ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ

Одеса
2025

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 (12 листопада 2024 р.). – Одеса: ОНТУ, 2025. – 60 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

© Одеський національний
технологічний університет, 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ОДЕСЬКА ОРГАНІЗАЦІЯ СОЮЗ НАУКОВИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ
ОБ'ЄДНАНЬ УКРАЇНИ
КОНСАЛТИНГОВА ЛАБОРАТОРІЯ «ТЕРМА»

ЕНЕРГІЯ. БІЗНЕС. КОМФОРТ

Матеріали регіональної науково-практичної конференції

12 листопада 2024 року

Одеса
2025

СЕКЦІЯ І: ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ І МОНІТОРИНГ

РОЗВИТОК АГРОБІЗНЕСУ УКРАЇНИ У ПОВОЄННИЙ ЧАС

Бурдо О.Г., д.т.н., професор
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса

У повоєнний час безпека, незалежність та самостійність країни будуть визначатися рівнем відновлення зруйнованої індустрії України, стратегією створення нових індустріальних баз, правильним вибором пріоритетів. А це завдання прогнозного моделювання, яке має історичні корні. Марнотратний розхід сировинних та енергетичних ресурсів, інтенсивне забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери привели людство до гострої глобальної кризи. Така криза прогнозувалась у різних моделях розвитку людства. Серед таких моделей виділяються запропоновані 100 років тому цикли Кондратьєва [1]. Створена на основі системного дослідження світової техніки модель Кондратьєва узагальнила періоди депресій, криз, спадів та бурхливих ростів у різні етапи розвитку людства. Періоди росту та спаду характеризуються довгою депресією, кризою, яка супроводжується революціями, війнами, великими соціальними потрясіннями. Однак криза завжди закінчувалась інноваційним розвитком на базі нових технологій. Починався період росту, міцний науково-технічний прогрес, який стабілізував та балансував економічні та соціальні процеси. Усього розглянуто 6 циклів (укладів), що характеризувались загальними ознаками, загальним ключовим фактором. Початок шостого циклу прогнозувався з 2014-2025р., а кінець у 2045році. Тут мають розвиватися конвергенція нано-, біо- та інформаційних технологій, а ключовим фактором ми вважаємо гібридний двигун. Кожен цикл відрізнявся флагманськими галузями, які диктували завдання іншим. Важливо, що сьогоднішня світова економічна криза прогнозувалася досить точно. Значно пізніше виникла схожа модель індустріального розвитку людства, яка концептуально повторювала цикли Кондратьєва.

Важливо встановити й галузі економіки, які мають стати пріоритетними. Звернемося до глобальної прогнозної моделі «Римського клубу» [2], за якої визначимо концептуальні становища (табл.1).

Таблиця 1 - Періоди формування глобальних криз моделі «Римського клубу»

Кризи	Періоди		
	Розвитку	Росту	Стабілізації
Енергії	1970 - 2000	2000 -2020	2020-2030
Екології	2010-2030	2030-2050	2050 -2070
Їжі	2040-2060	2060-2080	2080- 3000

Видно (табл.1), що ключовими проблемами людства цього століття будуть «енергія – екологія - їжа». Вирішення цих проблем – завдання агропромислової сфери. Інструменти їх вирішення визначимо із розглянутих вище моделей індустріального розвитку. Це – нано-біотехнології.

Вражає точність прогнозу сучасних проблем, воєн, світової пожежі, тероризму, протестів. А це підстава довіряти і певним шляхам виходу з кризи нашого етапу: конвергенція нано- та інформаційних технологій. Схожі висновки випливають із відомої моделі індустріального розвитку людства. Базові досягнення в науці та техніці відбуваються приблизно двічі у столітті.

Прогнозується (табл.1), що у 2030 році людство очікує на гостру енергетичну кризу, до 2060 – екологічну, а до 2090 – кризу їжі. Всі ці проблеми найяскравіше виявляються в агропромисловому секторі. Отже, економіка АПК України буде пріоритетною у виході з цієї кризи, і пріоритетними будуть біо- нано технології. Є новий напрямок у нанотехнологіях – вплив на нанорозмірні елементи рослинної сировини [3], обґрунтували і механізм взаємодії нанорозмірних елементів рослинної сировини та електромагнітного поля. Інструментом впливу є мікрохвильові джерела енергії. Показано, що можливо за рахунок селективного підведення енергії до нанорозмірних елементів (молекули води, оболонки клітин, капіляри, та інш.) змінювати структуру продукту.

Наразі, дослідженням процесів мікрохвильової обробки різної сировини у світі широко займаються. Очевидна позитивна тенденція та різноманітність об'єктів досліджень. Наголошується на доцільності застосування мікрохвильових технологій з метою інтенсифікації процесів перенесення, поліпшення якісних характеристик готового продукту. Але, відсутні теоретичні основи процесів взаємодії електромагнітних полів із сировиною. Немає рекомендацій щодо керування параметрами електродинамічних систем. Відомі дослідження обмежуються лише лабораторними стендами.

В лабораторії «Харчових нанотехнологій» ОНТУ розроблено новітні технології, які у повоєнний час агробізнес може залучити до впровадження, налагодити виготовлення в Україні інноваційних продуктів: бальзамічного оцту, рідкої кави, кофеолю, кофеїну, рідкого диму, ефірних олій, концентратів соків та екстрактів із вмістом сухих компонентів до 94% Інноваційний шлях розвитку нанотехнологій харчових виробництв – це комбінована дія мікрохвильових, вакуумних та інших технологій для реалізації ефектів «механодифузії», організації гібридних процесів.

Список використаної літератури

1. URL: https://www.banki.ru/wikibank/volnyi_kondrateva/
2. Meadowsetal. Thelimitstogrowth: a report to the club of rome. – 1972.
3. Burdo O.G. Nanoscale effects in food-production technologies. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2005, 78(1), 90-96.

ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ СУДНОПЛАВСТВА

Воінов О. П., д.т.н., **Самохвалов В. С.**, к.т.н. **Кобалава Г. О.**, к.т.н.
Херсонський ННІ НУК імені адмірала Макарова, м. Херсон

Індустрія судноплавства існує протягом століть і забезпечує перевезення товарів і пасажирів водними шляхами. Однією з проблем судноплавної галузі є її значний внесок у глобальне забруднення. Так, на її викид CO_2 припадає приблизно 3–4% усіх глобальних викидів, - галузь щорічно викидає близько 1 млрд тонн вуглекислого газу. Якби міжнародне судноплавство було країною, вона була б на шостому місці серед найзлісніших забруднювачів атмосфери, обігнавши Німеччину. Викид діоксиду вуглецю завдає шкоди здоров'ю населення і сприяє глобальному потеплінню. За нинішніх темпів зростання обсягу морської торгівлі прогнозується його зростання до 2050 року в 2,3 рази порівняно з сьогоднішнім обсягом [1].

Іншим екологічним викликом судноплавної галузі є забруднення води та морського середовища через скидання відходів, витоку палива та мастил. Це веде до порушення морської екосистеми, загибелі флори та фауни.

Крім того, шумове забруднення від суднових двигунів поблизу портів призводить до дискомфорту населення, порушує поведінку морських тварин.

Застосовуючи нові, екологічні технології, судноплавні компанії знаходять способи пом'якшити вплив на довкілля та забезпечити екологічну стійкість сучасної судноплавної галузі.

Загальновідомо, що міжнародна морська організація (ІМО) прагне до 0% викидів парникових газів від судноплавства до 2050 року, і високотехнологічні системи покликані зробити морську галузь екологічно стійкою.

У першу чергу до високотехнологічних систем відносять енергоефективні системи, які забезпечують стійкий розвиток галузі при мінімізації її шкідливого впливу на навколишнє середовище. Міжнародні вимоги щодо забезпечення енергоефективності суден, прийняті ІМО, є найважливішим інструментом для забезпечення стійкого майбутнього для міжнародного судноплавства.

До технологій, що забезпечують енергоефективність судноплавства при екологічній стійкості, належать такі.

1. Практика простого руху суден на більш низькій швидкості, значно меншій за їх максимальну швидкість, яка здатна значно знизити витрату палива під час рейсу.

2. Розробка більш ефективних корпусів суден, - форма корпусу корабля безпосередньо впливає на ефективність його роботи, а оптимально

спроектований корпус може значно збільшити швидкість та скоротити витрату палива.

3. Оптимізація рейсу, - сучасні технології дозволяють прогнозувати погоду та ймовірні морські умови з високою точністю, роблячи плавання набагато безпечнішим і передбачуванішим.

4. Підвищення ефективності силової установки вантажних суден – найкращий спосіб знизити витрату палива та викиди оксидів вуглецю, для чого сьогодні доступна низка інноваційних технологій.

5. Зниження витрати палива – ефективний спосіб для судноплавних компаній скоротити викиди оксидів вуглецю.

6. Використання системи фільтрації на трубах і вихлопах суден (скрубери) для зниження шкідливих викидів.

7. Застосування технології очищення баластових вод, що запобігають попаданню забруднюючих вод у морську воду.

8. Використання низьковуглецевого та альтернативного палива (зріджений природний газ, метанол, аміак, біопаливо, водень, електрика, тощо).

9. Удосконалена конструкція гребного гвинта знижує витрату палива до 4%; прискорюючі напрямні насадки збільшують економію палива ще на 5% і, як наслідок, скорочують викиди NO_x та CO_x.

10. Системи повітряного мастила Air Bubbles і нові фарби для корпусу зменшують тертя та економлять до 8% палива.

11. Двигуни з постійними магнітами (PM) забезпечують поліпшену маневреність, зниження шуму та більш високу ефективність силової установки, скорочуючи як споживання енергії, так і викиди в навколишнє середовище.

12. Застосування гібридних силових установок, що працюють за допомогою енергії вітру та сонця, обіцяють знизити викиди CO_2 до 90%. Ці системи апробовані в усьому світі, але на сьогодні найбільш багатообіцяючим концептом є Ro-Ro судно Oceanbird, побудоване шведською суднобудівною компанією Wallenius Marine з п'ятьма 80-метровими щоглами та карбоновими вітрилами. Найбільший вітрильник перевозитиме до 7000 транспортних засобів через Атлантичний океан за 12 днів. Великі звичайні RoRo споживають в середньому 40 тонн палива на день, виробляючи 120 тонн CO_2, що еквівалентно поїздці автомобілем на 270000 миль. Oceanbird виділятиме на 90% менше CO_2, ніж звичайні авіаносці. Однак він не буде повністю вільний від викидів, тому що він, як і раніше, використовуватиме двигуни для маневрування в портах і з портів, а також в аварійних ситуаціях. Постачання судна заплановано на кінець 2024 р. [2].

Катамаран Turanor PlanetSolar, побудований на верфях Knierim Yachtbau в Кілі, Німеччина на якому встановлено 29000 сонячних батарей сумарною площею 500 $м^2$, швидше за всі інші судна на сонячній тязі успішно обігнув земну кулю за 584 дні. Після модернізації рухової уста-

новки Turanor PlanetSolar зумів поліпшити свій світовий рекорд і всього за 22 дні перетнув Атлантичний океан. В даний час судно використовується як морська плавуча науково-дослідна лабораторія при Університеті Женеви.

Технічні інновації та передові технології дозволяють створювати агрегати суднових енергетичних установок, які максимально оптимізують використання енергії на судні. Це включає в себе розробку ефективних механізмів генерації, розподілу та використання електрики, а також оптимізацію процесів управління та контролю енергоспоживання. Завдяки підвищенню енергоефективності, судна можуть скорочувати витрату палива, знижувати викиди забруднюючих речовин і сприяти екологічній стійкості.

Впровадження сучасних суднових енергоустановок у судноплавстві приносить безліч переваг. Насамперед, такі станції забезпечують високу надійність і стабільність роботи суден. Інтеграція різних компонентів, таких як генератори, електродвигуни, пристрої зберігання енергії та засобів управління дозволяє створити гнучкі і різногабаритні рішення, здатні бути пристосованими до різних умов експлуатації.

Іншою важливою перевагою можна вважати їх внесок у зниження екологічного впливу плавальних засобів. Перехід на більш ефективні та екологічно чисті енергетичні джерела, такі як гібридні та електричні, дозволяє знизити викиди речовин, що впливають на навколишнє середовище. Це особливо актуально в світлі глобальних зусиль щодо боротьби зі зміною клімату та охорони навколишнього середовища.

Завдяки інноваційним технологіям і підвищенню енергоефективності підвищується ККД суднових енергоустановок, знижуються витрати та негативні впливи на навколишнє середовище.

Список використаної літератури

1. Дев’ятнадцять країн домовилися створити «зелені коридори» судноплавства [Електронний ресурс] / Порти України.- URL: https://ports.ua /19-stran-dogovorilis-sozdat-zelenye-koridory-sudohodstva/.
2. Як нові морські технології змінять судноплавство? [Електронний ресурс] / Maritime zone.- URL: https://maritime-zone.com/news/view/kak-novye-morskie-tehnologii-izmenjat-sudohodstvo.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СУЧАСНИХ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ КОМПЛЕКСІВ

В.М. Ткаченко, аспірант, **О.І. Гапонюк**, д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса

Ефективне управління пилом є ключовим елементом забезпечення безпеки праці та відповідності екологічним стандартам у промисловості. Особливо гострою є проблема пиловидалень у виробництвах, де відсутність належного знепилення може призвести до забруднення навколишнього середовища та створення небезпечних умов праці. У зв'язку з цим, тема створення ефективних засобів пилопригнічення на основі механічних пристроїв є актуальною і відповідає сучасним вимогам промисловості та екологічної безпеки.

Основною метою дослідження є розробка інноваційних методик і конструкцій механічних пристроїв для пилопригнічення. Дослідження спрямоване на підвищення ефективності систем знепилення та зниження енерго- та матеріаломісткості аспіраційного обладнання.

Дослідження включає три основні етапи:

1. Зниження інтенсивності джерел пилоутворення шляхом оптимізації технологічних процесів і використання новітніх матеріалів та конструкцій.
2. Зменшення продуктивності залишкових пилоповітряних потоків на транспортно-технологічних лініях, що досягається шляхом модернізації аспіраційних систем.
3. Створення спрямованих повітряних потоків для ізоляції пилу в робочих зонах, що дозволяє ефективно локалізувати пиловиділення та зменшити викиди у навколишнє середовище.

У Європі та США проблема знепилювання вирішується за допомогою систем з інноваційними технологіями, такими як високоефективні фільтраційні системи, електростатичні осаджувачі та системи циркуляції повітря з додаванням зволожувачів. Наприклад, систематичний огляд Anlimah et al. (2023) демонструє успішність методів зменшення запиленості шляхом комбінування механічних та хімічних методів. Dong et al. (2023) також зазначають, що у США та Європі активно застосовуються методи комбінованого знепилення з використанням нових хімічних складів, що забезпечує підвищену ефективність знепилення та довготриваліть захисту робочих зон. Сучасні методи включають сухі та вологі засоби, зокрема застосування інтелектуальних сухих туманних систем (Saurabh et al., 2022), які є ефективними в умовах промислових підприємств, та хімічних засобів з контрольованим вивільненням активних речовин для боротьби з пилом у складних умовах (Li et al., 2022).

Висновок. Розробка та впровадження механічних пристроїв для пилопригнічення дозволить значно знизити обсяги викидів пилу на промислових підприємствах, забезпечуючи тим самим екологічну безпеку та зменшуючи енергоспоживання обладнання. Основою для розвитку методик пилопригнічення є досвід та наукові напрацювання кафедри ТОЗВ ОНТУ, що дозволяє створити високоефективні та надійні аспіраційні системи для підприємств зернопереробної галузі.

Список використаної літератури

1. Anlimah, F., Gopaldasani, V., MacPhail, C., & Davies, B. (2023). A systematic review of the effectiveness of dust control measures adopted to reduce workplace exposure. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 54407–54428. (link.springer.com)
2. Dong, H., Yu, H., Xu, R., Cheng, W., Ye, Y., Xie, S., Zhao, J., & Cheng, Y. (2023). Review and prospects of mining chemical dust suppressant: classification and mechanisms. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 18–35. (link.springer.com)
3. Saka, M. B., & Hashim, M. H. M. (2024). Critical assessment of the effectiveness of different dust control measures in a granite quarry. *Journal of Public Health Policy*, 45, 212–233. (link.springer.com)
4. Kabito, G. G., Tefera, Y., Ramkissoon, C., & Gaskin, S. (2024). Evidence-based dust exposure prediction and/or control tools in occupational settings: A scoping review protocol. *PLOS ONE*, 19(10), e0309967. (journals.plos.org)
5. Saurabh, K., Chaulya, S. K., Singh, R. S., Kumar, S., & Mishra, K. K. (2022). Intelligent dry fog dust suppression system: an efficient technique for controlling air pollution in the mineral processing plant. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24, 1037–1051. (link.springer.com)
6. Li, M., Wang, R., Li, G., Song, X., Yang, H., & Lai, H. (2022). Comprehensive Chemical Dust Suppressant Performance Evaluation and Optimization Method. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5617. (mdpi.com)

ПРО ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

О. П. Воінов, д.т.н., **Ю. Г. Елькін**, к.т.н.
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

Атаки на об'єкти енергетичної інфраструктури України в ході війни спричинили пошкодження значної її частини. Об'єкти альтернативної енергетики не стали винятком, оскільки їх частка у структурі виробництва в довоєнний час становила понад 13%. Україна в 2019 році опинилася в першій десятці країн за темпами розвитку «зеленої» енергетики, а в 2020 році – в першій п'ятірці країн Європи за темпами розвитку сонячної енергетики [1].

Проте вже восени 2022 року вимушено було виведено з експлуатації майже всі вітрові електростанції і близько половини сонячних, через що частка відновлюваних джерел у енергобалансі впала більш ніж удвічі.

Тенденції післявоєнного відновлення енергетичної інфраструктури нашої країни та її часткового відновлення вже сьогодні диктуються світовими тенденціями у цій сфері.

Перехід на альтернативні джерела енергії – один із основних шляхів вирішення проблеми глобального потепління. Цей напрямок набув істотного розвитку після підписання Паризької кліматичної угоди 2015 року. Наприкінці липня 2021 року український уряд проголосив актуальну кліматичну мету України – скоротити до 2030 року викиди парникових газів до рівня 35% порівняно з 1990 роком [2].

Минулого року Європейський Союз вперше отримав більше енергії з відновлюваних джерел, ніж від спалювання газу. Через відмову від російського газу після повномасштабного вторгнення в Україну Європа сконцентрована на швидкому скороченні попиту на нього.

У той же час в Україні відбувається поступова відмова від вугілля, зокрема також через війну, – з 1 серпня 2022 року в ЄС набуло чинності ембарго на імпорт вугілля з Росії. Частка російського вугілля в структурі споживання Євросоюзу становила 45%. Ці фактори мають дати поштовх до стрімкого розширення «зеленої» енергетики в Європі, зокрема, в Україні [3].

Перспективним для Європи є розвиток вітрової енергетики. Так одним з пріоритетних питань останнього часу стало будівництво вітрової електростанції навколо Чорнобильської АЕС, яка зможе забезпечити світлом близько тисячі домогосподарств. Україна та Німеччина підписали меморандум про співпрацю у будівництві цієї електростанції.

В Україні останні 15 років активно розвивалася сонячна електроенергетика. У Чорнобилі з 2018 року працює сонячна електростанція - "Солар Чорнобиль-1". Вся територія нашої країни підходить для розміщення сонячних електростанцій. Найсприятливішими, очевидно, є південні регіони, де було сконцентровано понад 60% промислових сонячних електростанцій.

З окупацією Криму та активними бойовими діями у південному регіоні багато СЕС опинилися або в окупації, або у фронтовій зоні. Понад 30% сонячних електростанцій на тимчасово окупованих територіях було зруйновано. Крім того, зруйновано понад 25% приватних СЕС.

Тому доцільно сьогодні розвивати вітрові електростанції, які, крім того, на відміну від сонячних, можуть працювати і вночі.

Загалом в Україні близько 40% території придатні для генерування вітрової енергії. У середньостроковій перспективі можна розвинути потужність вітрових електростанцій до рівня 20-30% всього споживання електрики в країні.

Наприкінці травня 2023 року була введена в дію Тилігульська вітроелектростанція в Миколаївській області, – перша у світі вітрова електростанція, побудована під час війни. Її будівництво є першим кроком у досягненні цілей ініціативи ДТЕК «30 до 2030», мета якої – мати в Україні 30

ГВт встановлених потужностей відновлюваної енергетики до 2030 року.

Ще одним напрямком альтернативної енергетики є використання біометану, одержуваного шляхом очищення біогазу, що виробляється з відходів харчової промисловості та тваринництва. У 2023 році поблизу Прилук в Чернігівській області на біогазовому заводі введено в експлуатацію біометановий модуль. Потенціал України у виробництві біометану, згідно з оцінкою Біоенергетичної асоціації, відповідає третині довоєнного споживання газу в Україні. Європейський Союз також має намір стимулювати розвиток біометанової галузі у себе.

Іншим напрямком є «зелений атом». На початку липня 2022 року Європарламент підтримав пропозицію Єврокомісії про те, щоб вважати природний газ та ядерну енергію «зеленими» чи стійкими джерелами енергії.

Найголовніша наша проблема у цьому напрямі – це окупація найбільшої в Європі – Запорізької АЕС, яка призвела до перебоїв у електропостачанні.

Американська компанія Westinghouse Electric Sweden допомагає Україні досягти енергонезалежності та цілей декарбонізації за допомогою ядерної енергетики. Сім енергоблоків українських атомних електростанцій у лютому 2023-го було переведено на паливо цієї компанії. Також йде робота зі створення виробництва ядерного палива в Україні за технологією Westinghouse.

У 2022 році на Конференції з відновлення України в Лондоні було презентовано Енергетичну стратегію України до 2050 року, відповідно до якої передбачається відновлення енергетичного сектору за найсучаснішими технологіями, зміцнення стійкості системи та посилення енергетичної безпеки України і європейського континенту в цілому [4] . Ключове ж завдання стратегії – перетворити Україну на енергетичний хаб Європи, який допоможе континенту остаточно позбутися залежності від російського викопного палива завдяки «чистій» енергії, що виробляється в нашій країні.

Також перспективним напрямком розвитку альтернативної енергетики є використання водню як палива. Водень вважається паливом майбутнього, адже не веде до викидів вуглекислого газу, тому що продуктом його згоряння є вода. У водню значно вища енергоємність, ніж у газу, нафти чи вугілля. Його, зокрема, використовують для опалення будівель, як пальне для транспорту, в промисловості. За даними Міжнародного енергетичного агентства, на водень припадає близько 2,5% кінцевого енергоспоживання у світі.

2020 року в ЄС презентували «Водневу стратегію» до 2050 року. У 2022 році було запущено план позбавлення залежності від російських енергоресурсів REPowerEU. У документах зроблено акцент на виробництво «зеленого» водню. Україна ж визначена пріоритетним партнером завдяки потенціалу відновлюваних джерел енергії [5].

Україна має значний природний потенціал, що дозволяє виробляти відновлюваний водень. Сьогодні в Україні розробляють проект будівництва заводів із виробництва «зеленого» водню на півдні та заході країни.

Навіть в умовах війни «зелена» енергетика хоч і повільно, але рухається вперед, – будуються нові електростанції та відновлюються ті, що були пошкоджені внаслідок бойових дій, запускаються різні проекти.

Завдяки своєму природному потенціалу Україна має все необхідне, щоб посилити відновлюваними джерелами свою енергосистему, а потім – і європейську через експорт надлишкових потужностей.

Список використаної літератури

1. Енергетика України 2024–2025 років [Електронний ресурс] / Разумков центр.- URL: https://razumkov.org.ua/statti/energetyka-ukrainy-20242025-rokiv-u-tumani-nevyznachenosti.
2. Кабмін схвалив скорочення CO_2 до 35% у рамках Паризької угоди [Електронний ресурс] / GMK Center.- URL: https://gmk.center/ua/news/kabmin-shvaliv-skorochennya-co2-do-35-u-ramkah-parizkoi-ugodi/.
3. Світ входить в епоху чистої енергії [Електронний ресурс] / Forbes Ukraine.- URL: https://forbes.ua/news/zelena-energetika-zabezpechue-12-svitovikh-potreb-zvit-12042023-13001.
4. Енергетична стратегія [Електронний ресурс] / Міністерство енергетики України.- URL: https://mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya.
5. Проблеми та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в 2024 році [Електронний ресурс] / Ліга-закон.- URL: https://biz.ligazakon.net/analitycs/227024_problemi-ta-perspektivi-rozvitku-vdnovlyuvano-energetiki-v-2024-rots.

УДК 697.94;621.565

УДОСКОНАЛЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНИХ СИСТЕМ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ

Жихарєва Н.В., к.т.н, доцент, **Когут В.О.,** к.т.н., доцент
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса

В умовах прискорення науково-технічного прогресу завдання підвищення енергоефективності систем кондиціювання має важливе значення, оскільки їх рішення, окрім підвищення ефективності капітальних вкладень, забезпечує енергозбереження, економію матеріалів, а також покращення умов праці людей і навколишнього середовища.

Реалізація інноваційних технологій пов’язана зі створенням штучного мікроклімату приміщень, тобто забезпечення і підтримання необхідних параметрів повітряного середовища, на що щорічно витрачається понад 30% енергоресурсів, отриманих в країні. Необхідні параметри мікроклімату забезпечують інженерні системи, серед яких важлива роль належить системам кондиціювання повітря**.**

Удосконалення ефективності енергозбереження є одним з найважливіших завдань. Мінімізація сумарної вартості капітальних і експлуатаційних витрат (приведених витрат) на забезпечення цілорічного мікроклімату в приміщеннях є частиною програми енергозбереження.

При рішенні задач кондиціювання повітря вирішена триєдина проблема – мінімізація енергоспоживання для дотримання нормативних , мінімізацію шкідливого впливу на екологію навколишнього середовища., та підвищення економічної ефективності.

Оптимізація системи кондиціювання повітря базується на конкуруючих властивостях системи. Модель СКП, що включає математичні моделі підсистем. Кожний процес і системі розглядається як підсистема зі своїми вхідними та вихідними параметрами. Математична модель кожної підсистеми включає: (рис.1)

1. основні змінні, що впливають на процес кондиціювання;
2. зв'язку між змінними у вигляді різних рівнянь;
3. обмеження на процес у вигляді рівнянь або нерівностей, у межах яких функціонує підсистема, виконуючи свої технологічні завдання.

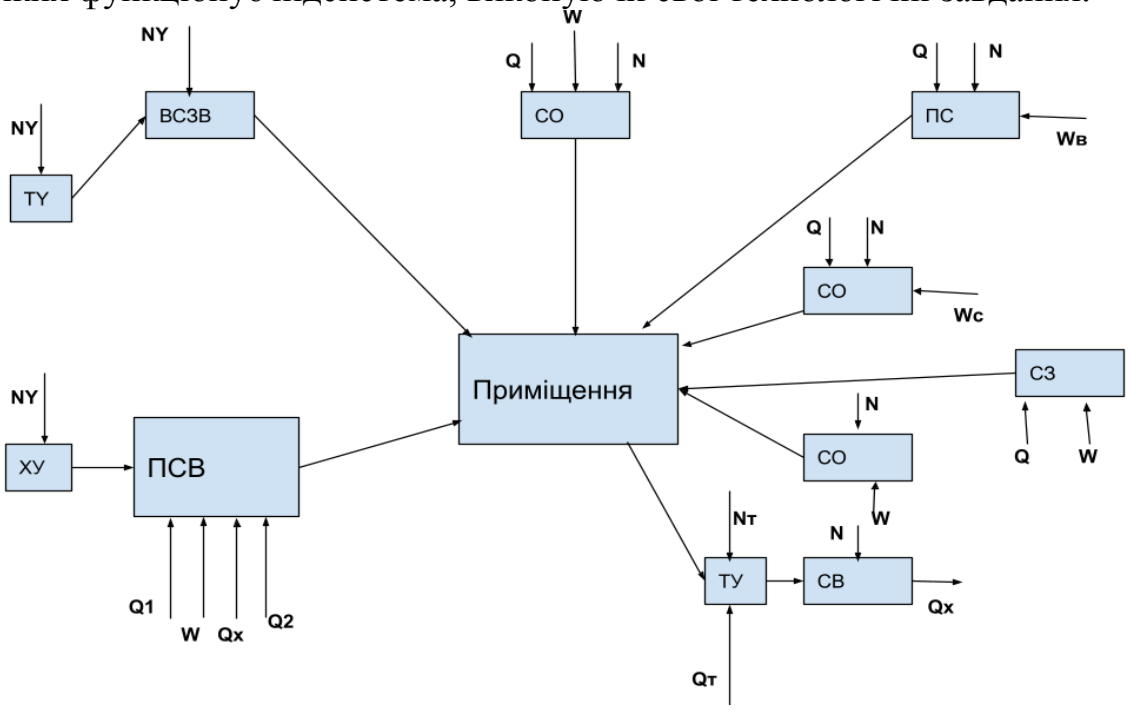


Рис. 1 – Модель оптимізації комплексу кондиціювання повітря

ПСКП -припливна СКП; ВСКП - витяжна система СКП; ТУ - теплоутилізатор; СОХ - система охолодження; ХУ - холодильне постачання; СЗ - система зволоження; СОС - система осушення; СП - система підігріву; Q - витрата тепла або холоду кВТ, W - витрата води кг/с; N – витрата електроенергії кВт

Удосконлення центральної системи кондиціювання повітря відбувається за рахунок використання методів і технічних рішень щодо підвищення ефективності систем кондиціювання повітря з використанням інно-

ваційних технологій - контактних теплообмінних апаратів для очищення, нагріву, охолодження та підтримки відносної вологості.

Розглянута робота блочного центрального кондиціонера в екстремальних умовах. Для розв'язання цього питання були запропоновані блоки з ежекторними зволожувачами та нагрівачами повітря, які запотеновані данні практичні удосконалення системи кондиціювання повітря;

Центральний кондиціонер модульного типу здатний працювати в режимах близьким до критичних. Для вирішення цього питання були запропоновані спеціальні модулі, в яких застосовані контактні теплообмінники ежекторного типу. Застосування контактних теплообмінників дозволяє в зимовий час додатково підігрівати повітря в кондиціонері. У літній час при великих навантаженнях використати додатково охолоджене повітря, а у випадках збільшення теплового навантаження водяну шугу. Приділенно увага фільтрації повітря за допомогою контактних теплообмінників Для таких випадків були розроблені способи і пристрої описані нижче.

Інноваційні методи удосконалення системи кондиціювання повітря за допомогою контактних теплообмінників дозволяють понизити капітальні вкладення устаткування центрального кондиціонера модульного типу за рахунок зниження витрат на основне устаткування. Збільшити енергоефективность установки за рахунок раціонального використання часу роботи устаткування з високим споживанням електроенергії.

Список використаної літератури

1. Zhykharieva. N., Khmelniuk M. Thermo-economic approach to optimizeair conditioning systems. Refrigeration Science and Technology,53(4). 258-264 (2017).
2. Antonnikova A. A., Korovin N. V., Kudryashov O. B. Vasenin I. M., Polzunovskiy vestnik 1, 123–126 (2013).
3. Volkov R. S., Kuznetsov G. V., Kujbin P. A., Strizhak P. A., Pisma v ZhTF 41 (20), 103–110 (2015).
4. Dohov M. P., Uspehi sovremennogo estestvoznaniya fiziko-matematicheskih nauk Kabardino-Balkarskoy gosudarstvennoy selskohozyaystvennoy akademii 10, 65–66 (2006)..
5. Установка для нагрівання повітря. Патент на корисну модель № 140238 /Когут В.О., Бабой Є.О., Талибли Р.Е., Жихарєва Н.В., Хмельнюк М.Г., Дорошенко О.В. Заявка №u201907886 Публікація 10.02.2020 р. бюл. № 3.
6. Kogut V. Bushmanov V., Zhikhareva N. The filter on the basis of the ejector of the heat exchanger for purification of harmful substances from flue gases using heat exchanger as combustion gas filter // AIP Conference Proceedings 2285, 030087 (2020); https://doi.org/10.1063/5.0026819

СЕКЦІЯ ІІ: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕФІРНИХ ОЛІЙ

Бурдо О.Г. д.т.н, професор, **Славинська В.О.** інженер кафери "ПОтаЕМ", **Славинський Р.Л.** аспірант кафедри "ПОтаЕМ"
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса
Коваленко О.А. д.сх.н, доцент, **Федосов Я.С.** аспірант
Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв

Ефірні олії – це пахучі та леткі рідини, одержувані з рослин, багаті біологічно активними речовинами. Біоактивність становить величезний інтерес для науки та призводить до використання у багатьох галузях промисловості. Ефірні олії, часто називають " рідким золотом", які являють собою групу хімічних сполук, та є джерелом специфічних ароматів. Ці речовини використовуються у виробництві різних видів продукції. Обсяг світового ринку ефірних олій оцінювався в 11,41 млрд доларів США у 2023 році та, за прогнозами, зросте з 12,47 млрд доларів США у 2024 році до 27,82 млрд доларів США до 2032 року, демонструючи середньорічний темп зростання в 10,55% протягом прогнозованого періоду. Європа домінувала на ринку ефірних олій із часткою ринку 43,65% у 2023 році, за нею йде Північна Америка та Азія, тоді як основними виробниками є Китай та Індія, за якими йдуть Індонезія, Шрі-Ланка та В'єтнам. Основоположні драйвери та тренди ринку ефірних олій:

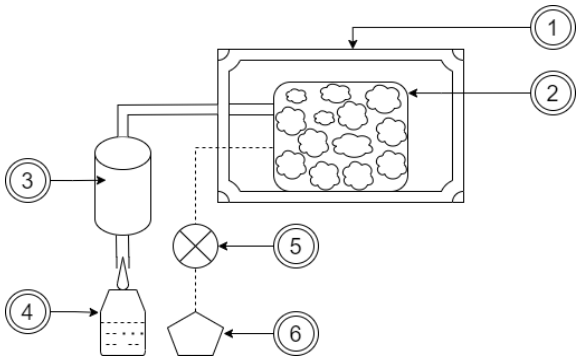
1) Зростання попиту на натуральні інгредієнти та збільшення сфери застосування у вигляді консервантів та антимікробних засобів.

2) Зростаючий інтерес до ароматерапії та застосування ефірних олій у різних галузях промисловості.

Різноманітні методи отримання ефірних олій використовувалися на протязі багатьох років. Так дистиляція використовувалась ще у Стародавньому Єгипті, Персії та Індії. Екстракти отримували традиційними широковідомими способами з рослинної матриці. Поступово методи еволюціонували, що призвело до підвищення ефективності процесу, виходу продукту та його якості. Аналіз проблематики та останніх досліджень свідчить, що традиційні методи застарілі та мають багато недоліків: низькі якість, ефективність та енергоефективність; великі експлуатаційні витрати; екологічно небезпечні. Концепція екологічних методів видобутку дає поштовх для створення стійких методів видобутку та має намір слідувати стратегії Організації Об'єднаних Націй до 2030 року. Ця концепція називається принципом e^3 та включає шість принципів: чітко визначене джерело; обмеження використання органічного розчинника; мінімізація споживання

енергії; створення побічної продукції з високим потенціалом доданої вартості;зменшення тривалості вилучення; відновлення природних інгредієнтів. Постійно розробляються сучасні технології, які дозволяють вдосконалити традиційні методи, та підвищити їх енергоефективність. В традиційних технологіях потрібні зміни, які б призвели до зростання кількісного та якісного виходу ефірних олій із лікарських рослин. Таким чином їм на зміну прийшли інноваційні (високоефективні) методи, які є "зеленими" за своєю суті, конкурентоспроможні та більш ефективні.

Промислова галузь отримання ефірних олій завдяки впровадженню основ «Виробництва 4.0» надає нові можливості для технологічного оновлення даного сегменту. Процес виробництва ефірних олій удосконалений за рахунок використання інноваційних, високоефективних технологій забезпечує значні переваги починаючи з більшого виходу продукту та зниження витрат енергії, та закінчуючи позитивним впливом на екологічні, фінансові та експлуатаційні результати. Ефективність використання електродинамічних технологій в процесі отримання ефірних олій обґрунтована в роботах авторів. Інноваційним підходом до проведення екстрагування є виникнення ефекту механодифузії завдяки дії гібридного процесу. Формулюється гіпотеза: «обробка мікрохвилями рослинної сировини може спричинити передачу тепла та маси із середини капіляру рослини назовні, за допомогою впливу механодифузії, що призведе до значного скорочення часу екстрагування та підвищення виходу продукту». Таким чином, мікрохвильове екстрагування - це поєднання сухої дистиляції та дії електромагнітних джерел енергії, що відбувається без додавання екстрагенту. Мікрохвильове екстрагування без розчинників — це адресна доставка енергії до нанорозмірних структур, що виконується при нормальних умовах без додавання розчинника чи води. Основна перевага цього методу — це виділення і концентрування поліекстракту в одну стадію, який містить ефективність, селективність та більш короткий час процесу. Цей метод використовує приблизно 70% води, що міститься в найсвіжішій рослинній тканині, для отримання ефірних олій, і метод поєднує в собі переваги гідродистиляції, спричиненої мікрохвильовим випромінюванням це - швидкість, високий вихід і низьке споживання енергії, при цьому практично не виробляючи стічних вод. Процес мікрохвильового екстрагування без розчинників досліджено на стенді (рис.1). Експерименти проводились з синім, рожевим та білим гісопом.



1 - резонаторна камера; 2 - радіо прозора ємність з сировиною; 3 – холодильник - дистилятор; 4 - ємність для збору рідини; 5 – вакуумметр; 6 - вакуум-насос.

Рис 1 – Схема експериментального стенду

У резонаторній камері 1 розташована радіопрозора ємність з сировиною 2, яка приєднана до холодильника-дистилятора 3, де парова фаза конденсується та рідина потрапляє у ємність для її збору. Вакуум у системі забезпечується вакуум-насосом 6 та контролюється манометром 5.

Проведено серію експериментальних досліджень кінетики екстрагування квітів гісопу на об'ємному вакуумному мікрохвильовому екстракторі (рис.1) та побудовані графіки залежностей тиску в системі від часу проведення експерименту відповідно для трьох сортів гісопу.

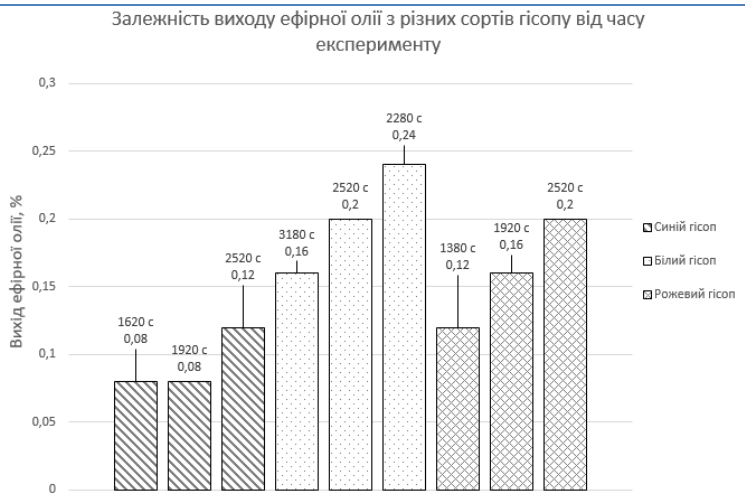


Рис. 2 – Залежність виходу ефірної олії від часу екстрагування та сорту гісопу.

Висновки

1**) Мікрохвильове екстрагування без розчинника — це перспективний інноваційний** екологічно чистий **метод отримання ефірних олій** завдяки дії електромагнітного поля на рідину у капілярі рослинної сировини, що викликає вихід компонентів з рослин у вигляді потужного гідродинамічного потоку. Він є доцільною альтернативою існуючих традиційних методів.

2) Визначено експериментальним шляхом, що сорт гісопу, енергоспоживання та час процесу впливає на вихід ефірної олії. Так приблизно на однакових режимах та часу проведення експериментів вихід ефірної олії у білого та рожевого гісопу вищий за синій гісоп.

3) Отримані результати досліджень (рис.2) є основою для організації екологічно безпечних та енергоефективних методів екстрагування із квітів гісопу. Для отримання ефективних режимів виконання даного інноваційного процесу потрібні більш цілеспрямовані та різноманітні дослідження по отриманню поліекстракту ефірних олій.

Список використаної літератури

1. Valeria Cavallaro, Ana Paula Murray, María Luján Ferreira,Chapter 12 - Innovative and Eco-friendly methods and pretreatments for essential oil extraction: an update, Editor(s): Atta-ur Rahman, Studies in Natural Products Chemistry, Elsevier, Volume 78, 2023. DOI:10.1016/B978-0-323-91253-2.00002-9.
2. https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/essential-oils-market-101063 -

сайт «TFood Additives & Ingredients/Essential Oils Market».
3. Kovalenko O.A., Slavinskiy R.L., Fedosov Ya. S., Slavinska V.O., Al-Khamad I.M. (2023) Yeksperimentalne modelyuvannya protsesiv yekstraguvannya yefirnikh olii u mikrokhvilovomu poli. // December 2023 Scientific Works 87(1):109-116 87(1):109-116. DOI:10.15673/swonaft.v87i1.2700.
4. Machado, C. A. T., de Andrade, M. A. N., & Lepikson, H. A. (2019). Manufacturing 4.0: Discussion on Application in the extractive industry of essential oils. JOURNAL OF BIOENGINEERING OF AND TECCHNOLOGY applied to Health, 2(3), 86-91.

УДК 664.38:664.9:66.093.48

ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ПРИНЦИПІВ ЗНЕВОДНЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ КОЛАГЕНОВОЇ СТРУКТУРОУТВОРЮЮЧОЇ ДОБАВКИ

Луцький В.В., аспірант, **Поварова Н.М.,** к.т.н., доцент
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса

Вступ. Потреба в білках тваринного походження постійно зростає. Вони є важливим елементом харчування людини. Тваринні білки містять корисні речовини, допомагають відновлювати тканини, підтримують імунну систему та роботу гормонів. Найпоширеніший білок тваринного походження це колаген. Його активно використовують в харчовій промисловості. Дешевим джерелом колагену є шкіра свиней. Колаген, який міститься у шкірі свиней, має велику молекулярну масу, і його важко безпосередньо поглинати та використовувати, тоді як дрібномолекулярні колагенові пептиди після гідролізу колагену мають вищу ефективність поглинання та сильнішу біологічну активність. Для збільшення термінів зберігання та зручності при використанні отриманої білкової добавки на підприємствах харчової промисловості її необхібно висушити.

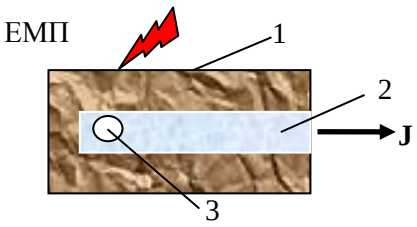
Актуальність теми. У харчових та переробних виробництвах сушіння, як правило, визначає і собівартість, і якість продукту. Найбільшого поширення тут набули конвективні способи сушіння, які характеризуються серйозним науково-технічним протиріччям. Прагнення досягти високих коефіцієнтів тепло-масоперенесення вимагає підвищувати швидкість теплоносія, тобто, його витрати. Однак при цьому пропорційно зростають і втрати теплоти з сушильним агентом, який відпрацював, що в умовах енергетичної кризи та стабільного зростання вартості енергоносіїв небажано [1]. Енергетичні та екологічні концепції сушіння впливають на стабільність і розвиток харчової промисловості, потрібне вдосконалення теплотехнологій сушіння, застосування нових принципів зневоднення, що гарантують безпеку продукту при істотному зниженні енергетичних витрат. Значних успіхів у вдосконаленні технології сушіння можна досягнути якщо сконцетрувати енергію на нагріві певних частинок харчової сировини

(наночастинок), а не на об’єм продукта в цілому [2].

Матеріали та методи дослідження. Технологічна схема, яка використовується для отримання колагенвмістної добавки, включає в себе кілька етапів. Перший етап це підготовка сировини: промивання та подрібнення шкіри. Проведення попередньої обробки, яка призначена для розриву ковалентних міжмолекулярних зв’язків між молекулами колагену. Ці зшивки руйнуються дуже повільно навіть у киплячій воді. Для часткового гідролізу колагену використовували розчини молочної кислоти з концентрацією від 2,5% до 5,5%. Кислота проникає в шкіру, спричиняючи її набряк у два-три рази від початкового об’єму та гідролізує зшивки. Цей метод дозволяє розщеплювати зшивки, залишаючи колагенові ланцюги недоторканими. Для екстракції колагену застосували ферментний гідроліз протеолітичним ферментом тваринного походження пепсином, від 2% до 4% до маси частково гідролізованої шкіри. Ферментний гідроліз діє лише на неспіральну частину пептидного ланцюга колагену (кінці) і залишає структурно важливу спіральну частину недоторканою, тому він забезпечує кращу селективність реакції та менш шкодить колагену. Після того, як колаген був розчинений, його необхідно осадити з розчину. Для цього використовували сіль NaCl, відповідну масу нейтральної солі додавали до певного об’єму розчину, що містить колаген. Отриманий розчин витримували 12 год [3]. Недоліком такої суміші білків є висока кількість вологи,яка у кінцевому результаті призведе до швидкого псування та не транспортабельності білкової складової.

Тому наступним етапом було вирішено провести зневоднення при низьких температурах. Таке сушіння призводить до виділення великої кількості теплоти, що витрачається виключно на випаровування вологи без нагріву тканин продукту, в результаті чого випаровування може відбуватися при невисокій температурі. Це сприяє інтенсивному випаровуванню вологи без істотної зміни структури поверхневого шару, зниження тривалості обробки, збереження біологічно активних компонентів сировини, відмирання мікробних клітин і інактивації ферментів [4].

Розглянемо фізичну модель (рис.1) системи «тверда фаза – волога – капіляр – електромагнітне поле».



1 – тверда фаза; 2 – волога;
3 – парова бульбашка;
ЕМП – електромагнітне поле;
J – потік пари та вологи

Рис.1 – Фізична схема осередку

При використанні електромагнітного поля (рис.1) в капілярі має місце дисипація енергії поля у теплоту. Полярні молекули вологи в умовах електромагнітного поля надвисокої частоти переходять у режим коливан-

ня. Йде дисипація електромагнітної енергії у теплоту. Підведена електромагнітна енергія витрачається на підвищення внутрішньої енергії при зміні теплоємності, переходу води в пару. В результаті – підвищення тиску в капілярі. Причому, це зростання тиску може носити вибуховий характер через малий об'єм рідини в капілярі і концентрації енергії. Саме цей стрибок тиску й викликає бародифузію. При цьому, суттєві зміни відбудуться в формуванні поля концентрацій вологи в системі. Визначальним фактором при виникненні бародифузії є температура в локальній точці об'єму сировини [4].

Обезвожування отриманої маси проводили в консалтинговій лабораторії «ТЕРМА» НДІ ОНТУ на обладнанні, що реалізує відповідні засоби технологій адресної доставки енергії.

Рис. 2 – Суміш білків після гідролізу і осадження сіллю.

Рис. 3 – Суміш білків після зневоднення та подрібнення.

Отриманий продукт подрібнили до стану порошку. Вологість отриманого порошку становить 2,15%, колір від білого до бежевого, нейтральний аромат без запаху смаженого, який притаманний аналогічним продуктам іноземних виробників.

Висновки. На цьому етапі нашої роботи ми отримали білок тваринного походження. Застосований метод зневоднення дозволив отримати білок з нативними властивостями, нейтральним ароматом та з низькою вологістю, що забезпечить йому тривалий термін зберігання. Наступним етапом, плануємо визначення функціонально-технологічних властивостей отриманої добавки та проведення спектрального аналізу зразків з найкращими властивостями.

Список використаної літератури

1. О. Г. Бурдо, “Еволюція сушильних установок,” Поліграф, 2010.
2. O. G. Burdo, “The role of food energy technologies in solving global mankind problems,” Problems of the Regional Energetics, no. 3, pp. 99–110, 2021, doi: 10.52254/1857-0070.2021.3-51.09

3. H. Yang and Z. Shu, “The extraction of collagen protein from pigskin,” J Chem Pharm Res, vol. 6, no. 2, pp. 683–687, Feb. 2014.
4. Burdo, O., Povarova, N., Melnyk, L.. “KINETICS AND ENERGY OF POULTRY MEAT DEHYDRATION IN VACUUM AND MICROWAVE FIELD CONDITIONS,”. Food Science and Technology, 12(4), 2019 https://doi.org/10.15673/fst.v12i4.1218

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОНЦЕНТРОВАНОГО ОЦТУ

Грищенко Р.О., аспірант, **Яровий І.І.**, к.т.н., доцент
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса

Харчова промисловість є пріоритетною галуззю економіки України, де розвивається виробництво таких продуктів, як зернові, олійні культури, м'ясо, молочні продукти, хлібобулочні вироби, напої та оцти. Стан цієї галузі може змінюватися під впливом різних факторів, зокрема економічної ситуації, політичних подій, світових ринкових тенденцій тощо. Зараз через складне економічне становище, розвиток цієї сфери не дуже активний, але йдуть постійні пошуки економічно вигідних та енергоефективних технологій виробництва.

Останні роки стали періодом значного впливу різних факторів на розвиток харчової промисловості та торгівлі. Розвиток підприємств харчової галузі виявляє тенденцію до спаду замість зростання. Першим істотним фактором став спалах захворюваності на COVID-19, що призвів до закриття бізнесів і їхнього тривалого відновлення. Внаслідок цього в Україні відчутно скоротився обсяг експорту та імпорту, а також виникли проблеми з постачанням продукції для ресторанної сфери. Після певної стабілізації ситуації виникли нові труднощі: у 2022 році почалося повномасштабне вторгнення РФ в Україну, що спричинило закриття кордонів та ускладнення імпортних операцій. Незважаючи на труднощі, галузь демонструє стійкість, спрямовуючи зусилля на відновлення внутрішнього ринку, розвиток локальних постачальників і збереження робочих місць. Важливим завданням стає підтримка експорту, від якого залежить економічна стабільність країни, а також впровадження нових технологій, що дозволять знизити залежність від імпортних товарів і сприятимуть розвитку самодостатності галузі навіть у таких складних умовах.

Аналіз ринку оцту на основі даних за 2014–2017 роки показав, що в Україні переважає виробництво спиртового оцту. У період 2015–2017 років обсяги виробництва оцту в країні зменшувалися. Це зумовлено як економічними факторами, так і податковими умовами, що обмежують внутрішнє виробництво, особливо для продуктів на основі спирту, який має високу податкову ставку.

Станом на 2019 рік, за наявними даними, імпорт оцту в Україну становить 69% від загального обсягу на ринку, тоді як 31% припадає на про-

дукцію власного виробництва. Нажаль, дані на 2024 рік щодо експорту та імпорту оцту відсутні.[1]

Актуальність теми: В останні роки спостерігається значне зростання попиту на концентровані оцти, зокрема на бальзамічні. Однак традиційні методи виробництва бальзамічного оцту не відповідають вимогам сучасних технологій харчової промисловості. Класичне виробництво включає багато етапів, які вимагають ручної праці: сортування винограду, отримання сусла шляхом пресування, пастеризація, ферментація, а також екстрагування у дерев'яних бочках об'ємом від 10 до 100 літрів. Цей процес займає не менше 12 років, і на виході отримується лише молодий бальзамік. Через тривалість та трудомісткість процесу виробництва, вартість кінцевого продукту дуже велика. Додатково, враховуючи численні етапи посередників на шляху до споживача, ціна на товар зростає, що робить його менш доступним для широкої аудиторії.

Невідповідність традиційних технологій сучасним вимогам харчової промисловості вказує на необхідність розробки нових методів виробництва бальзамічного оцту, що дозволяють знижувати витрати та зменшувати час виробництва без втрати якості, забезпечуючи доступність продукту для більшого кола споживачів.

В Україні попит на бальзамічний оцет постійно зростає, але єдиним місцевим виробником цього продукту є компанія, яка використовує традиційну технологію виробництва. Важливим завданням є удосконалення процесу концентрування, який традиційно здійснюється під час витримки в дерев’яних бочках. У класичному процесі рідина поступово випаровується через капіляри деревини, що з часом робить оцет більш концентрованим. Для прискорення цього процесу та зниження витрат на витримку, необхідно розробити ефективніші методи концентрації, які б дозволили скоротити час витримки без втрати якості продукту. Це дозволить забезпечити більшу доступність бальзамічного оцту для споживачів і відповідати вимогам сучасного ринку.

Для інтенсифікації процесу екстрагування доцільно застосувати технології адресної доставки енергії, розроблені на кафедрі. Ці технології базуються на використанні НВЧ джерел енергії, які створюють умови для об'ємного підведення енергії до системи «деревина - розчин».[2] У результаті впливу електромагнітного поля, на глибині капілярів утворюється бульбашка пару в розчині, що збільшує тиск і сприяє виштовхуванню оцту з деревини. Таким чином, разом із дифузійним процесом масоперенесення активується потужний гідродинамічний потік, що значно прискорює процес екстракції та дозволяє оцту швидше набувати бажаної органолептики.

Для екстрагування та досліджень можна використати апарат розроблений для виробництва коньячного спирту. Технологія дозволяє насичувати спирти компонентами деревини дуба у потоці та контролювати концентрацію екстракту. [3]. Будова та принцип дії установки дозволяє використо-

вувати необхідну деревину для екстрагування. В якості екстрагенту в даному випадку буде оцет.

Процес концентрації, який у традиційному виробництві займає кілька років, може бути значно прискорений за допомогою багатофункціонального виморожувача.[4] Цей пристрій призначений для концентрації рідин і активно використовується в харчовій, хімічній, парфумерній та косметичній промисловості. Використання виморожувача дозволяє ефективно знижувати вологість і зберігати якість продукту, скорочуючи час виробництва та знижуючи енергетичні витрати.

Концентрування рідини традиційно здійснюється шляхом випаровування, яке проводиться за допомогою нагрівання в відкритій ємності при атмосферному тиску. Однак цей метод має низку недоліків, зокрема високу температуру, яка може призводити до вивільнення деяких компонентів з продукту, що, в свою чергу, може змінювати органолептичні властивості кінцевого продукту. Для збереження цих властивостей більш доцільним є застосування виморожувача. Використання цього методу дозволяє ефективно концентрувати оцет, зберігаючи його смакові та ароматичні якості, оскільки температура в процесі виморожування є значно нижчою, що мінімізує втрати корисних компонентів та зміну органолептичних показників.

Список використаної літератури

1. «https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/kisloe-de»
2. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М., Екстрагування в системі «Кава-вода»;
3. «http://nanofood.com.ua/projects/index/view/23»
4. «http://nanofood.com.ua/projects/index/view/19»

ЗАСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАВМООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ СТВОРЕННІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Мірських Р. В., аспірант, **Гончарук Г. А.**, к.т.н., доцент
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса

Одним з основних завдань агропромислового комплексу є стале нарощування об’ємів виробництва зерна. Основними шляхами збільшення виробництва зерна є підвищення врожайності та зниження втрат на всіх його етапах. Одним із засобів збільшення виробництва зерна і продуктів його переробки є покращення товарних, технологічних та насіннєвих його властивостей. На сучасному етапі збирання зернових культур важко отримати якісне зерно через наявність макро- та мікротравм, що утворюються при післязбиральній обробці урожаю. Механічні пошкодження зерна машинами та обладнанням негативно впливають як на насіннєвий матеріал, так і на продовольче зерно. Пошкоджене зерно більшою мірою піддається

впливу хвороби, мікроорганізмів та шкідників. Травмоване насіння дає ослаблені паростки, що знижує польову схожість і в подальшому пригнічує ріст та розвиток рослин.

Розвиток техніки для післязбиральної обробки зерна нині обґрунтовується інтенсивним зростанням технічного рівня машин, агрегатів та комплексів. З'являються принципово нові конструкції, широко використовуються пристосування до існуючого традиційного транспортного обладнання. Зменшення травмування зерна при технологічному транспортуванні — актуальне завдання сьогодення. Проводяться дослідження залежності ступеню травмування зерна на різних стадіях при транспортуванні [1, 2]. Але, як показує практика, зниженню механічних пошкоджень у промислових умовах приділяють небагато уваги. Зі зростанням рівня механізації дуже низькою залишається ефективність використання наявних засобів, що впливають на характер пошкодження зерна і насіннєвого матеріалу.

Тому застосування нових елементів обладнання і травмоощадних технологій дозволяє підвищити відсоток повноцінного нетравмованого насіння при післязбиральній обробці зерна.

Пропонується модернізація конструкції кількох вузлів тихохідної норії.

1. Модернізація натяжного та привідного барабанів у вигляді виготовлення поверхні з набором ребер V-подібної форми. Ребра розташовані верхівками на площині симетрії барабана, перпендикулярній до осі обертання барабана. Також ребра спрямовані за ходом обертання барабана з кроком, що забезпечує їх взаємне перекриття. Зовнішні кромки ребер утворюють бочкоподібну поверхню, що максимально контактує з тяговою стрічкою.

2. Модернізація ковша тихохідної норії. У деяких типів ковшів тихохідних норій задіяна зворотна сторона ковша, яка виконана у вигляді лотка та має прямі стінки. Даний «лоток» дозволяє приймати на себе зерно та направляти його безпосередньо у зону вивантаження. Бічні стінки всіх ковшів такого типу виконуються із прямими стінками. Пропонується виконання бічних стінок ковшів із збільшеними бічними напрямними елементами , що розходяться у протилежні сторони.

У запропонованому рішенні бокові поверхні ребер при обертанні барабана у контакті з тяговою стрічкою утворюють похилі канали, по яких насіння, що потрапило всередину барабана, гравітаційними силами викидається по обидві сторони барабану. У центральній частині барабану встановлений опорний диск, на який спираються V-подібні ребра. Такі барабани виключають можливість травмування зерна, а також забезпечують рівномірну обертову швидкість тягової стрічки. Також знижується пожежонебезпека через зменшення можливості прослизання стрічки на гладкому барабані та налипання на барабані зерна, що просипалося та попало між барабаном та стрічкою. За рахунок зменшення розчавлення зерна між ба-

рабаном та стрічкою збільшується термін експлуатації самої стрічки. Це особливо актуально при роботі з олійними культурами.

Модернізація ковша норії у вигляді, що пропонується, дозволяє зменшити розсипи зерна всередині короба норії за рахунок додаткових похилих напрямних. Це також зменшує травмування зернового матеріалу, який подається з норії.

Список використаної літератури

1. Дерев'янко Д. А. Травмування та якість насіння на різних стадіях технологічних процесів / Д.А. Дерев'янко // Інженерія природокористування. – 2014. – Т. 1, № 1. – С. 114–123.
2. Кісь-Коркіщенко Л. В. Обґрунтування конструктивно-кінематичних параметрів завантаження ковшів зернових норій: дис. … д-ра філософії; 133 Галузеве машинобудування / Кісь-Коркіщенко Л. В.; наук. кер. Богомолов О. В.; Державний біотехнологічний університет. – Харків, 2021. – 182 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ КУКУРУДЗИ З ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ І ВІДЦЕНТРОВИХ ВПЛИВІВ

Коцур І.О., аспірант
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Світовий ринок зерна стикається з важливими проблемами: зростаючий попит через збільшення населення, вплив кліматичних змін, зростання витрат на енергоносії, забруднення середовища та необхідність модернізації інфраструктури [1]. Експорт зернових з України є ключовим, забезпечуючи валютні надходження та підтримуючи аграрний сектор. Однак існують виклики, такі як залежність від одного ринку та потреба в іноземних інвестиціях [2].

Зневоднення зерна та кукурудзи - це важливий етап у їх обробці та зберіганні. Вибір оптимального методу залежить від багатьох факторів, таких як обсяг продукції, кліматичні умови, наявність обладнання та інші технічні можливості. Традиційні методи зневоднення включають:

Природне зневоднення – процес випарювання вологи під впливом природних факторів, але повільний та погано контрольований.

Сонячне зневоднення - сушіння з використанням сонячних установок, але мають залежність від погодних умов, необхідність великих площ [3].

Осушення абсорбентами - використання матеріалів, що поглинають вологу, недоліком є дорогий та обмежений в використанні метод.

Термічне зневоднення — найпоширеніший метод із використанням шахтних сушарок, але недоліком є високі енерговитрати, екологічні проблеми [4].

Розвитком шахтних сушарок є розробка кафедри процесів та обладнання, яка передбачає використання ефективних тепловодів, а саме термосифонів для кондуктивного підігріву зернопродуктів. Забезпечується екологічна безпека, зменшується енерговитрати. Але досі використовується витрати на спалювання палива для створення теплового носія, в ролі якого є повітря [5].

Одним із способів удосконалення пропонується наукова-технічна гіпотеза комбінованої системи зневоднення зерна. Зняти с повітря задачу теплоносія, а залишити тільки завдання дифузійного середовища. Зниження енерговитрат в зневоднені зернових продуктів можливо досягти при по етапній організації процесів:

- На першому етапі – використання мікрохвильових джерел енергії, які дозволять вологу із об’єму твердої фази доставити на її поверхню.
- На другому етапі – вилучення поверхневої вологи механічними діями, наприклад: застосування відцентрованих сил.

Використання почергово даних етапів привиде до видалення вологи с зерна.

На основі гіпотези процесу зневоднення сировини з поетапним використанням дії мікрохвильових та відцентрових полів, було розроблено параметричну модель (рис. 1).

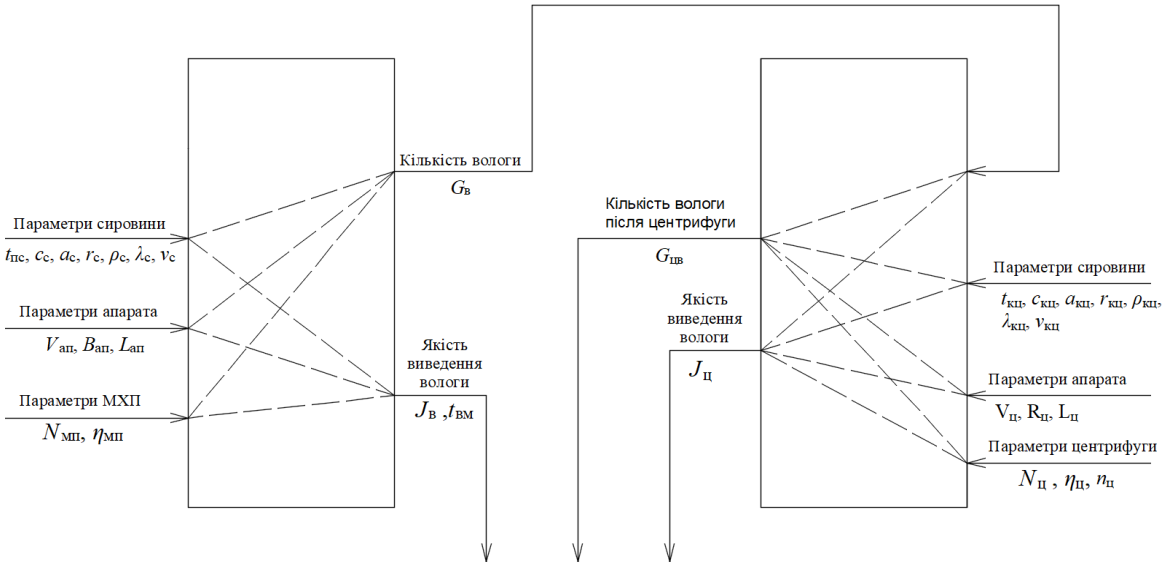


Рис. 1 – Параметрична модель

З параметричної моделі слідує, що є певні вхідні параметри, які впливають на вихідні параметри якості етапу мікрохвильової обробки і певні вхідні параметри, які впливають на етап обробки відцентровим полем.

Для етапу обробки мікрохвильового поля є важливими параметри, а саме потужність ($N_{мп}$) та ККД ($\eta_{мп}$) магнетрону, а також час роботи (τ) цієї ділянки. Змінюючи параметри часу або потужності, ми будемо мати різний результат обробки сировини, а саме різну кількість виведеної вологи на поверхню сировини.

Для етапу обробки відцентровим полем є важливими вхідними параметри, це параметр сировини з кількістю вологи, який успадковується від етапу обробки в МХП. Та основний параметр центрифуги - це швидкість обертів барабану.

Список використаної літератури

1. Рейтинги експортерів та виробників агропродукції України та світу. Latifundist.com. URL: https://latifundist.com/rating.
2. World integrated trade solution (WITS) | data on export, import, tariff, NTM. World Integrated Trade Solution (WITS) | Data on Export, Import, Tariff, NTM. URL: https://wits.worldbank.org.
3. Сонячне зневоднення харчових продуктів: «Технічний огляд" - Researchgate.com. URL: https://www.researchgate.net/publication/259542754_Solar_Drying_of_Foodstuffs_A_Technical_Review
4. Підвищення якості зерна та продуктів його переробки за допомогою сучасних методів впливу / Під ред. О.М. Луців, В.В. Макаренка - Київ: Аграр Медіа Груп, 2018.
5. Бурдо О.Г. Енергетичний моніторинг харчових і переробних виробництв: підручник / О.Г. Бурдо, Ф.А. Трішин, І.І. Яровий. – Одеса : Манджента, 2020. 136 с.

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ШНЕКОВОЇ МІКРОХВИЛЬОВОЇ СУШАРКИ

Аль-Хамад І.М., аспірант, **Бурдо О.Г.**, д.т.н., проф.
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Актуальність. Сучасні тенденції у сфері медицини, фармакології та харчової промисловості підкреслюють важливість використання натуральних джерел біологічно активних речовин (БАР), таких як поліфеноли, флавоноїди, антиоксиданти та інші природні сполуки. Ці речовини мають широкий спектр корисних властивостей, зокрема протизапальні, антибактеріальні, протипухлинні, що робить їх цінними для розробки нових препаратів і функціональних продуктів [1].

Екстрагування БАР є складним процесом, що потребує ефективних технологій для збереження максимальної активності та біодоступності сполук. Застосування мікрохвильової енергії для екстрагування стає дедалі більш популярним завдяки своїм численним перевагам: швидкість процесу, зниження потреби у розчинниках, підвищена селективність, та мінімізація впливу температури на нестабільні сполуки. Цей метод дозволяє зменшити витрати енергії та часу, підвищуючи вихід БАР з рослинної сировини [2].

Науково-технічна гіпотеза. Науково-технічна гіпотеза дослідження базується на науковій школі кафедрі ПОЕМ ОНТУ.

«Теорія і техніка макро-мікро та нано-масштабних процесів перене-

сення в технологічних системах». В роботі впроваджується досвід кафедри ПОЕМ за напрямком адресної доставки енергії до елементів сировини. Інструментом реалізації технологій є мікрохвильове джерело енергії.

Використання мікрохвильової енергії для екстрагування біологічно-активних речовин дозволить значно підвищити ефективність процесу за рахунок інтенсивного впливу МХ на матеріал та руйнування клітинних структур (за рахунок бародифузії), що збільшить вихід цільових фітохімічних речовин, знизить енерговитрати та скоротить час екстрагування порівняно з традиційними методами.

Основні аспекти науково-технічної гіпотези:

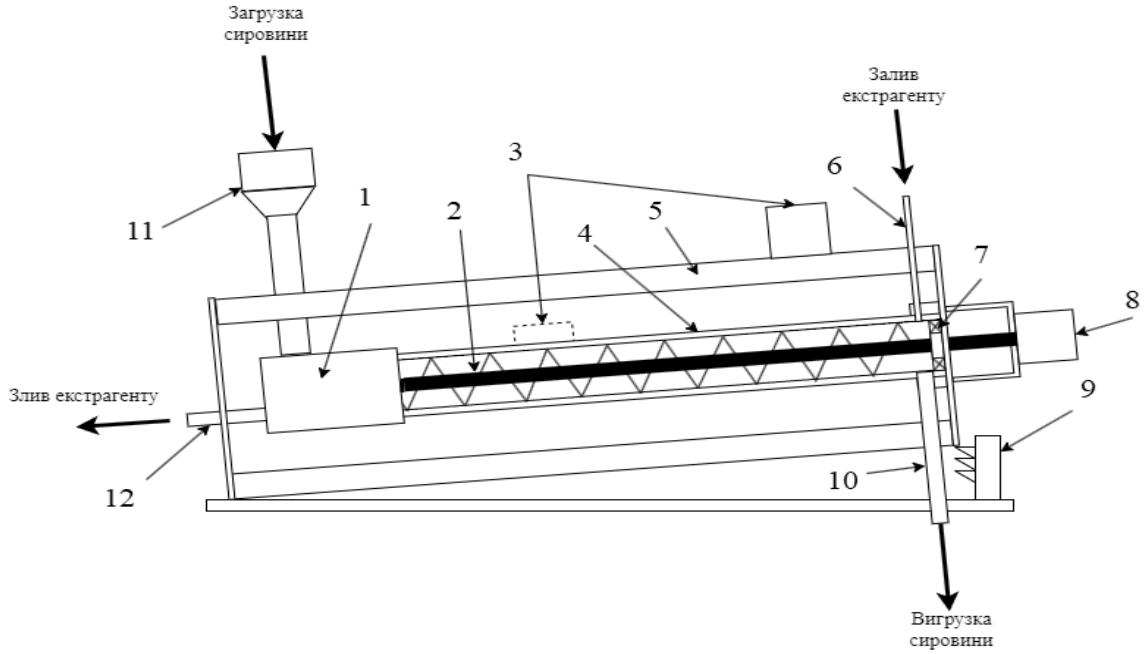
- Швидке екстрагування – мікрохвильова енергія проникає всередину матеріалу, що може сприяти більш інтенсивному виділенню екстрактивних речовин.

- Руйнування клітинної структури - при об'ємному підводу енергії клітинні виникає процес бародифузії, що руйнує клітинну оболонку сировини і полегшує вихід біологічно-активних речовин.

- Зниження енерговитрат – завдяки прискореному процесу можна зменшити споживання енергії.

- Скорочення часу екстракції – висока інтенсивність мікрохвильової енергії може скоротити час обробки.

Мета дослідження. Розроблення конструкції шнекової мікрохвильової сушарки та визначення раціональних режимів її експлуатації.



1- Завантажувальний бункер; 2- шнек; 3- магнетрони; 4- труба з радіопрозорого матеріалу; 5- резонаторна камера; 6- система подачі екстрагенту; 7- підшипник; 8- електродвигун; 9- система зміни куту нахилу екстрактора; 10- патрубок для вивантаження сировини; 11- дозатор; 12- патрубок для вивантаження екстракту.

Рис1 – Принципова схема шнекової мікрохвильової сушарки

Список використаної літератури
1. Ferreira, I. C. F. R., Barros, L., Abreu, R. M. V., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). Plant Phytochemicals in Food Applications: Extraction, Techniques, and Applications. CRC Press.
2. Kumar, P., & Mishra, A. (2019). Innovative Extraction Techniques for Herbal Extracts: A Review. Journal of Food Science and Technology, 56(10), 4733-4748.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБ У ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ

Тараненко Є.Ю., аспірант, **Безбах І.В.**, д.т.н., доцент
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Процеси сушіння на підприємствах є одними з найбільш енергоємних і становлять до 25% промислового енергоспоживання у розвинених країнах. Техніка сушіння розвивалася шляхом нарощування переважно конвективних сушарок, що було виправдано за часів помірних цін на енергоносії. Основні проблеми при конвективному сушінні: низький ККД таких сушарок, ризик потрапляння канцерогенів у продукт через його контакт із топковими газами. Дослідження, присвячені питанням сушіння, як ніколи актуальні. Робота у цьому напрямку покликана знаходити шляхи зменшення енерговитрат, зведення до мінімуму втрат продукту, а також зниження навантаження на навколишнє середовище.

Використання сушильних апаратів на базі теплових труб може допомогти наблизити поставлену мету. Інтерес вчених до теплових труб помітно зріс за останні півтора десятиліття [1]. Зростання популярності цієї тематики зумовлено переважно розвитком портативної комп'ютерної технології та потреби у її високопродуктивному охолодженні.

Розподіл статей про теплові трубки [1] з різних галузей знань показує, що тематика харчових технологій практично не розглянута. Таким чином об’єм дослідницьких робіт у цьому напрямку чималий.

Варто зазначити, що використання теплових трубок у процесах сушіння зернових обмежене. Можливо, це пов'язано з великою продуктивністю зерносушарок, яка варіюється здебільшого від 12 до 120 тонн на годину.

На кафедрі ПО та ЕМ на основі ідей професора Бурдо Олега Григоровича розроблено конструкцію енергоефективної барабанної сушарки, всередині якої розташовано конденсатор термосифона, а випарна ділянка розташована зовні. Конструкцію захищено патентом на корисну модель.

Також на основі ідей Бурдо Олега Григоровича розроблено ще одну барабанну сушарку, відмінність якої від попередньої полягає у тому, що її барабан виконаний у вигляді кільцевого термосифону. Конструкцію захищено патентом на корисну модель.

В рамках програми держзамовлення на кафедрі ПО та ЕМ розроблено сушарку на базі термосифонів [2]. Основним елементом конструкції є шаровий підігрівач. Зерно, яке рухається щільним гравітаційним шаром, підігрівається у шаровому термосифонному підігрівачі, після чого потрапляє в сушильну камеру, де продувається повітрям.

Ведеться робота з удосконалення даної конструкції. Ідея доопрацювання полягає у тому, що випарник шарового підігрівача розміщено безпосередньо всередині теплогенератора і виконано у вигляді замкненого випарниково-конденсаційного модуля.

Хоча тематика використання теплових труб у процесах сушіння зернових знаходиться у стадії раннього розвитку, очевидно, що подібні конструкції сушарок здатні взяти участь у неминучому переобладнанню українських аграрних підприємств. У зв'язку з постійним зростанням населення та зростаючим попитом на енергію та продукти харчування, екологічними проблемами, удосконалення та розробка конструкцій сушарок на базі ТТ є актуальним науковим завданням. Про актуальність тематики також свідчить кількість публікацій в Scopus та WoS, але в харчовій галузі питання практично не висвітлено.

Подальші дослідження зможуть точніше відповісти у якій мірі це вдасться зробити.

Список використаної літератури

1. Maldonado J. M., de Gracia A., Cabeza L. F. Systematic review on the use of heat pipes in latent heat thermal energy storage tanks // *Journal of Energy Storage*. 2020. Vol. 32. P. 101733. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X2031570X?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=8dd6fff7caaa2dea
2. Бурдо О. Г., Безбах І. В., Зиков О. В., Мординський В. П., Светлічний П. І. Звіт про науково-дослідну роботу за договором № ДЗ/13-2017 від 14 листопада 2017 р. *Розроблення енергоефективної зерносушарки на базі термосифонів.*

ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ З МАКУХИ СОНЯШНИКА В УМОВАХ АДРЕСНОЇ ДОСТАВКИ ЕНЕРГІЇ

Запорожець Д. О., аспірант

Одеський національний технологічний університет м.Одеса

Україна є одним з провідних виробників та експортерів соняшникової олії у світовому масштабі. Після другого пресування у відходах олійного виробництва – макусі залишається близько 6 % олії, яку можна додатково вилучити [1]. Сучасні вимоги до екологічної безпеки виробництва та готової продукції привертають увагу до етанолу в якості екстрагента, оскільки його, на відміну від гексану та екстракційних бензинів, одержують

бродінням відновлюваної сировини. Варто зазначити, що розчинність олії в етанолі обмежена, але при використанні етанолу концентрацією близько 95 % олія утворює емульсії [2]. Таким чином емульгуванням олії можна пояснити високий вихід олій при екстрагуванні етанолом.

На кафедрі процесів, обладнання та енергетичного менеджменту розроблено і успішно випробувано екстракційне обладнання на основі технологій адресної доставки енергії до мікро- та наноструктур за допомогою мікрохвильових технологій. Встановлено, що дія мікрохвиль викликає явище бародифузії. Бародифузійний потік механічно ініціює викид екстрактивних речовин, таке явище отримало назву механодифузія. Саме утворення та викид в екстрагент дрібних крапель екстрактивної речовини імовірно інтенсифікує утворення емульсії олії, тобто олія в екстракті знаходиться як у вигляді розчину (дифузійна складова), так і у вигляді дисперсної системи (гідромеханічна складова).

Порівнювали вихід олії при екстрагуванні в умовах адресної доставки енергії, та при традиційному нагріванні. Вихід олії у мікрохвильовому екстракторі за однакових питомих енерговитрат виявився більшим приблизно у 1,5 рази більшим в порівнянні з традиційним підведенням енергії.

Також вивчався вплив питомого підведення енергії. Найбільший вихід олії спостерігався за найменших питомих енерговитрат. В якості пояснення можна зробити припущення, що за меншого енергопідведення сировина зазнавала меншого термічного пошкодження.

Таким чином, можна зробити висновок, що залучення механодифузії позитивно впливає на процес и екстрагування та емульгування олії етанолом, що дозволяє збільшити вихід продукту при зменшенні витрат енергії.

Список використаної літератури

1. Петік П. Ф. Дослідження кінетики екстрагування соняшникової макухи етиловим спиртом / П. Ф. Петік , В. В. Гірман, О. В. Мазур // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – 6/6 (72) – С. 13–18.
2. Xu, Qingyi & Nakajima, Mitsutoshi & Nabetani, Hiroshi & Iwamoto, Satoshi & Liu, Xinqi. (2001). The effect of ethanol content and emulsifying agent concentration on the stability of vegetable oil–ethanol emulsions. Journal of Oil & Fat Industries. 78. 1185-1190. 10.1007/s11745-001-0411-z.

СЕКЦІЯ ІІІ: МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

ANALYSIS OF THE STABILITY OF ENERGY SYSTEMS USING THE LYAPUNOV STABILITY THEORY

Doroshenko D., student of the 4th year, Faculty of Mechanics and Mathematics
Oles Honchar Dnipro National University, m. Dnipro

Energy systems are some complex dynamic structures consisting of many interdependent components. Their stable operation is critical to ensure uninterrupted energy supply. The occurrence of external and internal influences can disrupt the stability of such systems, which can lead to a loss of energy or stop the operation of the equipment. To analyze the stability of these systems, the Lyapunov stability theory is used, which allows to estimate the stability of the equilibrium state of the system based on the analysis of its dynamics and behavior.

The essence of the Lyapunov method is to investigate the energy system for stability by introducing a special function - Lyapunov. This function has the property of decreasing in the process of movement of the system to the equilibrium state. If such a function can be constructed for the system, and its time derivative is negative at all points except the equilibrium one, then the system is Lyapunov stable.

The general form of the Lyapunov function for a nonlinear system looks like this: $\dot{B}(x) = \nabla V(x) \cdot f(x)$, where:

$V(x)$ is a Lyapunov function that depends on the state of the system,

$f(x)$ is a vector function describing the dynamics of the system.

If $\dot{B}(x) < 0$ at all points except the equilibrium point, this system is asymptotically stable.

Example: Consider an example of stability analysis for a simplified model of an electrical system consisting of a generator and a load. The dynamics of the system can be described by the equations of motion:

$\frac{d\theta}{dt} = w$, $\frac{dw}{dt} = -k\sin(\theta) - dw$, where:

θ is the generator rotor angle,

w - angular velocity,

k - proportionality factor,

d is the decoefficient.

The Lyapunov function for this system can take the form:

$$V(\theta, w) = \frac{1}{2}w^2 + k(1 - \cos(\theta))$$

Let's calculate her day off in time:

$$\dot{B} = w\frac{dw}{dt} + k\sin(\theta)\frac{d\theta}{dt} = w(-k\sin(\theta) - dw) + k\sin(\theta)\,w$$

Simplifying: $\dot{B} = -dw^2$.

Ago $\dot{B}(x) \leq 0$, the system is stable according to Lyapunov, i.e., the oscillations of the generator decay over time, and the system returns to the equilibrium state

The theory of Lyapunov stability is quite a powerful tool for the analysis of dynamic energy systems. This theory allows us to estimate whether the system will be stable under certain conditions, or even know unstable oscillations. Applying this approach is particularly useful in complex power networks to ensure their uninterrupted operation and protection against failures.

References

1. Kapustyan O. V., Pichkur V. V., Sobchuk V. V./ Theory of dynamic systems: teaching. manual – Lutsk: Vezha-Druk, 2020. – 348 p.
2. Parasyuk I. O. Introduction to the qualitative theory of differential equations. - K.: VOC ―Kyiv University‖, 2005. - 88 p.
3. Samoilenko A.M., Krivosheya S.A., Perestyuk M.O. Differential equations in examples and problems. - Kyiv: Higher School, 1994. - 455 p.

OPTIMIZING THE DISTRIBUTION OF ENERGY IN ALTERNATIVE SOURCES

Doroshenko D., student of the 4th year, Faculty of Mechanics and Mathematics
Oles Honchar Dnipro National University, m. Dnipro

The growing use of alternative energy sources, such as solar and wind energy, poses the task of efficient distribution of generated energy to energy systems. Since such a source is often unstable due to natural factors, optimization of energy distribution becomes a tool to ensure reliable energy supply, minimize costs and improve overall system efficiency.

Optimizing production energy distribution using mathematical methods, which allows finding the most efficient way to transfer energy between consumers and storage systems. The main goal is to maximize the use of available resources with minimal losses. Factors such as current energy production, consumer demand, battery availability and storage capacity are taken into account during optimization.

The optimization problem can be described in terms of a function that minimizes energy losses or costs: $\sum_{i=1}^{n} x_i b_i$.

Subject to restrictions: $\sum_{i=1}^{n} a_{ij} x_i \geq b_j, \forall j$.

Example: Consider a solar power plant that supplies energy to several consumers and a storage system. Generation depends on the amount of solar radiation during the day. The optimal allocation problem can be formulated as a linear programming problem. For example, we have three sources of generation (solar panels) and two consumers, as well as a battery for energy storage. The

optimization model can look like this: $b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3$, subject to restrictions:

$$x_1 + x_2 \geq P_1 \text{ (energy for the consumer 1)}$$
$$x_2 + x_3 \geq P_2 \text{ (energy for the consumer 2),}$$

where P_1, P_2 – energy needs of consumers.

Optimizing the software's ability to determine how much energy will be sent to each consumer and stored to minimize energy loss or costs.

Conclusion. Optimizing energy distribution in alternative energy systems is key to ensuring a stable and cost-effective supply. The use of mathematical models allows not only to effectively manage resources, but also to reduce the impact of unstable generation from renewable sources, which improves the overall efficiency of energy systems.

References

1. Sinchuk O. M.Renewable sources of electrical energy in the structures of power supply systems of iron ore enterprises. Kryvyi Rih: Publishing House., 2017. 152 p.
2. Lezhnyuk P.D. The principle of least action in optimization problems of electric power systems// Technical electrodynamics.-2006. - №3. with. 35-41.

IMPROVING COLD CHAIN PERFORMANCE THROUGH IOT: REAL-TIME TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL FOR PERISHABLE GOODS TRANSPORT

Volodymyr Shemiakin, PhD student, **Olga Yakovleva**, Associate Professor
Odesa National University of Technology, Odesa

The global demand for high-quality perishable goods, such as fruits, vegetables, and pharmaceuticals, has driven the need for highly efficient Cold Chain logistics. Maintaining optimal environmental conditions throughout the transportation process is crucial to ensuring the freshness and safety of these sensitive products.

To address these challenges, the integration of the Internet of Things (IoT) into Cold Chain systems has become a transformative solution. IoT technologies enable real-time monitoring and control of environmental conditions inside refrigerated trucks, allowing for automated adjustments to maintain optimal conditions even in the face of changing external factors. By utilizing a network of sensors, GPS tracking, and data analytics, IoT-based systems provide dynamic and predictive management of temperature and humidity levels. This study focuses on the implementation of an IoT-driven control system in a 30-ton refrigerated truck transporting grapes along the Odesa-Kyiv highway in July. The system continuously monitored inside temperature and humidity, outside temperature, and truck location, adjusting the cooling system to account for door openings at key checkpoints (e.g., Odesa, Uman, Bila Tserkva, and Kyiv). The

goal of this research was to evaluate how IoT technologies enhance Cold Chain efficiency by stabilizing environmental conditions, minimizing temperature excursions, and ultimately improving product preservation.

The transportation of perishable goods under controlled temperature conditions is governed by strict regulations to ensure product safety and quality. ATP (Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs [1]) sets standards for the use of refrigerated vehicles and containers, requiring specific temperature ranges based on the product type. Continuous temperature monitoring and control throughout the journey is mandatory, using tools like thermometers and IoT-based systems to ensure compliance and prevent spoilage. Additionally, the HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point [2,3]) Plan is required for all establishments handling perishable goods, focusing on identifying and controlling potential hazards. Together, these regulations ensure food safety, maintain product integrity, and provide traceability across the cold chain.

The IoT-controlled inside temperature for the refrigerated truck transporting grapes, as a function of outside temperature and distance, can be described mathematically using a combination of base cooling dynamics, external temperature influence, and door-opening events.

Base temperature control is presented by:

$$T_{base}(d) = 3 - k_1 \times \frac{d}{500} \tag{1}$$

Where: $T_{base}(d)$ - the base internal temperature set by the cooling system, with gradual efficiency reduction as the truck moves further from the starting point; k_1 - is the small constant representing cooling efficiency loss over distance.

Outside temperature impact is shown with:

$$T_{outside_impact}\left(T_{outside}(d)\right) = k_2\left(T_{outside}(d) - 30\right) \tag{2}$$

Where: k_2 - a coefficient representing how much the outside temperature affects the internal temperature; $T_{outside}(d)$ - the varying external temperature along the route.

Door Opening Temperature Spike using Gaussian function is shown with:

$$T_{spike}(d) = \sum_{d_i \in D_{events}} A \times \exp\left(-\frac{(d - d_i)^2}{2\sigma^2}\right) \tag{3}$$

Where A – the magnitude of the temperature spike due to a door opening; σ - controls how quickly the spike dissipates after the door closes; d_i - the distances where door-opening events occur (e.g. Odesa, Uman, Bila Cerkva, Kyiv)

Inside temperature can be modelled with:

$$T_{inside}\left(T_{outside,}d\right)=T_{base}(\mathrm{d})+\mathrm{T}_{outside_impact}\left(T_{outside}\left(d\right)\right)+T_{spike}\left(d\right) \quad (4)$$

Where: $T_{base}\left(d\right)$ - the cooling system's baseline temperature control, which is gradualy affected by distance; $\mathrm{T}_{outside_impact}\left(T_{outside}\left(d\right)\right)$ - the influence of external temperatures, increasing or decreasing the internal temperature based on the difference from a standard reference (30°C); $T_{spike}\left(d\right)$ - the spikes caused by door opening at key locations, which temporarily raise the internal temperature, with impact diminishing over time

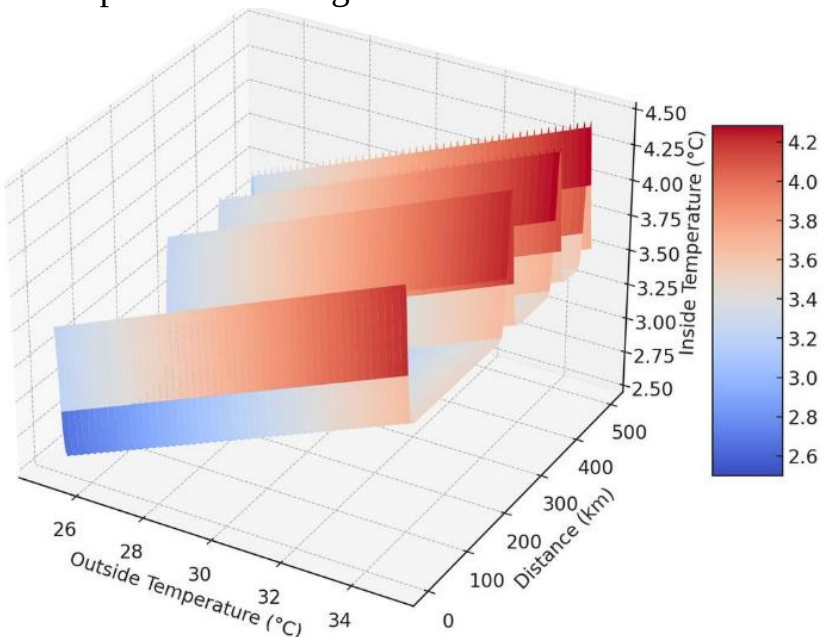


Fig.1 - IoT-Controlled Inside Temperature for Refrigerated Track (grapes transport) Dependence on Outside Temperature and Distance

The Fig.1 incorporates the exact door opening events at Odesa, Uman (270 km), Bila Tserkva (399 km), and Kyiv (483 km). This reflects the precise impact of these events on the internal temperature of the refrigerated truck, accounting for real-time monitoring and control via the IoT system. The IoT system used to control temperature and humidity in the refrigerated truck transporting grapes works by continuously monitoring environmental conditions (both inside and outside the truck) and adjusting the cooling and ventilation systems in real-time to maintain optimal conditions for the cargo. The IoT Temperature and Humidity Control include: real-time monitoring of internal and external temperatures, with automatic cooling adjustments to handle external heat and door-opening events; active control to maintain 95% humidity, using humidifiers or dehumidifiers depending on internal conditions and external influences; predictive algorithms that respond to forecasted changes in temperature and humidity, ensuring stable conditions for grape transport. The IoT system dynamically responds to environmental changes and optimizes the conditions inside the truck to maintain quality control for sensitive cargo like grapes.

The integration of an IoT-controlled environment within the refrigerated truck improves Cold Chain efficiency by: reducing temperature fluctuations and product losses; enhancing real-time monitoring, traceability, and compliance; optimizing energy usage, routes, and logistics; minimizing disruptions and delays. These improvements lead to better product quality, longer shelf life, reduced waste, and greater profitability for stakeholders across the cold chain.

References

1. United Natuions (2024) *Agreement on the International Carriage of Perishable Food-stuffs and on the Special Equipment to be Used for such Carriage (ATP)*, *Unece.org*. Available at: https://unece.org/sites/default/files/2024-08/ATP%202024_E_pdf_web_protected.pdf (Accessed: October 9, 2024)
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023) *INTRODUCTION TO HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINT (HACCP)*, *openknowledge.fao.org*. Available at: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a56f938c-7e92-4ffe-a901-f4494a2eeb64/content (Accessed: October 9, 2024)
3. UNIDO (2003) *12 textbook: Hazard analysis and critical control points (HACCP))*, *Unido.org*. Available at: https://www.unido.org/sites/default/files/2008-05/PR-12-HACCP_Textbook_neu_29_10_07_0.pdf (Accessed: October 9, 2024).

AI-OPTIMIZED HVAC IMPROVING ENERGY EFFICIENCY AND PERFORMANCE IN COMMERCIAL BUILDINGS

Volodymyr Kushnir, PhD student, **Olga Yakovleva**, Associate Professor *Odesa National University of Technology, Odesa*

The rapid advancements in Artificial Intelligence (AI) have opened new avenues for optimizing building operations, particularly in the realm of Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) systems. With commercial buildings accounting for a significant portion of global energy consumption, improving the energy efficiency of HVAC systems has become an essential target for reducing operational costs and minimizing environmental impact. Traditional HVAC systems, while effective, often lack the adaptability and intelligence to respond to dynamic changes in building occupancy, weather conditions, and equipment performance in real-time. This results in inefficiencies such as energy overuse, higher maintenance costs, and inconsistent occupant comfort.

To reveal the impact of AI – driven HVAC systems on operational efficiency, energy usage, and predictive maintenance in a 2000 square meter administrative building in Odesa, Ukraine, over a one-year period. The system's performance is measured against international standards for human comfort in office spaces.

Building Specifications: Location: Odesa, Ukraine; Building Type: Administrative Office; Area: 2000 square meters; Occupancy: 100-150

employees.

HVAC System Configuration: Centralized HVAC system with individual zone control (VAV – Variable Air Volume); AI integration for predictive maintenance and energy management.

Time Frame: 12 months

International Comfort Standards: ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy; ISO 7730: Ergonomics of the Thermal Environment; EN 15251: Indoor Environmental Input Parameters for Design.

Assume the total annual energy consumption of the HVAC system for a 2000 m² administrative building is 200,000 kWh/year, as calculated earlier.

The energy consumption is divided between heating, cooling, and ventilation in Tab.1.

Table 1. Data

Heating (H) -> 35% of total energy	Cooling (C)-> 40% of total energy	Ventilation (V)-> 25% of total energy
$H_{initial} = 70.000$ kWh year	$C_{initial} = 80.000$ kWh year	$V_{initial} = 50.000$ kWh year

AI optimization impact can be provided with following. AI can reduce energy usage in each category based on better controls, predictive analytics, and real-time adjustments. AI reduces unnecessary heating by optimizing heating schedules, adjusting heating based on occupancy, and factoring in weather data.

Suppose AI achieves a 10% reduction in heating energy: $H_{savings} = 7.000$ kWh year, $H_{final} = 63.000$ kWh year. AI adjusts cooling by using occupancy sensors, dynamic temperature controls, and integrating real-time weather data. AI is often more efficient in cooling due to the high energy consumption in this area. Cooling savings can be increased to 25%: $C_{savings} = 20.000$ kWh year, $C_{final} = 60.000$ kWh year.

AI optimizes airflow based on real-time air quality and occupancy, reducing the need for excessive ventilation during unoccupied hours. Assume a 15% reduction in ventilation energy: $V_{savings} = 7.500$ kWh year, $V_{final} = 42.500$ kWh year.

Now, sum the total energy savings across all components:

$$TotalSavings = H_{savings} + C_{savings} + V_{savings} \quad (1)$$

$TotalSavings = 34.500$ kWh year. Finally, calculate the total percentage of energy savings by dividing the total energy savings by the original energy consumption equal 17.25%.

These savings result from better control over system operations, dynamic adjustment of setpoints, real-time monitoring, and proactive maintenance.

The AI optimization for HVAC system shows significant reductions, especially in cooling and ventilation, leading to overall energy savings in Fig.1.

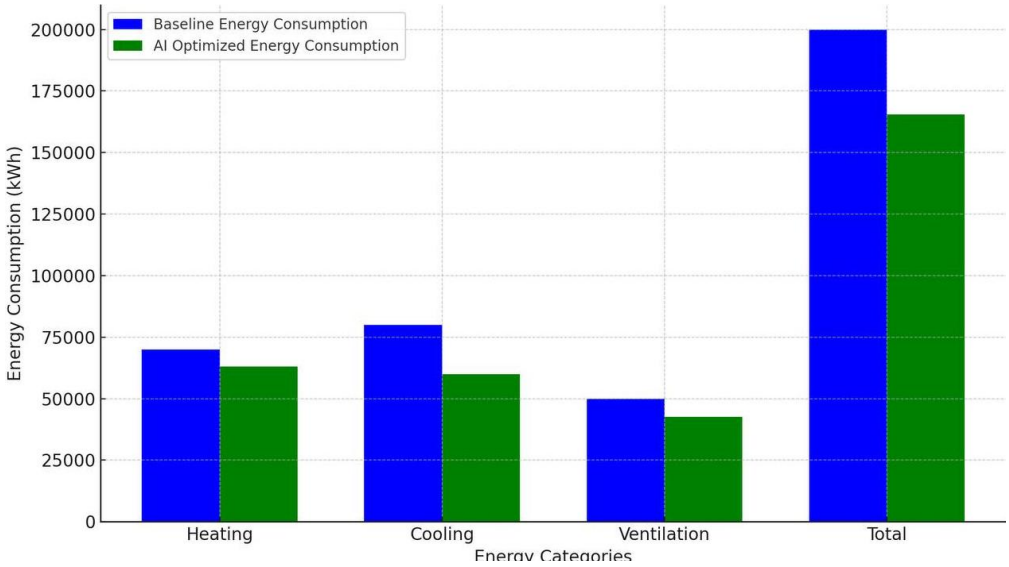


Fig.1 – Comparison of Baseline and AI-Optimized Energy Consumption

AI's predictive maintenance features reduced unscheduled downtime by 25%, lowering maintenance costs by 12%, or $1,200/year. This proactive approach not only extends the life of the HVAC system but also improves reliability, minimizing interruptions in building operations. The AI system ensured compliance with international human comfort standards, such as ASHRAE Standard 55 and ISO 7730, by maintaining optimal indoor conditions (temperature: 22-24°C, humidity: 40-60%, CO_2 levels below 1000 ppm). This contributes to enhanced occupant comfort and productivity in the workplace. By reducing energy consumption, the AI-optimized HVAC system also contributed to a lower carbon footprint. Assuming the local energy grid has a CO_2 intensity of 0.4 kg/kWh, the reduction in energy consumption results in an approximate 14,400 kg/year reduction in CO_2 emissions, aligning with global sustainability goals.

The AI-driven optimization of the HVAC system could achieve an 18% energy reduction by optimizing heating (10% savings), cooling (25% savings), and ventilation (15% savings), leading to a total energy savings of 36,000 kWh/year, as estimated earlier.

Results from LCCA. The integration of AI into the HVAC system not only results in significant cost savings of approximately $90,400 over 20 years but also delivers substantial environmental benefits, reducing CO_2 emissions by 288 metric tons. This dual benefit of economic and environmental savings makes AI-driven HVAC optimization a viable solution for sustainable building operations, particularly in commercial settings. The calculation of LCCA system environmental impact draws upon globally recognized standards such as ISO 14040 for lifecycle assessment, ISO 15686-5 for lifecycle costing, and ASHRAE standards for energy efficiency and human comfort. In addition, IPCC guidelines and EPA calculators are used for accurate greenhouse gas emissions calculations. These standards ensure that both the economic and environmental

aspects of the HVAC system are comprehensively evaluated, providing a robust foundation for optimizing HVAC systems with AI-driven solutions.

Recommendations for Future Work: scalability, AI and IoT Integration, Long-Term Studies. The approach demonstrated in this study could be scaled for larger buildings or campuses, further amplifying energy savings. Enhanced AI algorithms, combined with the Internet of Things (IoT) for real-time data collection, could enable even greater efficiency improvements in HVAC systems. A longitudinal study could provide deeper insights into the long-term impacts of AI on system performance, maintenance needs, and energy usage trends.

This study demonstrates that AI-driven optimization offers a promising solution for achieving significant energy efficiency improvements in HVAC systems, reducing operational costs, and improving occupant comfort, all while supporting sustainability goals. These results should encourage further adoption of AI technologies in building management systems across various sectors. Through the application of internationally recognized ASHRAE and ISO standards, and the use of Life Cycle Cost Analysis (LCCA), this research quantifies the economic and environmental benefits achieved through AI-optimized HVAC solutions.

СЕКЦІЯ IV: ТРИБУНА МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ

SMART GRIDS: POWER TRANSMISSION AND DISTRIBUTION

Yefremov I., student
Odesa National University of Technology, Odesa

Smart grids are modernized power grids that use digital technologies to automatically monitor and manage energy flows between producers and consumers. The implementation of such networks is aimed at increasing the efficiency of energy transmission and distribution, reducing losses and optimizing the use of resources. They also contribute to increasing the resilience of the power system to external and internal factors, such as failures and accidents. Main components of smart grids include sensors, smart meters, monitoring systems, information systems for data processing and decision-making, as well as two-way communication between producers and consumers.

Traditional power transmission systems involve a one-way flow of energy from large generating stations to consumers through a multi-stage distribution system. In contrast, smart grids provide two-way transmission of electricity with the ability to connect distributed generation sources such as solar panels or wind turbines. Intelligent control systems allow energy to be distributed in real time, preventing overloads and accidents. They also use energy storage systems, such as battery storage, to smooth out peak loads.

The expanded adoption of smart grid technologies is significantly changing not only the way electricity is consumed, but also generated. In particular, Flexible AC Transmission System (FACTS) technologies provide the ability to reduce transmission losses, which is critical over long distances. The use of these technologies allows you to increase the throughput of the system and the stability of energy transmission. Such systems are actively used in countries with large territories, such as China, where stable energy transmission over long distances is important.

Another key technology is distribution automation (DA), which allows real-time detection and correction of faults in networks, minimizing outage times. This technology plays an important role in ensuring the reliability of the network, in particular during peak loads or emergency situations. According to reports from the U.S. Department of Energy, the application of DA reduces companies' operating costs by 15%, which is a significant saving.

Core smart grid technologies include advanced metering infrastructure (AMI), which enables remote meter readings, providing energy companies with the ability to respond quickly to changes in electricity consumption and emergencies. The Distribution Automation (DA) system automatically detects faults and rectifies them quickly, reducing downtime and downtime costs. The

integration of renewable energy sources and the strengthening of cybersecurity are key aspects of the further development of smart grids.

Core smart grid technologies include advanced metering infrastructure (AMI), which enables remote meter readings, providing energy companies with the ability to respond quickly to changes in electricity consumption and emergencies. The Distribution Automation (DA) system automatically detects faults and rectifies them quickly, reducing downtime and downtime costs. The integration of renewable energy sources and the strengthening of cybersecurity are key aspects of the further development of smart grids.

Further development of smart grids will largely depend on the introduction of artificial intelligence and machine learning technologies. By processing large amounts of data to predict faults and optimize system performance, energy companies will be able to reduce operational risks and improve the overall efficiency of their networks. An additional key aspect will be the development of microgrids that will help manage local energy resources more efficiently, making power systems more flexible and resilient to external threats.

An important aspect of smart grids is their positive impact on the environment. By optimizing the use of renewable energy sources such as solar and wind energy, it is possible to significantly reduce CO_2 emissions. Dynamic pricing, which encourages consumers to use electricity during periods of low demand, also helps to reduce the load on networks and further reduce emissions. In addition, energy storage systems, in particular storage batteries, play an important role in improving the resilience of power systems by allowing excess energy to be stored and used during peak periods.

The experience of implementing smart grids in countries such as the US, EU, and China demonstrates significant economic benefits. In the United States, thanks to government support, the share of renewable energy sources in the country's total energy balance has increased. The European Union is focusing on creating uniform standards for smart grids, which contributes to their faster and more unified implementation throughout the region. China is actively investing in infrastructure development, including the integration of renewable energy sources such as solar and wind energy.

Conclusion. The development of smart grids will fundamentally change the energy industry, increasing its efficiency, reliability and resistance to possible failures. Despite some challenges associated with the implementation of these technologies, the long-term benefits will be significant in both economic and environmental aspects.

References:

1. Smart Grid: The Smart Grid | SmartGrid.gov. Retrieved from https://www.smartgrid.gov
2. 2020 Smart Grid System Report | U.S. Department of Energy. Retrieved from https://www.energy.gov
3. Bose, A., & Moslehi, K. (2018). "Smart Grids: Fundamentals and Technologies in

Electric Power Systems".
4. "Smart Grids: Opportunities and Challenges in Integrating Renewable Energy Sources" | Journal of Energy Engineering.
5. Gungor, V. C., & Sahin, D. (2019). "A Survey on Smart Grid Potential Applications and Communication Requirements". IEEE Transactions on Industrial Informatics.
6. International Renewable Energy Agency (IRENA). "Smart Grids and Renewables: A Guide for Effective Deployment". Retrieved from https://www.irena.org

MODELING OF ENERGY TECHNOLOGIES: A PATHWAY TO EFFICIENT AND SUSTAINABLE ENERGY SYSTEMS

Shipko H.I., master's student, **Shipko A.I.,** graduate student, **Shipko I. M.,** Associate Professor
Odesa National University of Technology, Odesa
Shipko N.I., student
School № 45, Odessa
Toroshchina O. I., chairman
Public organization "OUR HOUSE"

With global energy demands and environmental concerns on the rise, energy technology modeling has become a cornerstone in the planning, optimization, and implementation of sustainable energy systems. Effective modeling allows for a comprehensive analysis of energy technologies, enabling stakeholders to evaluate economic feasibility, environmental impact, and efficiency in both current and future scenarios. This approach is vital for optimizing energy use, transitioning to renewable sources, and meeting international climate goals. By simulating different energy systems and scenarios, researchers and policymakers can better understand the implications of various energy choices on a local, national, and global scale.

Relevance of Energy Technology Modeling The necessity of energy technology modeling stems from the complexity of modern energy systems, which require balancing economic growth, energy security, and environmental sustainability. According to the International Energy Agency (IEA), the integration of renewable energy sources, energy storage, and grid management systems calls for sophisticated modeling to ensure stability and efficiency. Modeling supports the development of renewable energy projects, optimizes existing energy infrastructure, and reduces reliance on fossil fuels. Additionally, in the context of climate change, models provide valuable insights into carbon emission trajectories, which are essential for achieving targets set by the Paris Agreement.

Core Types of Energy Technology Modeling Renewable Energy System Modeling Renewable energy modeling focuses on systems utilizing solar, wind, hydro, biomass, and geothermal sources. Modeling these technologies helps forecast energy generation capacity, assess investment requirements, and

evaluate environmental impacts. Solar and wind energy modeling, for instance, incorporates meteorological data to predict generation potential under different conditions. By simulating output based on location-specific weather data, models help optimize site selection and inform grid integration strategies. Models for hybrid systems, combining different renewable sources, offer insights into how various technologies can complement each other, enhancing reliability and reducing intermittency issues.

Energy Storage and Grid Management Modeling energy storage is essential for renewable integration and grid stability, as it addresses the intermittent nature of renewable sources. Models assess the capacity, efficiency, and cost of storage solutions such as batteries, pumped hydro, and compressed air storage. Grid modeling includes demand-response strategies, load forecasting, and distributed generation management. Advanced models simulate how grid components interact, allowing for the design of flexible grids capable of handling renewable variability and peak load demands. Grid management models support "smart grid" concepts, integrating real-time data from Internet of Things (IoT) devices, sensors, and smart meters, thus improving overall energy efficiency and reliability. Energy Efficiency and Demand-Side Management Demand-side modeling focuses on optimizing energy use within buildings, industries, and transportation. This type of modeling enables precise energy savings predictions by simulating how different energy-saving measures affect overall consumption. Building energy models, for example, analyze insulation, lighting, and HVAC system efficiencies, while industry models can simulate energy usage across manufacturing processes. These models are instrumental in designing demand-response programs, helping utilities and policymakers encourage energy-saving behavior during peak times to reduce strain on the grid. Integrated Energy Systems and Hybrid Models Integrated models examine how different energy systems interact within a larger network. This includes power, heating, cooling, and transportation sectors. Hybrid models incorporate renewable energy sources, storage, and conventional energy sources, analyzing how best to combine them for optimal performance. These models assess the impact of integrating renewables on energy security, cost, and emissions. Integrated models are crucial for developing "net-zero" strategies that balance carbon emissions from various sources with sequestration or offset mechanisms. Benefits of Energy Technology Modeling.

Informed Decision-Making Modeling enables stakeholders to assess the feasibility and efficiency of different technologies and policies, allowing for data-driven decisions that reduce risk and uncertainty. By simulating various scenarios, decision-makers can optimize investments, predict system performance, and avoid costly errors.

Cost Reduction and Economic Optimization Effective modeling helps reduce costs by identifying the most efficient technologies and configurations for specific needs. For instance, models can identify the optimal mix of renewa-

ble energy sources and storage to minimize operational costs and maintenance. Environmental and Social Impact Assessment Modeling allows for the evaluation of environmental impacts, including carbon emissions and land use. Social impact modeling assesses how energy projects affect communities, particularly in terms of job creation and energy access. Risk Management and Resilience By simulating extreme weather events, fuel price fluctuations, and demand shifts, models can help design resilient energy systems capable of withstanding various disruptions. This is crucial for ensuring energy security in a changing climate and fluctuating global economy. Challenges and Limitations in Energy Technology Modeling.

Complexity and Data Requirements Comprehensive modeling requires large amounts of accurate data, including real-time meteorological data, historical consumption patterns, and detailed technical parameters for energy technologies. The availability and quality of data are often limited, particularly in developing regions. Computational Demand Advanced models, such as those for integrated systems, require significant computational power, which can limit accessibility. Additionally, complex models may need specialized software and expertise, creating barriers for smaller organizations. Uncertainty in Long-Term Predictions Models depend on assumptions about future technological advancements, policy changes, and climate conditions, all of which are subject to uncertainty. Long-term predictions, particularly regarding renewable energy potential and demand shifts, may vary widely from reality. Modeling for Policy and Regulatory Constraints Regulatory frameworks vary greatly between regions, and models must be adapted to these local policies. Changes in policy, subsidies, and market structures can render models inaccurate if they are not continually updated. Opportunities and Future Directions Energy technology modeling is continually evolving, with emerging trends that could further enhance its impact on energy systems:

Machine Learning and AI in Modeling Machine learning (ML) algorithms enhance prediction accuracy by analyzing vast amounts of historical and real-time data. ML applications include load forecasting, predictive maintenance, and optimization of storage solutions. Blockchain and Decentralized Energy Systems Blockchain technology offers a secure platform for managing decentralized energy transactions, enabling peer-to-peer energy trading and enhancing the effectiveness of microgrid models. Enhanced Visualization and User Interface Improving model accessibility for non-experts through intuitive interfaces and visualization tools allows a broader range of stakeholders to engage with and benefit from energy modeling. Cross-Sectoral Integration and Net-Zero Planning

Future models will increasingly integrate power, transport, industry, and agricultural sectors, providing a holistic view of how to achieve net-zero emissions and balance competing needs within an energy system. Conclusion Modeling of energy technologies is essential for designing sustainable and resilient

energy systems that align with global energy and environmental goals. Despite challenges, ongoing advancements in data analysis, computational techniques, and cross-sector integration will strengthen the utility of modeling. As countries strive to meet energy demands while reducing carbon footprints, energy technology modeling remains a critical tool for developing cost-effective, efficient, and environmentally responsible energy solutions. Enhanced support, investment, and collaboration in modeling initiatives will help pave the way toward a sustainable energy future.

References

1. Закон України Про енергетичну ефективність https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3915-20#n64
2. Закон України Про внесення змін до деяких законів України щодо врегулювання окремих питань https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3915-20#n64
3. Енергоефективні технології : навчальний посібник / А. С. Мандрика та ін. ; за заг. ред. А. С. Мандрики. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 330 с.
4. https://discover.aveva.com/paid
5. https://www.researchgate.net/publication/369251546_Modelling_and_development_of_sustainable_energy_systems
6. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211339820300629

АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА: ШЛЯХ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАЛОСТІ

Шипко Н. І., учениця
Одеський ліцей № 45, м. Одеса
Шипко, Г. І., студент магістратури,
Шипко І. М., доцент каф. ТОЗВ, **Шипко А. І.,** аспірант
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса
Торощіна О. І., голова ГО "НАШ ДІМ", м. Одеса

Підвищення залежності світової економіки від викопних енергоресурсів, таких як вугілля, нафта та природний газ, має серйозні екологічні та економічні наслідки. У відповідь на кліматичні виклики і необхідність зниження шкідливих викидів, альтернативна енергетика виходить на передній план глобальних енергетичних стратегій. Використання відновлювальних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова, гідро- та біоенергетика, сприяє зменшенню вуглецевого сліду та досягненню енергетичної незалежності.

Актуальність розвитку альтернативної енергетики Залежність від традиційних джерел енергії загрожує екологічними проблемами та енергетичною кризою в умовах нестабільних цін на сировину. Крім того, викопні види палива не є невичерпними, що стимулює країни до пошуку альтернатив. У 2023 році понад 80% усіх глобальних викидів парникових газів були

спричинені використанням викопних видів палива. Розвиток альтернативної енергетики, таким чином, є необхідним кроком до сталого розвитку.

Основні види альтернативної енергетики:

Сонячна енергетика. Використання сонячної енергії є одним із найбільш екологічно чистих способів виробництва електроенергії. Сучасні технології, такі як фотоелектричні панелі та концентровані сонячні системи, дозволяють ефективно перетворювати сонячну енергію в електрику, що підходить як для приватних будинків, так і для промислових об'єктів. Складність впровадження полягає у високих початкових інвестиціях і залежності від погодних умов.

Вітрова енергетика. Вітрові турбіни дозволяють виробляти електроенергію з кінетичної енергії вітру. Цей вид енергії підходить для місцевостей з постійними вітрами, зокрема, узбережжя морів та океанів. Вітрова енергетика швидко розвивається у таких країнах, як Данія, Німеччина та США. В Україні потенціал розвитку вітрової енергетики особливо високий в прибережних регіонах. Основні виклики включають залежність від погодних умов, шумове забруднення та високі витрати на будівництво.

Гідроенергетика. Гідроелектростанції перетворюють енергію води в електрику, що забезпечує стабільне постачання без шкідливих викидів. Великі гідроелектростанції, як правило, впливають на екосистеми водойм, що потребує обережного планування. Україна має значний гідроенергетичний потенціал, зокрема на річках Дніпро, Дністер та Південний Буг.

Біоенергетика. використовує органічні матеріали для виробництва енергії, включаючи відходи сільського господарства, лісівництва та органічні відходи міського господарства. Переваги біоенергетики полягають у можливості утилізації відходів та зменшенні викидів парникових газів. Недоліком є потреба в сировині, яку можна було б використовувати для виробництва продовольства.

Геотермальна енергетика. використовує тепло земних надр для обігріву будівель та виробництва електроенергії. Підходить для країн з активною геотермальною діяльністю, таких як Ісландія. Геотермальна енергетика потребує високих початкових вкладень, але має низькі експлуатаційні витрати та високу стабільність.

Переваги альтернативної енергетики. Екологічність. Зменшення викидів вуглецю та інших шкідливих речовин сприяє збереженню екологічної рівноваги та покращенню здоров'я населення. Енергетична незалежність. Використання місцевих джерел енергії дозволяє зменшити залежність від імпорту енергоресурсів. Економічні переваги. Незважаючи на високі початкові інвестиції, використання відновлювальних джерел може забезпечити значну економію в довгостроковій перспективі завдяки низьким експлуатаційним витратам. Виклики та обмеження Високі інвестиційні витрати. Побудова та впровадження альтернативних енергетичних систем вимагає значних фінансових ресурсів. Залежність від природних умов. Со-

нячна та вітрова енергетика залежать від погодних умов, що ускладнює їх використання в певних кліматичних зонах. Проблеми зберігання енергії. Відсутність ефективних технологій для зберігання енергії призводить до необхідності будівництва додаткових накопичувальних систем.

Можливості для України. Україна мала б значний потенціал для розвитку альтернативної енергетики завдяки вигідному географічному розташуванню та природним ресурсам, як би не умови війни. Згідно з даними Агентства відновлюваних джерел енергії України, частка альтернативної енергетики в загальному енергобалансі країни могла б досягти 50%. Пріоритетними напрямками могли б бути розширення сонячної та вітрової енергетики, а також розвиток біоенергетики.

Висновок. Альтернативна енергетика є важливою складовою енергетичної безпеки та екологічної сталості. Розвиток цього сектора сприятиме зменшенню екологічного навантаження та посилення енергетичної незалежності. В умовах глобальних кліматичних викликів та економічних ризиків перехід до альтернативної енергетики стає одним із ключових пріоритетів для України та світу.

Література

1. Нараєвський С.В. Класифікація традиційних та альтернативних джерел і технологій отримання енергії / С.В. Нараєвський // Збірник наукових праць ЛНТУ. - 2012. - № 9(34). - С. 255-269.
2. Наш енергетичний потенціал //Альтернативні джерела енергії. - 2009. - № 2.-С. 1-6.

ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF COMPOUND FEED IN WAR CONDITIONS

Shipko H.I., master's student, **Shipko A.I.,** graduate student, **Shipko I. M.,** Associate Professor

Odesa National University of Technology, Odesa

Shipko N.I., student

School № 45, Odessa

Toroshchina O. I., chairman

Public organization "OUR HOUSE"

Energy efficiency in wartime feed production is critical to maintaining productivity, reducing costs, and reducing dependence on external energy sources. In such conditions, adaptation of enterprises to limited resources and unstable energy supply becomes important. Here are some approaches and solutions that can help increase the energy efficiency of compound feed production in such conditions:

1. Use of local sources of alternative energy.

Reducing dependence on centralized energy sources is one of the main

tasks for maintaining continuous production:

Mobile Solar Panels and Generators: Solar panels are relatively easy to install and can be placed on factory roofs or even on temporary structures. This ensures a minimum level of autonomous power supply for critical processes.

Biogas plants from organic waste: Biogas obtained from organic waste from agriculture or production can be used as fuel for heating or operating equipment. This allows not only to provide energy for production, but also to efficiently dispose of waste.

Compact wind turbines: In regions with significant wind activity, mobile or small wind turbines can provide additional electricity generation.

2. Reduction of energy consumption through automation and optimization of processes.

In conditions of limited energy, enterprises should optimize production processes as much as possible:

Intelligent control systems: Automated systems with sensors that monitor temperature, humidity and other parameters help reduce energy consumption by precisely adjusting equipment. This reduces the need for resources and allows for more efficient use of available energy.

Control of the speed and intensity of equipment operation: Adjusting the speed of mixers, granulators and packaging equipment according to current needs allows you to significantly save electricity.

3. Energy-saving technologies for drying and mixing.

Drying and mixing processes are among the most energy-intensive, so energy-saving technologies are of particular value:

Infrared and vacuum drying: These technologies are more energy efficient compared to traditional methods and provide fast drying with low energy consumption. Infrared drying is especially useful in cases where it is necessary to quickly dry components with a low energy reserve.

Minimizing heat loss: Using insulating materials to reduce heat loss in dryers and mixers allows more heat to be stored, which significantly reduces overall energy costs.

4. Use of reserve energy sources and optimization of peak loads.

Maintaining the operation of critical processes, even in the event of a power outage, is a necessary condition for stable operation:

Backup diesel and gas generators: These provide a constant power supply for key processes, such as the operation of mixing and packaging equipment, especially in situations where other sources of power are not available.

Scheduling off-peak hours: Shifting energy-intensive processes to off-peak hours when possible helps reduce the load on internal power systems and reduce costs.

5. Rational use of waste and resources.

In the conditions of war, enterprises can work with a limited supply of raw materials, so the maximum use of all resources is extremely important:

Use of residues and waste: Residues from the production of compound feed, such as grain hulls or husks, can be used to produce biogas or as fuel in solid fuel boilers.

Rational dosage: Controlling the accuracy of dosage of components helps to avoid overspending of raw materials and reduces the amount of waste, which also helps to reduce energy costs for disposal.

6. Energy-efficient packaging and storage.

In conditions of limited energy, it is important to minimize costs at the stages of packaging and storage of products:

Automated packaging lines with low energy consumption: Using energy-efficient packaging equipment helps reduce energy costs while ensuring quality packaging.

Temperature control in warehouses: Using energy-efficient systems to maintain temperature and humidity in warehouses avoids product spoilage while reducing storage costs.

Conclusion. Energy efficiency in the production of compound feed in conditions of war requires quick and flexible solutions. Integration of alternative energy sources, automation of processes and efficient use of resources allow enterprises to remain productive even under conditions of limited resources. Such approaches help preserve production capacity, reduce costs and maintain product quality, which are key to food security in challenging times.

References

1. Закон України Про енергетичну ефективність https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3915-20#n64
2. Закон України Про внесення змін https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3915-20#n64

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ: ШЛЯХ ДО ЕКОНОМІЧНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ

Шипко Н. І., учениця
Одеський ліцей № 45, м. Одеса
Шипко, Г. І., студент магістратури,
Шипко І. М., доцент каф. ТОЗВ, **Шипко А. І.,** аспірант
Одеський національний технологічний університет, м.Одеса
Торощіна О. І., голова ГО "НАШ ДІМ", м. Одеса

Згідно Закону України Про енергетичну ефективність (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, ст.8) із змінами - потреба у підвищенні енергоефективності в промисловості, будівництві та комунальному секторі стає дедалі актуальнішою через військовий стан, глобальні енергетичні виклики та екологічні обмеження. Енергоефективні технології дозволяють в найкоротший час видновити джерела енергії, оптимізувати ви-

трати енергії, зменшити викиди парникових газів та підвищити конкурентоспроможність підприємств. Використання таких технологій є важливим інструментом для досягнення сталого розвитку та енергетичної безпеки країни.

Актуальність енергоефективних технологій Згідно з даними Міжнародного агентства з енергетики (IEA), близько 30 % усієї споживаної енергії у світі витрачається неефективно, що створює значні втрати для економіки та сприяє забрудненню навколишнього середовища. Упровадження енергоефективних технологій дозволяє не лише знизити витрати, а й сприяє зменшенню залежності від викопних джерел енергії, зокрема в умовах війни, енергетичних криз та нестабільності на ринку.

Основні напрями розвитку енергоефективних технологій та обладнання. Інноваційні будівельні матеріали та технології: Використання теплоізоляційних матеріалів та сучасних методів будівництва дозволяє зменшити витрати енергії на обігрів та охолодження будівель. Прикладом є енергоефективні склопакети, фасадні системи з теплоізоляцією, а також інфрачервоні обігрівачі для точкового обігріву. «Розумні» будівлі, оснащені сенсорами для регулювання освітлення та температури, дозволяють значно зменшити енергоспоживання.

Використання розумних мереж - електричних мереж, що використовують технології керування електроенергетичними системами та інформаційного обміну, пов’язаного із ним, відповідні елементи технічних систем, призначені для зчитування, керування процесами, зокрема даними, та комутаційне обладнання для об’єднання в економічно ефективний спосіб поведінки та дій всіх приєднаних до неї споживачів, учасників ринку електричної енергії з метою забезпечення економічної ефективної, надійної, безпечної, сталої роботи енергетичної системи з низькими втратами і високим рівнем якості та безпеки постачання.

Системи рекуперації та утилізації тепла Використання систем рекуперації тепла в промислових та комунальних об'єктах дозволяє повернути до 80 % витраченої енергії. Рекуператори ефективно утилізують тепло з вентиляційних систем, гарячих відходів або відпрацьованих газів, що знижує потребу в додаткових енергоресурсах. Ці технології особливо актуальні для підприємств з високими енерговитратами, таких як металургія, хімічна та харчова промисловість.

Енергоефективне освітлення Світлодіодні (LED) лампи та системи дозволяють знизити енергоспоживання освітлення на 50-80% у порівнянні з традиційними лампами розжарювання. У сучасних офісах та промислових об’єктах все частіше використовуються сенсорні датчики та системи автоматичного регулювання освітлення, які налаштовують інтенсивність світла залежно від часу доби та наявності людей у приміщенні. LED-освітлення не лише скорочує витрати електроенергії, але й має довший термін служби та знижує необхідність у регулярній заміні ламп.

Автоматизація та «розумні» енергетичні системи. Системи автоматизації дозволяють підприємствам та приватним споживачам контролювати витрати енергії в реальному часі. Смарт-лічильники, сенсори та програмне забезпечення для управління енерговитратами допомагають ефективно розподіляти навантаження на електромережі. Використання технологій «Інтернету речей» (IoT) забезпечує централізоване керування енергоспоживанням, знижуючи витрати до 30%.

Енергоефективне обладнання в промисловості та транспорті Сучасне промислове обладнання, наприклад, високоефективні електродвигуни та компресори, використовує менше енергії при виконанні тієї ж роботи. На транспорті все частіше впроваджуються гібридні та електричні двигуни, що дозволяє значно зменшити споживання палива та викиди вуглецю. Також зростає популярність електротранспорту та зарядних станцій, які мають значний потенціал для зменшення витрат енергії на транспортні перевезення. **Переваги енергоефективних технологій та обладнання:**

Зниження витрат. Енергоефективні технології дозволяють скоротити витрати на енергію, що особливо важливо для підприємств та організацій з великим обсягом енергоспоживання. Зменшення екологічного впливу. Зниження викидів парникових газів і зменшення забруднення повітря сприяє покращенню стану навколишнього середовища та здоров'я населення. Підвищення енергетичної безпеки. Скорочення потреби в імпорті енергії та використання місцевих енергоресурсів сприяє енергетичній незалежності країни.

Покращення конкурентоспроможності. Завдяки зниженню витрат компанії можуть збільшувати свою конкурентну перевагу, залучати інвестиції та зміцнювати свої позиції на ринку. Виклики на шляху до впровадження енергоефективних технологій Висока вартість інвестицій. Упровадження енергоефективних технологій вимагає значних фінансових вкладень, що часто стає стримуючим фактором, особливо для малого та середнього бізнесу. Відсутність обізнаності та кваліфікованих кадрів. Брак знань і фахівців у сфері енергоефективних рішень обмежує можливості для широкого впровадження таких технологій. Недостатня підтримка з боку держави. Низька кількість програм підтримки та стимулювання енергоефективності гальмує розвиток цього напрямку, особливо в країнах, що розвиваються.

Перспективи розвитку енергоефективних технологій в Україні Україна мала б великий потенціал для підвищення енергоефективності у зв'язку з високим рівнем енергоспоживання в промисловості, сільському господарстві та комунальному секторі. Запровадження програм після воєнного відродження, енергоаудиту, кредитування для оновлення обладнання та стимулів для впровадження енергоефективних технологій може значно покращити економічну та екологічну ситуацію. Крім того, активне впровадження та використання відновлювальних джерел енергії, таких як

сонячна, вітрова та біоенергетика, сприятиме зміцненню енергетичної безпеки країни.

Висновок Енергоефективні технології є невід'ємною частиною стратегії сталого розвитку та економічного зростання. Вони сприяють зниженню витрат на енергоресурси, покращенню екологічної ситуації та підвищенню якості життя. Для досягнення сталого енергетичного розвитку необхідно продовжувати інвестувати в інноваційні технології, вдосконалювати політику державної підтримки та сприяти обізнаності серед населення та бізнесу.

Література

1. Закон України Про енергетичну ефективність https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3915-20#n64
2. Закон України Про внесення змін до деяких законів України щодо врегулювання окремих питань https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3915-20#n64
3. Енергоефективні технології : навчальний посібник / А. С. Мандрика та ін. ; за заг. ред. А. С. Мандрики. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 330 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ ХАРЧОВИХ РОЗЧИНІВ В УМОВАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Ткаченко М. А., студент СІ-10МН

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Україна має великий потенціал у науково-технічній сфері, який здатен вирішувати складні енергетичні проблеми. Проте багато підприємств не володіють навіть базовими знаннями щодо аналізу енергоспоживання, розрахунку витрат на енергію та впровадження простих методів підвищення енергоефективності.

Через використання застарілих технологій рівень енергоефективності в Україні значно нижчий порівняно з розвиненими країнами. Культура раціонального енергоспоживання майже відсутня, що лише посилює енергетичний дефіцит у державі.

Південний регіон України є центром харчової промисловості, яка в умовах енергетичної кризи стикається з потребою впровадження енергозберігаючих рішень. Харчове виробництво характеризується високим рівнем енергоспоживання.

Підприємства аграрного сектору, що активно використовують паливно-енергетичні ресурси, мають значний потенціал у застосуванні вторинних енергетичних ресурсів. Разом із тим, різноманіття термічного обладнання та консервативний підхід галузі ускладнюють адаптацію новітніх енергозберігаючих технологій. Як наслідок, втрата енергії у виробничих

процесах погіршує енергетичну кризу, оскільки спад виробництва у цій галузі є меншим, ніж у промисловості загалом.

Сучасна промисловість постійно перебуває у пошуку рішень, які б оптимізували технологічні процеси, підвищували продуктивність, забезпечували гнучкість виробництва, покращували якість кінцевого продукту та відповідали зростаючим вимогам щодо енергоефективності й екологічної безпеки. У цьому контексті вакуум-випарні установки безперервної дії посідають особливе місце. Вони стають все більш актуальними завдяки здатності ефективно концентрувати розчини, знижувати температуру кипіння, забезпечувати делікатний режим обробки чутливих компонентів, підвищувати стійкість виробничих процесів та інтегруватися в комплексні технологічні схеми з мінімальними енерговитратами.

Актуальність таких установок обумовлена низкою чинників. По-перше, постійне зростання світового попиту на продукцію, яка потребує концентрування рідинних середовищ, стимулює підприємства впроваджувати обладнання, здатне працювати безперервно, зводячи до мінімуму простої та переналаштування. Мова йде не лише про класичні галузі, як-от виробництво цукру, крохмалю, молочних продуктів чи фруктових соків, де важлива стабільність параметрів і можливість обробляти великі обсяги сировини, але й про хімічну, біотехнологічну, фармацевтичну, косметичну та інші сфери.

Вакуум-випарні установки безперервної дії стають дедалі привабливішими, оскільки вони суттєво знижують потребу у високотемпературному нагріванні, а відповідно й енерговитрати. Зниження температури кипіння під вакуумом дозволяє обробляти рідини значно лагідніше, оптимізуючи використання теплової енергії.

Крім того, завдяки можливості постійного вилучення випареного розчинника та підтримання стабільних умов процесу, можна ефективніше реалізувати системи багаторазового використання тепла, рекуперації відпрацьованої пари та конденсату. Результатом є зменшення загального енергетичного навантаження, економія паливно-енергетичних ресурсів, мінімізація викидів парникових газів та зниження екологічного сліду виробництва.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ В РОЗРОБЦІ МІКРОХВИЛЬОВИХ СУШАРОК

Анцефоров В. О., студент, група СІ-10МН
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

В Україні зростає інтерес до виробництва сушеної плодово-ягідної продукції. Позитивна тенденція зберігається і у 2024 році.

Однак попри позитивній динаміці росту експорту сушених фруктів за допомогою сушильних установок і ягід, із овочами ситуація гірша, Україна залишається нетто-імпортером цієї продукції.

Майже всю сушену цибулю імпортують, так само як і часник, моркву, буряк тощо.

В Україні сушені овочі йдуть на переробку і надалі присутні на ринку у вигляді спецій та приправ.

Таким чином значна кількість компаній, що мають лінії відповідного обладнання на своєму виробництві, виготовляють сушені овочі для власних потреб, а саме для подальшого виробництва приправ та спецій.

В Україні є підприємства і їх не мало, які не володіють базовими знаннями що до аналізу енергоспоживання. Розрахунки витрати енергії, прості методи підвищення енергоефективності і т.д.

Але через використання застарілих технологій сушіння та самих сушарок, рівень енергоефективності в Україні значно менший порівняно з іншими розвиненими країнами. Раціональне використання енергозбереження дуже низька і завдяки цьому посилюється енергетичний дефіцит у державі.

Чому мікрохвильові сушильні апарати стають популярнішими в різних галузях ?

В них є свої унікальні переваги перед традиційними методами сушіння. Мікрохвильові сушарки скорочувати час сушіння завдяки прямому впливу на молекули води всередині матеріалу. Вони більш економні до витрати енергії. Забезпечувати високу продуктивність, що є особливо важливим для масового виробництва харчових продуктів.

Тому є рішення, а саме розробляти мікрохвильові стрічкові сушарки.

Розробка мікрохвильової стрічкової сушарки вимагає системного підходу, який включає аналіз її принципу дії, конструктивних елементів та специфічних вимог до роботи такого обладнання.

Ми можемо сказати що мікрохвильова стрічкова сушарка — це високотехнологічний пристрій, який забезпечує швидке та рівномірне сушіння матеріалів.

Технологічні та енергетичні проблеми в розробці мікрохвильових сушарок:

Я дослідив це питання і ось які енергетичні та технологічні проблеми виникають при розробці.

1. У мікрохвильовому полі енергія поглинається нерівномірно через ефект інтерференції та відбиття. **Можливе рішення:** Застосування мультимодових резонаторів, що змінюють схему розподілу енергії. Оптимізація геометрії сушильної камери для покращеного розподілу хвиль.

1.2. Деякі матеріали чутливі до високої температури, а локальний перегрів може спричинити зміни кольору, втрату вітамінів (у харчових продуктах).

Можливе рішення: Комбіноване сушіння (мікрохвильове + конвекційне або вакуумне).. Використання **імпульсного режиму** випромінювання для запобігання перегріву.

1.3. У деяких продуктах мікрохвильова обробка змінює структуру білків, вуглеводів, змінює текстуру та органолептичні властивості. **Можливе рішення:** Контроль температури та потужності випромінювання. Використання мікрохвильового сушіння на фінальній стадії після попередньої обробки іншими методами.

Енергетичні проблеми:

2. Мікрохвильові сушарки споживають значну кількість електроенергії, особливо у промислових масштабах. **Можливе рішення:** Оптимізація конструкції камери для зменшення теплових втрат.

2.1. Частина мікрохвильового випромінювання відбивається або поглинається елементами сушильної камери, а не продуктом, що призводить до неефективного використання енергії. **Можливе рішення:** Використання спеціальних матеріалів для внутрішнього покриття сушарки, що зменшують поглинання енергії стінками. Регулювання довжини хвилі для кращого узгодження з фізичними властивостями матеріалу.

2.2. Класичні магнетрони, що використовуються у мікрохвильових сушарках, мають ККД близько **50-60%**, що означає значні втрати енергії у вигляді тепла. **Можливі рішення:** Використання нових генераторів на основі твердотільних елементів (solid-state RF generators), які мають ККД до 90%. Впровадження інтелектуального керування потужністю, що регулює подачу мікрохвиль залежно від вологості матеріалу.

Що ми можемо винести з цього? Те що, розвиток мікрохвильових сушарок вимагає поєднання технологічних та енергетичних рішень для підвищення ефективності процесу та зменшення його витратності. Інтелектуальні системи керування для оптимального розподілу енергії. Впровадження нових генераторів мікрохвильового випромінювання з підвищеним ККД. Оптимізація конструкції сушарок для рівномірного розподілу енергії.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ І
ЕКОЛОГІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ І МОНІТОРИНГ

Бурдо О.Г РОЗВИТОК АГРОБІЗНЕСУ УКРАЇНИ У ПОВОЄННИЙ ЧАС …..……..... 4
Воінов О. П., Самохвалов В. С., Кобалава Г. О. ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ СУДНОПЛАВСТВА ……. 6
В.М. Ткаченко, О.І. Гапонюк ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СУЧАСНИХ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ КОМПЛЕКСІВ…….. 9
О. П. Воінов, Ю. Г. Елькін ПРО ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ…….. 10
Жихарєва Н.В., Когут В.О. УДОСКОНАЛЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНИХ СИСТЕМ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ…….. 13

СЕКЦІЯ ІІ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ

Бурдо О.Г., Славинська В.О., Славинський Р.Л., Коваленко О.А., Федосов Я.С. ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕФІРНИХ ОЛІЙ…….. 16
Луцький В.В., Поварова Н.М. ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ПРИНЦИПІВ ЗНЕВОДНЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ КОЛАГЕНОВОЇСТРУКТУРОУТВОРЮЮЧОЇ ДОБАВКИ…….. 19
Грищенко Р.О., Яровий І.І. РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОНЦЕНТРОВАНОГО ОЦТУ……. 22
Мірських Р. В., Гончарук Г. А. ЗАСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАВМО-ОЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ СТВОРЕННІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР…… 24
Коцур І.О. УСТАНОВКА ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ КУКУРУДЗИ З ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ І ВІДЦЕНТРОВИХ ВПЛИВІВ…… 26
Аль-Хамад І.М., Бурдо О.Г. РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ШНЕКОВОЇ МІКРОХВИЛЬОВОЇ СУШАРКИ..... 28
Тараненко Є.Ю., Безбах І.В. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ТРУБ У ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ……..... 30
Запорожець Д. О. ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ З МАКУХИ СОНЯШНИ-КА В УМОВАХ АДРЕСНОЇ ДОСТАВКИ ЕНЕРГІЇ…….. 31

СЕКЦІЯ ІІІ
МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ

Doroshenko D. ANALYSIS OF THE STABILITY OF ENERGY SYSTEMS USING THE LYAPUNOV STABILITY THEORY……. 33
Doroshenko D. OPTIMIZING THE DISTRIBUTION OF ENERGY IN ALTERNATIVE SOURCES……. 34
Shemiakin V., Yakovleva O. IMPROVING COLD CHAIN PERFORMANCE THROUGH IOT: REAL-TIME TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL FOR PERISHABLE GOODS TRANSPORT…… 35
Kushnir V., Yakovleva O. AI-OPTIMIZED HVAC IMPROVING ENERGY EFFICIENCY AND PERFORMANCE IN COMMERCIAL BUILDINGS…….. 38

СЕКЦІЯ ІV
ТРИБУНА МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ

Yefremov I. SMART GRIDS: POWER TRANSMISSION AND DISTRIBUTION..... 42
Shipko H.I., Shipko A.I., Shipko I. M., Shipko N.I., Toroshchina O. I. MODELING OF ENERGY TECHNOLOGIES: A PATHWAY TO EFFICIENT AND SUSTAINABLE ENERGY SYSTEMS..... 44
Шипко Н. І., Шипко, Г. І., Шипко І. М., Шипко А. І., Торощіна О. І. АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА: ШЛЯХ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАЛОСТІ…….. 47
Shipko H.I., Shipko A.I., Shipko I. M., Shipko N.I., Toroshchina O. I. ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF COMPOUND FEED IN WAR CONDITIONS..... 49
Шипко Н. І., Шипко, Г. І., Шипко А. І., Торощіна О. І. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ: ШЛЯХ ДО ЕКОНОМІЧНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ……... 51
Ткаченко М. А. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ ХАРЧОВИХ РОЗЧИНІВ В УМОВАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ……... 54
Анцефоров В. О. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОБЛЕМИ В РОЗРОБЦІ МІКРОХВИЛЬОВИХ СУШАРОК..... 55

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 навчанню 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

Одеський національний технологічний університет

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.
terma _onaft@ukr.net