом знайдуть широке застосування в області зовнішнього освітлення.

### Література

1. Вейнтерн Дж., Сполдинг Ч. Справочник «Светодиодное освещение: принципы работы, преимущества и области применения» // Philips Solid-State Lighting Solutions, 2010, с. 115-129.
2. Кашкаров А.П. Устройства на светодиодах, и не только // ДМК Пресс, 2012, с. 26, 28-31.
3. Светодиод [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Светодиод>
4. Светодиод: устройство, принцип работы, преимущества [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://duray.ru/database/stati/svetodioid-ustroystvo-printsip-raboty-preimushchestva/>
5. Светодиодные технологии и их применение в проектировании систем освещения [Електроний ресурс] – Режим доступу: <https://mtelectro.ru/blog/statji/osveschenie-na-svetodioidah>

**Єрмолаєв С.Д.**, здобувач освіти (ВСП «ОТФК ОНТУ», м. Одеса)

**Беркань Ір.В.**, викладач-методист (ВСП «ОТФК ОНТУ», м. Одеса)

**Бурдюжа С.А.**, зав. лабораторією (ВСП «ОТФК ОНТУ», м. Одеса)

### ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМФОРТУ

Проблеми брудного повітря у всьому світі щороку стають все гострішими. Тверді частки розміром 0,5÷2,5 мкм викликають серцеві, легеневі захворювання, а частки пилку, диму, газів – алергію та астму. Пандемія Covid-19 внесла масштабні зміни в наше життя. Чисте повітря стає важливим як ніколи раніше.

Провідні виробники побутових і напівпромислових кондиціонерів такі як Haier, Midea запровадили багато інновацій, які дозволяють тримати в чистоті сам прилад. Якщо випарник кондиціонера регулярно не чистити, то на

його поверхні накопичується бруд, цвіль, бактерії, ефективність кондиціонера знижується на 15-30 %.

Технологія *self-clean* передбачає видалення мікробів, бактерій грибка та інших шкідливих мікроорганізмів, які накопичуються між пластинами теплообмінника методом заморожування. Після активації функції самоочищення кондиціонер переходить в режим заморожування випарника внутрішнього блоку з подальшою відтайкою теплообмінника. Технологія заморожки дозволяє заощадити на процедурі ручного очищення фахівцем з обслуговування. Така технологія ефективно видаляє бруд и забезпечує чистоту повітря на виході з кондиціонера.

**Технологія знезараження** здійснюється завдяки інтелектуальному регулюванню частоти обертів компресора і полягає в нагріванні випарника до температури 56 °С протягом 30 хвилин. За даними досліджень майже жодна бактерія або вірус не можуть вижити при таких умовах. Після закінчення циклу нагрівання випарник швидко охолоджується для досягнення кращих результатів стерилізації.

Технологія *self-hygiene* полягає в обробці наночастинками срібла компонентів, через які циркулює повітря, усуває бактерії та цвіль з ефективністю 99,9 %. Наночастинки срібла постійно виділяють невелику кількість іонів срібла, які знищують хвороботворні мікроорганізми, але не є шкідливими для людини.

Технології *puri-clean* – це впровадження удосконалених фільтрів з великою кількістю вентиляційних отворів. При увімкненні функції очищення повітря виробляється статична електрика, щоб притягувати небезпечні речовини з потоку повітря. Високочастотний датчик виявляє пил та алергени в повітрі та відображає дані на дисплей в режимі реального часу. При задовільній якості повітря вмикається зелений індикатор. Якщо повітря стає брудним, вмикається червоний. Тоді фільтр, який знаходиться в передній частині випарника рухається вгору, щоб фільтрувати весь потік припливного повітря. Технологія IFD забезпечується створенням потужного електричного притягання між частинками, що потрапляють у повітря, та внутрішніми поверхнями фільтру. Для цього перед потраплянням у фільтр частинки отримують позитивний або негативний заряд. Фільтр IFD має зміну конструкцію. У разі забруднення після тривалого використання його можна зняти, вимити і знову використовувати.

Технологія стерилізації *Nano-Aqua* збільшує кількість негативних іонів в повітрі, що значно покращує його якість. Молекулярна вода в повітрі іонізується, після чого 60 млн. позитивно і негативно заряджених іонів розміром 5-30 нм викидається в повітря. Іонізація виводить значну кількість радикалів. Завдяки чому відновлюється свіжість у приміщенні. Тим часом іони з'єднуються з бактеріями та вірусами, пригнічують розповсюдження небезпечних патогенів в повітря з ефективністю 97 %.

**Технологія ультрафіолетової стерилізації** полягає в обробці припливного повітря вбудованими в корпус внутрішнього блоку ультрафіолетовими модулями. Сонячне світло містить три типи ультрафіолетових променів: UVA, UVB, UVC. Третій тип має коротшу, енергійнішу довжину хвилі 200-280 нм, яка особливо ефективно знищує небезпечні забруднювачі. При увімкненні функції вбудовані ультрафіолетові світлодіоди випромінюють хвилі біля повітрозбірника з правого в лівий бік. Потік повітря з приміщення через повітрозбірник потрапляє в зону прямого впливу ультрафіолетових променів. Небезпечні мікроорганізми миттєво знищуються, забезпечуючи відсутність патогенів на виході з кондиціонера.

Треба зазначити, що в період стрімкого розвитку телекомунікацій та технологій Інтернет речей, і такими «розумними» приладами як кондиціонери можна керувати за допомогою смартфона з будь якого місця і в будь який час. А деякими моделями кондиціонерів завдяки інтелектуальним технологіям можна керувати голосом в режимі гучного зв'язку.

Таким чином кондиціонери завдяки інтелектуальним технологіям створюють ексклюзивний комфорт і стають незамінними помічниками у побуті і на виробництві.

#### **Література**

1. Липа А.И. Кондиционирование воздуха. Основы теории. Современные технологии обработки воздуха. Изд. Второе, перераб., доп., Одесса: ОГАХ, издательство ВМВ, 2010.- 607 с., ил.
2. Стефанов Е.В. «Вентиляция и кондиционирование воздуха», 2005, АВОК СЕВЕРО -ЗАПАД
3. <https://haier-aircon.com.ua/technologiya/>
4. <https://www.midea.com.ua/uk>

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ I ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ І МОНІТОРИНГ

<i>Воїнов О.П., Коновалов Д.В., Самохвалов В.С.</i> Енергетичні об'єкти морської інфраструктури в формуванні екологічної обстановки.....	4
<i>Бундюк А.М.</i> Діджиталізація бізнес-процесів підприємництва і бізнесу .....	8
<i>Мординський В. П., Молчанов М. Ю.</i> Енергетичний аудит плівкового мікрохвильового екстрактора .....	11

### СЕКЦІЯ II ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

<i>Ляшенко А. В.</i> Розробка енергоефективної технології процесу сушіння відходів біомаси .....	13
<i>Ляшенко А. В.</i> Енергоефективна технологія сушки високовологих термолабільних матеріалів сумісних з одночасним диспергуванням в роторних апаратах .....	14
<i>Фатєєва Я.О., Терзієв С.Г.</i> Низькотемпературний метод опріснення морської води .....	15
<i>Терзієв С.Г., Бабійчик Д. Ю.</i> Розробка енергоефективної зерносушарки .....	16
<i>Ружицька Н.В.</i> Нові напрямки переробки фруктово-ягідних відходів .....	18
<i>Левтринська Ю.О., Висоцька Н. Е.</i> Енергоефективні процеси переробки харчових продуктів та фармацевтичної сировини.....	19
<i>Акімов О.В.</i> Перспективи використання мікрохвильових технологій у виноробній промисловості.....	21
<i>Молчанов М. Ю.</i> Дослідження кінетики та енергетики циркуляційного мікрохвильового екстрактора.....	24
<i>Shipko H.I., Shipko N.I., Shipko A.I., Shipko I. M. Toroshchina O. I.</i> Heating, air conditioning and hot water supply system based on a heat pump.....	26
<i>Шипко І.М., Шипко Н.І., Шипко Г.І., Торощина О.І.</i> Отримання теплової енергії спалюванням післяжнивних решіток.....	28
<i>Бандура В.М.</i> Порівняння якісних показників олії отриманих різними методами .....	30

<i>Бурдо А.К., Мілінчук К.С.</i> Розробка енергозберігаючих технологій виробництва фіто-екстрактів для підприємств харчування.....	32
--	----

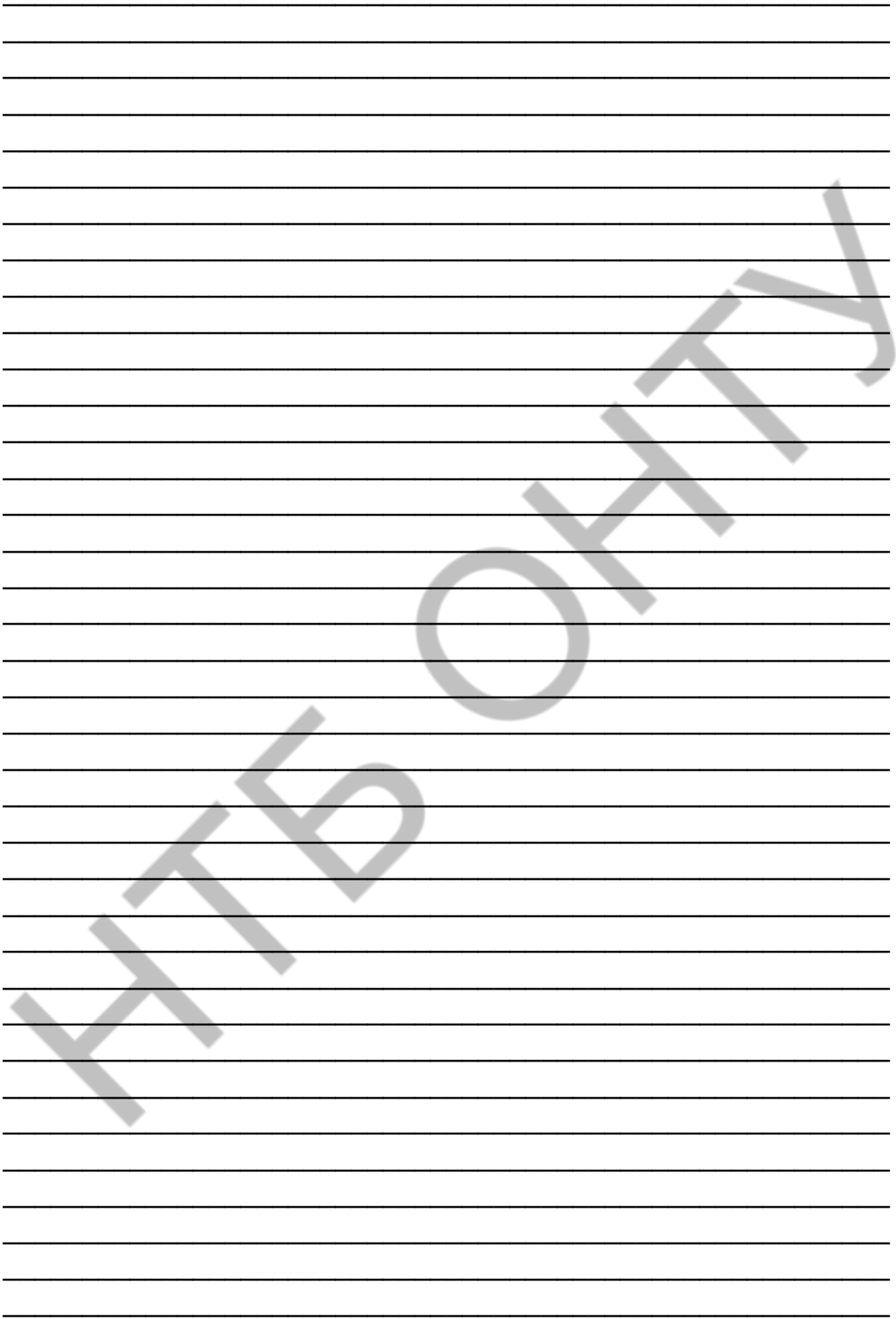
### СЕКЦІЯ ІІІ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

<i>Зиков О.В., Всеволодов О.М., Петровський Р.В.</i> Вплив геометрії горловини скляних банок на якість закупорювання кришкою тип 3.....	36
<i>Яровий І.І., Алі В.П., Тиць О.М.</i> Енергетика мікрохвильового сушильного апарату з комбінованим способом вологовідведення .....	38
<i>Марочко О.М.</i> Математическая модель термосифонного утилизатора теплоты уходящего газа хлебопекарной печи .....	41

### СЕКЦІЯ ІV ТРИБУНА МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ

<i>Суліма Ю.Є., Шмадюк А.Т.</i> Перспективи використання натуральних волокон у тканинах та їх вплив на енергозбереження .....	45
<i>Краснієнко Н.В., Зігура Т.М.</i> Технології створення сонячних суперкомірок майбутнього .....	48
<i>Кривченко А. А., Кушко В. І.</i> Гібридна сонячна електростанція.....	50
<i>Кривченко А. А., Чулаков В. О.</i> Біоенергетика в Україні .....	51
<i>Кривченко А. А., Щербаков Д. С.</i> Використання світлодіодних технологій енергозбереження.....	55
<i>Єрмолаєв С.Д., Беркань Ір.В., Бурдюжа С.А.</i> Інтелектуальні технології комфорту.....	56

HTB OHTY



# ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ПІДПРИЄМСТВА

## **ТЕРМА**

Консалтингова лабораторія

(теплотехнології, енергоефективність, ресурсо-ефективність, 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 6 Міжнародних конференцій «Інноваційні енерготехнології»; 5 регіональних симпозіумах «Енергія. Бізнес. Комфорт»; міського 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](mailto:nauka@onaft.edu.ua)  
[terma\\_onaft@ukr.net](mailto:terma_onaft@ukr.net) [www.onaft.edu.ua](http://www.onaft.edu.ua)